

•Memorias•

del **II Encuentro Estatal** de
Jóvenes Investigadores



Gobierno de Puebla
Hacer historia. Hacer futuro.



**Secretaría
de Educación**

CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla



•Memorias•

del **II Encuentro Estatal** de
Jóvenes Investigadores



Gobierno de Puebla
Hacer historia. Hacer futuro.



**Secretaría
de Educación**

CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla

Miguel Barbosa Huerta

GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE PUEBLA

María del Rosario Orozco Caballero

PRESIDENTA DEL SISTEMA ESTATAL PARA EL DESARROLLO
INTEGRAL DE LA FAMILIA

Ana Lucía Hill Mayoral

SECRETARIA DE GOBERNACIÓN DEL ESTADO DE PUEBLA

Melitón Lozano Pérez

SECRETARIO DE EDUCACIÓN DEL ESTADO DE PUEBLA

Sergio Salomón Céspedes Peregrina

PRESIDENTE DE LA JUNTA DE GOBIERNO Y COORDINACIÓN POLÍTICA
H. CONGRESO DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE PUEBLA

Héctor Sánchez Sánchez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL SUPERIOR DE JUSTICIA DEL ESTADO DE PUEBLA

Victoriano Gabriel Covarrubias Salvatori

DIRECTOR GENERAL DEL CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE
PUEBLA

Maricuz Vázquez Bañuelos

RESPONSABLE DEL ÁREA DE PUBLICACIONES

Iliana Judith Gómez Pérez

COORDINADORA DEL EQUIPO EDITORIAL

Ayesha Margarita Courrech Arias

Iliana Judith Gómez Pérez

Andrea Nazareth Tlaxcalteca Cruz

Eduardo Jáuregui Sainz de Rozas

Diego Rodrigo Franco Ambríz

Lorenia Polet Domínguez Martínez

María Angélica Hernández Hernández

REVISORES DE ESTILO

Luis Gerardo Aguirre Rodríguez

DISEÑADOR EDITORIAL

Abigail Ramírez Beltrán

DISEÑADORA DE PORTADA

Primera edición, México, 2022

Publicado por el Consejo de Ciencia y Tecnología de Puebla (CONCYTEP)
B Poniente de La 16 de Sept. 4511, Col. Huexotitla, 72534. Puebla, Pue.

ISBN: 978-607-8839-81-0

CÓDIGO IDENTIFICADOR CONCYTEP: C-L-2022-09-51

La información contenida en este documento puede ser reproducida total o parcialmente por
cualquier medio, indicando los créditos y las fuentes de origen respectivas.

P R E F A C I O

La investigación se inicia desde la infancia, donde nos cuestionamos situaciones cotidianas, tales como el color del cielo, del mar o del pasto. Con el paso de los años y durante la formación académica, nos cuestionamos situaciones más complejas con la finalidad de resolver alguna problemática observada en el entorno, como lo hacen los Jóvenes Investigadores incentivados por las y los profesores que los guían en proyectos con objetivos determinados a la resolución de una problemática local, regional o estatal.

El programa de Jóvenes Investigadores en Puebla ha representado por muchos años un fomento continuo para la investigación en el Estado, ha propiciado el desarrollo de tecnología y, por ende, ha significado el incremento en el nivel académico del estado, lo que ha permitido que las nuevas generaciones de futuros profesionistas tengan conciencia de los alcances de un proyecto de investigación y lo que conlleva el que hacer científico y el desarrollo de la tecnología.

Con el paso de los años, el desarrollo de proyectos interdisciplinarios ha incrementado el interés en la investigación aplicada y ha permitido que las y los jóvenes, desde semestres iniciales de su formación profesional, se involucren en actividades científicas en las diferentes áreas de conocimiento.

En cada uno de los 150 proyectos recibidos en las 9 áreas de conocimientos, se demostró no solo el entusiasmo de las y los jóvenes participantes, sino también de las y los asesores; además de que se demostró que el desarrollo de actividades científicas continuó aun en condiciones de contingencia por COVID-19, y que a la vez se exploró el uso y aplicación de la tecnología para llevar a cabo este tipo de eventos y permitió compilar los trabajos en este libro de memorias, el cual se concibió desde el inicio como un valor agregado al trabajo.

A todas y todos los que participaron en esta importante dinámica, mi más sincero agradecimiento y reconocimiento, con la confianza que esto fomentará el quehacer científico en el Estado derivando en proyectos con un impacto interdisciplinario.

Ayesha Margarita Courrech Arias

Cargo actual: Directora de Planeación y Vinculación – ITS Cosamaloapan

ÍNDICE GENERAL

Prólogo

i

Área 1- Físico-matemáticas y ciencias de la tierra

1

Área 2- Biología y química

75

Área 3- Medicina y ciencias de la salud

157

Área 4- Humanidades

595

Área 5- Ciencias de la conducta y la educación

781

Área 6- Ciencias sociales

827

Área 7- Ciencias de agricultura, agropecuarias,
forestales y de ecosistemas

991

Área 8- Ingenierías y desarrollo tecnológico

1067

Área 9- Interdisciplinarias

1539

PRÓLOGO

“La ciencia es un conjunto de conocimientos que se han desarrollado a la par de la historia del ser humano y que con el paso del tiempo su crecimiento ha sido infinito tanto como la imaginación de nuestra especie”

- Dr. JLSS -

Tengo el honor de escribir este prólogo con el entusiasmo de un adolescente cuando descubre a través del conocimiento las verdades de la naturaleza de lo animado e inanimado, dándole sentido a la vida. En estos tiempos de COVID-19 (SARS-CoV-2), por el cual todos los países del mundo están padeciendo sin importar raza, creencia religiosa, color o nivel y modelo socioeconómico. Esta pandemia ha puesto a prueba a diferentes gobiernos para tomar decisiones que aminoren los efectos negativos de dicha calamidad. Desde lo económico, social, cultural y con protocolos de salud que en teoría deberían de reducir el impacto en las sociedades de nuestro mundo. En algunos apoyándose en la ciencia.

El desarrollo urgente de medidas de prevención y control del coronavirus permitió la llegada de diversas vacunas a los países que se crearon y aplicaron en tiempo récord, gracias nuevamente al desarrollo de conocimiento científico de nuestro tiempo, específicamente, en el área de Biología Molecular e Ingeniería Genética. Gracias a esto, se ha reducido el impacto de muertes, en diferentes países. México no ha sido la excepción y apostó por la vacunación de su población. También poco a poco nuestra economía se está recuperando, no sin el pago del número de contagios y muertes.

Hay que considerar que las actividades esenciales se mantuvieron para evitar una crisis socio-económica de importantes repercusiones. Por otro lado, las actividades no esenciales se detuvieron, produciendo un panorama nunca antes visto: la ausencia de personas en parques, calles, centros comerciales, escuelas (nivel básico, medio y superior), que hicieron pensar en ciudades fantasma. Incluso se pudo ver en algunos lugares la presencia de fauna silvestre que en condiciones normales hubiera sido difícil o imposible de ver.

Es curioso que el desarrollo de vacunas y la investigación de medicamentos para el tratamiento del coronavirus se haya realizado en tiempo récord (uno a dos años). Hay que hacer notar que este tipo de trabajo usualmente se hubiese llevado a cabo en centros de investigación que están en su mayoría en Universidades, Hospitales y compañías farmacéuticas. Sin embargo, la realidad es que sólo algunos centros de investigación de algunas universidades, hospitales y compañías farmacéuticas principalmente de países

desarrollados como Estados Unidos de América, Alemania, Reino Unido, China, Japón y de algunos países considerados en vías de desarrollo como de la India, Argentina y México por mencionar algunos, trabajaron arduamente en pro de la humanidad.” Este trabajo, que además fue de colaboración entre empresas farmacéuticas privadas y universidades, es una situación que pocas veces se ha visto en el desarrollo de una cura. Esta colaboración, permitió trabajar en propuestas que han ayudado a reducir el impacto de esta espantosa pandemia. Hay que aclarar que en los lugares donde se ha estado trabajando cuentan con las condiciones de infraestructura (laboratorios de bioseguridad 2 y 3) y apoyo económico para realizar las investigaciones requeridas para el tratamiento del virus, ya que tiene un gran índice infeccioso y no se puede trabajar en cualquier laboratorio.

En este contexto, en México y particularmente en el estado de Puebla, la mayoría de instituciones de educación superior tuvieron que adaptarse a la educación en línea (no presencial) dejando muchos laboratorios particularmente los biomédicos, inaccesibles para trabajar con algún proyecto que pudiera desarrollarse para reducir el impacto médico, social y económico de esta pandemia. A la par de esta situación, la investigación científica en cualquiera de las áreas (humanidades, ciencia, tecnología e innovación) tuvieron que realizarse con las condiciones que la pandemia lo podía permitir. Por otro lado, algunas áreas que no requieren de trabajo de laboratorio o de campo pudieron realizarse con cierta facilidad que aquellas donde se requiere de la infraestructura adecuada y presencial. Sin embargo, cada una de estas áreas, mostraron su carácter resiliente para poder seguir proporcionando ideas y resultados de calidad.

El **Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCYTEP)** dirigido por el **Dr. Victoriano Gabriel Covarrubias Salvatori**, apoyado por todo su equipo de este consejo, no fueron detenidos por la pandemia y, como cada año, emitieron la convocatoria del *2º Encuentro de Jóvenes Investigadores*, dirigido a investigadores de la entidad poblana de nivel licenciatura desde el sexto semestre y hasta un año de haber egresado de la misma. Este evento se realizó de manera virtual del 16 al 20 de agosto de 2021.

El objetivo de este programa fue promover, difundir, fomentar y estimular vocaciones científicas relacionadas con las humanidades, ciencia, tecnología e innovación entre las y los jóvenes investigadores del Estado de Puebla. En esta convocatoria, se recibieron trabajos provenientes de **22 regiones** de todo el estado de Puebla.

Un hecho inédito fue la idea de colocar en este libro de memorias **121 trabajos** registrados en alguna de las siguientes áreas:

I. Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra; II. Biología y Química; III. Medicina y Ciencias de la Salud; IV. Ciencias de la conducta y la Educación; V. Humanidades; VI. Ciencias Sociales; VII. Ciencias de la Agricultura, Agropecuarias, Forestales y de Ecosistemas; VIII. Ingenierías y Desarrollo Tecnológico; IX. Interdisciplinaria.

Es importante hacer notar que, de estos **121 trabajos**, se seleccionaron **16 proyectos de investigación** que fueron galardonados como los mejores que se están realizando en el estado de Puebla, particularmente de la región **21-31**, que corresponde al área Metropolitana de la ciudad de Puebla: San Miguel Xoxtla, Tlaltenango, Juan C. Bonilla, Coronango, Cuautlancingo, San Pedro Cholula, San Gregorio Atzompa, San Andrés Cholula, Ocoyucan, Puebla, Amozoc. Los proyectos fueron revisados y seleccionados por la comunidad científica de Puebla. Entre las áreas con más participación estuvo Ingenierías y Desarrollo Tecnológico, seguida por el área de Medicina y Ciencias de la Salud. En estos trabajos se podrán encontrar temas de investigación como el de **la importancia de la lectura en bebés de 0 a 3 años** y su impacto en el desarrollo de los individuos; **la planificación de comunidades sustentables con tecnologías de producción de alimentos con bajo uso de contaminantes químicos y una cultura de reciclaje para proteger el medio ambiente**, y en este mismo sentido, **la planeación de ciudades con perspectiva de género y crecimiento más para personas que solo un crecimiento con miras económicas y a la vez con bajo riesgo de desastres meteorológicos**. En este sentido, un problema es la eliminación de agua de desecho de diferentes orígenes como la industrial, urbana, agrícola. En este compendio de trabajos se propone el uso de diferentes **microorganismos como las algas para su uso en plantas de tratamiento, para una eliminación eficiente de contaminantes que en condiciones normales son difíciles de remover**. Asimismo, otros proyectos proponen la **producción sistemática de productos agrícolas aplicando modelos estadísticos y cultivos inteligentes para reducir el impacto de plagas** con una mejora en la producción de diferentes productos de importancia económica. Al mismo tiempo, algunos jóvenes investigadores se han dado a la tarea de **mejorar la calidad de alimentos que favorezcan su contenido nutrimental para reducir el efecto de las enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes tipo II** que aqueja a nuestra población. Dentro de esta enfermedad, el conocer el efecto de los cuadros de hiperglucemia en diferentes órganos y tejidos como las **neuronas asociadas a los dientes y el desarrollo de enfermedad periodontal asociada a un proceso inflamatorio que termina con la pérdida de piezas dentales en personas diabéticas**. En este libro, también se podrá ver el interés de investigadores

creativos para **enseñar y diseñar robots que podrían aplicarse a diferentes actividades que ayuden a las tareas humanas**. Otro aspecto interesante y no menos importante es el estudio de las **morfologías de superficies de planetas con sus valles o cráteres, que pueden explicar también parte de la topografía de nuestro y de otros planetas**. En este mismo campo, **el estudio de galaxias se vuelve como tocar las estrellas con nuestra mente, con el uso de herramientas que los físicos y astrónomos manejan**.

Esperemos que este proyecto no sea el único y que los gobiernos motiven el avance de la educación y la ciencia , en vías de tener una mejor sociedad, estado y país, así como en beneficio de nuestra especie y del planeta.

Dr. José Luis Sánchez Salas

Profesor-Investigador del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas
Coordinador del Doctorado en Ciencias del Agua de la Escuela de Ingeniería
Universidad de las Américas Puebla

Área 1



**Físico-matemáticas
y Ciencias de la Tierra**

Índice de Área

3 • Análisis de calidad de las observaciones GPS y su impacto en el posicionamiento preciso. Caso de estudio: estaciones de monitoreo continuo en el Estado de Puebla

19 • *Cosmic evolution of Long Gamma-Ray Burst Host Galaxies*

35 • Materia granular para el estudio de morfología planetaria

45 • Modelación Multiescala de la Síntesis de nanopartículas de ZnO: Cinética Química e Inestabilidad de Turing

63 • Temperatura Leidenfrost de diferentes líquidos

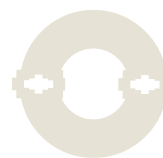
Análisis de calidad de las observaciones GPS y su impacto en el posicionamiento preciso. Caso de estudio: estaciones de monitoreo continuo en el Estado de Puebla

^aHernández, Andrade-Daniel*, ^bÁvila, Cruz-Máximo,
^cRomero, Andrade-Rosendo

^{a, b}Facultad de Ingeniería, Colegio de Ingeniería Topográfica y Geodésica, Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla, Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio, s/n, edif. ING-4
Col. San Manuel, Ciudad Universitaria, C.P. 72570, Puebla, Puebla. México

^cFacultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, Posgrado en Ciencias de la Información,
Universidad Autónoma de Sinaloa, Av. Josefa Ortiz de Domínguez S/N, Ciudad
Universitaria, C.P. 80013, Culiacán Rosales, Sinaloa, México

*daniel.hernandezan@gmail.com



Área 1
Físico-matemáticas
y de la tierra

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto de estudio el análisis de calidad de las observaciones GPS y su impacto en el posicionamiento preciso. En este sentido, se realizó la evaluación estadística-comparativa de 3 estaciones de operación continua de libre acceso en el estado de Puebla, de enero de 2014 a enero de 2020, realizando el análisis de calidad a través del software TEQC, considerando cuatro indicadores de calidad en seis variables: efecto multitrayectoria en la banda L_1 y L_2 , relación señal-ruido en ambas bandas, saltos de ciclo por cada mil observaciones e integridad. El resultado de cada estación fue comparado respecto a la

normatividad internacional propuesta por el IGS, con la finalidad de determinar la calidad de cada estación. Así mismo, se consideró software científico GAMIT/GLOBK y normatividad vigente en México, para la evaluación de exactitud posicional. Los resultados muestran un cumplimiento máximo de 3 variables respecto a los indicadores de calidad, no reflejando degradación en el posicionamiento preciso, obteniendo valores de exactitud horizontal < 0.005 m y exactitud vertical < 0.010 m, siendo aptas para el establecimiento y densificación del sistema geodésico nacional y sus aplicaciones.

Palabras clave

Análisis de calidad GPS, posicionamiento preciso, efecto multitrayectoria, exactitud posicional.

Abstract

The aim of the work is the quality check of the GPS observations and their impact on precise positioning. In this sense, the statistical-comparative evaluation was made of 3 continuous operating free access stations in México from January 2014 to January 2020. The quality check was carried out by using TEQC software, considering four quality indexes in six variables: multipath effect on L_1 and L_2 band, signal-to-noise ratio on both bands, cycle slips per thousand observations, and integrity. The result of each station was compared to international regulations proposed by IGS, to determine the quality of each station. Likewise, GAMIT/GLOBK scientific software and current regulations in Mexico were considered for the evaluation of positional accuracy. The results show maximum compliance of 3 variables concerning quality indicators, not reflecting degradation in the precise positioning, obtaining values of horizontal accuracy < 0.005 m and vertical accuracy < 0.010 m, being suitable for the establishment and densification of the national geodetic system and its applications.

Keywords

Quality check GPS, precise positioning, multipath effect, positional accuracy..

Glosario de abreviaturas y símbolos

CEP, Círculo de Error Probable

CORS, Estaciones de Referencia de Operación Continua

CSR, Saltos de ciclo por cada mil observaciones

dBHz, Decibeles Hertz

EPV, Exactitud de Posicionamiento Vertical

FTP, Protocolo de Transferencia de Archivos

GNSS, Sistemas Globales de Navegación Satelital

GPS, Sistema de Posicionamiento Global

IGS, Servicio Internacional de GNSS

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INT, Integridad

ITRF, Marco de Referencia Internacional Terrestre

L_1 , Banda portadora a 1575.42 Mega Hertz (MHz)

L_2 , Banda portadora a 1227.60 Mega Hertz (MHz)

m, Metros

MP, Efecto multitrayectoria

N_1 y N_o , Observaciones recibidas y observaciones posibles

NGS, National Geodetic Survey

o/slps, observaciones registradas/cantidad de saltos de ciclo

RGNA, Red Geodésica Nacional Activa

RINEX, Formato de Intercambio Independiente del Receptor

SNR-S/N-C/ N_o , Relación Señal-Ruido

SOPAC, Scripps Orbits and Permanent Array Center

TEQC, Trasladar/Editar/Análisis de Calidad

TLALOCNet, Red Transfronteriza, Terrestre y Atmosférica de Colaboración y Observación

UNAVCO, University NAVstar Consortium

Introducción

Los Sistemas Globales de Navegación Satelital (GNSS) están basados en un conjunto de satélites, los cuales proveen de coordenadas geocéntricas a un punto de medición [1]. Dichos sistemas han sido ampliamente utilizados en la navegación, el posicionamiento y la determinación precisa de la medida del tiempo. Actualmente las estaciones geodésicas de monitoreo continuo GNSS, han marcado un punto de inflexión en el desarrollo de la infraestructura geodésica por la amplia gama de uso y optimización de actividades a nivel global y regional [2]-[8].

México es un país que cuenta con redes geodésicas de operación continua y que, además, colabora con organismos internacionales como el International GNSS Service (IGS), National Geodetic Survey (NGS) y University NAVstar Consortium (UNAVCO). Por esta razón, es posible el desarrollo de trabajos científico-técnicos de alta precisión que se apoyan de la infraestructura geodésica, teniendo en consideración el análisis de calidad de las estaciones de operación continua en las experimentaciones. En este sentido, la calidad de los datos crudos y la verificación del correcto funcionamiento de las estaciones [8], [9] está relacionada con el posicionamiento preciso, de modo que a mejor calidad en las observaciones se esperaría un mejor posicionamiento [10].

En el estado del arte, Souto [5] muestra un análisis de calidad de la estación UCOR en Córdoba, Argentina mostrando un alto desempeño de la estación a través de 3 indicadores de calidad. Brown *et al.* [8] muestra el control de calidad y el monitoreo de integridad en la red geodésica regional GPS en Victoria, Australia. Xiao *et al.* [11] realiza un análisis de calidad en estaciones CORS, comparando soluciones de TEQC y Anubis, en el cual se han considerado parámetros como la integridad de los datos, saltos de ciclo, relación señal ruido y multitrayectoria. Generalmente el análisis de calidad ha sido realizado en gran parte del mundo, sin embargo, en México existen pocos trabajos realizados de esta naturaleza, ejemplo de ellos es Vázquez *et al.* [12] en el que se ha analizado el efecto multitrayectoria y recientemente Hernández-Andrade *et al.* [13] realiza un análisis de calidad en estaciones de libre acceso, bajo estándares del IGS. No obstante, en ambos trabajos realizados en México, se propone como trabajo futuro un análisis del impacto del posicionamiento preciso.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo es realizar el análisis de calidad de 3 estaciones geodésicas de libre acceso en el estado de Puebla, considerando un periodo de 6.07 años para evaluar el rendimiento de cada estación y el impacto

al posicionamiento preciso, teniendo en cuenta los estándares establecidos por el IGS [14] y la norma de estándares de exactitud posicional en México [15]. Así como determinar si pueden ser utilizadas para introducir al Marco de Referencia Internacional Terrestre (ITRF) cualquier posicionamiento relativo estático, dentro de territorio poblano, como apoyo a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) desde actividades catastrales hasta aspectos geodinámicos.

Marco teórico

Análisis de calidad de las observaciones GPS

El análisis de calidad de las estaciones GNSS es un componente clave en la verificación del correcto funcionamiento de toda una infraestructura geodésica, respecto a los datos crudos y el monitoreo de estabilidad de los datos [8], [16]. De este modo, el análisis de calidad en este estudio se centra en cuatro indicadores: efecto multitrayectoria, relación señal-ruido, saltos de ciclo e integridad, los cuales pueden ser extraídos mediante el software TEQC (Translate/Edit/Quality Check) [17]:

- *Efecto Multitrayectoria*: tiene lugar cuando la misma señal llega al receptor por diferentes direcciones o trayectorias, dado por alguna superficie reflejante cercana al receptor (estructura, edificio, auto, árbol, etc.), llegando con un retraso relativo a la señal directa, ya que realiza un recorrido adicional, degradando la precisión en el posicionamiento [18]. El cálculo del efecto multitrayectoria se basa en una combinación lineal de pseudorange y fase portadora L_1 y L_2 para la estimación del error medio cuadrático en metros [17].
- *Relación Señal-Ruido*: expresada como SNR, S/N o C/N₀ describe el estado operativo del sistema (receptor, antena, señal), rendimiento del seguimiento y captura de la señal [11], siendo la potencia de la señal satelital, la ganancia de la antena, estado del receptor y el efecto multitrayectoria, los principales causantes de variación de la SNR [19]. Generalmente, el rango en el exterior es de 35 a 55 dBHz, clasificadas en señales débiles <36 dBHz y fuertes ≥ 36 dBHz [20]. De esta manera, cuanto más grande sea la relación señal-ruido, mayor será la calidad de la señal observada [11], [21]; asimismo, de acuerdo con Kamatham [22], la SNR es inversamente proporcional al efecto multitrayectoria.
- *Salto de Ciclo*: son pérdidas en el seguimiento del satélite, siendo una discontinuidad en el número entero de ciclos de la fase, efecto similar en la ambigüedad, producidos por una mala recepción de la fase portadora, saltos

bruscos en la señal recibida, malas condiciones ionosféricas, alto efecto multitrayectoria, así como una baja elevación del satélite [23]. La relación de los saltos de ciclo por cada mil observaciones se expresa como [11], [21] donde “o” es el número de observaciones registradas y “slps” la cantidad de saltos de ciclo.

- *Integridad*: hace referencia a la cantidad de datos obtenidos respecto de los posibles, como medida de confianza [1], [24] siendo un concepto fundamental en la navegación y característica en el análisis de calidad [5]. La relación de los datos observados es donde es el número de observaciones recibidas y representa el número de observaciones posibles [11].

Exactitud posicional CEP y EPV

La norma técnica de estándares de exactitud posicional vigente en México [15], establece las disposiciones mínimas, referente a operaciones de posicionamiento horizontal y vertical a través de la evaluación del Círculo de Error Probable (CEP) y Exactitud de Posicionamiento Vertical (EPV) en una incertidumbre del 95 % empleando el valor estadístico de las Ecuaciones 1 y 2.

$$CEP_{95} = 1.2238 (\sigma_{\phi} + \sigma_{\lambda}) \quad (1)$$

$$EPV_{95} = 1.9600\sigma \quad (2)$$

Donde σ_{ϕ} y σ_{λ} son las desviaciones estándar de la latitud y longitud respectivamente dada en metros, la desviación estándar de la altura geodésica. Con base en la Norma Técnica dispone que, para exactitud posicional horizontal, el orden de 0.05 m para trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia nacional fundamental y orden de 0.10 m para la densificación del sistema de referencia geodésico nacional básico. Para el caso del EPV se establecen diferentes órdenes y clases en función del kilometraje nivelado, sin embargo, al no realizar nivelaciones GNSS se considerará el criterio del Círculo de Error Probable.

Materiales y métodos

El análisis de calidad y su impacto al posicionamiento preciso se llevó a cabo a través de las seis etapas que se muestran en la **Figura 1**.

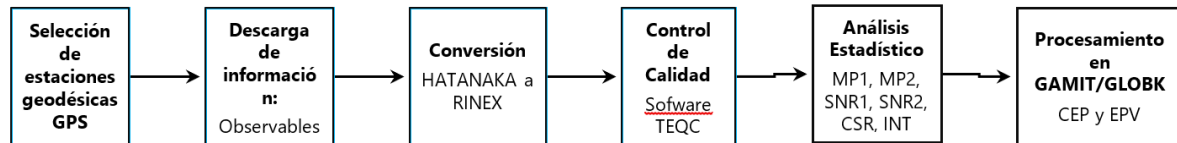
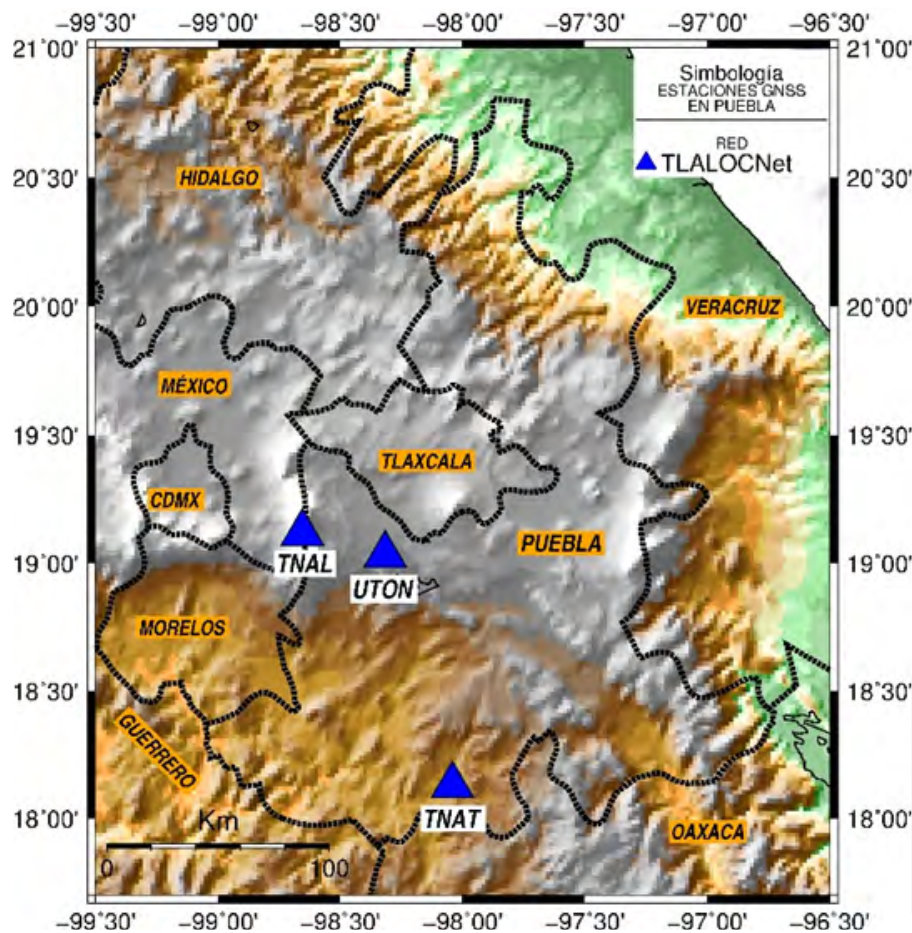


Figura 1. Metodología para el análisis e impacto al posicionamiento preciso

La primera etapa fue la selección de estaciones GPS de operación continua de libre acceso dentro de territorio poblano, sin limitación al acceso de los datos que genera cada estación, descartando la estación ICEP de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA, <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/rgna/>) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), por limitar el acceso a 90 días de archivos RINEX 2.11 (Receiver Independent Exchange Format) [20]. De este modo, se utilizó el servidor del University NAVstar Consortium (UNAVCO) (<ftp://data-out.unavco.org>) para la localización de las estaciones de libre acceso, contabilizando en total 3 estaciones geodésicas, las cuales forman parte de la red Trans-boundary, Land and Atmosphere Long-term Observational and Collaborative Network (TLALOCNet), como se muestra en la **Figura 2**.

La siguiente etapa, referente a la descarga de la información, se realizó a través de la implementación de scripts en Shell-C en UNIX para la descarga automatizada de los ficheros de observación, mediante el protocolo FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos) de cada gestor. Los datos fueron descargados del 01 de enero de 2014 al 28 de enero de 2020 (**Tabla 1**) con un total de 6.07 años. Adicionalmente para revisar actualizaciones e inconsistencias documentadas, se descargaron los ficheros en los cuales se registran los cambios y actualizaciones realizadas en la estación (ficheros “log”). Asimismo, fueron descargadas las efemérides transmitidas (ficheros “n”) de SOPAC (Scripps Orbits and Permanent Array Center).

En la tercera etapa se realizó la conversión de formato HATANAKA a RINEX 2.11 mediante el software RNXCMP y su herramienta CRX2RNX [27].



La cuarta etapa referente al control de calidad se realizó a través del software TEQC mediante la opción “+qc” en el modo “qc-full”, se consideró solo la constelación GPS al ser la constelación que se encuentra presente en todas las estaciones seleccionadas. Asimismo, se cambió la tasa de muestreo a 30 segundos, siendo este el tiempo en común, ya que en las estaciones varía entre 1, 15 y 30 s. Una vez preparados los ficheros RINEX, se realizó el control de calidad, extrayendo los valores de multitrayectoria en ambas bandas, relación señal-ruido, saltos de ciclo e integridad.

A través de un análisis de estadística descriptiva de las estaciones, se obtuvieron los valores máximos, mínimos, promedios y desviaciones estándar de los indicadores de las 6 variables: MP1, MP2, SNR1, SNR2, CSR y INT, permitiendo evaluar cada estación de forma individual, comparando los cuatro indicadores con los umbrales establecidos por IGS [14]: 95 % de porcentaje de observaciones registradas respecto de las esperadas, 1 salto de ciclo por cada 1000 observaciones, 0.30 m para el efecto multitrayectoria y 36 dBHz para las señales recibidas, con la finalidad de determinar el rendimiento de cada estación bajo dichos estándares.

Finalmente se procesó con software científico GAMIT/GLOBK [28], con la finalidad de evaluar el impacto en el posicionamiento preciso en las tres estaciones, con base en la norma técnica de estándares de exactitud posicional vigente en México [15] evaluando CEP y EPV en una incertidumbre del 95 % y así relacionar la calidad de los datos crudo y el impacto al posicionamiento preciso en el estado de Puebla.

Tabla 1. Disponibilidad de información por año.

Getor	Estación	Localización	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Días	Años
UNAVCO	TNAL	Altzomoni	139	363	332	364	362	355	25	1940	5.32
	TNAT	Acatlán	48	365	297	356	354	359	28	1807	4.95
	UTON	Tonanzintla	284	365	365	365	364	321	19	2083	5.71

Resultados/Discusión de resultados

Derivado del análisis de calidad, la **Figura 3** muestra las series temporales de los cuatro indicadores de calidad en las tres estaciones analizadas, asimismo, los respectivos cambios de hardware y actualizaciones de software en el periodo evaluado ya que de acuerdo con [16], [12], [29], el comportamiento puede relacionarse a estos cambios y actualizaciones.

La estación TNAT muestra, desde su instalación a finales de 2014, una gran cantidad de efecto multitrayectoria y saltos de ciclo mayores a 1 por cada mil observaciones. El cambio de receptor y firmware en 2018 mejora la cantidad de efecto multitrayectoria en la banda L_2 y los saltos de ciclo se estabilizan ajustándose al valor recomendado. La actualización de firmware no muestra mejora significativa ni degradación en la recepción de la señal. Respecto a la estación TNAL, presenta un cambio de receptor y firmware a finales de 2016, manteniendo constante la relación señal-ruido y mejorando el efecto multitrayectoria, no así el porcentaje de integridad y saltos de ciclo. La estación UTON registra fuertes cantidades de efecto multitrayectoria y saltos de ciclo entre los años 2016 y 2018, tal comportamiento puede estar relacionado con alguna falla en el software del receptor, ya que después de estas fuertes variaciones se presentan actualizaciones de firmware, mejorando la cantidad en ambos indicadores, siendo la actualización más relevante la del año 2017. Asimismo, el cambio de receptor a inicios de 2020 incrementa la relación señal-ruido y el porcentaje de integridad, estabilizando los indicadores restantes.

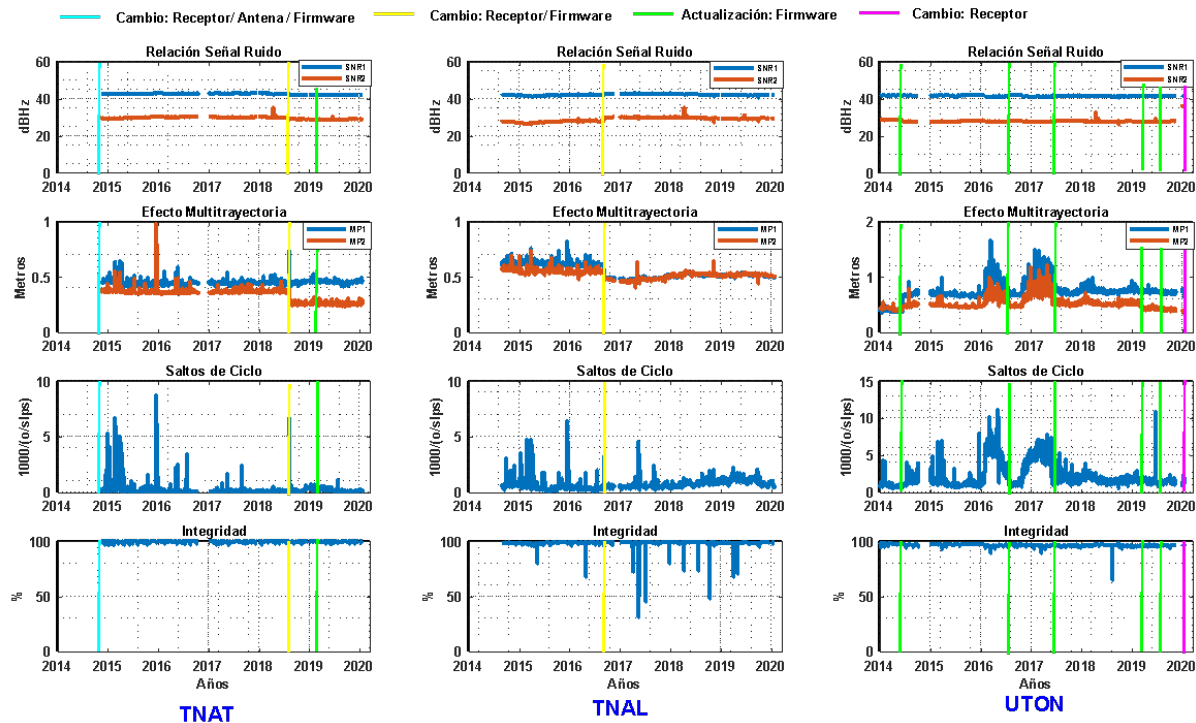


Figura 3. Series temporales de los cuatro indicadores de calidad en cada estación.

De la estadística descriptiva, la **Figura 4** muestra los promedios globales en los cuatro indicadores de calidad en cada estación, donde la línea roja representa los estándares propuestos por el IGS. En este sentido, la cantidad de efecto multitrayectoria presente en las tres estaciones (**Figura 4 A**) es superior a 0.30 m en ambas bandas, siendo el efecto multitrayectoria unos de los principales degradadores de la señal y del posicionamiento preciso. Tal comportamiento puede estar relacionado al ambiente multitrayectoria circundante en la estación, así como a las actualizaciones de software y cambios de hardware. Respecto a la relación señal-ruido (**Figura 4 B**) las tres estaciones muestran señales fuertes en la banda L_1 y señales débiles en la banda L_2 . De acuerdo con el comportamiento inversamente proporcional entre SNR y MP descrito por Kamatham [22], se presenta solo en la banda L_2 , mostrando baja relación señal ruido y un incremento en MP2. Por otro lado, en la banda L_1 se muestra una relación directamente proporcional, esto puede estar relacionado al ambiente de la estación, ya que las tres estaciones muestran gran cantidad de efecto multitrayectoria y que a pesar de las actualizaciones en el sistema y el uso de antenas mitigadoras del efecto en la banda L_1 , la multitrayectoria no mejora significativamente dando una baja relación señal-ruido en la banda L_2 . Respecto a los saltos de ciclo (**Figura 4 C**) por cada mil observaciones solo la estación UTON supera el valor recomendado, esto puede estar relacionado a una baja

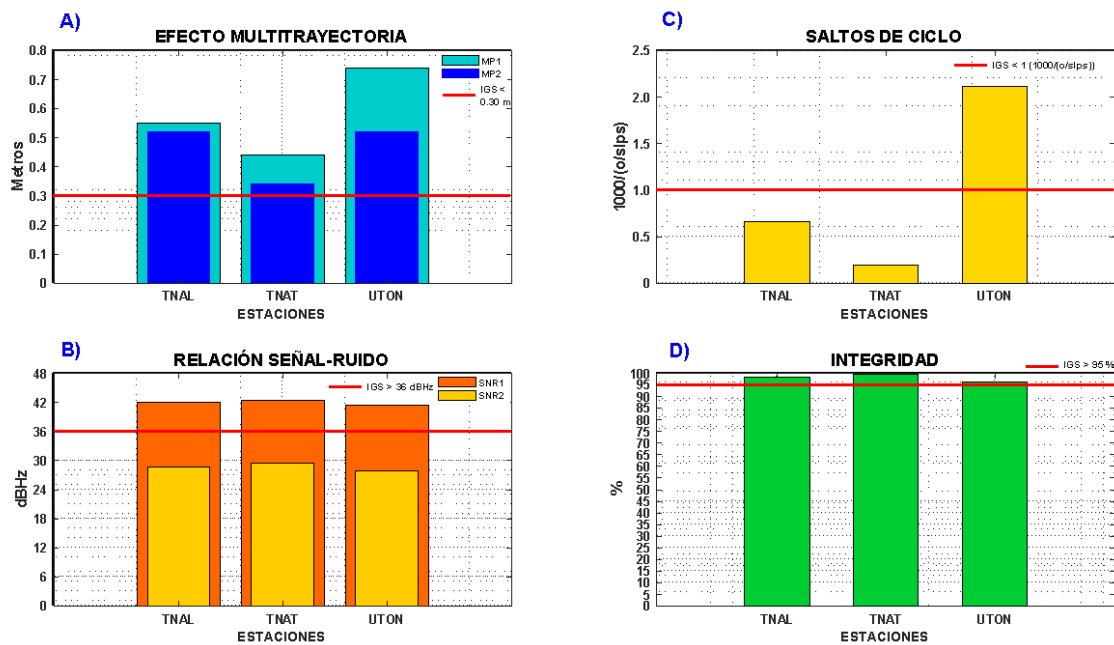


Figura 4. A) Promedio global de efecto multitrayectoria por estación.

B) Promedio global de la relación señal-ruido por estación.

C) Promedio global de los saltos de ciclo por cada mil observaciones por estación.

D) Promedio global del porcentaje de integridad.

relación señal-ruido y alto efecto multitrayectoria como el que describe la misma estación, asimismo, está relacionada a alguna falla en el software del receptor, lo que queda evidente en las series temporales anteriormente descritas. Finalmente, la integridad en las 3 estaciones (**Figura 4 D**) se ajusta al estándar propuesto por el IGS, siendo mayores al 95 % de integridad.

De los 4 indicadores analizados en las 6 variables (MP1, MP2, SNR1, SNR2, CSR, INT), la estación TNAL y TNAT se ajusta en tres variables: CSR, INT y SNR1, mientras la estación UTON solo cumple con 2 variables: INT y SNR1. En promedio global las tres estaciones se ajustan en 2.7 de 6, siendo una calidad media considerando los estándares propuestos por el IGS.

Resultados del impacto en el posicionamiento preciso

Para la evaluación del impacto al posicionamiento preciso, se ha procesado en software GAMIT/GLOBK con la finalidad de obtener coordenadas mínimamente constreñidas.

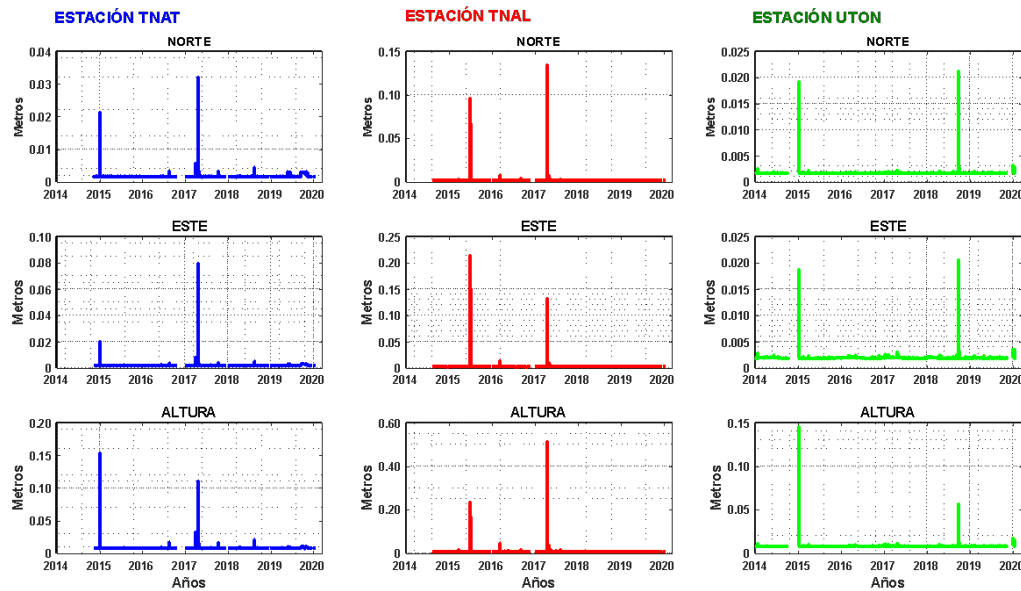


Figura 5. Desviaciones estándar de las soluciones diarias en las componentes Norte, Este y Altura.

Derivado del post-proceso, se han extraído los valores de la desviación estándar en las componentes ESTE, NORTE y ALTURA para comparar el posicionamiento preciso en series temporales de las desviaciones estándar, como se muestra en la **Figura 5**, donde las tres estaciones muestran dos momentos con una mayor dispersión en las soluciones diarias, este comportamiento muestra correlación con la cantidad de saltos de ciclo y el efecto multitrayectoria, ya que el efecto multitrayectoria es uno de los principales factores de impacto en el posicionamiento preciso, dado que no se mitiga en su totalidad. Esta relación solo se presenta en la estación TNAT y TNAL con una dispersión no mayor a los 0.25 m en las componentes NORTE y ESTE, mientras la estación UTON en los días de mayor desviación estándar no supera los 0.025 m en las componentes horizontales. Por otro lado, en la componente altura la estación TNAL muestra una desviación estándar máxima de 0.52 m y la estación TNAT y UTON no superan los 0.20 m. De acuerdo a las gráficas de la **Figura 5** y el comportamiento descrito, se esperaría que la estación UTON, al tener un menor ajuste a los estándares de calidad de IGS, mostrará desviaciones estándar mayores a TNAL y TNAT, sin embargo, las desviaciones estándar que presenta son considerablemente menores en comparación con las desviaciones de las estaciones que se ajustan en tres variables de calidad.

En este sentido, un adecuado estándar para el posicionamiento en México, es la norma técnica de estándares de exactitud posicional la cual ha establecido un Círculo de Error Probable en una incertidumbre del 95 % (CEP95), para el

posicionamiento horizontal y Exactitud de Posicionamiento Vertical (EPV95), de los cuales el CEP95 puede tomarse en cuenta bajo dos criterios, el primero, para establecer el sistema geodésico nacional con un valor máximo de 0.05 m en CEP 95 y el segundo, para densificar el sistema geodésico, con un máximo de 0.10 m. Así, se ha evaluado el CEP 95 y EPV 95, con los valores máximos, promedios y mínimos de las desviaciones estándar como muestran en la **Figura 6**. De este modo es evidente que, en los valores máximos, las estaciones TNAL y TNAT no pueden ser consideradas para establecer ni densificar el sistema geodésico, sin embargo, la estación UTON se mantiene en el límite para poder densificar el sistema geodésico nacional. Por otro lado, y evaluando el promedio global de las desviaciones estándar por estación, cada una de ellas muestra valores menores a 0.01 m de EPV y menores a 0.005 m de CEP, siendo aptos para el establecimiento del sistema geodésico nacional. Asimismo, los valores mínimos de las desviaciones estándar muestran valores menores a los 0.008 m y 0.004 m de EPV y CEP, respectivamente.

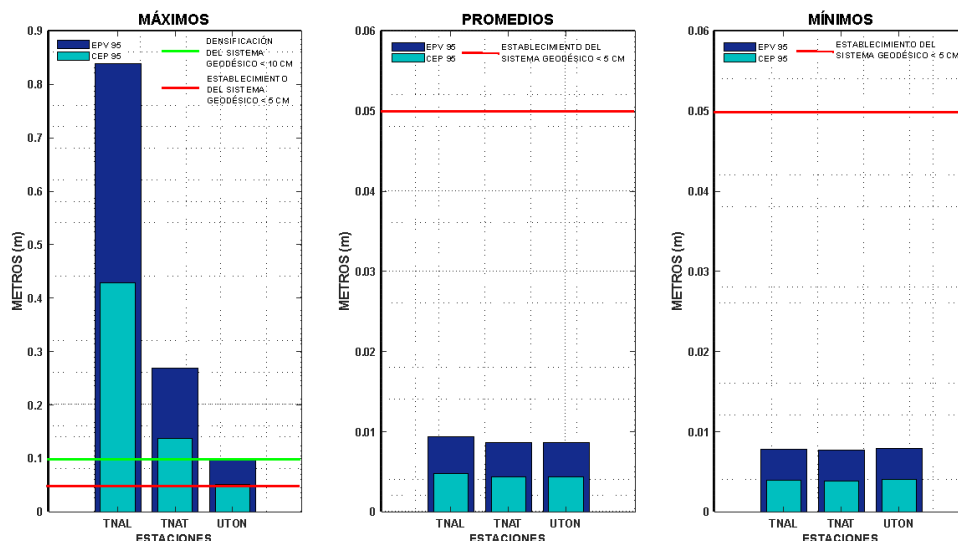


Figura 6. Comparativa de los Valores CEP95 y EPV95 de acuerdo a [15].

Finalmente, las tres estaciones de monitoreo continuo pueden ser utilizadas como apoyo al marco geodésico nacional, introduciendo al ITRE, así como para estudios científico-técnicos en el estado de Puebla, siendo la estación UTON la que presenta una mejor exactitud posicional horizontal y vertical, ajustándose a solo 2 variables del análisis de calidad. Presentando un comportamiento relevante, ya que las estaciones TNAL y TNAT a pesar de ajustarse a una variable adicional en el análisis de calidad, muestran una menor exactitud posicional en las desviaciones máximas analizadas, sin embargo, los demás días muestran una confianza de exactitud posicional superior al 95 %.

Conclusiones

Las tres estaciones evaluadas presentan una relación inversamente proporcional entre SNR y MP, sin embargo, esta relación no es positiva, ya que en la banda L_2 se muestra menor calidad en la recepción de la señal (señales débiles) con un aumento del efecto multitrayectoria, asimismo en la banda L_1 , con un incremento directamente proporcional, lo cual refleja una gran cantidad de efecto multitrayectoria, relacionado a la localización de las estaciones, ya que desde inicios de operación, la cantidad es elevada, a pesar del uso de antenas mitigadoras del efecto multitrayectoria.

Dada las actualizaciones en el sistema, las tres estaciones mejoran el comportamiento al efecto multitrayectoria, pero siguen siendo superiores a los 0.30 m recomendados. La estación UTON presenta la mayor cantidad de efecto multitrayectoria, a pesar de tener más actualizaciones recientemente respecto de las otras dos estaciones. En general no todas las actualizaciones y cambios muestran mejoras significativas en los indicadores de calidad, pero ayudan a mantenerlos estables.

En promedio global, las estaciones muestran una estabilidad y continuidad de los datos media, cumpliendo con 2.7 de las 6 variables evaluadas, acorde con el estándar del IGS. Considerando al efecto multitrayectoria como el principal degradador de la señal y del posicionamiento preciso, se esperaría, que las tres estaciones presentaran una baja exactitud posicional, sin embargo, dadas las características y tipo de post-proceso en modo relativo estático con tiempo de observación de 24 horas, se ha obtenido, con base en la evaluación del CEP 95 y EPV95, que las tres estaciones se ajustan a la normatividad que INEGI propone para el establecimiento del sistema geodésico nacional, al obtener soluciones menores a 5 cm en el posicionamiento horizontal, siendo en la componente vertical < 0.010 m y en la componente horizontal < 0.005 m.

La estación UTON, es la que presenta un mejor rendimiento a pesar de cumplir con una menor cantidad de índices de calidad, aun en los días de mayor dispersión en las desviaciones estándar, manteniéndose al límite para la densificación del sistema geodésico nacional. En este sentido el ajuste de 2 a 3 variables en los más altos estándares de calidad, favorece el posicionamiento relativo estático, aun en altos niveles de efecto multitrayectoria [30].

Dada la alta calidad en el posicionamiento, estas tres estaciones en territorio poblano pueden ser de utilidad para fines catastrales, dada la precisión y confiabilidad técnica que de estos instrumentos se obtiene, esencialmente en el trazo y replanteo de linderos estatales, municipales y en el deslinde de cualquier poligonal evitando así, áreas de conflicto poblacional-territorial, siendo este uno de los principales impactos en el desarrollo del ordenamiento territorial en Puebla. Asimismo, para cualquier proyecto dentro del estado que requiera una alta exactitud posicional de acuerdo con normatividad vigente en México, reduciendo costos, ya que la información es completamente gratuita.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Derivado de la alta exactitud posicional, se recomienda realizar una comparativa respecto al utilizar solo la estación ICEP de la RGNA y el uso de manera conjunta, a una de las estaciones analizadas de la red TLALOCNet (UTON, TNAL, TNAT), en cualquier proyecto que requiera de una alta exactitud posicional.

Por otro lado, las tres estaciones evaluadas pueden ser consideradas en una análisis de deformación de la corteza, ya que cuentan con un tiempo de operación superior a los 2.5 años, recomendados por [31].

Agradecimientos

Un amplio agradecimiento a UNAVCO, IGS y SOPAC por poner a disposición todos los datos crudos, sin los cuales este trabajo no hubiera sido posible. A los revisores por sus comentarios y sugerencias que han mejorado de manera relevante la calidad de este manuscrito. *“This material is based on services provided by the GAGE Facility, operated by UNAVCO, Inc., with support from the National Science Foundation and the National Aeronautics and Space Administration under NSF Cooperative Agreement EAR-1724794.”*

Referencias bibliográficas

- [1] E. Hofmann-Wellenhof, B. Lichtenegger, H., and Wasle, "GNSS—global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more," no. Springer Science & Business Media, 2008. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.202.4321%0Apapers3://publication/uuid/119959C8-FFB6-438E-B6B5-799D15204A27>.
- [2] L. Sonnette, J. Angelier, T. Villemin, and F. Bergerat, "Faulting and fissuring in active oceanic rift: Surface expression, distribution and tectonic-volcanic interaction in the Thingvellir Fissure Swarm, Iceland, " *J. Struct. Geol.*, vol. 32, no. 4, pp. 407–422, 2010, doi: 10.1016/j.jsg.2010.01.003.
- [3] J. S. Smith, M. J., Paron, P., and Griffiths, *Geomorphological Mapping: Methods and Applications*—Mike J. Smith, Paolo Paron, James S. Griffiths—Google Libros, 15th ed. Elseiver, 2011.
- [4] J. Foster, "GPS and surveying, " *Handb. Sea-Level Res.*, pp. 157–170, 2015, doi: 10.1002/9781118452547.ch10.
- [5] M. S. Souto, "Análisis de calidad y preprocesamiento de datos GNSS de la estación permanente UCOR (Córdoba, Argentina), " *Rev. la Fac. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.*, vol. 1, no. 1, p. 91, 2014, [Online]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEfyN/article/view/6971>.
- [6] Y. Cao, Y. Guan, C. Li, and H. Hou, "Application of GNSS displacement monitoring system in measurement of open sea structure, " *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 304, no. 2, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/304/2/022064.
- [7] J. R. Murray et al., "Regional Global Navigation Satellite System Networks for Crustal Deformation Monitoring, " *Seismol. Res. Lett.*, vol. XX, no. Xx, pp. 1–21, 2019, doi: 10.1785/0220190113.
- [8] N. Brown, A. Kealy, J. Millner, and P. Ramm, "Quality Control and Integrity Monitoring of the Victorian GPS Reference Station Network, " *Proc. FIG XXII Int. Congr.*, pp. 1–5, 2002, [Online]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.202.4321%0Apapers3://publication/uuid/119959C8-FFB6-438E-B6B5-799D15204A27>.
- [9] J. A. García-Armenteros, "Monitorización Y Control De Calidad De Las Estaciones De La Red CGPS Topo-Iberia-UJA, " *Eur. Sci. J. ESJ*, vol. 16, no. 24, pp. 1–28, 2020, doi: 10.19044/esj.2020.v16n24p1.
- [10] T. K. Yeh, Y. A. Liou, C. S. Wang, and C. S. Chen, "Identifying the degraded environment and bad receivers setting by using the GPS data quality indices, " *Metrologia*, vol. 45, no. 5, pp. 562–570, 2008, doi: 10.1088/0026-1394/45/5/010.
- [11] Y. Xiao, M. H. Yao, S. H. Tang, H. F. Liu, P. W. Xing, and Y. Zhang, "Data Quality Check and Visual Analysis of Cors Station Based on Anubis Software, " *ISPRS-Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. XLII-3/W10, no. November 2019, pp. 1295–1300, 2020, doi: 10.5194/isprs-archives-xlII-3-w10-1295-2020.
- [12] G. E. Vázquez, R. Bennett, and J. Spinler, "Assessment of Pseudorange Multipath at Continuous GPS Stations in Mexico, " *Positioning*, vol. 04, no. 03, pp. 253–265, 2013, doi: 10.4236/pos.2013.43025.
- [13] D. Hernández-Andrade, R. Romero-Andrade, J. L. Cabanillas-Zavala, M. Ávila-Cruz, M. Trejo-Soto, A. Vega-Ayala, "Análisis de calidad de las observaciones GPS en estaciones de operación continua de libre acceso en México, " vol. 16, no. 33, p. European Scientific Journal, ESJ, 2020, doi: 10.19044/esj.2020.v16n33p332.
- [14] IGS, "IGS Site Guidelines, " *Organization*, no. April, pp. 1–9, 2015.
- [15] INEGI, "Norma técnica de Estándares de Exactitud Posicional, " pp. 1–12, 2010.

- [16] H. Herrada, A., Miranda, S., Fuentes, C., Torres Lobato, O., and Pintos, "Monitoreo de la calidad de datos GPS continuo: la estación UNSJ (San Juan, Argentina), " *GEOACTA*, pp. 55–62, 2010.
- [17] L. H. Estey and C. M. Meertens, "TEQC: The Multi-Purpose Toolkit for GPS/GLONASS Data," *GPS Solut.*, vol. 3, no. 1, pp. 42–49, 1999, doi: 10.1007/PL00012778.
- [18] G. Seeber, *Satellite Geodesy Foundations, Methods, and Applications*, vol. 40, no. 3. 2008.
- [19] N. Zhang, S. Zhang, Y. He, Q. Zhang, X. Zhang, and T. Wan, "Characteristics of GPS SNR and it's application for snow depth monitoring analysis," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 437, pp. 175–185, 2017, doi: 10.1007/978-981-10-4588-2_15.
- [20] W. Gurtner and L. Estey, "Rinex (The Receiver Independent Exchange Format) Version 3.01. Disponible en at <ftp://igs.org/pub/data/format/rinex301.pdf>, " no. June, 2013, [Online]. Disponible en: <http://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/data/format/rinex301.pdf>.
- [21] X. Zuo, J. Bu, X. Li, J. Chang, and X. Li, "The quality analysis of GNSS satellite positioning data," *Cluster Comput.*, vol. 22, pp. 6693–6708, 2019, doi: 10.1007/s10586-018-2524-1.
- [22] Y. Kamatham, "Estimation, analysis and prediction of multipath error for static GNSS applications, " *2018 Conf. Signal Process. Commun. Eng. Syst. SPACES 2018*, vol. 2018-Enero, pp. 62–65, 2018, doi: 10.1109/SPACES.2018.8316317.
- [23] T. K. Yeh, C. S. Wang, B. F. Chao, C. S. Chen, and C. W. Lee, "Automatic data-quality monitoring for continuous GPS tracking stations in Taiwan, " *Metrologia*, vol. 44, no. 5, pp. 393–401, 2007, doi: 10.1088/0026-1394/44/5/016.
- [24] G. D. A. Álvarez, "GNSS — Global Navigation Satellite Systems," *GNSS — Glob. Navig. Satell. Syst.*, 2008, doi: 10.1007/978-3-211-73017-1.
- [25] NOAA, "ETOPO1 Global Relief Model, " 2008. <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/>.
- [26] P. Wessel et al., "The Generic Mapping Tools Version 6, " *Geochemistry, Geophys. Geosystems*, vol. 20, no. 11, pp. 5556–5564, 2019, doi: 10.1029/2019GC008515.
- [27] Y. Hatanaka, "A Compression Format and Tools for GNSS Observation Data, " *Bull. Geogr. Surv. Inst.*, vol. 55, pp. 21–30, 2008, [Online]. Disponible en: <http://web1.gsi.go.jp/common/000045517.pdf>.
- [28] T. A. Herring, R. W. King, and S. C. McClusky, "Introduction to Gamit/Globk, " *Massachusetts Inst. Technol. Cambridge, Massachusetts*, 2018.
- [29] J. Ray and K. Senior, "Geodetic techniques for time and frequency comparisons using GPS phase and code measurements, " *Metrologia*, vol. 42, no. 4, pp. 215–232, 2005, doi: 10.1088/0026-1394/42/4/005.
- [30] E. M. Souza and T. T. Negri, "First prospects in a new approach for structure monitoring from GPS multipath effect and wavelet spectrum, " *Adv. Sp. Res.*, vol. 59, no. 10, pp. 2536–2547, 2017, doi: 10.1016/j.asr.2017.02.043.
- [31] G. Blewitt and D. Lavallée, "Effect of annual signals on geodetic velocity, " *J. Geophys. Res. Solid Earth*, vol. 107, no. B7, p. ETG 9-1-ETG 9-11, 2002, doi: 10.1029/2001jb000570.

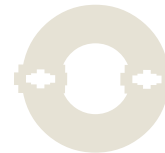
Cosmic evolution of Long Gamma-Ray Burst Host Galaxies

^aRojas, Xochimitl-Jeny*, ^bElías, Chávez-Mauricio, Martínez,
^aBravo-Oscar Mario

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, 4 sur 104 Centro Histórico, C.P. 72000, Puebla, Puebla.

^bInstituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Luis Enrique Erro No. 1 Santa María Tonantzintla, C.P. 72840, Puebla, Puebla.

*jeny.rojas@outlook.com



Área I
Físico-matemáticas
y de la tierra

Resumen

Las galaxias anfitrionas de estallidos de rayos gamma (GRBs) son un medio excelente para explorar el entorno físico que genera estos eventos, los estudios de galaxias anfitrionas son fundamentales para evaluar la utilidad de los Long-GRBs como posibles trazadores de formación estelar y metalicidad en altos desplazamientos al rojo. En este trabajo recopilamos información de la literatura para obtener uno de los catálogos más completos de galaxias anfitrionas de Long-GRBs; consta de 310 galaxias, donde 216 son provenientes del catálogo de Savaglio (GHostS[10]) con detecciones hasta 2015 y 94 fuentes recolectadas de la literatura con detecciones hasta el 2020. A través de un análisis al catálogo obtenido, estudiamos las condiciones físicas de las galaxias en función al corrimiento al rojo y comparamos éstas propiedades con un set de 50, 000 galaxias detectadas por el telescopio SDSS. Nuestros resultados apuntan hacia una posible conexión entre la eficiencia de la formación estelar de las galaxias en función a su abundancia química. Además de una clara tendencia por galaxias tipo star-forming sobre AGNs. Finalmente, presentamos los resultados de la caracterización de las galaxias anfitrionas de Long-GRBs y discutimos el impacto resultante en nuestra comprensión de los progenitores y las aplicaciones cosmológicas de estos eventos.

Palabras clave

Evolución, galaxias, Long-GRBs, catálogo.

Abstract

Host galaxies of Gamma-Ray Bursts (GRBs) are an excellent means to explore the physical environment that generates these events; studies of host galaxies are essential to evaluate the utility of Long-GRBs as possible tracers of star formation and metallicity at high-redshift. In this work we collect information from the literature to obtain one of the most complete catalogs of Long-GRBs host galaxies, it consists of 310 galaxies, of which 216 are from the SavaglioX catalog (GHostS), with detections up to 2015 and 94 sources collected from the literature with detections up to 2020. Through an analysis of our final catalog, we studied the physical conditions of galaxies as a function of redshift, and we compared these properties with a set of 50, 000 galaxies detected by the Sloan Digital Sky Survey telescope. Our results point to a possible connection between the efficiency of star formation in galaxies as a function of their chemical abundance; in addition to a clear tendency for star-forming galaxies on AGNs. Finally, we presented the results of the characterization of the Long-GRBs host galaxies and discussed the resulting impact on our understanding of the progenitors and cosmological applications of these events.

Keywords

Evolution, galaxies, Long-GRBs, catalog.

Glosario de abreviaturas y símbolos

Abundancia química, la abundancia de un elemento químico X, se define como la cantidad relativa de dicho elemento en una muestra dada. Dado que el hidrógeno (H) es el elemento químico más abundante en el universo, en astronomía, la abundancia de un determinado elemento X se expresa con respecto a H, por ejemplo en la forma

AGN, los núcleos activos de galaxias (AGNs por sus siglas en inglés), son aquellas galaxias que albergan en su centro un hoyo negro súper masivo, el cual está acretando material de su alrededor.

Diagramas de diagnóstico BPT, constituyen un método para separar galaxias de acuerdo a diferentes tipos espectrales provenientes de su emisión. Esta clasificación se hace posible gracias a que las líneas de emisión de galaxias con formación estelar, son producidas principalmente por regiones HII ionizadas

casi siempre por estrellas masivas. Llamados BPT por sus creadores: Baldwin, Phillips y Terlevich.

erg, unidad de medida de energía y trabajo.

Flujos de líneas de emisión, cantidad de energía detectada en un intervalo de longitud de onda en el espectro de una galaxia en unidades de

GHostS, nombre del proyecto GRB Host Studies.

Long-GRB, estallido Largo de Rayos Gamma (del inglés Long Gamma-Ray Burst).

Short-GRB, estallido Corto de Rayos Gamma (del inglés Short Gamma-Ray Burst).

Masa estelar total, (de las galaxias) en unidades de masas solares ($M_{\odot}$), medida a partir de la fotometría óptica-NIR.

Metalicidad: todo aquel elemento químico que conforma a las estrellas y que esté ubicado después del Hidrógeno y Helio en la tabla periódica de los elementos.

NIR, cercano infrarrojo (del inglés Near-Infrared).

R23, trazador para medir la abundancia química, definido como $OII + OIII/H\beta$.

O32, trazador para medir la abundancia química, definido como $OIII/OII$.

O3N2, trazador para medir la abundancia química, definido como $\log[(OIII/H\beta)/(NII/H\alpha)]$.

Redshift, corrimiento o desplazamiento al rojo (z), surge cuando la luz procedente de un objeto se desplaza hacia el rojo del espectro electromagnético. Esto se relaciona con el aumento de distancia de dicho objeto respecto al observador. Es una técnica empleada para observar la distancia de una galaxia lejana con respecto a la nuestra (Vía Láctea), ya que a mayor distancia que hay de esta, mayor desplazamiento al rojo de la radiación visible que emite la misma.

SDSS, Sloan Digital Sky Survey, telescopio cuyos datos usamos como comparativa para el presente trabajo.

SED, distribución Espectral de Energía (del inglés Spectral Energy Distribution), es aquella curva que muestra la relación

existente entre la energía emitida y la longitud de onda de la radiación. Cada fuente de luz emite una radiación electromagnética distinta y cada una tiene una curva de distribución espectral diferente que les otorga propiedades diferentes.

Seyfert, es un tipo de galaxia activa, generalmente galaxias de tipo espiral con un núcleo activo.

SFR, tasa de Formación Estelar, en unidades de masas solares por año (del inglés Star Formation Rate), medida a partir de líneas de emisión óptica o emisión UV.

SSFR, tasa de Formación Estela Específica, (del inglés Specific Star Formation Rate), se define como la SFR entre la masa estelar total de la galaxia.

Starburst, galaxia con alta tasa de formación estelar.

Star-forming, formación estelar, se usa para describir una región en los diagramas de clasificación BPT.

Swift, telescopio espacial dedicado a la detección y estudio de estallidos de rayos gamma.

T90, duración de la emisión de rayos γ de GRBs, el intervalo de tiempo durante el cual se observa el 90 % de la emisión total.

UV, ultravioleta.

Introducción

El estudio de la formación y evolución de las galaxias es uno de los campos con más actividad en cosmología y astronomía extragaláctica. Entender la evolución y distribución de los elementos de las estrellas y del medio interestelar (ISM) nos provee de información valiosa sobre la evolución de las galaxias y su interacción con el medio.

La principal evidencia observacional de la evolución química de las galaxias se debe a que la composición química de las estrellas varía según su edad. De esta forma, los patrones en las abundancias químicas reflejan la traza histórica de la formación estelar y el intercambio de gas, tal como menciona Tinsley (1968)^[1].

Los Estallidos de Rayos Gamma, en adelante: Gamma-Ray Bursts (o GRBs) son los eventos más energéticos del universo solo después del Big Bang, afirman Selsing *et al.* (2018)^[5]. El rango de energía promedio generado por estos objetos va desde $E \approx 10^{49}$ ergs hasta $E \approx 10^{50}$ ergs y son detectados en galaxias distantes.

Están asociados con la muerte de estrellas masivas tipo Wolf-Rayet ($M > 20M_{\odot}$) de baja metalicidad basado en el modelo colapsar (para Long-GRBs), y la coalescencia de objetos compactos en sistemas binarios como estrellas de neutrones y/o agujeros negros sustentado en el modelo kilonova (para Short-GRBs), con una duración mayor y menor a 2 segundos respectivamente (Schneider, 2015)^[8].

Como plantea Savaglio (2005)^[12], podemos considerar a los GRBs como potentes herramientas cosmológicas puesto que se detectan a cualquier distancia (redshift), desde corrimientos al rojo de $z \sim 0$ (universo local), hasta el más alto alcanzado actualmente de $z \sim 9.4$, gracias a lo cual podemos estudiar la co-evolución de las galaxias anfitrionas, explorar la evolución química del universo y su contribución para la formación de estos eventos.

Por otra parte, los diagramas BPT propuestos en 1981 por J. A. Baldwin, M. M. Phillips y R. Terlevich^[4], como diagramas diagnóstico, basados en cocientes de líneas de emisión de galaxias, indican a su vez regiones de alta o baja ionización, ajustadas con diferentes leyes de potencias; estos esquemas de clasificación, separan a las galaxias en tres diferentes casos de acuerdo a la línea de intensidad de que usa, el primero $\log([OIII]/H\beta)$ respecto a $\log([NII]/H\alpha)$ separa a las galaxias como: galaxias con regiones HII, galaxias AGN y galaxias con regiones HII que a su vez son

tipo AGN; el segundo con $\log([OIII]/H\beta)$ respecto a $\log([SII]/H\alpha)$ diferencia como: galaxias con regiones HII, galaxias AGN tipo Seyfert y galaxias AGN tipo LINER; y el tercero con $\log([OIII]/H\beta)$ respecto a $\log([OI]/H\alpha)$ distingue: galaxias AGN tipo LINER y galaxias AGN tipo Seyfert, todas estas distinciones correspondientes a la región del diagrama en que se encuentren. Estos nos permitirán ubicar a las galaxias anfitrionas de GRBs largos para poder determinar qué tipo de regiones son las que corresponden a estos eventos.

De acuerdo a estudios anteriores (Savaglio *et al.* 2009)^[11], se ha encontrado que las anfitrionas de GRBs son típicamente galaxias de baja masa que forman estrellas a un ritmo elevado. A su vez, se plantea que estas galaxias tienen valores de abundancias químicas muy bajos respecto a la metalicidad solar.

Se debe agregar que varios estudios sustentan que gran parte de las galaxias anfitrionas detectadas hasta el momento, se han podido estudiar a redshifts tan altos que el universo se encontraba en el primer giga año después del Big Bang cuando los Long-GRBs ocurrieron, e incluso también se han examinado a magnitudes muy bajas (Le Floc'h *et al.* 2003^[2]; Savaglio *et al.* 2009^[11]). Todo ello sugiere que al realizar estudios de estas galaxias, estamos estudiando el universo temprano.

La relevancia de los resultados de este trabajo es la utilidad de las actualizaciones que realizamos a la base de datos de galaxias anfitrionas de GRBs largos; debido a que son poco estudiadas, existe información incompleta que impide progresar en su comprensión, por ello, esta aportación permitirá a la comunidad científica avanzar en el conocimiento tanto de estos objetos, como del comportamiento de otras galaxias en sus distintas etapas de evolución.

Cabe señalar que, encaminado a las actualizaciones de este proyecto y del trabajo a futuro que este pueda derivar, la relevancia del impacto científico es que será competente en el ámbito internacional, a su vez el Estado de Puebla se verá beneficiado de este reconocimiento al incrementar su prestigio de apoyo a trabajos como este, que encaminan al desarrollo profesional de los estudiantes de distintos niveles, incentivando a más jóvenes poblanos a contribuir en diversos ámbitos que benefician a todos con la contribución de sus trabajos de investigación.

Es importante recalcar que el alto impacto que tendrá en el ámbito social, se manifestará en la motivación e interés de más personas en la continuidad de sus estudios, puesto que la investigación requiere ser multidisciplinaria, elevará el nivel de competitividad y productividad de nuestro Estado.

Materiales y métodos

La metodología para el desarrollo de esta investigación consistió en lo siguiente:

1. Primero, seleccionamos una muestra de galaxias anfitrionas de Long-GRBs del catálogo de HostS^[10], el cual está constituido por un compendio de 432 artículos y cuenta con información de 245 GRBs largos y cortos), de donde elegimos los parámetros principales de las galaxias de nuestro interés, que fueron el desplazamiento al rojo (z), duración del GRB ($T_{90} > 2s$), masa estelar total ($\log M[M_{\odot}]$), abundancia química ($12 + \log(O/H)$) y líneas de emisión provenientes de la galaxia anfitriona ($H\alpha$, $H\beta$, $[OII](4958)$, $[OIII](5006)$, $[NII]$, $[SII]$). Cada uno de estos datos fue registrado con su respectivo error de medición. Cabe resaltar que el repositorio antes mencionado es público y se encuentra disponible en www.grbhosts.org/. Al ser este nuestro catálogo base, obtuvimos un total de 216 fuentes que cumplían con las características antes mencionadas.
2. Posteriormente, realizamos una pre-selección de una submuestra de GRBs de la base de datos del *Neil Gehrels Swift Observatory*, el cual fue diseñado para la detección y estudio de estos objetos, así también para determinar la evolución de los propios estallidos y la interacción con su entorno. En este caso nos enfocamos en registrar aquellos con medición de corrimiento al rojo, GRBs largos ($> 2s$) y que fuesen detectados a partir de 2015, puesto que el proyecto base solo cuenta con datos hasta ese año.
3. Por último, cada uno de los candidatos seleccionados de la base de datos del observatorio Swift, fue investigado minuciosamente en la literatura, controlando que las mediciones y modelos fuesen homogéneos y/o equivalentes entre sí de acuerdo a diversos estudios para cada uno de los parámetros, con el fin de obtener uno de los catálogos más completos de Long-GRBs. Al mismo tiempo, se realizó una búsqueda de los GRBs del catálogo base, es decir, de detecciones de 2015 y años anteriores, con el objetivo de actualizar datos faltantes del catálogo.
4. Como comparativa para este trabajo, se realizó una descarga de 50, 000 datos de galaxias de todo tipo de la base de datos de SDSS (Sloan Digital Sky Survey), cumpliendo con mediciones de los parámetros generales antes mencionados.

Resultados/Discusión de resultados

Catálogo final

Como resultado principal obtuvimos un catálogo conformado por 310 galaxias anfitrionas de Long-GRBs, de donde 216 corresponden al catálogo de GHostS^[10], 94 de éstas fueron recolectadas de la literatura y realizamos 65 actualizaciones al catálogo base. En la Tabla de la **Figura 1**, podemos ver un extracto de la primera parte de este catálogo, que corresponde a los parámetros principales de las galaxias, enseguida, en la Tabla de la **Figura 2**, tenemos el análogo correspondiente al registro de líneas de emisión.

GRB	z	T90[s]	log $M[M_{\odot}]$	SFR [$M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$]	log Z [$Z_{\odot}$]	SSFR [$G \text{ yr}^{-1}$]	$[12 + \log(O/H)]$	AV	Ref.
190114C	0.42	361.5	9.27	9.4		5.01	8.38		1
190114A	3.3765	66.6	0					0.36	2
181020A	2.938	238	0					0.27	2
180325A	2.25	94.1	9.3	46				1.58	3
171205A	0.0368	189.4	10.1	3.3		0.03	8.69		4,5
171010A	0.33	160	0	1.42	0.07	3.9	8.69		6
170202A	3.645	46.2	0					0.11	7
161219B	0.1475	6.94	8.92	0.19	0.008	0.22	8.28	0.6	8,9
161108A	1.159	105.1	11.04	0.25	0.47	0.22		0.3	8,10
161023A	2.71	80	10.5	2				0.09	11,12,13
160804A	0.736	144.2	9.8	5.57	1.12		8.74	>1	14
140713A	0.935	5.3	10.34	1.2				11.6	15
140629A	2.275	42	8.3	1.1		-7.5			16
140331A	1.11	209	10.72	5.3	-0.1			1.4	8
130907A	1.238	361	10.65	0.37	0.64	71		1.9	8
120714B	0.3984	159	0				8.43		17
111215A	2.06	796	10.5	34					18
091018A	0.971	4.4	9.52	2.98			8.4	1.25	19
090404A	3	84	10.74	1230				1.7	20
081003A	1.1	150	0		-0.35				21
080916A	0.689	60	8.98	0.2			8.44		19
080413B	1.1	8	0	2.1	0.4				21
071112C	0.823	15	8.89	1.1			7.9	0.36	19,22
061002A	0.564	17.6	10.3	0.47	0.37	21.06		4.47	8

Figura 1. Extracto del catálogo final. El color rosa corresponde a actualizaciones a partir de 2015, en azul se encuentran fuentes que no se encontraban registradas en el proyecto GHostS.

GRB	H α	H β	H γ	H δ	OII [3727]	OIII [5007]	OIII [4959]	OIII [4364]	NII [6585]	SII [6718]	SII [6733]	NeIII [3869]	Ly - α	Ref.
190114C	89.7	14.5	4.3		12.6	38.8	12.8		14.8	8.9	7.1	2.9		1
190114A														2
181020A														2
180325A	5						7.7							3
171205A														4,5
171010A	53.6	13			9.14	9.02			17.1	11.9	8.55			6
170202A														7
161219B	35.9				45.9	26	7.78		3.8	5.56	6.33			8,9
161108A														8,10
161023A														11,12,13
160804A	31.25	10.11	3.47	1.13	35.5	12.18	3.99		5.17	5.86				14
140713A														15
140629A														16
140331A														8
130907A														8
120714B	7.5	2.5			9.8	7.7	2.9		0.6					17
111215A														18
091018A	5.6	1.3	0.79	0.79	1.7	4.6	1.7		1.49					19
090404A														20
081003A														21
080916A		1.8	0.49	0.39	2.9	3.6								19
080413B														21
071112C		1.9	1.2	0.8	1.9	2.4	2.5					0.6		19,22
061002A														8

Figura 2. Extracto del catálogo final. El color rosa corresponde a actualizaciones a partir de 2015, en azul se encuentran fuentes que no se encontraban registradas en el proyecto GHostS.

Masa estelar total

El primer análisis estadístico realizado, fue un histograma de comparación de la masa estelar total entre galaxias anfitrionas y galaxias muestra de SDSS. Encontramos una clara diferencia entre ambas muestras, de acuerdo a la Figura 3 las galaxias de nuestro estudio son en promedio 10 veces menos masivas que las galaxias normales, siendo que éstas últimas se encuentran en una media de 10.7 ± 0.64 , superior a las de nuestro catálogo con 9.5 ± 0.9 (recordando que estos valores se encuentran en escala logarítmica).

Dentro de este orden de ideas, consideramos un posible escenario por el cual, el valor de la masa se ve disminuido respecto a la comparativa, que es la inmensa energía liberada por el Long-GRB, la cual es capaz de expulsar gran parte del gas y polvo presentes en la galaxia anfitriona al medio intergaláctico, a través de intensos vientos galácticos. Así, las mediciones posteriores de la postluminiscencia, podrían mostrar únicamente detecciones de la componente interactuante de la galaxia anfitriona.

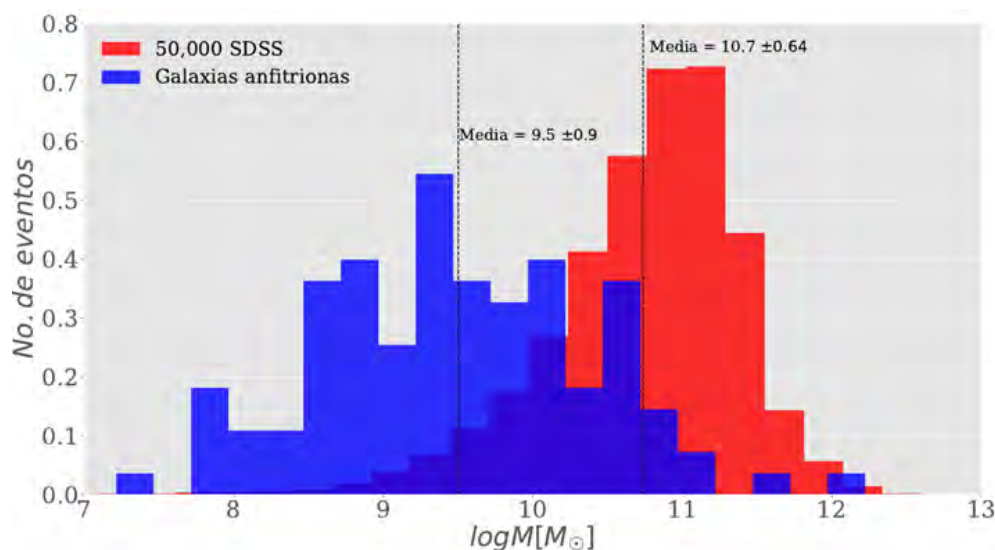


Figura 3. Masa estelar total, en color azul y rojo se encuentran las galaxias anfitrionas de GRBs largos y la muestra de SDSS, respectivamente. Las líneas punteadas corresponden a la media de cada una.

Diagramas BPT

Los diagramas BPT constituyen un método efectivo para separar galaxias de acuerdo a diferentes tipos espectrales provenientes de su emisión Baldwin *et al.* (1981)^[4]. Esta clasificación se hace posible gracias a que las líneas de emisión de galaxias con formación estelar, son producidas principalmente por regiones HII ionizadas casi siempre por estrellas masivas.

En el diagrama de la **Figura 4** (a), la línea en verde corresponde al límite de Kauffmann *et al.*^[3], establecido de izquierda a derecha, para las galaxias con formación estelar pura y galaxias tipo AGNs, mientras que el límite señalado con la línea roja corresponde al límite de Kewley *et al.* (2006)^[6] para galaxias tipo compuestas donde pueden ser galaxias tipo “star-forming” y a su vez, galaxias con un núcleo activo. En seguida, el diagrama de la **Figura 4** (b) cuenta también con límites de clasificación de acuerdo a la zona del diagrama.

Tal como se encuentra señalado, los puntos en color negro corresponden a las galaxias anfitrionas del estudio.

Como resultado de esta clasificación, en la **Figura 4** observamos que en ambos BPTs $\sim 85\%$ el de las galaxias anfitrionas se distribuyen en la región del diagrama correspondiente a galaxias tipo “Star-forming”; un porcentaje menor del 15 % se encuentra en la zona compuesta donde además de ser catalogadas como “Star-forming”, también son consideradas como “AGNs”. Estos tipos de diagramas de diagnóstico sufren de mucha incertidumbre, sobre todo alrededor de los límites que separar la región de star-forming y AGNs, pero nos muestra a grandes rasgos el comportamiento general de las galaxias anfitrionas de Long-GRBs.

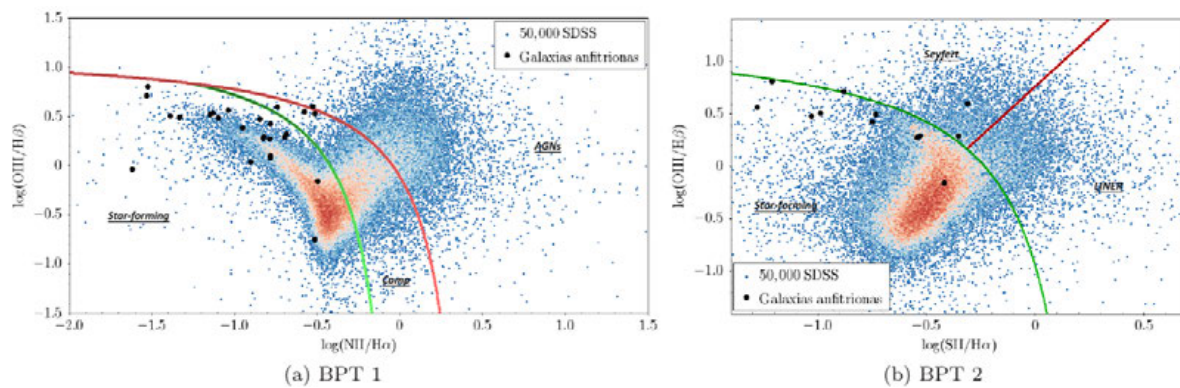


Figura 4. Masa estelar total, en color azul y rojo se encuentran las galaxias anfitrionas de GRBs largos y la muestra de SDSS, respectivamente. Las líneas punteadas corresponden a la media de cada una.

Evolución cósmica de las galaxias anfitrionas

Tres parámetros importantes que pueden guiar la evolución de una galaxia son: 1) el contenido estelar total junto a los repositorios disponibles de gas y polvo presentes en la galaxia; 2) su tasa de formación estelar reciente y 3) el enriquecimiento químico del medio interestelar. Ahora analizaremos la correlación de estos tres parámetros y la evolución cósmica presente en las galaxias anfitrionas de estallidos largos de rayos gamma. Finalmente, compararemos la evolución de nuestro catálogo con las fuentes de SDSS en 4 intervalos de corrimiento al rojo 0 - 0.25, 0.25 - 0.5, 0.5 - 1 y 1 - 3.

Determinamos una comparación entre la SFR y la abundancia química $12 + \log(O/H)$ (ver Figura 5), a través de la cual, vemos cómo difiere el comportamiento general de las galaxias de GRBs respecto a las normales, gracias a los ajustes hechos a la pendiente de cada uno. Debemos resaltar que las galaxias anfitrionas presentan en promedio una menor metalicidad mayor a 0.2 dex en comparación con las de SDSS y esta diferencia aumenta en función a la SFR.

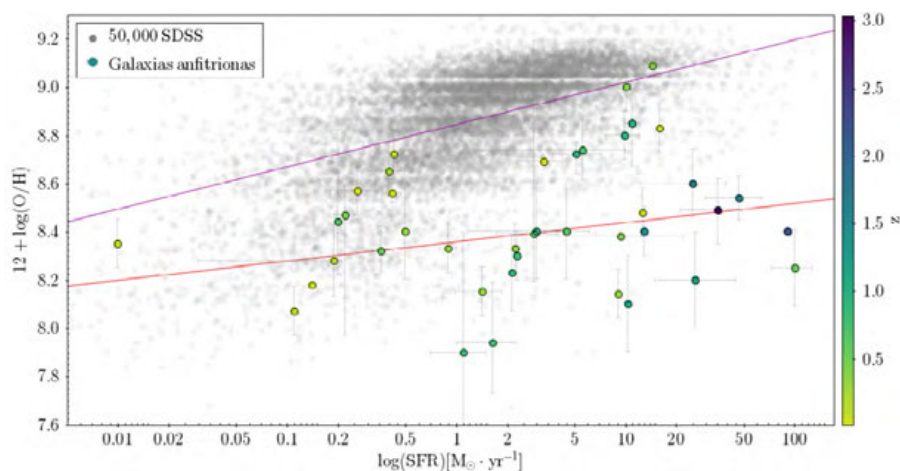


Figura 5. Relación $\log(\text{SFR}) - 12 + \log(O/H)$

Uno de los resultados más importantes lo encontramos a continuación en la **Figura 6**, cada uno de estos cuatro gráficos representa un intervalo de corrimiento al rojo donde se distribuyen todas las fuentes del catálogo final con mediciones de la SFR y la abundancia química $12 + \log(O/H)$. Para todos los casos, α representa el valor de la pendiente que está marcada en una línea color negro, la cual sufre un cambio de pendiente yendo en retroceso del último al primer intervalo.

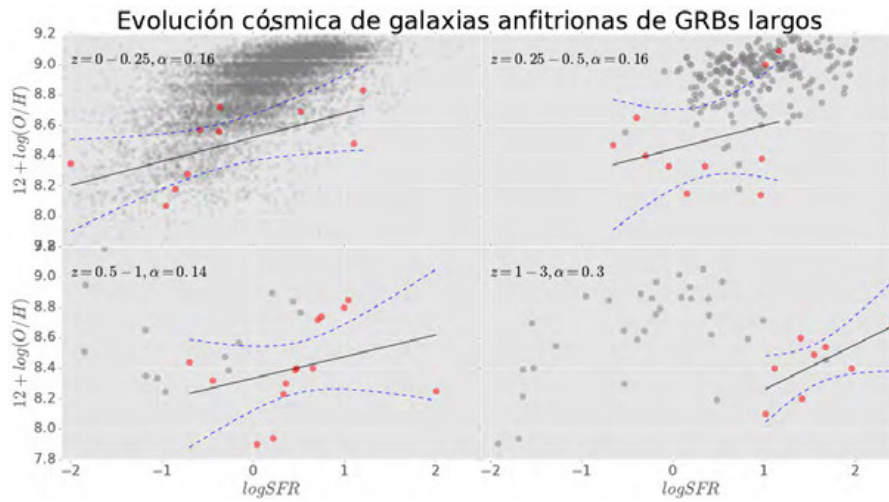


Figura 6. Relación $\log(SFR)12 + \log(O/H)$ a diferentes intervalos de corrimiento al rojo. Los puntos grises indican la distribución de fuentes de SDSS, mientras que los rojos corresponden a nuestras galaxias de GRBs; la línea negra es el mejor ajuste para nuestras fuentes y las líneas punteadas representan nuestro intervalo de confianza a un σ .

En el intervalo $z = 0.5-1$ notamos que el logaritmo de la Tasa de Formación Estelar media ha disminuido hasta $0.49 [M_{\odot}/yr]$, por lo que podemos inferir que los Long-GRBs comienzan a disminuir la eficiencia en formar estrellas dentro de sus galaxias anfitrionas. En el intervalo $z = 1-3$ observamos un ambiente de baja metalicidad para las galaxias anfitrionas pero, con una mayor eficiencia para formar estrellas que las galaxias de SDSS detectadas en el mismo intervalo; y empieza a ser equiparable con la SFR de las galaxias de SDSS.

Después, conforme nos acercamos al universo local a $z = 0$ en los últimos dos intervalos, la abundancia de oxígeno promedio aumenta hasta $8.47 dex$ acercando a la solar $12 + \log(O/H) = 8.69$, mientras que la Formación estelar media se ve disminuida hasta $\log SFR = -0.3$.

Debemos resaltar que la metalicidad está impactando de forma directa a la Tasa de Formación estelar a diferentes desplazamientos al rojo, pues existe un cambio drástico en la eficiencia de la galaxia para formar estrellas a $z \sim 1$ el cuál también se ve reflejado en la pendiente α , la cual la podemos caracterizar de la siguiente forma $12 + \log(O/H) \propto SFR^{\alpha}$ o $SFR \propto 12 + \log(O/H)^{\alpha-1}$, donde α cambia dinámicamente en función al corrimiento al rojo y representa la relación directa entre la SFR y la abundancia química promedio de las galaxias anfitrionas.

$$\alpha = \{0.16z < 0.25 \ 0.16 \ 0.25 \ 0.5 \leq z \leq 0.14 \ 0.5 \leq z \leq 1 \ 0.3 \ 1 \leq z \leq 3\}$$

Para el siguiente análisis, hacemos uso de la abundancia química de la forma $12 + \log(O/H)$, en donde encontramos una nueva comparación haciendo uso de ajustes realizados a cada catálogo de galaxias (ver **Figura 7**).

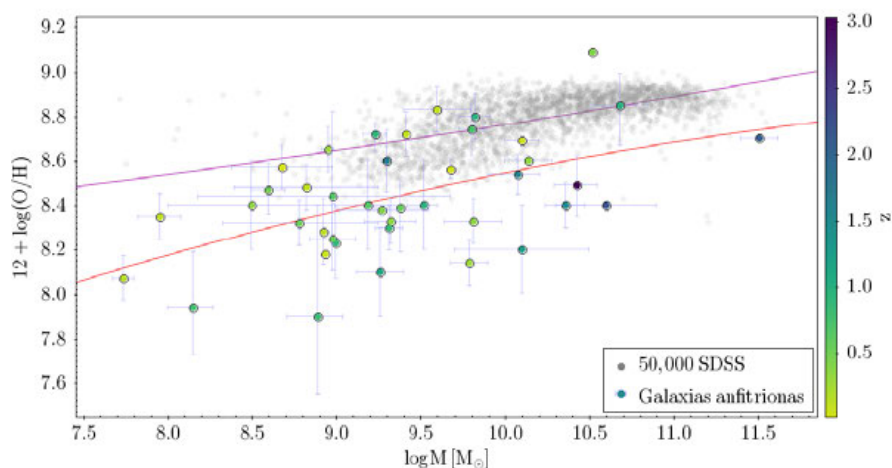


Figura 7.

En la gráfica de la **Figura 7** podemos visualizar el comportamiento de la abundancia química respecto a la masa estelar total de 41 fuentes de nuestro catálogo final; también vemos cómo estos parámetros evolucionan en función a su desplazamiento al rojo. El ajuste realizado a las galaxias de estudio, corresponde al siguiente polinomio de segundo orden:

$$f(x) = -0.01579 \cdot x^2 + 0.469 \cdot x + 5.437$$

correspondiente a un valor promedio de $12 + \log(O/H) = 8,37 \text{ dex}$ con una desviación estándar de $\sigma = 1.28$ para galaxias anfitrionas; mientras que para las galaxias de SDSS obtuvimos que en promedio $12 + \log(O/H) = 8,79 \text{ dex}$ con $\sigma = 0.11$.

Para un mejor entendimiento del proceso evolutivo de la muestra en función a la masa y la abundancia química; presentamos el siguiente estudio consecuente de la **Figura 8**. En este caso, consideramos intervalos de corrimiento al rojo para cada

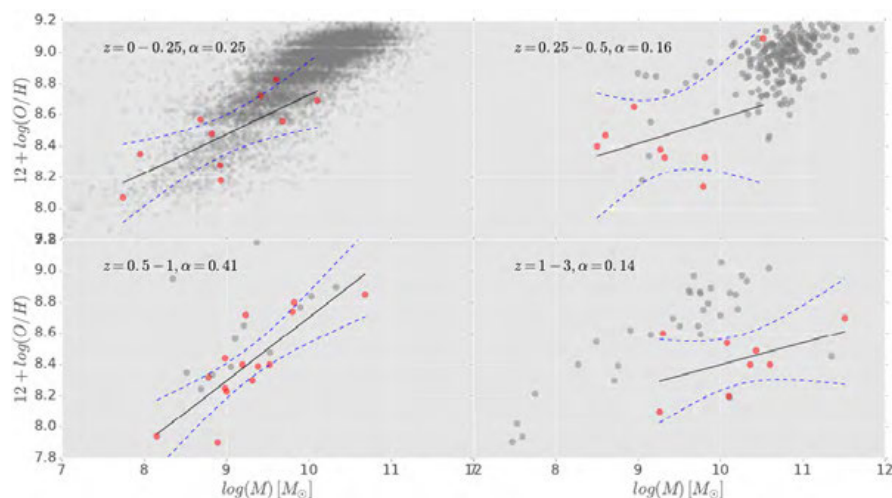


Figura 8. Distribución de la abundancia química respecto a la masa estelar total de galaxias anfitrionas a diferentes intervalos de corrimiento al rojo. Los puntos grises indican la distribución de fuentes de SDSS, mientras que los rojos corresponden a nuestras galaxias de GRBs; la línea negra es el mejor ajuste para nuestras fuentes y las líneas punteadas representan nuestro intervalo de confianza a un.

uno de los gráficos, donde α corresponde a su pendiente y las líneas punteadas al intervalo de confianza a 2σ .

Notemos que para la gran mayoría de galaxias de GRBs la masa es tan baja que es comparable con galaxias enanas, sin embargo, la abundancia química tiene un cambio conforme nos alejamos y viceversa. En este caso la pendiente α , no muestra una correlación directa con z , lo cual muestra que no hay indicios evolutivos claros con estos tres parámetros. Aquí α la podemos caracterizar de la siguiente forma $12 + \log(O/H) \propto Masa^\alpha$ o $Masa^\alpha 12 + \log(O/H)^{\alpha-1}$, donde:

$$\alpha = \{0.25z < 0.25 \ 0.16 \ 0.25 \leq z \leq 0.5 \ 0.14 \ 0.5 \leq z \leq 1 \ 0.14 \ 1 \leq z \leq 3\}$$

Es importante mencionar que el compendio de resultados alcanzados en este proyecto están presentados en Rojas-Xochimitl *et al.* (2021) (en preparación).

Conclusiones

El uso de galaxias anfitrionas de estallidos largos de rayos gamma como herramienta cosmológica para estudiar el universo temprano, ha sido un tema de gran relevancia en los últimos años; motivo por el cual, tratamos de comprender y caracterizar las propiedades físicas de éstas galaxias y vislumbrar su proceso evolutivo a diferentes intervalos del corrimiento al rojo. Gracias al catálogo final con un total de 310 fuentes derivado de esta investigación (ver **Figura 1**) y a una amplia muestra de 50, 000 galaxias del SDSS como referente de comparación, podemos concluir lo siguiente:

- A partir del uso de diagramas diagnóstico BPT, concluimos que la mayor parte de las galaxias anfitrionas pueden ser clasificada como Start-forming y solo un pequeño 15 % como tipo AGN (ver Figura 4). Al comparar ambos diagramas de diagnóstico observamos algunas discrepancias en la clasificación de nuestras galaxias de estudio, principalmente en aquellas fuentes que sobrepasan los límites de AGNs, por lo que no se deben considerar completamente válidos, pues la mejor forma de verificar que nuestras galaxia tiene un núcleo activo, es mediante análisis de variabilidad, análisis multifrecuencia combinando otras observaciones como radio y/o rayos X y por la confirmación de líneas espectrales.
- En el histograma de frecuencias correspondiente a la masa de las galaxias (ver Figura 3), las anfitrionas de GRBs largos presentan una media de $\log M \sim 9.5$,

mientras que las normales tienen un valor medio de $\log M \sim 10.76$; con estos valores y como comparativa adicional, con la Vía Láctea de masa estelar del orden de $10^{11} M_{\odot}$, podemos ver que las galaxias que albergan GRBs largos pueden ser clasificadas como galaxias enanas con masa promedio de 10 a 100 veces menor que las galaxias del SDSS.

- Estos análisis sugieren el escenario en el que las galaxias anfitrionas de GRB largos sean en su mayoría compactas, por lo que podría ser consistente con el resultado siguiente: los vientos galácticos generados a partir del estallido de la estrella progenitora del Long-GRB, sean lo suficientemente fuertes para generar un brote de formación estelar intenso e instantáneo a escalas globales dentro de la propia galaxia anfitriona; estos vientos galácticos barrerían con el remanente de gas y polvo presente en el medio interestelar dentro de la propia galaxia, disminuyendo su masa total por un orden de magnitud. Esto es consistente con la gran cantidad de energía que liberan estos estallidos llegando hasta $E_{iso} \sim 10^{55} \text{erg}$, y es precisamente en este escenario donde las galaxias anfitrionas de GRBs largos podrían estar trazando la SFR histórica del universo en altos corrimientos al rojo.
- Finalmente, considerando la capacidad de los estallidos para afectar de manera global a su galaxia anfitriona, para estrellas jóvenes súper masivas con alta rotación tipo O y B en altos corrimiento al rojo (progenitoras de estrellas Wolf-Rayet), podemos esperar que su metalicidad esté en función a la metalicidad promedio de su propia galaxia anfitriona; debido a que la tasa de pérdida de masa estelar por año de estas estrellas está en función a su metalicidad, generado por la presión de radiación y los intensos vientos estelares, la mayor parte de su masa es expedida en el gas metálico de las capas exteriores; por lo tanto, a menor metalicidad mayor masa estelar total del progenitor, lo cual se traduce en un LGRB más energético provocando una mayor tasa de formación estelar promedio dentro de su galaxia anfitriona. Este escenario es consistente con la figura 6 donde se muestra la evolución cósmica en función de la metalicidad de las galaxias y su SFR, aquí podemos ver el impacto que tiene la metalicidad en la eficiencia de formación estelar a cada intervalo de corrimiento al rojo.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

La importancia del trabajo realizado en la elaboración y actualización del catálogo más completo de galaxias anfitrionas de Long-GRBs, es el primer paso para mejorar nuestro entendimiento del entorno que da origen a estos eventos; es por ello que dentro del trabajo a futuro, contemplamos el aumento en el registro de fuentes del catálogo con el objetivo de disminuir los errores debidos a la baja estadística.

Además, se estudiarán de forma individual aquellas fuentes que presenten características anómalas en los estudios aquí realizados. Dentro de estos estudios individuales, se realizarán mediciones propias y análisis espectroscópicos de nuevas fuentes a través de observaciones en la banda óptica con el Gran Telescopio Canarias (GTC), considerando realizar la reducción de datos con el software IRAF para este proceso.

Así también, se estimará la función de luminosidad con el objetivo de calcular el número esperado de galaxias anfitrionas que podrían ser detectadas por intervalo de luminosidad, utilizando la función de luminosidad de Schechter (1976)^[7].

Referencias bibliográficas

- [1] B. M., Tinsley, B. M., "Evolution of the Stars and Gas in Galaxies", *The Astrophysical Journal*, vol. 151, p.547, 1968. doi:10.1086/149455.
- [2] E., Le Floc'h, "Are the hosts of gamma-ray bursts sub-luminous and blue galaxies?", *Astronomy and Astrophysics*, vol. 400, pp. 499–510, 2003. doi:10.1051/0004-6361:20030001.
- [3] G. Kauffmann, "The host galaxies of active galactic nuclei", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 346, no. 4, pp. 1055–1077, 2003. doi:10.1111/j.1365-2966.2003.07154.x.
- [4] J.A., Baldwin, M. M. Phillips, and R. Terlevich, "Classification parameters for the emission-line spectra of extragalactic objects.", *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, vol. 93, pp. 5–19, 1981. doi:10.1086/130766.
- [5] J., Selsing, "The X-shooter GRB afterglow legacy sample (XS-GRB)", *Astronomy and Astrophysics*, vol. 623, 2019. doi:10.1051/0004-6361/201832835.
- [6] L. J., Kewley, B., Groves, G., Kauffmann, and T., Heckman, "The host galaxies and classification of active galactic nuclei", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 372, no. 3, pp. 961–976, 2006. doi:10.1111/j.1365-2966.2006.10859.x.
- [7] P., Schechter, "An analytic expression for the luminosity function for galaxies.", *The Astrophysical Journal*, vol. 203, pp. 297–306, 1976. doi:10.1086/154079.
- [8] P., Schneider, *Extragalactic Astronomy and Cosmology*. 2006.
- [9] S., Savaglio, "GRBs as cosmological probes—cosmic chemical evolution", *New Journal*

of Physics, vol. 8, no. 9, p. 195, 2006.
doi:10.1088/1367-2630/8/9/195.

[10] S., Savaglio, K., Glazebrook, and D., Le Borgne, “GRB Host Studies (GHostS)”, in Gamma-Ray Bursts in the Swift Era, 2006, vol. 836, pp. 540–545. doi:10.1063/1.2207951.

[11] S., Savaglio, K., Glazebrook, and D., Le Borgne, “The Galaxy Population Hosting Gamma-Ray Bursts”, The Astrophysical Journal, vol. 691, no. 1, pp. 182–211, 2009. doi:10.1088/0004-637X/691/1/182.

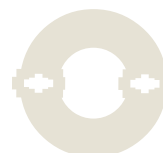
[12] S., Savaglio, “The Gemini Deep Deep Survey. VII. The Redshift Evolution of the Mass-Metallicity Relation”, The Astrophysical Journal, vol. 635, no. 1, pp. 260–279, 2005. doi:10.1086/497331.

Materia granular para el estudio de morfología planetaria

^aJiménez, Valdez-Miriam*, ^aTomay, Tiburcio-Edgar Efrén**,
^bPacheco, Vázquez-Felipe***

^bInstituto de Física “Ing. Luis Rivera Terrazas”, Avenida San Claudio y Blvd. 18 sur,
Colonia San Manuel, Ciudad Universitaria C.P. 72570,
Puebla, Puebla.

*miriamjimenezvaldez@gmail.com **edgarefrent@gmail.com
***fpacheco@ifuap.buap.mx



Área I
Físico-matemáticas
y de la tierra

Resumen

En este proyecto, estudiamos primero las enigmáticas franjas oscuras que a través de fotografía satelital se han captado recientemente en cráteres y laderas de Marte. Consiste en reproducir la formación de dichas estructuras a través de experimentos a escala de laboratorio usando materiales granulares, con el objetivo de determinar en qué condiciones una avalancha de materia granular forma franjas bien definidas. Esto permitiría soportar una de las explicaciones más aceptadas, la cual propone que dichas franjas son producidas por deslaves

localizados de material, lo cual no tiene ningún sustento experimental hasta el momento. La segunda parte de este proyecto es estudiar la colisión de dos conglomerados esféricos de materia granular, y determinar bajo qué condiciones los conglomerados se fracturan. Este experimento está inspirado en las observaciones del cráter gigante Herschel en Mimas, ya que es sorprendente para la comunidad astronómica que el impacto que creó a Herschel no haya pulverizado al satélite de Saturno.

Palabras clave

Materia granular, Marte,
fractura de conglomerados.

Abstract

In this project, we first study the enigmatic dark slope streaks that have recently been captured through satellite photography in craters and slopes of Mars. Our project consists of reproducing the formation of these structures through laboratory-scale experiments using granular materials, to determine under what conditions an avalanche of granular matter forms well-defined fringes. This supports one of the most accepted explanations, which proposes that these strips are produced by localized landslides of material, which has no experimental support so far. The second part of this project is focused on the collision of two spherical conglomerates of granular material, and to determine under what conditions the conglomerates are fractured during the collisions. This experiment is inspired by observations of the giant Hershel crater at Mimas, as it is surprising to the astronomical community that the impact that created Hershel did not pulverize Saturn's satellite.

Keywords

Granular matter, Mars, conglomerates fracture.

Glosario de abreviaturas y símbolos

PRL, Physical Review Letters

BUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

IFUAP, Instituto de Física de la Universidad Autónoma de Puebla

FCFM, Facultad de Ciencias Físico-matemáticas

D1, diámetro del conglomerado 1

D2, diámetro del conglomerado 2

NASA, National Aeronautics and Space Administration

JPL, Jet Propulsion Laboratory

MGS, Mars Global Surveyor

MRO, Mars Reconnaissance Orbiter

GrainsLab, Laboratorio de Materia Granular del IFUAP

Introducción

Los medios granulares se pueden definir como aquellos conjuntos de partículas macroscópicas que no son susceptibles al movimiento browniano, que disipan su energía principalmente por fricción y colisiones entre ellas. Ejemplo de ello son los granos de arroz, frijol, maíz, café, cemento, arena, grava, entre otros. Están presentes en una gran cantidad de escenarios naturales, como la arena que cubre la superficie de playas, desiertos, dunas, montañas, el fondo del océano, entre otros. Pero no solo se encuentra en nuestro planeta, también hay arena cubriendo la superficie de la luna, y la superficie de Marte es básicamente arena junto con grava y rocas, que también son ejemplos de materiales granulares. Por lo anterior, durante los últimos años, los materiales granulares han sido utilizados para reproducir a escala de laboratorio distintas morfologías observadas en superficies planetarias, y así poder comprender los mecanismos que les dieron origen.

En la literatura, el primer problema que se abordó fue la morfología de cráteres producidos por impacto. A escala de laboratorio, el experimento consiste en impactar una esfera sólida contra una cama de arena y estudiar el cráter que se produce. Los resultados mostraron que el diámetro del cráter escala con la energía de impacto como una ley de potencias con exponente $1/4$ [1, 2]. Esto ha sido demostrado usando distintos materiales granulares y dicho escalamiento está dentro del rango aceptado por la comunidad astronómica [3]. Dependiendo de la energía de impacto, el cráter resultante puede ser simple (forma de tazón) o complejo (con un pico central), véase **Figura 1**. Dichas morfologías se observan también en cráteres lunares [3]. El resultado del pico central a altas energías es debido a la fluidización del material granular por el impacto que produce la eyección de un chorro central que al colapsar forma un abultamiento en el centro del cráter [2]. Aunque este mecanismo es el más aceptado, el abultamiento central también puede ser producto de los residuos del proyectil que impacta, como se ha demostrado experimentalmente usando proyectiles granulares que se pulverizan con el impacto [4] y a través de simulaciones numéricas [5]. El mecanismo responsable a escala planetaria sigue en debate.

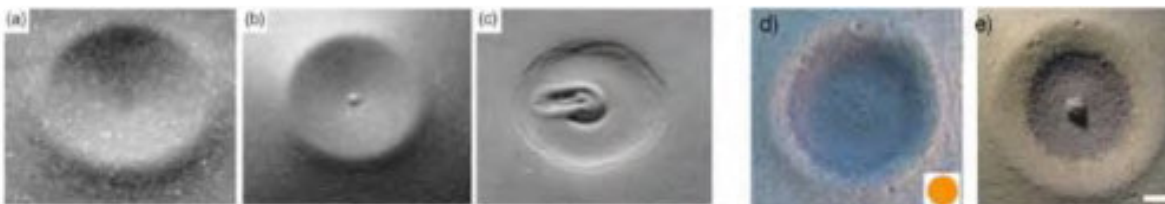


Figura 1. (a-c) (A. Walsh *et al.* PRL 2003) Diferentes morfologías producidas por el impacto de una esfera sólida en un medio granular: a) cráter simple, b) cráter con pico central y c) cráter con terrazas. (d-e) cráteres producidos por el impacto de un proyectil que se pulveriza tras el impacto: d) cráter simple, e) cráter con pico compuesto del remanente del proyectil (F. Pacheco-Vázquez *et al.* PRL 2011)

Recientemente, se ha incrementado exponencialmente el interés por replicar y describir distintas estructuras observadas en cuerpos celestes a través de experimentos a escala de laboratorio. Por ejemplo, en 2017, Shinbrot et. al. [6] estudiaron experimental y numéricamente la segregación por tamaño de partículas que golpean una superficie granular, con el fin de explicar la segregación observada en fotografías del asteroide Itokawa tomadas por la sonda espacial japonesa Hayabusa (ver Fig. 2).

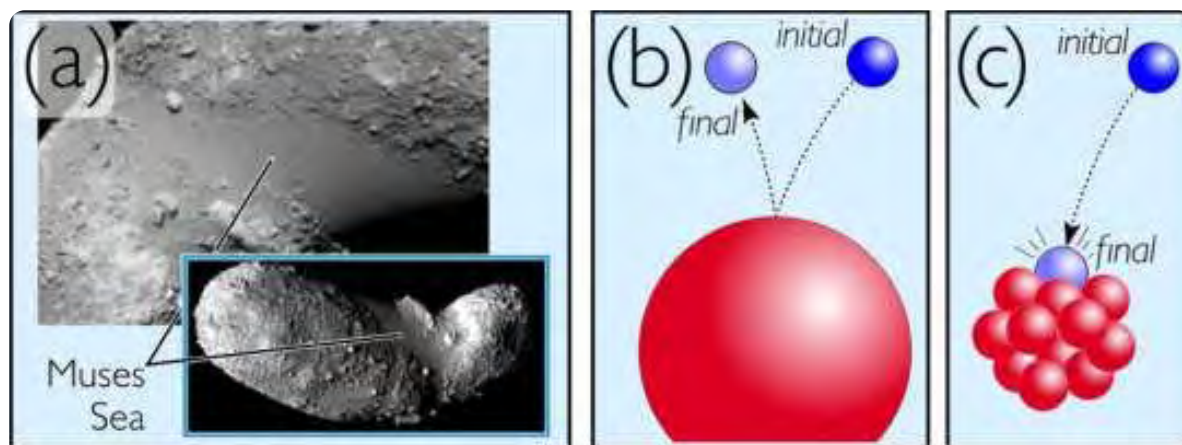


Figura 2. (a) Segregación de partículas observada en la superficie del asteroide Itokawa. Lagunas de pequeñas partículas rodeadas por zonas rocosas. (b-c) Esquema de rebote y pegado dependiendo del tamaño de las partículas usado para explicar segregación en Itokawa (Shinbrot, et. al. 2017).

En 2018, Sabuwala *et al* [7] demostraron que los sistemas de rayos, como los que se observan rodeando cráteres lunares (Fig 3a), pueden replicarse en el laboratorio si una esfera impacta contra una superficie granular ondulada.

El material expulsado forma un número dado de picos proporcional a la longitud de onda de la ondulación (Fig. 3b).

Otro mecanismo que puede generar sistemas de rayos es el impacto de un proyectil no esférico contra una cama de arena (ver Fig. 4a). En dicho mecanismo, se propone que los rayos surgen de las partes cóncavas de la superficie del proyectil [8]. Los proyectiles usados no son esferas perfectas sino cuerpos amorfos, cada rayo surge de las curvaturas cóncavas que hacen converger el material expulsado en direcciones determinadas (ver Fig. 4b). Además, se demuestra que un cráter se hace circular conforme la energía de impacto aumenta, independientemente de la forma del proyectil, lo que explica por qué la mayoría de los cráteres de impacto tienen forma circular independientemente de la forma del meteorito que les dio origen [8].

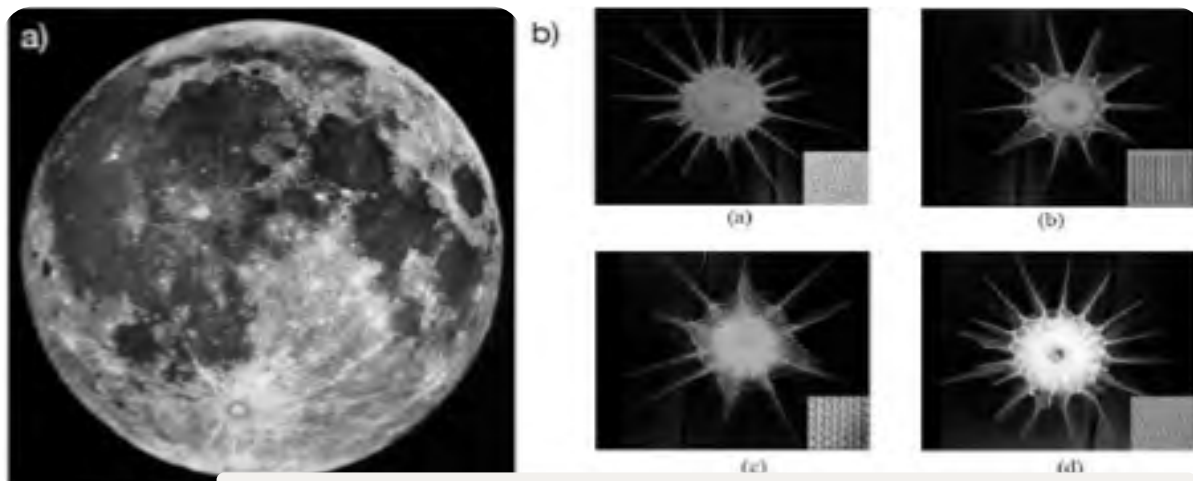


Figura 3. (a) Sistemas de rayos rodeando cráteres lunares permanecieron como un enigma desde su observación. Foto: Eleazar Trujillo García. (b) Sistemas de rayos producidos a escala de laboratorio por el impacto de una esfera sólida contra una superficie ondulada. El número de picos es proporcional a la longitud de onda de la ondulación (Sabuwala, et. al., PRL 2018).

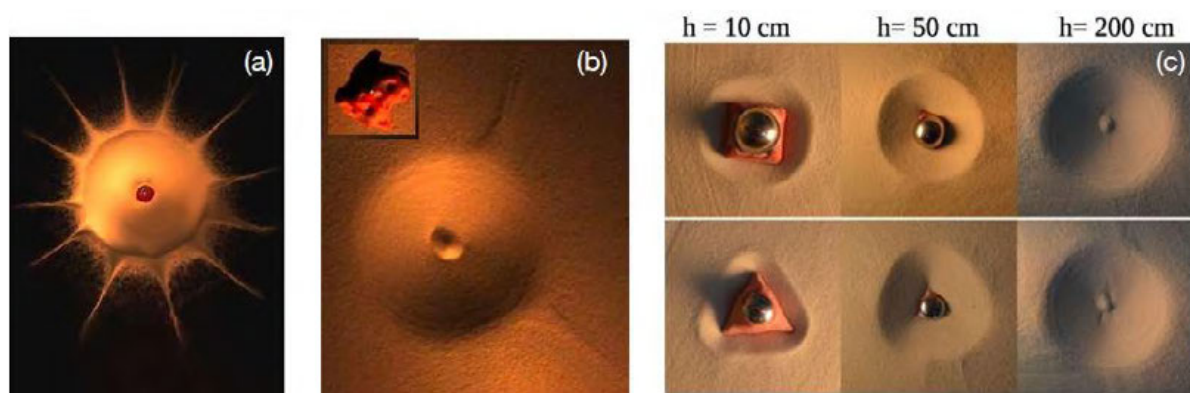


Figura 4. (a) Sistemas de rayos producidos por el impacto de un proyectil no esférico con múltiples curvaturas en su superficie. (b) Sistema de dos rayos producido por un proyectil que parece meteorito. Un rayo surge de cada curvatura cóncava del proyectil (mostrado en la esquina superior). (c) Conforme la energía de impacto (proporcional a h) aumenta, el cráter se hace circular independientemente de la forma del proyectil que lo crea (imágenes tomadas de F. Pacheco-Vázquez PRL 2019).

Hasta aquí se han mencionado estudios sobre cráteres de impacto [4, 8] pero también se han estudiado recientemente cráteres producidos por colapso de cavidades subterráneas [9], también el proceso de formación de avalanchas y el efecto del factor de empaquetamiento de los granos en la estabilidad y flujo de material [10]. Los estudios anteriores inspiran nuestro interés por investigar distintas estructuras observadas en superficies planetarias que continúan siendo un enigma para la comunidad científica. La **Figura 5** agrupa una serie de imágenes de los fenómenos de interés, los cuales se describen a continuación:

- a) Bandas oscuras de Marte. Estas enigmáticas estructuras se observan en zonas con pendientes pronunciadas en la superficie de Marte, tales como laderas o en las paredes de cráteres (ver Fig. 5). Dichas estructuras fueron visualizadas por las sondas MGS y MRO de la NASA a finales del siglo pasado. El proceso físico que les dio origen permanece incierto. No se comprende por qué son bandas inicialmente tan finas cuando una avalancha es regularmente menos definida.
- b) El cráter Herschel en Mimas. Este cráter de impacto es el mayor que existe en relación con el tamaño del cuerpo que lo contiene (ver Fig. 5b). Su diámetro es prácticamente $1/3$ del diámetro de Mimas, una de las lunas de Saturno. Es sorprendente que Mimas no fuera destruido durante la colisión del meteorito que creó el cráter, puesto que se han detectado pequeñas fracturas en la superficie del satélite. Por tal motivo, una pregunta interesante es determinar cuáles son las condiciones extremas en las cuales Mimas se hubiese fragmentado tras el impacto y, en general, en qué condiciones dos conglomerados granulares que impactan se fragmentan.

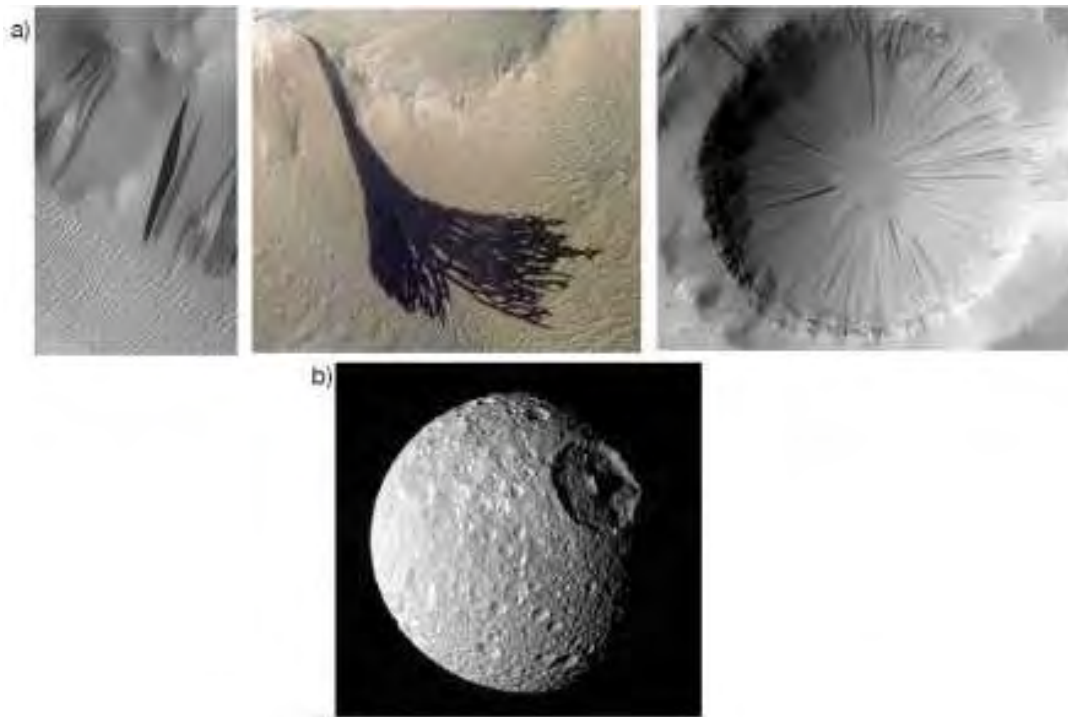


Figura 5. (a) Fotografías de bandas oscuras (dark slope streaks) observadas en las pendientes pronunciadas de la superficie de Marte. Imágenes de dominio público (NASA/JPL/University of Arizona). b) Cráter Herschel en Mimas, uno de los satélites de Saturno.

Hipótesis

- Se considera que las franjas oscuras de Marte fueron producidas por avalanchas de polvo producidas en regiones con un marcado contraste de factor de empaquetamiento.
- Existen valores críticos para la energía de impacto y tamaño de un asteroide (o proyectil granular) para que fracture el cuerpo al que impacta.

Objetivos

- Mediante el desarrollo de avalanchas a escala de laboratorio con materia granular, determinar el proceso de formación de bandas oscuras.
- Determinar el cociente de fractura $D1/D2$ de dos conglomerados de distintos diámetros para que el mayor sea fracturado por el menor, y estudiar la dinámica observada.

Materiales y métodos

En GrainsLab se cuenta con la infraestructura necesaria para desarrollar los sistemas experimentales planteados, y mediante esta propuesta se pretende principalmente adquirir equipos menores y consumibles que nos permitan la ejecución de estos. Los equipos útiles en los experimentos son:

- Arena, agua y cemento para fabricar los proyectiles.
- Una torre de lanzamiento de 5 metros de altura.
- Dos cámaras de alta velocidad con lentes e iluminación básica.
- Fuentes de poder programables para alimentar electroimanes y sincronizar impactos.
- Línea láser para caracterizar el perfil de la superficie antes y después de ser modificada.
- Una bocina vibradora
- Un contenedor cilíndrico con un orificio en el centro
- Moldes esféricos de distintos diámetros
- Una plataforma de resorte

Primero, se deben montar los sistemas experimentales correspondientes siguiendo las metodologías descritas a continuación.

Experimento 1. Producción de avalanchas que asemejen las bandas oscuras de Marte

El contenedor (inicialmente bloqueado) es llenado con arena y vibrado con la bocina para aumentar el factor de empaquetamiento. Después, el orificio se desbloquea y se filma desde una vista superior la descarga del material y la producción de avalanchas. El factor de empaquetamiento se incrementa de manera gradual para determinar si es posible reproducir las avalanchas en formas de bandas bajo estas condiciones. El experimento se repite para distintos tamaños de grano y posteriormente agregando efectos cohesivos.

Experimento 2. Impacto de conglomerados granulares

Con los moldes se fabrican dos conglomerados esféricos mezclando una pequeña cantidad de agua con arena y agregando cantidades mínimas de cemento, los cuales son secados en un horno para inducirles rigidez. Posteriormente, uno de los conglomerados se coloca en la plataforma y se lanza al objeto verticalmente hacia arriba. Simultáneamente, el segundo proyectil se deja caer verticalmente hacia abajo desde la torre de lanzamiento. La colisión es filmada lateralmente con dos cámaras de alta velocidad a 5000 cuadros por segundo.

Resultados/Discusión de resultados

Resultados esperados del experimento 1

Conocer el proceso de formación de bandas oscuras mediante el estudio de avalanchas a escala de laboratorio que pueden ser generadas por perturbaciones en una cama granular con factor de empaquetamiento elevado. Esto se basa en observaciones previas en experimentos sobre descargas de silos con alto factor de empaquetamiento [10].

Resultados esperados del experimento 2

Se determinarán cuáles son las condiciones (velocidad, cohesión, razón de diámetros, densidad de proyectiles) bajo las cuales se observan fracturas de proyectiles. Paralelamente, se desarrollarán simulaciones numéricas para tratar de reproducir la dinámica observada. La razón de diámetros será comparada con la observada en el cráter Herschel en Mimas, para determinar si nuestro experimento puede brindarnos información valiosa sobre las condiciones en las que dicho cráter surgió.

Conclusiones

Gracias a los avances científicos y tecnológicos, actualmente se puede obtener una gran cantidad de información de los satélites que se encuentran explorando al universo, imágenes de altísima calidad nos permiten observar fenómenos que se podrían entender recreando las condiciones a escala de laboratorio, lo cual nos permite contribuir al desarrollo de la ciencia desde el estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

- Al menos un artículo de investigación en una revista arbitrada.
- Dos tesis de licenciatura. Con ello se pretende impulsar la formación de capital humano a través de investigación de alto nivel.
- Presentar dicha investigación en el Congreso Nacional de Física 2021.

Agradecimientos

Se agradece al Dr. Felipe Pacheco Vázquez del IFUAP por su dedicación y asesoramiento en el desarrollo de este proyecto, así como a la FCFM-BUAP por la adquisición de conocimientos durante nuestra formación.

Referencias bibliográficas

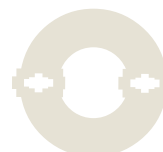
- [1] A. Q. Walsh, K. E. Holloway, P. Haddas, and J. R. de Bruyn. Morphology and Scaling of Impact Craters in Granular Media, *Phys. Rev. Lett.* 91, 104301 (2003).
- [2] J. S. Uehara, M. A. Ambroso, R. P. Ojha, and D. J. Durian. Low-speed impact craters in loose granular media. *Phys. Rev. Lett.* 90, 194301 (2003).
- [3] K. A. Holsapple, Lunar craters, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 21, 333 (1993).
- [4] F. Pacheco-Vázquez and J. C. Ruiz-Suárez, Impact Craters in Granular Media: Grains against Grains, *Phys. Rev. Lett.* 107, 218001, (2011).
- [5] Z. Yue, Projectile remnants in central peaks of lunar impact craters, *Nature Geoscience* 6(6):435-437 (2013).
- [6] T. Shinbrot, T. Sabuwala, T. Siu, M. Vivar-Lazo, P. Chakraborty, Size Sorting on the Rubble-Pile Asteroid Itokawa, *Phys. Rev. Lett.* 118, 111101 (2017).
- [7] T. Sabuwala, C. Butcher, G. Gioia, and P. Chakraborty, Ray Systems in Granular cratering, *Phys. Rev. Lett.* 120, 264501 (2018).
- [8] F. Pacheco-Vazquez, Ray systems and craters generated by the impact of non- spherical projectiles. *Phys. Rev. Lett.* (2019).
- [9] Loranca-Ramos. F.E., Carrillo-Estrada, J.L. and Pacheco-Vázquez, F. Craters and Granular Jets generated by Underground Cavity Collapse. *Phys. Rev. Lett.* 115 0280001 (2015).
- [10] F. Pacheco-Vázquez, A. Y. Ramos-Reyes and S. Hidalgo-Caballero, Surface depression during the discharge of closed packed grains from a silo, *Phys. Rev. E* 96, 022901 (2017).

Modelación Multiescala de la Síntesis de nanopartículas de ZnO: Cinética Química e Inestabilidad de Turing

Mendoza, Báez-Raúl*, Morales, Sánchez-Marco Antonio

^a Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química, Av.
San Claudio y 18 Sur S/N. San Manuel, 72570 Puebla, México

*mendozabaezr@gmail.com



Área I
Físico-matemáticas
y de la tierra

Resumen

Se estudió a modelación multiescala la síntesis de nanopartículas de óxido de zinc (ZnONPs) proponiendo un sistema de reacción-difusión basado en su mecanismo de reacción de tres etapas por método hidrotermal: (1) disociación del precursor, (2) formación del complejo aniónico y (3) obtención de la nanopartícula de ZnO. La reactividad de los compuestos químicos presentes en las reacciones del mecanismo se evaluó empleando la Teoría de los Funcionales de la Densidad (DFT) empleando el método PBEPBE/LanL2DZ. A través de simulación computacional y la solución numérica del modelo de reacción-difusión propuesto, permite reproducir morfologías tridimensionales de ZnONPs similares a algunas reportadas experimentalmente, tales como tubos, esferas, pseudo esferas, octaedros, hojuelas, óvalos y en forma de nueces.

Palabras clave

ZnO nanopartículas, sistemas de reacción-difusión, morfología, modelación Ab Initio.

Abstract

The synthesis of zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) was studied in multiscale modeling, proposing a reaction-diffusion system based on its three-stage reaction mechanism by hydrothermal method: (1) dissociation of the precursor, (2) formation of the anionic complex, and (3) obtaining the ZnO nanoparticle. The reactivity of the chemical compounds present in the reactions of the mechanism was evaluated using the Density Functional Theory (DFT) using the PBEPBE / LanL2DZ method. Through computational simulation and the numerical solution of the proposed reaction-diffusion model, it allows the reproduction of three-dimensional morphologies of ZnONPs similar to some reported experimentally, such as tubes, spheres, pseudo spheres, octahedron, sheet-like, ovals, and nut-like.

Keywords

ZnO nanoparticles, reaction-diffusion systems, morphology, Ab Initio modeling.

Glosario de abreviaturas y símbolos

ZnONPs, Nanopartículas de óxido de zinc

DFT, Teoría del Funcional de la Densidad

τ , Tiempo adimensional

μ , Potencial químico

η , Dureza global

ω , Índice de electrofilicidad

I , Potencial de ionización

A , Afinidad electrónica

Introducción

Actualmente, en el estado de Puebla, México, existe un gran problema ambiental debido a la contaminación del agua, provocada por las enormes cantidades de desechos que se vierten diariamente sobre el Río Atoyac, principalmente, por la industria textil de la región. Estas actividades manufactureras textiles generan aguas residuales que contienen diversos contaminantes químicos como aditivos y colorantes, las cuales se descargan al drenaje municipal o canales de riego que finalmente desembocan en el Río Atoyac y, en la mayoría de los casos, sin un tratamiento previo o con tratamientos inefficientes e inadecuados [1]. Por esta razón, recientes investigaciones locales han mostrado diferentes medios para degradar los colorantes contaminantes presentes en el agua, tales como enzimas peroxidasas de chayote (*Sechium edule* SW), catalizadores de paladio con radiación solar, y catalizadores de TiO_2 y ZnO/TiO_2 [2], [3], [4]. Los materiales nanoestructurados han sido motivo de interés para los científicos desde hace algunos años debido a la amplia variedad de aplicaciones que pueden tener. Dichas aplicaciones dependen principalmente del tamaño y la morfología que presentan las nanopartículas. Por ejemplo, para la degradación de colorantes en agua por medio de adsorción, se han empleado nanopartículas semiconductoras de ZnO [5], [6], [7] y polvos de TiO_2 dopados con carbono [8], mostrando que se requiere de una gran área superficial de contacto y de tamaños nanométricos para una degradación eficiente. Sin embargo, también han sido reportados mecanismos de degradación basados en el efecto fotoeléctrico donde las nanopartículas de ZnO/TiO_2 empleadas poseen un área superficial de contacto muy baja [9]. Otro material importante empleado para la degradación de moléculas contaminantes ha sido el fosfato de plata, AgPO_4 , del cual recientemente se estudió que la forma y tamaño de sus partículas favorecen la producción de moléculas de O_2^* o H_2 para controlar el mecanismo de recombinación de estas moléculas, las cuales mejoran el mecanismo de la degradación de un colorante específico [10], [11]. En particular, uno de los nanomateriales semiconductores con mayor interés industrial es el ZnO , ya que cuenta con propiedades antimicrobianas, principalmente contra patógenos transmitidos por los alimentos y bacterias de descomposición [12], [13], [14]. Además, poseen una alta energía de enlace (60 meV), un band-gap directo de 3.37 eV, y está cercano en el rango espectral ultravioleta [15]. Experimentalmente han sido sintetizadas y caracterizadas ZnONPs con una amplia variedad de morfologías, tales como nanovarillas, tipo espada, hojuelas o tipo platos, nanoflores, esféricas, octaédricas, entre muchas otras más, las cuales presentan diferentes propiedades y aplicaciones [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23].

En 1952, A. Turing predijo la existencia de estructuras estacionarias ocasionadas por roturas espaciales de la simetría en sistemas biológicos con una base química [24]. Además, demostró que un sistema de reactivos uniformemente distribuidos puede presentar una inestabilidad debido al acoplamiento entre cinética química de una reacción y su difusión para una determinada concentración de reactivos, provocando la generación de una estructura estacionaria y periódica en el espacio. A los sistemas que evolucionan en el tiempo con un comportamiento dependiente de forma no-lineal de sus variables importantes, se les denomina sistemas con dinámica no-lineal [25], mientras que al comportamiento no lineal que mantiene a un sistema lejos del equilibrio se le conoce como inestabilidad inducida por difusión. Estudios recientes comprueban que la simulación numérica de procesos no lineales mediante sistemas de reacción-difusión permite reproducir estructuras tridimensionales de biomorfos similares a las reportadas experimentalmente [26]. Además, otro tipo de modelos como los modelos de campos de fase han demostrado reproducir por simulación computacional nanodiscos hexagonales de fosfato de plata [27] o estructuras cristalinas de largo alcance [28].

En este trabajo, se simula computacionalmente a diferentes escalas el mecanismo de reacción de la síntesis de nanopartículas de óxido de zinc (ZnONPs) por métodos hidrotermales y en solución, mediante: un mecanismo de reacción a través de cálculos de primeros principios a escala molecular; un modelo de reacción-difusión a escala macroscópica; mientras que la influencia de parámetros de control fisicoquímicos como el pH, la temperatura, concentraciones iniciales y velocidades de reacción del modelo revelan que a escala mesoscópica (una escala intermedia entre las dos anteriores) las diferentes morfologías nanométricas experimentalmente obtenidas de ZnONPs, pueden ser reproducidas mediante simulación computacional con la solución numérica tridimensional de las ecuaciones del modelo de reacción-difusión propuesto. Diversos autores han propuesto mecanismos de reacción y crecimiento para síntesis acuosa/hidrotermal [29], [30], [31], [32], [33], sin embargo, en este artículo se tomará el descrito por Wu *et al* [29].

Materiales y métodos

Modelo Molecular *Ab Initio*

Se realizaron cálculos computacionales bajo la teoría de los funcionales de la densidad (DFT) para todas las moléculas involucradas en el mecanismo de reacción de la síntesis de óxido de zinc. Utilizando el software Gaussian 09, la energía total y la geometría de cada molécula fue optimizada individualmente empleando el funcional PBEPBE y el conjunto de bases LanL2DZ. El análisis de datos se realizó utilizando GaussView 6.0 (Gaussian, Inc.). La reactividad química de las moléculas es expresada con base en los orbitales HOMO y LUMO usando el teorema de Koopmans [34]. El potencial de ionización y la afinidad electrónica (Ecuaciones 1) de las moléculas está relacionado con la energía de los orbitales HOMO y LUMO, respectivamente.

Por lo tanto, el potencial químico, la dureza global y el índice de electrofilicidad (ω) se pueden calcular con las ecuaciones (2) [35], respectivamente:

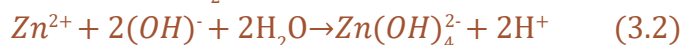
$$I = -E_{\text{HOMO}} \quad A = -E_{\text{LUMO}} \quad (2)$$

Donde E es la energía total, N es el número de electrones y $v(r)$ es el potencial externo del sistema [36].

$$\mu = \left(\frac{\partial E}{\partial N} \right)_{v(r)} = \frac{-I + A}{2} \quad \eta = \left(\frac{\partial^2 E}{\partial N^2} \right)_{v(r)} = \frac{I - A}{2} \quad \omega = \frac{\mu^2}{2\eta} \quad (2)$$

Mecanismo de Reacción de la Síntesis de ZnO

En este trabajo se tomará el mecanismo de reacción descrito por C. Wu *et al.* [29] para síntesis de nanoestructuras de ZnO, en el cual a partir de una sal de zinc se obtiene $\text{Zn}(\text{OH})_2$ coloidal en una solución alcalina y posteriormente se disocia en Zn^{2+} y OH^- (3.1). Cuando la concentración de iones disociados alcanzan el grado de supersaturación de ZnO, se forma el complejo $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ (3.2) que funge como unidad de crecimiento para la posterior formación de los núcleos de ZnO (3.3).



Se realizó un cambio de variable para las concentraciones de las moléculas con zinc tal que $x=[Zn(OH)_2]$, $y=[Zn^{2+}]$, $z=[Zn(OH)_4^{2-}]$ y $p=[ZnO]$. Aplicando la ley de acción de masas para cada reacción se obtiene el siguiente sistema dinámico:

$$\frac{dx}{dt} = -k_1 x \quad \frac{dp}{dt} = k_3 z \quad (4.1)$$

$$\frac{dy}{dt} = k_1 x - k_2 y [OH^-]^2 \quad \frac{dz}{dt} = k_2 y [OH^-]^2 - k_3 z \quad (4.2)$$

Donde k_i es la constante de velocidad de reacción de cada paso. A partir del sistema anterior (4) se desarrolló un sistema adimensional de ecuaciones diferenciales (5) proponiendo las variables adimensionales $X = \frac{k_1 x}{k_3 [OH^-]}$, $Y = \frac{k_2 [OH^-] y}{k_3}$, $Z = \frac{k_1 z}{k_3 [OH^-]}$, $P = \frac{k_1 p}{k_3 [OH^-]}$, $\tau = tk_1$ teniendo como parámetros adimensionales de control a

$$v = \frac{k_3}{k_1} y \quad \rho = \frac{k_2 [OH^-]^2}{k_1}$$

$$\frac{dX}{d\tau} = -X \quad \frac{dP}{d\tau} = \rho Z \quad (5.1)$$

$$\frac{dY}{d\tau} = v \quad \frac{dZ}{d\tau} = Y - \rho Z \quad (5.2)$$

Modelo de Reacción-Difusión de la síntesis de ZnO

El modelo del mecanismo de reacción presentado en este trabajo está representado por:

$$\frac{\partial Y}{\partial \tau} = f(Y, Z) + D_Y \nabla^2 Y \quad (6)$$

$$\frac{\partial Z}{\partial \tau} = g(Y, Z) + D_Z \nabla^2 Z \quad (7)$$

Donde $f(Y, Z)$ y $g(Y, Z)$ son las funciones de reacción, mientras que D_Y y D_Z son los coeficientes de difusión de los términos difusivos $\nabla^2 Y$ y $\nabla^2 Z$, respectivamente. En ausencia de difusión, el sistema en (6-7) queda reducido a las ecuaciones (5.2) con $X = ce^{-\tau}$, cuyo estado estable es definido como $(Y, Z) = (Y_0, Z_0)$ tal que: $f(Y_0, Z_0) = g(Y_0, Z_0) = 0$.

Es posible obtener una aproximación lineal de las funciones $f(Y, Z)$ y $g(Y, Z)$ mediante el jacobiano $J(Y_0, Z_0)$, es decir, se puede linealizar los términos no lineales mediante:

$$J(Y_0, Z_0) = \left(\frac{\partial f}{\partial Y} \frac{\partial f}{\partial Z} \frac{\partial g}{\partial Y} \frac{\partial g}{\partial Z} \right) = v\rho \quad (8)$$

A partir de (12) podemos obtener los valores propios (λ) del determinante que considera la difusión. Obteniendo así, una ecuación cuadrática $\lambda^2 \cdot (Tr[J] + k^2 [D_Y + D_Z])\lambda + (k^4 D_Y D_Z - \rho k^2 D_Y v k^2 D_Z + J(Y_0, Z_0)) = 0$ de los valores propios con solución $\lambda_{\pm} = \frac{(-\beta(k^2) \pm \sqrt{\beta(k^2)^2 - 4\gamma(k^2)})}{2}$, donde $Tr[J] = -v \cdot \rho$ y $\beta(k^2) = -(Tr[J] + k^2 [D_Y + D_Z])$ y $\gamma(k^2) = (k^4 D_Y D_Z - \rho k^2 D_Y v k^2 D_Z + J(Y_0, Z_0))$.

La inestabilidad de Turing inducida por difusión ocurre cuando una de las raíces de la ecuación cuadrática cumple que la parte real de $\lambda > 0$ para algún $k^2 > 0$ que, a su vez, es cierto cuando $\gamma(k^2) > 0$ y $\beta(k^2) < 0$, o viceversa. Sin embargo, para conocer el valor de la relación entre los coeficientes de difusión, D_Y y D_Z , se hará el siguiente tratamiento donde $|J(k^2)| = 4DJ(Y_0, Z_0) - (\frac{df}{dY} + v \frac{dg}{dZ})^2 = 0$ y $D = \frac{D_Y}{D_Z}$, obteniendo que:

$$D_{\pm} = \left(\frac{v}{\rho}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{v}{\rho}\right)^2 v^2} \quad (9)$$

Método numérico

Las ecuaciones (6) y (7) fueron consideradas en un dominio cuadrado y se resolvió en una cuadrícula con 128×128 sitios mediante un método de Euler simple con un paso de tiempo $\Delta t = 0.05$, y discretizando el Laplaciano como lo descrito por Barrio *et al* [37]. La implementación del método numérico fue realizado mediante librerías de Python 2.7 tales como numpy, matplotlib, pickle, tkinter y mayavi.

Resultados/Discusión de resultados

Simulación computacional y resultados numéricos de la Cinética química

Las imágenes de las estructuras optimizadas de las moléculas de zinc estudiadas se muestran en la **Figura 1**. La longitud de enlace σ Zn-O de la molécula de óxido de zinc es de 1.764 Å, la cual es más corta que la longitud del enlace σ Zn-O de las moléculas de hidróxido de zinc (1.818 Å) y del complejo zincato (2.040 Å). La **Tabla 1** resumen los valores de los descriptores moleculares cuánticos para cada especie química que interviene en el mecanismo de reacción. El valor del gap molecular HOMO-LUMO del ZnO (0.511 eV) es mucho menor comparado con su energía de band gap experimental (~3.3 eV), sin embargo, no deben confundirse estos dos términos, pues este último considera la periodicidad de la red en

sistemas extendidos. El gap molecular HOMO-LUMO y el band gap electrónico de una misma especie química pueden no ser cercanos [38]. La dureza global puede ser entendida como la resistencia a la transferencia de carga del sistema. Por otro lado, el potencial químico electrónico corresponde a la capacidad de un sistema para donar electrones, de tal modo que la transferencia de electrones entre reactantes fluye desde el potencial más alto hacia el más bajo. El índice de electrofilicidad determina el carácter electrófilo de una molécula con un alto valor ω , es decir, mide la tendencia de las especies químicas a aceptar electrones. Entonces, en la reacción (Eq. 6.2) el catión de zinc actuará como un receptor de electrones mientras que el anión hidroxilo y la molécula de agua fungirán como donadores de electrones, dado que $\mu_{\text{OH}^-} > \mu_{\text{H}_2\text{O}} > \mu_{\text{Zn}^{2+}}$, lo cual justifica la formación del complejo zincato.

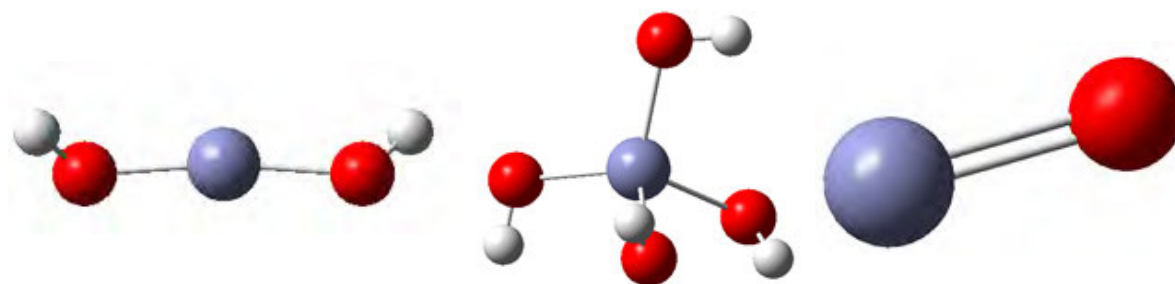


Figura 1. Geometría optimizada de las estructuras de las moléculas de zinc: a) Zn(OH)_2 , b) Zn(OH)_4^{2-} y c) ZnO . Los átomos de zinc, oxígeno e hidrógeno están representados en esferas de color azul, rojo y blanco, respectivamente.

Tabla 1. Energías (eV) de los orbitales HOMO-LUMO y de los descriptores moleculares globales:, y, para las moléculas de zinc y el ión hidroxilo, con una metodología DFT/PBEPBE/LanL2DZ.

Descriptores	Zn(OH)_2	Zn(OH)_4^{2-}	ZnO	$(\text{OH})^-$	Zn^{2+}	H_2O
EHOMO	-6.0958976	4.70213	-5.28799117	5.199826	-34.39929	-6.43168627
ELUMO	-2.20303486	8.44669	-4.77614475	10.33815	-20.0749375	0.9300856
E_g HOMO-LUMO	3.89286274	3.74456	0.51184642	5.138324	14.3243525	7.36177187
$I = -EHOMO$	6.0958976	-4.70213	5.28799117	-5.199826	34.39929	6.43168627
$A = -ELUMO$	2.20303486	-8.44669	4.77614475	-10.33815	20.0749375	-0.9300856
$\eta = (I - A)/2$	1.94643137	1.87228	0.25592321	2.569162	7.16217625	3.68088594
$\mu = -(I + A)/2$	-4.14946623	6.57441	-5.03206796	7.768988	-27.2371138	-2.75080034
$\omega = \mu^2/2\eta$	4.422984098	11.54284264	49.4713003	11.7464711	51.7901501	1.0278643

Para conocer la cinética química del modelo propuesto, se resolvió el sistema de ecuaciones (8) en su forma adimensional, siendo v y ρ los parámetros de control que dependen de las constantes de velocidad de reacción (k_1, k_2, k_3) así como del pH del medio en el que se lleva a cabo la reacción. La Figura 2a muestra la solución del sistema de ecuaciones, mostrando la influencia de la variación de los parámetros de control. Se observa claramente que al aumentar el valor de ρ la concentración máxima del complejo $Zn(OH)_4^{2-}$ disminuye considerablemente, mientras que el cambio en concentración máxima de Zn^{2+} es despreciable. Sin embargo, ocurre lo inverso para el cambio del parámetro v , ya que al aumentar v aumenta notablemente la concentración máxima de Zn^{2+} , mientras que la concentración máxima del complejo zincato permanece casi constante. Es importante mencionar que son diversos factores los que intervienen en la morfología de la partícula, tales como el solvente utilizado, pH , difusión de los reactivos, la energía libre de superficie y la presencia de especies de alto peso molecular [39], [40], [41], [42], [43].

Simulación 3D del sistema de reacción-difusión a temperatura ambiente

Cuando se establece la condición de temperatura ambiente, las constantes de velocidad k_i y los parámetros v y ρ deberán ser $k_{i,0}$, v^0 y ρ^0 , respectivamente, es decir, las constantes de velocidad y los parámetros adimensionales a una $T_0 = 298.15$ K (25 °C). Sin embargo, no hay información experimental que describa los valores de estas constantes de velocidad a temperatura ambiente, por lo tanto, no podemos definir un valor fijo para los parámetros v^0 y ρ^0 . Entonces, se realizará una variación de estos parámetros para estudiar su influencia en el sistema. La ecuación (16) establece que para obtener valores reales del cociente D , el valor del parámetro ρ^0 debe estar definido en el intervalo $-1 \leq \rho^0 \leq 1$, de lo contrario, se obtendrían números complejos. Sin embargo, dado que el parámetro ρ^0 depende de valores que solo pueden ser positivos (constantes de reacción y pH), entonces este parámetro también solo podrá ser positivo, limitándolo a $0 < \rho^0 \leq 1$. Además, conforme el valor de ρ^0 se aproxime a 1.0, la diferencia entre los dos posibles valores de D se aproximará a cero, $|D_+ - D_-| \cong 0$. La parte real de los valores propios (o autovalores) de la matriz característica linealizada del par de ecuaciones (9) y (10) se observa en la Figura 2b, donde mostramos los valores propios (λ_+) correspondientes a diferentes conjuntos de parámetros formados por las combinaciones posibles de $v=1; 10$ y $\rho=0.1; 0.5; 0.9$, empleando el valor positivo del cociente de los coeficientes D_- . La solución λ_- no será considerada ya que no presentaba inestabilidad ($\lambda_- < 0$). Entonces, enfocándonos exclusivamente en la solución λ_+ , se puede apreciar la región de inestabilidad con diferentes combinaciones de v^0 y ρ^0 . En general, es notable que la inestabilidad

se ve favorecida con valores de v más bajos. Potheher *et al.* [44] describen que los iones Zn^{2+} y OH^- producidos por la disociación del hidróxido de zinc en la síntesis de ZnO NPs por método de precipitación, son quienes determinan la formación y crecimiento de las nanopartículas con morfología esférica, debido a un grado de sobresaturación del ZnO . Mientras que cuando se emplea una síntesis hidrotermal asistida por microondas se favorece la producción de $Zn(OH)_4^{2-}$, la cual actúa como unidad de crecimiento para la formación de nanopartículas en forma de varilla (ZnO Nanorods), debido al crecimiento preferencial a través de la dirección (0001).

La **Figura 3** muestra la variedad de morfologías tridimensionales y su evolución en el tiempo obtenidos a través de la simulación computacional para los valores de D_+ , tomando como ejemplo las combinaciones posibles de $v^\circ=1; 10$ y $\rho^\circ=0.1; 0.5; 0.9$ a un tiempo adimensional inicial $\tau = 250$ hasta un tiempo final $\tau=500$. La diferencia de colores entre cada simulación (morfologías) es debido a que fueron consideradas diferentes isosuperficies. Se observa que cuando $D_z \gg D_y$ está favorecida, la formación de partículas octaédricas a tiempos relativamente cortos, es decir, el crecimiento es rápido para la transición esférica-rómbica. Por otro lado, cuando $D_z < D_y$ el núcleo crece lentamente, permaneciendo en su forma esférica aun a tiempos largos y, conforme los valores de los coeficientes de difusión se aproximen ($D_z \approx D_y$) se favorece la formación de partículas pseudo-esféricas. Estos resultados muestran que a través del tiempo existe una transición de fase esférica-pseudoesférica-octaédrica para la mayoría de los casos, cuya velocidad de transición y crecimiento está determinada por la relación entre los coeficientes de difusión ($D_\pm$) que, a su vez, está determinado por los parámetros adimensionales v° y ρ° .

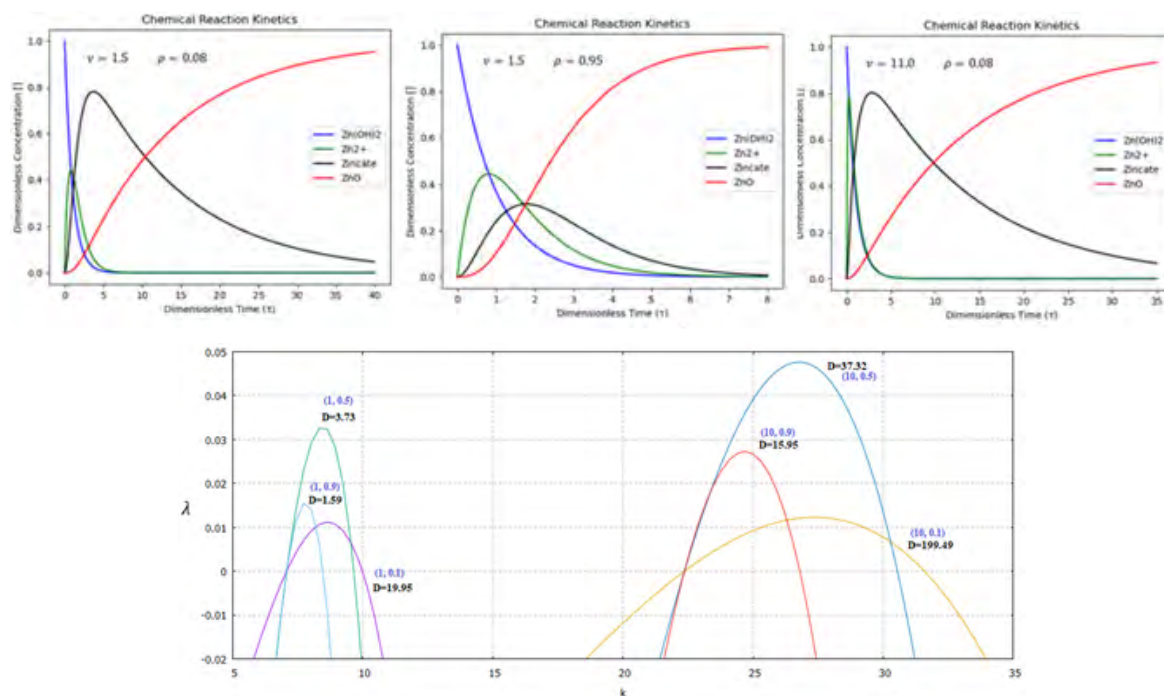


Figura 2. a) Cinética de reacción a diferentes valores de los parámetros de control v y ρ ; b) Valores propios λ_+ de la Ec. (13) considerando las combinaciones entre $v^\circ=1; 10$ y $\rho^\circ=0.1; 0.5; 0.9$ (v°, ρ°), con D_+ .

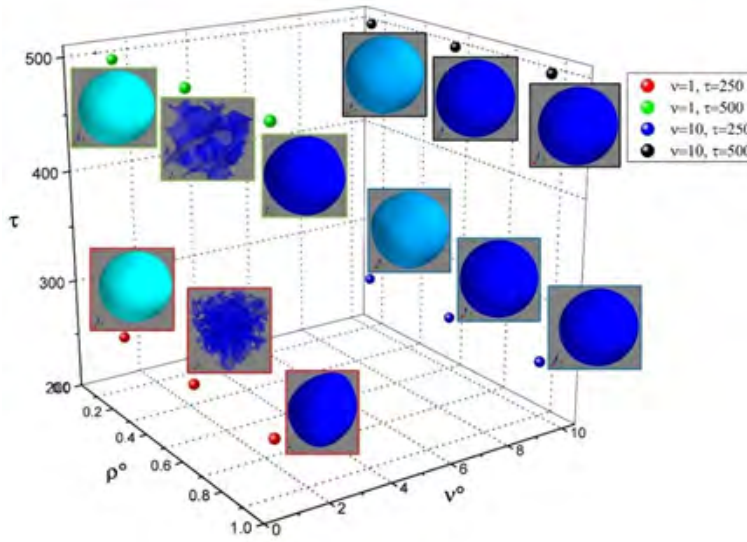


Figura 3. Simulación tridimensional de la nucleación de las ZnO NPs, con D_+ , $dt=0.05$ y $D_Y=0.02$.

Simulación 3D del Sistema de Reacción-Difusión a Temperatura Diferente de Ambiente

Para estudiar cómo influye la temperatura en el proceso de síntesis, se considerará la ecuación de Arrhenius en los parámetros de control, de tal forma que:

$$v(T) = v^\circ \cdot e^{-\frac{E_3-E_1}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \quad \rho(T) = \rho^\circ \cdot e^{-\frac{E_2-E_1}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \quad (10)$$

Donde $v^\circ = \frac{k_{3,0}}{k_{1,0}}$ y $\rho^\circ = \frac{k_{2,0}}{k_{1,0}} [\text{OH}^-]^2$, siendo $k_{i,0}$ la constante de velocidad de reacción a temperatura ambiente y E_i la energía de activación para cada reacción individual. Entonces, se obtendrá una ecuación particular (11) para el cociente de los coeficientes de difusión dependiente de la temperatura y de la diferencias entre las energías de activación.

$$D(T)_\pm = \left(\frac{v^\circ}{\rho^\circ} e \right)^{-\frac{\Delta E_{3,2}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \pm \sqrt{\left(\frac{v^\circ}{\rho^\circ} e \right)^{-\frac{\Delta E_{3,2}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \left(\frac{v^\circ}{\rho^\circ} e \right)^{-\frac{\Delta E_{3,2}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}}$$

La energía de activación para las reacciones individuales (3.1), (3.2) y (3.3) se tomarán de lo descrito por Searson *et al.* [45], quienes mencionan que la energía de activación total en la síntesis de nanopartículas de ZnO en una solución de 2-propanol son dependientes de la sal precursora, $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$, $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2$ y ZnBr_2 , con valores de 33.77, 44.38 y 20.26 kJ/mol, respectivamente. Por lo tanto, emplearemos valores arbitrarios aproximados de $E_1=30$ kJ/mol $E_2=25$ kJ/mol y $E_3=35$ kJ/mol, cercanos a los reportados experimentalmente. Los valores de ΔE_i pueden variar significativamente dependiendo de las características propias del

método de síntesis y de las condiciones experimentales. Entonces, $\Delta E_{3,1}$ podría definirse como una función que depende de la temperatura a un valor fijo de $\Delta E_{3,2}$, como se muestra en la **Figura 4**. Además, se observa que el aumento de v° y la disminución de ρ° provocan un aumento en el valor de D_+ . Existen dos factores que limitan los valores permitidos de $\Delta E_{3,1}$, hasta llegar al límite en el cual $\Delta E_{3,1} = \Delta E_{3,2}$. Dichos factores son el aumento de la temperatura y, principalmente, los valores altos del parámetro ρ° (véase **Figura 4**). De forma análoga a como se realizó a temperatura ambiente, graficamos los valores propios (λ_+) correspondientes a diferentes conjuntos de parámetros formados por las combinaciones posibles de $v^\circ=1; 10$ y $\rho^\circ = 0.1; 0.5; 0.9$, empleando el valor positivo del cociente de los coeficientes D_+ (**Figura 5**), a una temperatura de 60 °C (333.15 K).

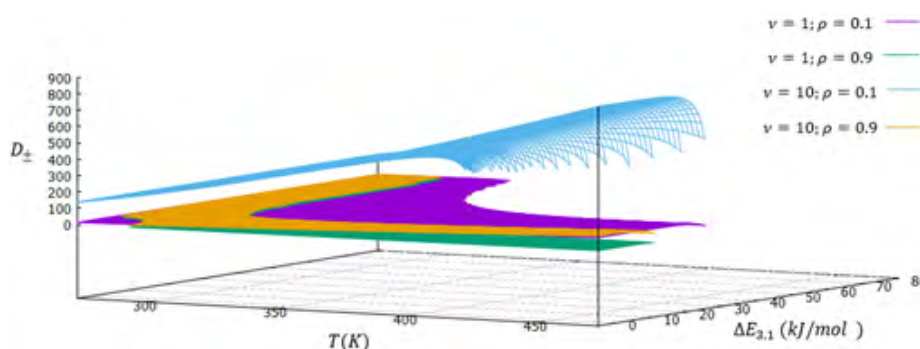


Figura 4. Función D_+ dependiente de $\Delta E_{3,1}$ y T , con $\Delta E_{3,2} = 10$ kJ/mol para las combinaciones posibles de $v^\circ=1; 10$ y $\rho^\circ=0.1, 0.9$.

La consideración de los efectos de la temperatura provoca que existan más variables en juego en la formación de las nanopartículas, aumentando enormemente el número de posibles combinaciones de parámetros. Por esta razón, limitamos el número de simulaciones fijando $\Delta E_{3,1}=5$ kJ/mol y empleando temperaturas de 50, 70 y 120 °C, basado en las investigaciones experimentales resumidas en la Tabla 2. En la **Figura 6** se muestran morfologías obtenidas bajo las condiciones descritas en la **Tabla 2**, las cuales son similares a algunas reportadas experimentalmente. El color de cada partícula depende de la isosuperficie considerada, siendo el color rojo la densidad más alta y el color azul la densidad más baja. Todas las imágenes fueron obtenidas con Mayavi2 (<https://github.com/enthought/mayavi>).

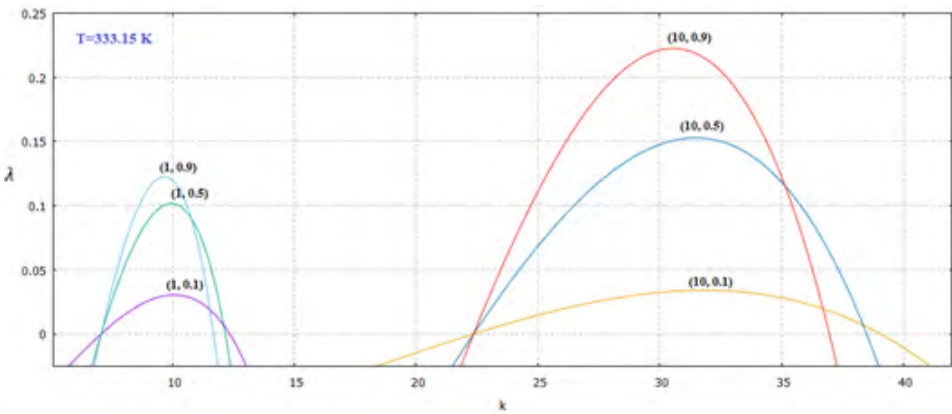


Figura 5. Valores propios λ_+ de la Ec. cuadrática con parámetros ν y ρ dependientes de la temperatura considerando las combinaciones entre $\nu^\circ=1; 10$ y $\rho^\circ=0.1; 0.5; 0.9$ (ν°, ρ°), con D_+ para $T=60^\circ\text{C}$

Tabla 2. Valores de los parámetros para las morfologías obtenidas a partir de la simulación tridimensional dependiente de la temperatura.

No.	ν°	ρ°	$\Delta E_{3,2}$	$T \text{ (}^\circ\text{C)}$	τ	$D_{\pm}$	$T(\text{C}^\circ)$ Experimental	Morfología
a)	0.25	0.125	0.0	50	495	D(+)	Ambiente	Pseudo-esfera [48]
b)	0.25	0.125	1.0	70	245	D(+)	85	Amorfa [21]
c)	1.0	0.5	0.5	70	25	D(-)	140	Tipo nuez [21]
d)	1.0	0.5	1.0	120	15	D(-)	40-50	Octaedro [46]
e)	1.0	0.5	0.0	120	796	D(-)	150	Tubo [47]



Figura 6. Morfologías obtenidas a partir de los datos de la Tabla 2, presentado formas de a) óvalo, b) pseudo-esfera, c) tipo nuez, d) octaedro, y e) tipo tubo.

Conclusiones

El modelo matemático multiescala basado en el sistema de reacción-difusión propuesto en este trabajo ha demostrado reproducir exitosamente una amplia variedad de morfologías de partículas de óxido de zinc, considerando exclusivamente aquellas sintetizadas por métodos hidrotermales, solvotermales y de solución. A nivel molecular, se estableció la estabilidad química de todas las moléculas presentes en el mecanismo de reacción, así como su reactividad química. El modelo más simple, a temperatura ambiente, muestra que está favorecida la formación de partículas esféricas, pseudo-esféricas y tipo hojas/hojuelas. Sin embargo, cuando se consideran los efectos de la temperatura, aumenta el número de variables del modelo y se obtiene mayor diversidad de morfologías, tales como tubos, esferas, pseudo esferas, octaedros, hojuelas, óvalos y en forma de nueces. Este modelo multiescala permitirá conocer los parámetros adecuados para sintetizar nanopartículas de ZnO con una morfología de interés, y así, hacer experimentos de forma más eficiente tanto en tiempo como en costos. Además, un factor importante de este modelo es que puede predecir nuevas morfologías que aun no han sido sintetizadas experimentalmente, las cuales, también podrían ser aplicadas en la degradación de colorantes contaminantes en aguas del estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

En un futuro, se estudiarán otros mecanismos de reacción propuestos en la literatura, y así, comparar y conocer cuál satisface mejor la predicción de morfologías. Además, es necesario establecer dentro del modelo una metodología que permita establecer las dimensiones (nanométricas o micrométricas) de las partículas obtenidas computacionalmente, con el fin de tener una mejor comparación entre lo teórico y lo experimental. Por último, se trabajará de forma experimental en la síntesis de ZnONPs con nuevas morfologías predichas por el modelo multiescala, y aplicándolas para la degradación de colorantes contaminantes en agua.

Referencias bibliográficas

- [1] Procuraduría Federal de Protección al Ambiente PROFEPA (25 de Febrero 2015). Operativo conjunto de PROFEPA, CONAGUA y COFEPRIS clausura 9 empresas altamente contaminantes que vertían residuos peligrosos al Río Atoyac. México, D. F. Disponible en: URL:<http://goo.gl/E7AXsn>
- [2] B. Ángel-Hernández, “Fotodegradación de contaminantes presentes en el efluente de la PTAR San Francisco de la Ciudad de Puebla, mediante catalizadores de TiO₂ y ZnO/TiO₂”, Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue., México, 2018.
- [3] I. A. Alonso-Calderón, “Remoción de fenol, 2-clorofenol y colorantes textiles utilizando un concentrado de peroxidasas de chayote (*Sechium edule* SW)”, Tesis de Doctorado, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue., México, 2014.
- [4] E. Valerdi-Negreros, “Degradación de colorantes en agua mediante diversos catalizadores de paladio y radiación solar”, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue., México, 2015.
- [5] A. R. Khataee, y M. Zarei, “Photocatalysis of a dye solution using immobilized ZnO nanoparticles combined with photoelectrochemical process”, *Desalination*, vol. 273, no. 2-3, pp. 453–460, 2011. doi:10.1016/j.desal.2011.01.066
- [6] A. K. Singh, V. Viswanath, and V. C. Janu, “Synthesis, effect of capping agents, structural, optical and photoluminescence properties of ZnO nanoparticles”, *J. Lumin.*, vol. 129, no. 8, pp. 874–878, 2009. doi:10.1016/j.jlumin.2009.03.027
- [7] L. Sun, R. Shao, Z. Chen, L. Tang, Y. Dai, and J. Ding, “Alkali-dependent synthesis of flower-like ZnO structures with enhanced photocatalytic activity via a facile hydrothermal method”, *Appl. Surf. Sci.*, vol. 258, no. 14, pp. 5455–5461, 2012. doi:10.1016/j.apsusc.2012.02.034
- [8] A. Luna-Flores, J. L. Sosa-Sánchez, M. A. Morales-Sánchez, R. Agustín-Serrano, and J. A. Luna-López, “An easy-made, economical and efficient carbon-doped amorphous TiO₂ photocatalyst obtained by microwave assisted synthesis for the degradation of Rhodamine B”, *Materials*, vol. 10, no. 12, pp. 1447, 2017. doi:10.3390/ma10121447
- [9] A. Luna-Flores, I. Niño-Flores, M. A. Morales, A. D. Hernández-de la Luz, J. A. Luna-López, R. Portillo, and M. P. Sampedro, “High Photocatalytic Activity of the TiO₂/ZnO Mesoporous Composites Obtained by Solution Combustion Method”, *Current Perspectives on Chemical Sciences*, vol. 2, pp. 67–89, Oct. 2020. doi:10.9734/bpi/cpcs/v2
- [10] M. A. Morales, I. Fernández-Cervantes, R. Agustín-Serrano, S. Ruiz-Salgado, M. P. Sampedro, J. L. Varela-Caselis, and E. Rubio, “Ag₃PO₄ microcrystals with complex polyhedral morphologies diversity obtained by microwave-hydrothermal synthesis for MB degradation under sunlight”, *Results in Physics*, vol. 12, pp. 1344–1356, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.12.082>
- [11] S. Kim, Y. Wang, M. Zhu, M. Fujitsuka, and T. Majima, “Facet Effects of Ag₃PO₄ on Charge-Carrier Dynamics: Trade-Off Between Photocatalytic Activity and Charge-Carrier Lifetime” *Chemistry—A European Journal*, vol. 24, no. 56, pp. 14928–14932, 2018.
- [12] J. Rouhi, S. Mahmud, N. Naderi, C. Ooi, y M. Mahmood, “Physical properties of fish gelatin-based bio-nanocomposite films incorporated with ZnO nanorods”, *Nanoscale Res. Lett.*, vol. 8, no. 1, pp. 364, 2013. doi:10.1186/1556-276x-8-364

- [13] P. J. P. Espitia, N. de F. F. Soares, R. F. Teófilo, J. S. dos R. Coimbra, D. M. Vitor, R. A. Batista, y E. A. A. Medeiros, "Physical-mechanical and antimicrobial properties of nanocomposite films with pediocin and ZnO nanoparticles", *Carbohydrate Polymers*, vol. 94, no. 1, pp. 199–208, 2013 doi:10.1016/j.carbpol.2013.01.003
- [14] A. Mohammadi Nafchi, M. Moradpour, M. Saeidi, y A. K. Alias, "Effects of nanorod-rich ZnO on rheological, sorption isotherm, and physicochemical properties of bovine gelatin films", *LWT-Food Sci. Technol.*, vol. 58, no. 1, pp. 142–149, 2014 doi:10.1016/j.lwt.2014.03.007
- [15] K. Laurent, D. P. Yu, S. Tusseau-Nenez, y Y. Leprince-Wang, "Thermal annealing effect on optical properties of electrodeposited ZnO thin films", *J. Phys. D Appl. Phys.*, vol. 41, no. 19, pp. 195410, 2008. doi:10.1088/0022-3727/41/19/195410
- [16] X. Zhang, J. Dai, H. Ong, N. Wang, H.L. Chan, C. Choy, "Hydrothermal synthesis of oriented ZnO nanobelts and their temperature dependent photoluminescence", *Chem. Phys. Lett.*, vol. 393, pp. 17–21, 2004. http://dx.doi.org/10.1016/j.cplett.2004.06.012.
- [17] X. B. Tang, H. Bao, A. H. Zhou, A. Yuan, "Synthesis and characterization of ZnO nanorods by a simple single-source hydrothermal method", *Phys. E Low-Dimens. Syst. Nanostruct.* Vol. 40, pp. 924–928, 2008. http://dx.doi.org/10.1016/j.physe.2007.11.024.
- [18] Zhang, D. Yang, Y. Ji, X. Ma, J. Xu, D. Que, "Low temperature synthesis of flowerlike ZnO nanostructures by cetyltrimethylammonium bromide-assisted hydrothermal process", *J. Phys. Chem. B*, vol. 108, pp. 3955–3958, 2004. http://dx.doi.org/10.1021/jp036826f.
- [19] S. Kakarndee, S. Nanan, "SDS capped and PVA capped ZnO nanostructures with high photocatalytic performance toward photodegradation of reactive red (RR141) azo dye", *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 6, pp. 74–94, 2018. http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2017.11.066.
- [20] Ni, G. Wu, X. Zhang, X. Cao, G. Hu, A. Tao, Z. Yang, X. Wei, "Hydrothermal preparation, characterization and property research of flowerlike ZnO nanocrystals built up by nanoflakes", *Mater. Res. Bull.*, vol. 43, pp. 2919–2928, 2008. http://dx.doi.org/10.1016/j.materresbull.2007.12.004
- [21] Jianzhong, J. Liu, Y. Bao, Z. Zhu, H. Liu, "Morphology-photocatalytic properties-growth mechanism for ZnO nanostructures via microwave-assisted hydrothermal synthesis", *Cryst. Res. Technol.*, vol. 48, pp. 251–260, 2013. http://dx.doi.org/10.1002/crat.201300026.
- [22] C. Pholnak, C. Sirisathitkul, y D. J. Harding, "Characterizations of octahedral zinc oxide synthesized by sonochemical method", *J. Phys. Chem. Solids*, vol. 72, no. 6, pp. 817–823, 2011. doi:10.1016/j.jpcs.2011.04.005
- [23] J. Ye, R. Zhou, C. Zheng, Q. Sun, Y. Lv, C. Li, y X. Hou, "Size-controllable synthesis of spherical ZnO nanoparticles: Size- and concentration-dependent resonant light scattering", *Microchem. J.*, vol. 100, pp. 61–65, 2012. doi:10.1016/j.microc.2011.09.002
- [24] A. M. Turing, "The Chemical Basis of Morphogenesis", *Philos. Trans. R. Soc. B*, vol. 237, no. 641, pp. 37–72, 1952. doi:10.1098/rstb.1952.0012
- [25] F. Sagués, y I. R. Epstein, "Nonlinear chemical dynamics", *Dalton Trans.*, vol. 7, pp. 1201–1217, 2003. doi:10.1039/b210932h
- [26] A. K. Malchow, A. Azhand, P. Knoll, H. Engel, y O. Steinbock, "From nonlinear reaction-diffusion processes to permanent microscale structures" *Chaos*, vol. 29, no. 5, pp. 053129, 2019. doi:10.1063/1.5089659
- [27] I. Fernández-Cervantes, M. A. Morales, E. Rubio, y R. Agustín-Serrano, "Simulation of mechanisms of nucleation and growth for silver phosphate particles using the Allen-Cahn equation", *Wulfenia*, vol. 22, no. 10, pp. 1–12, 2015.

- [28] A. De Wit, P. Borckmans, y G. Dewel, "Twist grain boundaries in three-dimensional lamellar Turing structures", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 94, pp. 12765–12768, 1997.
- [29] C. Wu, X. Qiao, J. Chen, H. Wang, F. Tan, y S. Li, "A novel chemical route to prepare ZnO nanoparticles", *Mater. Lett.*, vol. 60, no. 15, pp. 1828–1832, 2006. doi:10.1016/j.matlet.2005.12.046
- [30] Y. C. Chen, y S. L. Lo, "Effects of operational conditions of microwave-assisted synthesis on morphology and photocatalytic capability of zinc oxide", *Chem. Eng. J.*, vol. 170, no. 2–3, pp. 411–418, 2011. doi:10.1016/j.cej.2010.11.057
- [31] H. Li, S. Jiao, S. Gao, H. Li, y L. Li, "Dynamically controlled synthesis of different ZnO nanostructures by a surfactant-free hydrothermal method", *CrystEngComm*, vol. 16, no. 38, pp. 9069–9074, 2014. doi:10.1039/c4ce01282h
- [32] M. N. Conde, K. Dakshi, H. Zouiri, K. Abdelouahdi, L. Laanab, M. Benaissa, y B. Jaber. "Preparation of ZnO Nanoparticles without Any Annealing and Ripening Treatment", *Journal of Material Science and Engineering A*, pp. 985–990, 2011.
- [33] K. P. Ghoderao, S. N. Jamble, y R. B. Kale, "Influence of pH on hydrothermally derived ZnO nanostructures", *Optik*, vol. 156, pp. 758–771, 2018. doi:10.1016/j.ijleo.2017.10.046
- [34] T. Koopmans, "Über die zuordnung von wellenfunktionen und eigenwerten zu den einzelnen elektronen eines atoms", *Physica*, vol. 1, pp. 104–113, 1934. doi:10.1016/s0031-8914(34)90011-2
- [35] R. G. Parr, L. v. Szentpály, y S. Liu, "Electrophilicity index", *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 121, pp. 1922–1924, 1999. doi:10.1021/ja983494x
- [36] R. G. Parr, R. A. Donnelly, M. Levy, y W. E. Palke, "Electronegativity: The density functional viewpoint", *J. Chem. Phys.*, vol. 68, pp. 3801–3807, 1978. doi:10.1063/1.436185
- [37] R. Barrio, "A Two-dimensional Numerical Study of Spatial Pattern Formation in Interacting Turing Systems", *Bull. Math. Biol.*, vol. 61, no. 3, pp. 483–505, 1999. doi:10.1006/bulm.1998.0093
- [38] J. L. Bredas, "Mind the gap!", *Mater. Horiz.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–19, 2014. doi:10.1039/c3mh00098b
- [39] U. Pal, y P. Santiago, "Controlling the morphology of ZnO nanostructures in a low-temperature hydrothermal process", *J. Phys. Chem. B*, vol. 109, no. 32, pp. 15317–15321, 2005.
- [40] T. Andelman, Y. Gong, M. Polking, M. Yin, I. Kuskovsky, G. Neumark, and S. O'Brien, "Morphological Control and Photoluminescence of Zinc Oxide Nanocrystals", *J. Phys. Chem. B*, vol. 109, no. 30, pp. 14314–14318, 2005. doi:10.1021/jp050540o
- [41] J. Cui, y U. J. Gibson, "Enhanced Nucleation, Growth Rate, and Dopant Incorporation in ZnO Nanowires", *J. Phys. Chem. B*, vol. 109, no. 46, pp. 22074–22077, 2005. doi:10.1021/jp054160e
- [42] S.I. Nikitenko, Y. Koltypin, Y. Mastai, M. Koltypin, y A. Gedanken, "Sonochemical synthesis of tungsten sulfide nanorod", *J. Mater. Chem.*, vol. 12, no. 5, pp. 1450–1452, 2002. doi:10.1039/b110867k
- [43] A. Eftekhari, F. Molaei, y H. Arami, "Flower-like bundles of ZnO nanosheets as an intermediate between hollow nanosphere and nanoparticles", *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 437, No. 2, pp. 446–450, 2006. doi:10.1016/j.msea.2006.08.033
- [44] N. Senthilkumar, E. Vivek, M. Shankar, M. Meena, M. Vimalan, y I. V. Potheher, "Synthesis of ZnO nanorods by one step microwave-assisted hydrothermal route for electronic device applications", *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.*, vol. 29, no. 4, pp. 2927–2938, 2017. doi:10.1007/s10854-017-8223-5
- [45] Z. Hu, D. J. Escamilla-Ramírez, B. E. Heredia-Cervera, G. Oskam, y P. C. Searson, "Synthesis of ZnO Nanoparticles in 2-Propanol by

- Reaction with Water”, *J. Phys. Chem. B*, vol. 109, no. 22, pp. 11209–11214, 2005. doi:10.1021/jp0506033
- [46] X. Qu, D. Jia, “Synthesis of octahedral ZnO mesoscale superstructures via thermal decomposing octahedral zinc hydroxide precursors”, *Journal of Crystal Growth* vol. 311, no. 4, pp. 1223–1228, 2009. doi:10.1016/j.jcrysgr.2008.11.079
- [47] M. Chen, Z. Wang, D. Han, F. Gu, G. Guo, “High-sensitivity NO₂ gas sensors based on flower-like and tube-like ZnO nanomaterials”, *Sensors and Actuators B: Chemical* vol. 157, no. 2, pp. 565–574, 2011. doi:10.1016/j.snb.2011.05.023
- [48] M. Mazloumi, S. Zanganeh, A. Kajbafvala, P. Ghariniyat, S. Taghavi, A. Lak, S. Sadrnezhaad, “Ultrasonic induced photoluminescence decay in sonochemically obtained cauliflower-like ZnO nanostructures with surface 1d nanoarrays”, *Ultrasonics Sonochemistry* vol. 16, no. 1, pp. 11–14, 2009. Doi:10.1016/j.ultsonch.2008.05.011

Temperatura Leidenfrost de diferentes líquidos

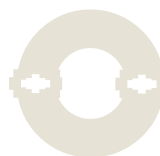
^aVictoria, García-Lorena*, ^bPacheco, Vázquez-Felipe**

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla,
4 sur 104, Centro Histórico, C.P.72000, Puebla, Puebla.

^bInstituto de Física “Ing. Luis Rivera Terrazas”, Avenida San Claudio y Blvd. 18 sur,
Colonia San Manuel, Ciudad Universitaria
C.P. 72570, Puebla, Puebla.

*lorenaviga@gmail.com

**fpacheco@ifuap.buap.mx



Área I
Físico-matemáticas
y de la tierra

Resumen

En este proyecto se determinará la temperatura de transición Leidenfrost de una gota de líquido como función de la rugosidad del sustrato y la presión atmosférica. Se utilizarán 10 líquidos miscibles y no miscibles con distintas propiedades fisicoquímicas para determinar cómo dichas propiedades afectan la dependencia de estos factores. Estudios preliminares han permitido determinar la temperatura Leidenfrost como función de la temperatura de ebullición del líquido empleando un sistema experimental sencillo. Reproducir los resultados anteriores para distintas condiciones de rugosidad y presión atmosférica es el objetivo de este proyecto. Además, se pretende implementar estos resultados en el desarrollo de un dispositivo selector de líquidos basado en estado Leidenfrost, lo cual tendría implicaciones importantes en la manipulación de gotas en microfluídica e ingeniería.

Palabras clave

Efecto Leidenfrost, temperatura Leidenfrost, rugosidad del sustrato, presión atmosférica.

Abstract

In this project, the Leidenfrost transition temperature of a drop of liquid will be determined as a function of the roughness of the substrate and atmospheric pressure. 10 miscible and immiscible liquids with different physicochemical properties will be used to determine how these properties affect the dependence on these factors. Preliminary studies have made it possible to determine the Leidenfrost temperature as a function of the boiling temperature of the liquid using a simple experimental setup. Reproducing the previous results for different roughness and atmospheric pressure conditions is the objective of this project. Furthermore, it is intended to implement these results in the development of a liquids selector device based on the Leidenfrost state, which would have important implications for the manipulation of droplets in microfluidics and engineering.

Keywords

Leidenfrost effect, Leidenfrost temperature, substrate roughness, atmospheric pressure.

Glosario de abreviaturas y símbolos

T_b , temperatura de ebullición (en Puebla, México a 2200 metros sobre el nivel del mar) ($^{\circ}\text{C}$)

σ , tensión superficial (a T_b) (mN m^{-1})

ρ , densidad (a T_b) (kg m^{-3})

η , viscosidad dinámica (a T_b) (mPa s^{-1})

λ_c , longitud capilar (a T_b) (mm)

L , calor latente de vaporización (kJ kg^{-1})

D , polaridad relativa (D)

SSR, relevador de estado sólido

BUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

IFUAP, Instituto de Física de la Universidad Autónoma de Puebla

FCFM, Facultad de Ciencias Físico-matemáticas

GrainsLab, Laboratorio de Materia Granular del IFUAP

VIEP, Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado

CONACYT, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Introducción

¿Qué sucede cuando una gota de agua se deposita sobre una superficie sólida muy caliente? El resultado depende de la temperatura de la superficie. Si esta se encuentra por debajo de la temperatura de ebullición del líquido, la gota comienza a evaporarse lentamente. Por arriba del punto de ebullición, la gota se evapora de manera violenta al tocar la superficie. No obstante, si la temperatura de la superficie está muy por arriba de la temperatura de ebullición del agua, ocurre un interesante fenómeno: la gota levita sobre su propio vapor.

El fenómeno arriba descrito, aunque sorprendente, es bien conocido y lleva el nombre de efecto Leidenfrost [1]. Cuando un líquido se deposita sobre una superficie sólida cuya temperatura T_L está por encima de un valor crítico ($T_L \gg T_{\text{ebullición}}$), la parte del líquido en contacto con la superficie se evapora y forma una capa aislante de vapor sobre la cual el resto del líquido se suspende. Dicha capa aislante disminuye drásticamente la transferencia de vapor entre la superficie caliente y el líquido, por lo que la razón de evaporación decrece notablemente y el tiempo de vida de la gota aumenta. Además, al no existir contacto directo entre el líquido y la superficie, se eliminan fuerzas adhesivas y la gota puede moverse prácticamente sin fricción sobre la superficie. En efecto, el ángulo de contacto que forma el líquido con la superficie es de 180° , por lo que se considera un sistema superhidrofóbico.

Antecedentes

El efecto Leidenfrost fue reportado por primera vez por G. W. Leidenfrost en 1756 [1], quien se percató de que una pequeña gota de agua persistía por varios minutos antes de evaporarse cuando se depositaba en una cuchara cuya temperatura estaba muy por encima del punto de ebullición del agua. Leidenfrost propuso que la gota levitaba sobre su propio vapor. Durante más de un siglo, se consideró a este fenómeno como una simple curiosidad científica.

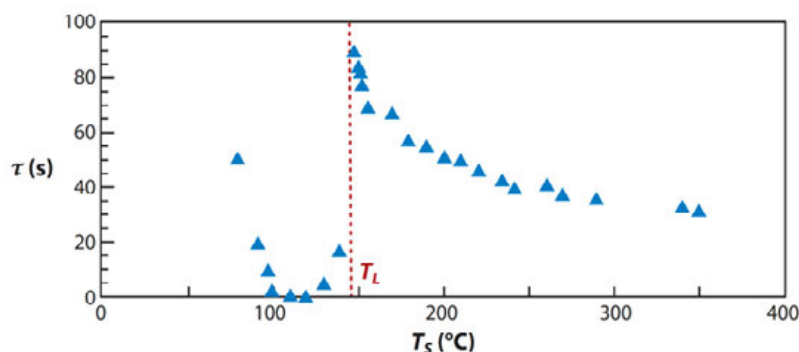


Figura 1. Tiempo de vida τ de una gota de agua de 1 mm de radio como función de la temperatura T_s del sustrato sólido en el que se deposita la gota. El incremento abrupto de τ indica la temperatura de transición al estado Leidenfrost T_L . (Biance *et al.* 2003).

En 2003, Biance *et al.* [2] estudiaron de manera sistemática el efecto Leidenfrost en gotas de agua. Uno de los resultados más relevantes fue determinar la existencia de la temperatura Leidenfrost al medir el tiempo de vida de la gota como función de la temperatura de la placa, véase **Fig. 1**. Al alcanzarse la temperatura de transición Leidenfrost, el tiempo de vida de la gota se incrementa considerablemente. A partir de dicho estudio, se ha realizado una intensa investigación en la literatura para descifrar la física que subyace a este fenómeno (ver [3] y las referencias que ahí se citan).

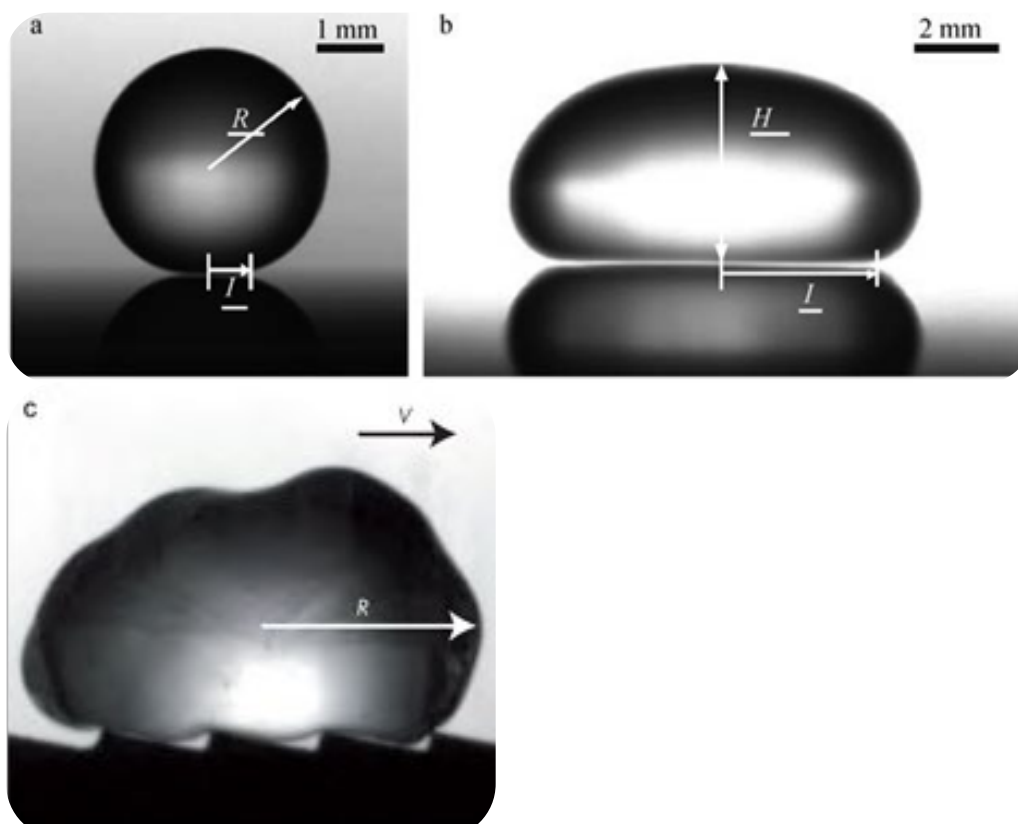


Figura 2. Gotas de agua en estado Leidenfrost: a) una gota con diámetro menor a la longitud capilar adopta una forma esférica. b) Gotas más grandes se aplanan debido al efecto de la gravedad que domina sobre la tensión superficial (Biance *et al.* 2003) [2]. c) Gota Leidenfrost autopropulsada por su propio vapor (G. Lagubeau *et al.* 2011) [3].

En estado Leidenfrost, una gota puede adoptar una forma esférica si su diámetro es menor a la longitud capilar, λ_c , ver **Fig. 2** (a). Para el caso del agua, $\lambda_c \cong 2.5$ mm. Para tamaños mayores, la gota se aplanan bajo el efecto de la gravedad, ver **Fig. 2** (b). Por otro lado, el vapor sobre el que levita la gota puede ser aprovechado para autopropulsar a la misma en una dirección específica utilizando una superficie dentada [4-7], ver **Fig. 2** (c). Potenciales aplicaciones en microfluídica e ingeniería han sido sugeridas explotando este hecho; por ejemplo, micro-motores basados

en el efecto Leidenfrost cuya rotación es libre de fricción con la superficie fueron propuestos recientemente como máquinas de sublimación [8].

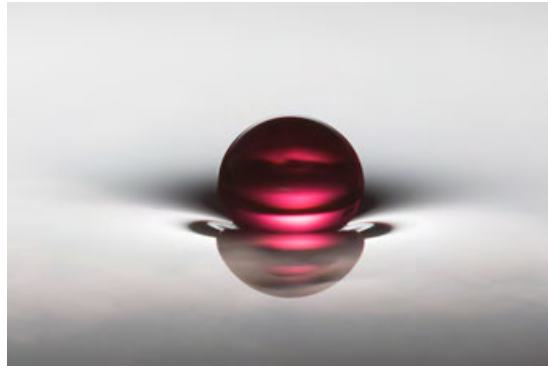


Figura 3. Efecto Leidenfrost observado cuando una gota de etanol es depositada en una piscina de aceite cuya temperatura de ebullición es mayor (Foto tomada de L. Manquet *et al.* [9]).

Recientemente, se ha observado que el efecto Leidenfrost puede incluso presentarse cuando una gota de líquido se deposita lentamente en la superficie de un líquido muy viscoso. Si la temperatura de ebullición de la gota es menor que la del líquido receptor la levitación ocurre, ver **Fig. 3** [9]. No obstante, las condiciones que inhiben la coalescencia directa de los fluidos no han sido determinadas.

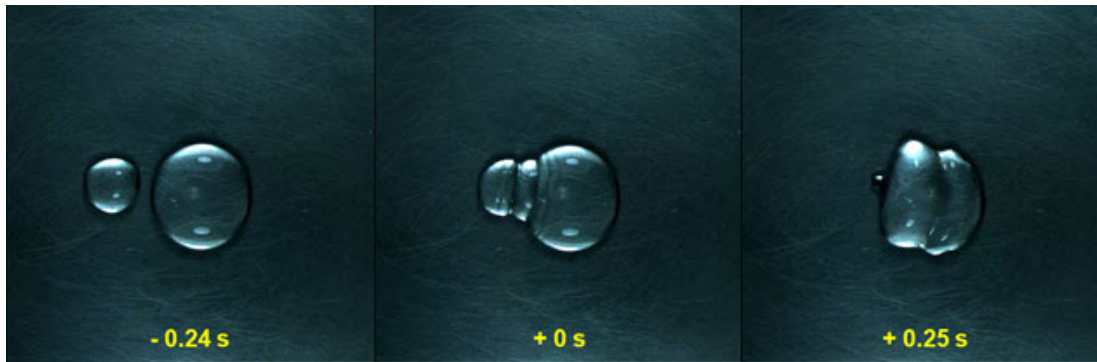


Figura 4. Colisión y coalescencia directa de dos gotas de agua en estado Leidenfrost. Fotografías tomadas en GrainsLAB.

En GrainsLab, una de las líneas de investigación que ha sido abordada durante es la dinámica de fluidos. En particular, se ha estudiado la formación y coalescencia de burbujas [10] y el efecto Leidenfrost en líquidos sometidos a confinamiento [11]. En esta última línea, se demostró por primera vez que no existe un límite superior para el volumen de líquido en estado Leidenfrost, siempre que el confinamiento lateral sea capaz de suprimir las inestabilidades de tipo Rayleigh que aparecen en el seno del fluido y las inestabilidades de Helmholtz generadas por el flujo de vapor en la interfase aire-líquido. Esto permite escalar el tamaño de los motores Leidenfrost a escala de varios centímetros; además, concuerda con la propuesta de explicar surcos observados en la superficie de Marte supuestamente producidas por el deslizamiento de bloques masivos de CO_2 que presentan estado Leidenfrost en las condiciones atmosféricas de aquel planeta [12].

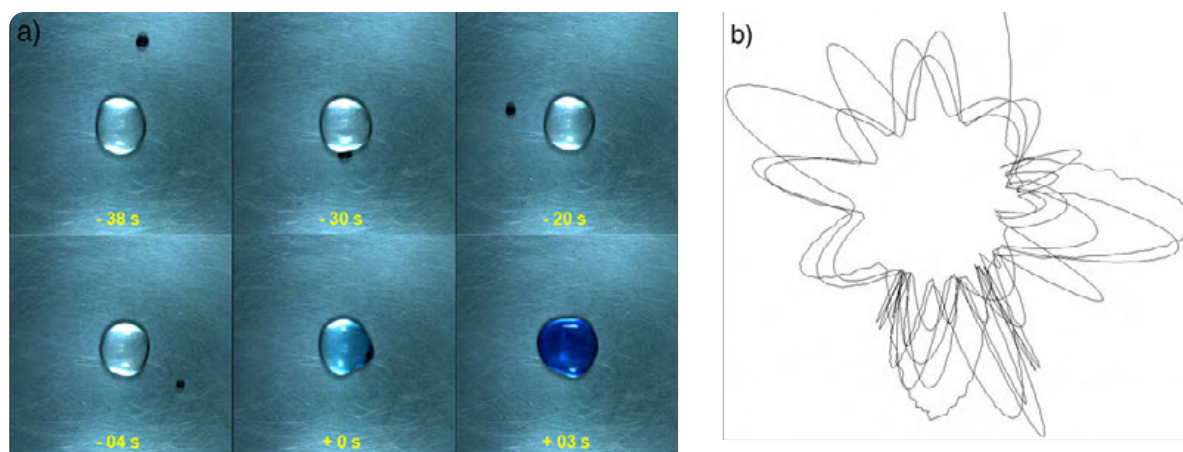


Figura 5. a) Gota de etanol (coloreada con azul de metileno) colisionando varias veces antes de coalescer con la gota de agua (transparente). Solo son mostrados los últimos 38 s de un proceso de varios minutos. b) Trayectoria obtenida del seguimiento de la gota de etanol desde su depósito hasta la coalescencia con la gota de agua. Los rebotes continuos son observados. Fotografías tomadas en GrainsLAB.

Observaciones y estudios preliminares

Algo que se observa al depositar simultáneamente gotas de un mismo líquido en una placa muy caliente, es que las gotas adoptan el efecto Leidenfrost al contacto con la placa, colisionan inelásticamente y coalescen directamente formando una gota de mayor tamaño. Aquí, se planteó la siguiente pregunta: ¿qué pasa cuando dos gotas de líquidos diferentes colisionan en estado Leidenfrost? Unas semanas antes del inicio de la pandemia COVID-19, se realizaron pruebas preliminares con mezclas de líquidos intentando dar respuesta a la pregunta antes planteada. Para el experimento preliminar, se pulió una placa cóncava de aluminio para asegurar que las gotas depositadas colisionarán al centro de la misma. Los resultados fueron

sorprendentes. Mientras que dos gotas de agua coalescen al instante (**Fig. 4**), una gota de etanol y una de agua rebotan elásticamente varias veces y por varios minutos antes de coalescer a pesar de ser líquidos miscibles (**Fig. 5**). Dos gotas de etanol también coalescen al contacto. Esto indica que los líquidos deben ser de naturaleza distinta para que se produzca el fenómeno de rebote. No obstante, una gota de etanol y una gota de metanol coalescen directamente, mientras que el metanol también rebota consecutivamente contra una gota de agua. Cabe mencionar que el metanol y el etanol son miscibles en agua a temperatura ambiente; esto significa que si una gota de estos líquidos se pone en contacto con agua la coalescencia es directa.

Las observaciones antes descritas dan origen a la presente propuesta de investigación, en la cual pretendemos determinar la temperatura Leidenfrost para distintos líquidos y su dependencia con distintos factores, en particular la rugosidad del sustrato y la presión atmosférica, contribuyendo de esta manera al desarrollo científico en el estado de Puebla.

Materiales y métodos

Metodología experimental

Para este proyecto determinaremos la temperatura Leidenfrost para al menos 10 líquidos diferentes. Las propiedades de los líquidos a considerar se enumeran en la **Tabla 1**. Estudiar varios líquidos nos permitirá variar de manera sistemática propiedades físicas, como la tensión superficial y la viscosidad, y propiedades químicas, como la polaridad molecular y la miscibilidad.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de los líquidos a investigar en este proyecto.

Líquido	TB, °C	σ , mN m ⁻¹	ρ , kg m ⁻³	η , mPa s ⁻¹	λ_c , mm	L, kJ kg ⁻¹	D, (D)
Agua	93	59	940	0.284	2.5	2256	1.85
Etanol	72	17	748	0.418	1.5	846	1.66
Metanol	59	19	725	0.296	1.6	1100	1.70
Formamida	146	36	926	0.920	2.0	578	3.86
Isopropanol	76	16	724	0.523	1.5	779	1.55
Etilenglicol	190	23	1091	0.740	2.1	800	2.27
Acetona	50	19	711	0.242	1.7	518	2.69

Acetonitrilo	74	22	714	0.224	1.8	729	3.92
Hexano	61	27	633	0.201	2.1	365	0.09
Cloroformo	54	22	1411	0.398	1.3	247	1.15
Tolueno	103	28	842	0.419	1.8	351	0.36

El sistema experimental a utilizar en este proyecto es fácil de construir. Consistirá en una plancha térmica que permita manejar temperaturas en el rango de 100-500°C, esto con el fin de rebasar considerablemente todos los puntos de ebullición de los líquidos enumerados en la **Tabla 1**.



Figura 6. Sistema experimental propuesto para la determinación de la temperatura Leidenfrost. Las gotas de distintos líquidos serán depositadas en el plato caliente dentro de una cámara de vacío y el proceso de evaporación será filmado con una cámara de alta velocidad. Los experimentos se realizarán dentro de una campana de extracción de humos.

Los sustratos sólidos consistirán en platos de aluminio de 6 pulgadas de diámetro, maquinados con una superficie ligeramente cónica o curva (1-2° sobre la horizontal) para permitir que las gotas se recorran hacia el centro del sustrato y puedan ser filmadas con una cámara de alta velocidad. El sustrato se colocará sobre la plancha térmica, lo cual en conjunto estará dentro de una cámara de vacío y la temperatura del sistema será monitoreada con un termopar conectado al sustrato y que retroalimentará a un controlador SSR de temperatura para mantener el plato a una temperatura dada durante el experimento. Las gotas de líquido se depositarán con una micropipeta para estudiar sistemáticamente el efecto del volumen depositado. Los experimentos serán filmados a 1000 cuadros por segundo con una cámara de alta velocidad con la que se cuenta en el laboratorio. Un esquema del dispositivo experimental propuesto se esquematiza en la **Figura 6**. Todo el sistema experimental será montado dentro de una Campana de extracción de humos, puesto que algunos de los líquidos a utilizar son relativamente tóxicos.

Etapas 1. Determinación de la temperatura Leidenfrost como función de la rugosidad del sustrato y la presión atmosférica

El estado Leidenfrost es fácil de observar y sus características son muy distintivas; no obstante, para determinar la temperatura de transición en función de la rugosidad del sustrato y de la presión atmosférica necesitamos que los experimentos se realicen para distintas condiciones de rugosidad y presión atmosférica. Para ello, un volumen dado de un líquido específico se depositará en un plato a una temperatura justo por encima del punto de ebullición del fluido. El tiempo de vida de la gota será medido. Posteriormente, la temperatura del plato se incrementará en intervalos de 5°C y el tiempo de vida se medirá para todos los valores de temperatura. De la gráfica obtenida, determinaremos el valor más elevado del tiempo de vida. La temperatura correspondiente nos da una buena aproximación (+ 5°C) de la temperatura Leidenfrost. En su caso, podremos reducir el incremento de temperatura para lograr una medida más precisa de T_L . Los experimentos serán realizados variando la rugosidad del sustrato mediante el uso de técnicas de abrasión de superficies, así como la presión atmosférica, de esta manera se determinará cómo estos factores afectan el valor de T_L , considerando también su dependencia con algunas de las propiedades físicas del líquido.

Etapas 2. Discusión de resultados y escritura de un artículo de investigación

Una vez obtenidos y analizados todos los resultados experimentales, se discutirán los resultados y se tratará de confirmar o descartar la hipótesis inicialmente planteada. Posteriormente, se escribirá un artículo de investigación con los resultados obtenidos que se centrará en las temperaturas de transición Leidenfrost para los fluidos individuales y su dependencia con la rugosidad del sustrato y la presión atmosférica, en caso de que esta pueda obtenerse.

Ejecución del proyecto e infraestructura disponible

Para realizar la propuesta se cuenta con la infraestructura necesaria en el laboratorio GrainsLab del Ecocampus Valsequillo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. En dicho laboratorio se cuenta con:

- Dos cámaras de alta velocidad (modelos Photron UX100 y SA3) útiles para visualizar la dinámica de coalescencia a detalle.
- Una campana de extracción de humos para evacuar los gases producto de la evaporación y realizar los experimentos de forma segura.

- Planchas térmicas con control de temperatura, termopares con control SSR.
- Material para el maquinado y pulido de los sustratos.

Los experimentos arriba descritos serán ejecutados y formarán parte de una tesis de licenciatura relacionada con el tema de investigación. Se discutirán los resultados obtenidos y posteriormente se escribirá un artículo de investigación.

Resultados/Discusión de resultados

Resultados esperados

Determinar la temperatura de transición Leidenfrost de distintos líquidos como función de la rugosidad del sustrato, la presión atmosférica y la naturaleza del líquido mediante la realización de los experimentos anteriormente descritos.

Conclusiones

- El efecto Leidenfrost es un fenómeno muy interesante que permite manipular gotas de distintos líquidos a altas temperaturas evitando su rápida evaporación.
- La temperatura Leidenfrost depende de la naturaleza del líquido, y posiblemente de otros factores cuya dependencia esperamos determinar en este proyecto.

Determinar la dependencia de las temperaturas de transición Leidenfrost para los fluidos individuales con la rugosidad del sustrato y la presión atmosférica sería una aportación importante para el área de investigación, de esta manera se contribuye al desarrollo científico en el estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

- Publicar un artículo de investigación en una revista arbitrada sobre los resultados obtenidos del proyecto.
- Escritura de una tesis de Licenciatura enfocada en el fenómeno descrito, lo cual impulsará la formación de capital humano y el desarrollo de investigación científica en el estado.

- Aplicar el conocimiento adquirido para desarrollar un dispositivo selector de líquidos basado en estado Leidenfrost, cuyo principio de funcionamiento pueda patentarse.

Agradecimientos

Se agradece a Jhayson León Palacio Rangel, estudiante graduado en GrainsLAB, por su colaboración en los estudios relacionados con este proyecto.

Dr. Felipe Pacheco Vázquez agradece el apoyo de VIEP-BUAP y de CONACYT a través del Proyecto Ciencia-Frontera 140604.

Referencias bibliográficas

- [1] Leidenfrost JG. De Aquae Communis Nonnullis Qualitatibus Tractatus. Duisburg: Ovenius. (1756).
- [2] Biance AL, Clanet C, Quéré D. Leidenfrost drops. *Phys. Fluids* 15:1632–37 (2003).
- [3] Quéré, D, Leidenfrost Dynamics, *Annu. Rev. Fluid Mech.* 45:197–215 (2013).
- [4] G. Lagubeau G, Le Merrer M, Clanet C, Quéré D. Leidenfrost on a ratchet. *Nature Phys.* 7:395–98 (2011).
- [5] Cousins TR, Goldstein RE, Jaworski JW, Pesci AI. A ratchet trap for Leidenfrost drops. *J. Fluid Mech.* 696:215–27 (2012).
- [6] Fenga R, Zhaoa W, Wua X, Xuea Q. Ratchet composite thin film for low-temperature self-propelled Leidenfrost droplet. *J. Colloid Interface Sci.* 367:450–54 (2012).
- [7] Vakarelski IU, Patankar NA, Marston JO, Chan DYC, Thoroddsen ST. Stabilization of Leidenfrost vapour layer by textured superhydrophobic surfaces. *Nature* 489:274–77 (2012).
- [8] G. G. Wells, *et al.*, A Sublimation heat engine Leidenfrost Engine, *Nature Communications* 6, 6390 (2015).
- [9] Maquet, L, Sobac, B, Darbois-Textier, B, Duchesne, A, Brandenbourger, Rednikov, A, Dorbolo, S. Leidenfrost drops on a heated liquid pool. *Phys. Rev. Fluids*, 1(5), 053902 (2016).
- [10] Cervantes-Álvares AM, Escobar-Ortega, YY, Pacheco-Vázquez F., Air entrainment and Granular bubbles generated by a jet of grains entering water, *J. Colloid Interface Sci.* 574, 285-292 (2020).
- [11] Hidalgo-Caballero, S, Escobar-Ortega, Y, Pacheco-Vazquez, F, Leidenfrost phenomenon on conical surfaces. *Phys. Rev. Fluids*, 1(5), 051902 (2016).
- [12] Waitukaitis, SR, Zuiderwijk, A, Souslov, A, Coulais, C, Van Hecke, M, Coupling the Leidenfrost effect and elastic deformations to power sustained bouncing. *Nature Physics*, 13(11), 1095-1099 (2017).



Área 2



Biología y Química

Índice de Área

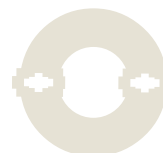
- 77** • Actividad antioxidante de la niacina y su efecto sobre la longevidad de *Caenorhabditis elegans*
- 87** • Aislamiento y caracterización de microalgas de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad de las Américas Puebla para la mejora de biogránulos nativos
- 103** • Caracterización del semen y criopreservación de los espermatozoides de la Aguililla de Harris (*parabuteo unicinctus*)
- 113** • Diseño *in silico* del plásmido pLD para la expresión de proteínas recombinantes empleadas en la detección de patógenos como el SARS-CoV-2
- 127** • Elaboración de un empaque biodegradable de almidón de chayotextle (*Sechium edule*) con actividad antimicrobiana
- 137** • Epoxidación de lactonas α , β -insaturadas y de alquenos terminales
- 147** • Insectos asociados a la palomilla barrenadora del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham 1912 (*Lepidoptera: Elachistidae*)

Actividad antioxidante de la niacina y su efecto sobre la longevidad de *Caenorhabditis elegans*

^{a*}Méndez, Muñoz-Paola, ^aLozada, Ramírez-José Daniel,
^aSánchez, Salas-José Luis

^a Institución de Adscripción y dirección: Universidad de las Américas Puebla, Sta. Catarina Mártir, CP. 72820, Cholula, Puebla.

*paola.mendezmu@udlap.mx



Área 2
Biología y Química

Resumen

El envejecimiento es el principal factor de riesgo para desarrollar cáncer, enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares y metabólicas. Por ello es necesario desarrollar estrategias que permitan mejorar la calidad de vida a través del envejecimiento saludable, de esta manera también se removería la inminente presión sobre los sistemas de salud y sus costos socioeconómicos. Una de las estrategias en desarrollo para lograrlo es el uso de agentes antioxidantes o incremento de los antioxidantes celulares como es el NAD, o su precursor la niacina. El NAD es una coenzima involucrada en procesos de generación de ATP y reparación del ADN, se ha observado que sus niveles celulares se reducen gradualmente al aumentar la edad, por lo que su restauración y mantenimiento podría contrarrestar los efectos perjudiciales de la senescencia. En el presente estudio se utilizó el nemátodo *Caenorhabditis elegans* para examinar la actividad antioxidante de la niacina y su efecto en la longevidad del nemátodo. Los resultados obtenidos demuestran que la niacina es capaz de aumentar la esperanza de vida media y otorgar mayor resistencia al estrés oxidativo.

Palabras clave

Senescencia, niacina, *C. elegans*, estrés oxidativo

Abstract

Aging is the main risk factor for developing cancer, neurodegenerative, cardiovascular, and metabolic diseases. Therefore, strategies that allow individuals to undergo healthy aging are crucial for the improvement of the quality of life and improve the movement of pressure on health systems and socioeconomic costs. One of the developing strategies to achieve this is the administration of antioxidants NAD or its precursor niacin. NAD is a coenzyme that is involved in ATP generation processes and DNA repair. It has been observed that the levels of this coenzyme change according to age, and its synthesis is reduced gradually, thus its restoration and maintenance could counter the detrimental effects of senescence. In this study, the nematode *Caenorhabditis* was used as a model to examine the antioxidant activity of niacin and its effect on the longevity of the nematode. The results show that niacin can increment the average life expectancy and confer resistance to oxidative stress.

Keywords

Senescence, niacin, *C. elegans*, oxidative stress

Glosario de abreviaturas y símbolos

RONs, especies reactivas de oxígeno y nitrógeno

SASP, fenotipo secretor asociado a senescencia

NAD, nicotinamida adenina dinucleótido

ATP, adenina trifosfato

ADN, ácido desoxirribonucleico

PARPs, poli ADP-ribosa polimerasas

FUdR, 5-fluoro-2-deoxiuridina

NGM, medio de crecimiento para nemátodos

NIA, niacina

Introducción

El envejecimiento es el principal factor de riesgo para desarrollar enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares, metabólicas y cáncer [1]. Según el INEGI, entre las principales causas de muerte en el estado de Puebla se encuentran enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades respiratorias y cerebrovasculares [2]. De lo anterior, surge la creciente necesidad de desarrollar estrategias que permitan el envejecimiento saludable, caracterizado por individuos mayores que no presentan enfermedades o condiciones físicas y cognitivas graves. Esto es de vital importancia para países en vías de desarrollo, pues el gran peso de individuos con enfermedades crónicas no puede ser soportado por los sistemas de salud actuales, y tiene efectos directos sobre la calidad de vida de las personas [3].

El envejecimiento no tiene una sola causa, sino que es una consecuencia multifactorial de elementos intrínsecos (el genotipo) y extrínsecos. Los factores extrínsecos constituyen hábitos como la dieta, el ejercicio y niveles de estrés, y elementos ambientales como la contaminación y la radiación UV, los cuales contribuyen al incremento de especies reactivas de oxígeno (ROS) y puede llegar a inducir apoptosis [4]. Como resultado, los individuos con envejecimiento biológico presentan, entre otros síntomas, inflamación crónica [5], declive en el sistema inmune o inmunosenescencia [3] y desequilibrio o disbiosis de la microbiota [6], lo anterior ocasiona que el riesgo de desarrollar o adquirir enfermedades aumente.

A nivel celular, la senescencia está definida por la presencia de células senescentes. Estas no tienen la capacidad de dividirse, por lo cual no pueden regenerar tejidos y además, generan un microambiente conocido como fenotipo secretor asociado a senescencia (SASP), el cual induce senescencia en las células circundantes [7]. Las células senescentes, además, se caracterizan por la presencia de alto niveles de ROS, las cuales dañan a las moléculas y estructuras celulares y un decremento de los niveles de la coenzima nicotinamida adenina dinucleótido (NAD) [9]. Todo esto contribuye a la progresión de enfermedades, incluyendo cáncer, Alzheimer, cardiopatías y diabetes.

El NAD es una coenzima vital para la glicólisis, ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones, todos ellos necesarios para la producción de ATP. También participa en la actividad de las sirtuinas y poli (ADP-ribosa) polimerasas (PARPs), mismas que tienen un rol esencial en la reparación del ADN, actividad mitocondrial y ajustes metabólicos durante estrés celular [9]. Las células, a excepción de las

neuronas, no pueden importar NAD, por lo que deben sintetizarse de *novo* a partir de triptófano o, más comúnmente, obtenerla por vías de recuperación a partir de sus precursores como la nicotinamida, ácido nicotínico, nicotinamida mononucleótido y nicotinamida ribosa [8]. Los precursores de NAD⁺ se pueden adquirir a través de la dieta o como suplemento, usualmente por medio de Vitamina B3, también conocida como niacina (nicotinamida y ácido nicotínico). Se ha reportado que la ingesta de hasta 3000 mg de nicotinamida diaria no genera efectos adversos [10].

Dado que el envejecimiento conlleva al decremento de NAD en la célula, la restauración y/o mantenimiento de su concentración celular, podría contrarrestar los efectos perjudiciales de la senescencia e incluso aumentar la esperanza de vida. Con este propósito, se ha buscado incrementar los niveles celulares de NAD a través de la administración de sus precursores. A la fecha, se han llevado a cabo estudios con modelos animales a los que se les administra nicotinamida mononucleótido [11], nicotinamida y nicotinamida ribosa [9], [12]. En todos los casos se observó que la esperanza de vida y salud del modelo era beneficiada.

En el presente estudio, se administró niacina al nemátodo *C. elegans* para posteriormente realizar ensayos de resistencia a estrés oxidativo y longevidad. *C. elegans* fue elegido como modelo porque es de tamaño pequeño, de fácil mantenimiento, tiene un ciclo de vida corto (24 días, a 20 °C) y conserva gerontogenes con los humanos. El 5-fluoro-2-desoxiuridina (FUdR) previene la eclosión de huevecillo puesto que bloquea la síntesis de ADN por medio de la inhibición de la enzima timidilato sintasa [13] y, facilita el conteo preciso de los nemátodos.

Materiales y métodos

Soluciones

La solución stock de niacina se preparó a una concentración de 24 M y se almacenó a 4 °C. La niacina (NIA) se agregó directamente al medio de crecimiento para nematodos (NGM) posterior a su esterilización por autoclavado para lograr concentraciones de 0.3, 3, 30 y 50 mg/mL de niacina.

La solución stock de FUdR se preparó a una concentración de 150 mM y se almacenó a -20 °C. El FUdR se agregó directamente al NGM posterior a su esterilización y enfriamiento. Para este ensayo se utilizaron concentraciones de 50 µM y 100 µM FUdR.

Todos los reactivos se compraron de Sigma-Aldrich México y se usaron de manera directa sin ningún tratamiento.

Cepas y condiciones de cultivo

Se cultivaron poblaciones sincronizadas de *C. elegans* cepa Bristol N-2 sobre medio de crecimiento para nemátodos (NGM) a 21 °C. Los nemátodos fueron alimentados con bacterias de *Escherichia coli* cepa OP50, la cual se sembraba en las placas previo a la transferencia de los nemátodos. *E. coli* OP50 se cultivó en medio de cultivo Luria Bertani y se almacenó a 4 °C hasta su uso.

Para obtener poblaciones de nemátodos de la misma etapa, se obtenían huevecillos a partir de los nemátodos adultos utilizando blanqueo con hipoclorito de sodio e hidróxido de sodio y realizando lavados con buffer M9 [14]. Se estudió el efecto de cuatro concentraciones de niacina (0.3, 3, 30 y 50 mg/mL) y dos concentraciones de FUDR (50 y 100 μ M) para los ensayos de longevidad, más el grupo control conteniendo solamente FUDR en las dos concentraciones sin NIA o solo en medio NGM. Los nemátodos fueron expuestos a la concentración correspondiente de niacina durante toda su vida, desde huevecillo. Para los ensayos de longevidad se utilizaron nemátodos en estado larval L4, y adultos para los ensayos de oxidación. Los nemátodos restantes continuaron su incubación para obtener dos generaciones más en las mismas condiciones de cultivo y repetir los ensayos de resistencia a estrés oxidativo y longevidad.

Ensayos de longevidad y oxidación

Los ensayos de longevidad se realizaron de acuerdo con el protocolo previamente descrito [15]. Se transfirieron 500 nemátodos en fase larval L4 de cada condición estudiada a placas con la niacina correspondiente y 50 o 100 μ M de FUDR, para evitar la eclosión de huevecillos. Se realizaron conteos cada 72 horas hasta el día 15 y luego diariamente hasta la muerte del último individuo. Los individuos se consideraban como muertos cuando no respondían a estímulos físicos. Se llevaron a cabo transferencias a nuevas placas cada 5 días de los individuos vivos.

Los ensayos de resistencia a estrés oxidativo se realizaron de acuerdo a lo reportado previamente [16]. Brevemente, se transfirieron 100-150 nemátodos adultos de cada condición a placas de NGM y 300 μ M de juglona, un compuesto que forma radicales semiquinona y genera grandes cantidades de aniones superóxido [17]. Los conteos se realizaban cada hora, hasta la muerte del último individuo. Nuevamente, se

consideraban como muertos cuando no respondían a estímulos físicos. Se siguió el mismo procedimiento para las dos generaciones siguientes.

Para todas las concentraciones de NIA y el grupo control, los nemátodos restantes (los que no fueron transferidos para ensayos de longevidad ni oxidación) se sincronizaron para obtener la segunda generación. Esta generación continuó cultivándose en la misma concentración de NIA que la primera generación, y cuando los nemátodos alcanzaron estado larval L4 o adultez se realizaron transferencias para los ensayos de longevidad y resistencia a estrés oxidativo, respectivamente.

Análisis estadístico

Los análisis de supervivencia se realizaron utilizando curvas de supervivencia Kaplan-Meier mediante GraphPad Prism 8.

Resultados/Discusión de resultados

Ensayos de longevidad

Los resultados mostraron que, aunque no hay un aumento significativo en la longevidad, sí hay incremento en la esperanza de vida media con 3.0 mg/mL NIA + 50 μ M FUdR (**Figura 1**). Así mismo, se observa que en el control y en las concentraciones de 0.3 y 30 mg/mL, entre el día 8 y 10, la reducción en el número de individuos muestra una caída súbita y alrededor del 10-12 esta reducción en el número de individuos se hace una caída suave. Por otro lado, para la concentración de 3 mg/mL, no se observa esa caída súbita, sino una más lenta. Este resultado puede indicar que los daños oxidativos son menos severos, quizás por el efecto antioxidante de la niacina que evita un daño súbito a estructuras y macromoléculas como el DNA dando como consecuencia un lento deterioro.

Para el tratamiento con el doble de FUdR (**Figura 2**), se puede observar que comparado con el uso de la mitad de concentración del FUdR, se tiene una reducción de 4 días en el tiempo de supervivencia. No obstante, tanto el control como en las concentraciones de 3, 30 y 50 mg/mL de NIA, las curvas de reducción de individuos son parecidas a la observada en la **Figura 1** con el caso del tratamiento de NIA de 3 mg/mL indicando que hay una dependencia de la NIA y la FUdR, que, aunque esta última bloquea la síntesis de DNA y la ovoposición, se observa un mejoramiento en la calidad de vida de los nemátodos probablemente por medio de interferencia con

fertilidad. El cómo se relacionan estos fenómenos, aun es incierto y será necesario hacer otro tipo de experimentos donde se pueda discernir este mecanismo.

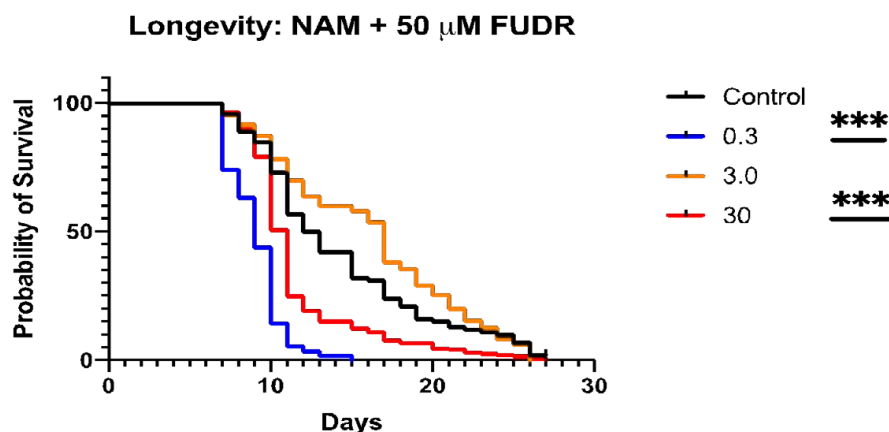


Figura 1. Ensayos de longevidad con niacina y 50 μ M de FUDR

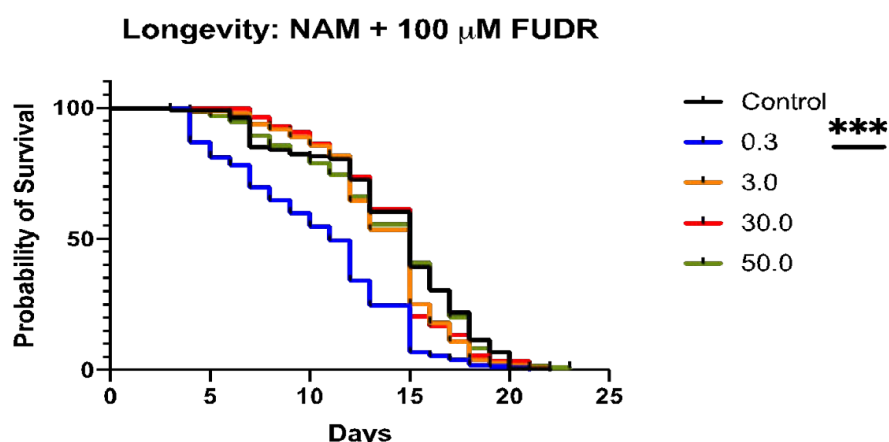


Figura 2. Ensayos de longevidad con niacina y 100 μ M de FUDR

En los ensayos de resistencia a estrés oxidativo, se encontró que los nemátodos de la primera generación tratados con niacina vivían menos (2 a 3 horas después del tratamiento con juglona) que el control (hasta 4 horas), excepto los tratados con 3 mg/mL de niacina que se comportaron de manera similar que los controles (**Figura 3**). Esta segunda generación de nemátodos tratados con niacina y el agente oxidante, fueron más resistentes al estrés oxidativo que el grupo control (**Figura 4**). Esto sugiere que la niacina tiene un efecto epigenético sobre los nematodos y es posible que los nemátodos, pudieran heredar resistencia al estrés oxidativo. Sin embargo, será necesario también demostrar esta posibilidad con más experimentos.

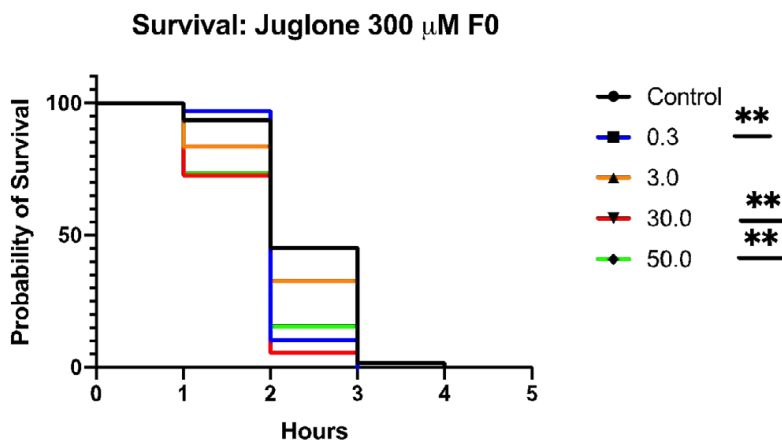


Figura 3. Ensayos de resistencia a estrés oxidativo con 300 μ M de juglona de la primera generación

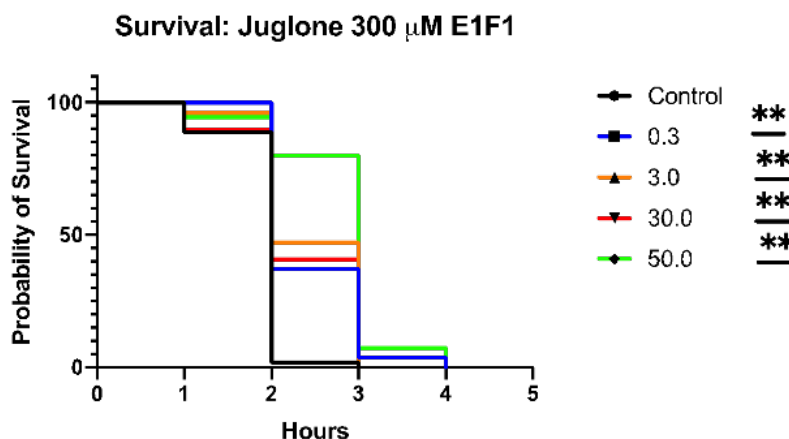


Figura 4. Ensayos de resistencia a estrés oxidativo con 300 μ M de juglona de la segunda generación

Conclusiones

La niacina es un precursor de NAD que tiene el potencial de mejorar la salud y con ello aumentar la longevidad de las personas, siempre y cuando se usen las dosis adecuadas para cada organismo. Con la administración de niacina, la esperanza de vida media de *C. elegans* aumentó, de igual manera, incrementó la resistencia a estrés oxidativo de la segunda generación de nemátodos tratados con niacina comparado con el control y los nemátodos de la primera generación. Ello sugiere que la niacina puede tener efectos benéficos sobre la descendencia.

El uso de vitaminas en la dosis adecuada en la población es importante para mantener la salud de la misma y reducir enfermedades crónico-degenerativas, principalmente en nuestro medio. Por lo cual, un uso óptimo de dichas vitaminas como la niacina, en el estado de Puebla daría como resultado el aumento de la calidad y quizás incremento en la esperanza de vida, especialmente de personas mayores de 50 años. Adicionalmente, acrecentar la esperanza de vida podrá

estimular un envejecimiento saludable caracterizada por individuos con baja dependencia a otros. Estos beneficios traería una reducción de gastos personales/familiares y en los sistemas de salud de una región o país.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Para continuar con esta investigación sería interesante explorar otras técnicas que mejoren la eficacia de la administración de la niacina que asegure el transporte a las células que lo requieren. Además, también sería relevante estudiar a profundidad la relación que tienen el FUDR y niacina, para lograr resultados más precisos en futuros ensayos.

Agradecimientos

Se agradece a la UDLAP por el apoyo prestado para la realización de esta investigación por proporcionar una beca académica para la autora de este trabajo de tesis. Asimismo, al Decanato de Investigación y Posgrado, al Dr. José Daniel Lozada Ramírez, director del laboratorio de Biología Molecular; al Dr. José Luis Sánchez Salas, director del Laboratorio de Microbiología; y a la M.C. Ana Laura Manzano Covarrubias, sin los cuales esta investigación no sería posible.

Referencias bibliográficas

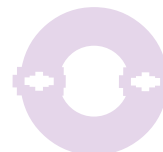
- [1] X. Cao et al., "Antiaging of Cucurbitane Glycosides from Fruits of *Momordica charantia* L.," *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, vol. 2018, pp. 1–10, 2018, doi: 10.1155/2018/1538632.
- [2] "INEGI" *Mortalidad*. https://www.inegi.org.mx/programas/mortalidad/#Datos_abiertos.
- [3] A. K. Shetty, M. Kodali, R. Upadhya, and L. N. Madhu, "Emerging Anti-Aging Strategies-Scientific Basis and Efficacy," *Aging and disease*, vol. 9, no. 6, p. 1165, 2018, doi: 10.14336/AD.2018.1026.
- [4] H. Lee et al., "A new role for the ginsenoside RG3 in antiaging via mitochondria function in ultraviolet-irradiated human dermal fibroblasts," *Journal of Ginseng Research*, vol. 43, no. 3, pp. 431–441, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.jgr.2018.07.003.
- [5] A. Bielak-Zmijewska et al., "The Role of Curcumin in the Modulation of Ageing," *IJMS*, vol. 20, no. 5, p. 1239, Mar. 2019, doi: 10.3390/ijms20051239.
- [6] V. Coman and D. C. Vodnar, "Gut microbiota and old age: Modulating factors and interventions for healthy longevity," *Experimental Gerontology*, vol. 141, p. 111095, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.exger.2020.111095.
- [7] J. L. Kirkland, T. Tchkonja, Y. Zhu, L. J. Niedernhofer, and P. D. Robbins, "The Clinical Potential of Senolytic Drugs," *J Am Geriatr Soc*, vol. 65, no. 10, pp. 2297–2301, Oct. 2017, doi: 10.1111/jgs.14969.
- [8] L. Rajman, K. Chwalek, and D. A. Sinclair, "Therapeutic Potential of NAD-Boosting Molecules: The In Vivo Evidence," *Cell Metabolism*, vol. 27, no. 3, pp. 529–547, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.cmet.2018.02.011.
- [9] L. Mouchiroud et al., "The NAD⁺/Sirtuin Pathway Modulates Longevity through Activation of Mitochondrial UPR and FOXO Signaling," *Cell*, vol. 154, no. 2, pp. 430–441, Jul. 2013, doi: 10.1016/j.cell.2013.06.016.
- [10] B. Poljsak and I. Milisav, "Vitamin B3 forms as precursors to NAD⁺: Are they safe?," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 79, pp. 198–203, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.tifs.2018.07.020.
- [11] K. F. Mills et al., "Long-Term Administration of Nicotinamide Mononucleotide Mitigates Age-Associated Physiological Decline in Mice," *Cell Metabolism*, vol. 24, no. 6, pp. 795–806, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.cmet.2016.09.013.
- [12] H. Zhang et al., "NAD⁺ repletion improves mitochondrial and stem cell function and enhances life span in mice," *Science*, vol. 352, no. 6292, pp. 1436–1443, Jun. 2016, doi: 10.1126/science.aaf2693.
- [13] Y. Kato, M. Miyaji, and Q.-M. Zhang-Akiyama, "FUDR extends the lifespan of the short-lived AP endonuclease mutant in *Caenorhabditis elegans* in a fertility-dependent manner," *Genes Genet. Syst.*, vol. 91, no. 4, pp. 201–207, 2016, doi: 10.1266/ggs.15-00064.
- [14] M. Porta-de-la-Riva, L. Fontrodona, A. Villanueva, and J. Cerón, "Basic *Caenorhabditis elegans* Methods: Synchronization and Observation," *JoVE*, no. 64, p. 4019, Jun. 2012, doi: 10.3791/4019.
- [15] G. L. Sutphin and M. Kaeberlein, "Measuring *Caenorhabditis elegans* Life Span on Solid Media," *JoVE*, no. 27, p. 1152, May 2009, doi: 10.3791/1152.
- [16] S. A. Keith, F. R. G. Amrit, R. Ratnappan, and A. Ghazi, "The *C. elegans* healthspan and stress-resistance assay toolkit," *Methods*, vol. 68, no. 3, pp. 476–486, Aug. 2014, doi: 10.1016/j.ymeth.2014.04.003.
- [17] H.-E. H. Park, Y. Jung, and S.-J. V. Lee, "Survival assays using *Caenorhabditis elegans*," *Molecules and Cells*, vol. 40, no. 2, pp. 90–99, Feb. 2017, doi: 10.14348/molcells.2017.0017.

Aislamiento y caracterización de microalgas de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad de las Américas Puebla para la mejora de biogránulos nativos

^aMeza, Padilla-Isaac*, ^aGómez, Gallegos-Martha Alicia, ^aGarcía, Guzmán-Jerónimo, ^aSánchez, Salas-José Luis

^aUniversidad de las Américas Puebla, Ex-Hacienda de Sta. Catarina Martir s/n, C.P. 72810, San Andrés Cholula, Puebla.

*isaac.mezapa@udlap.mx



Área 2
Biología y Química

Resumen

El objetivo de este estudio fue aislar y caracterizar microalgas nativas de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad de las Américas Puebla, con la finalidad de desarrollar una asociación granular microalgas-bacterias para la remoción simultánea de materia orgánica (DQO), nitrógeno (N total) y fósforo (P total). Los resultados muestran que la comunidad microalgal estuvo dominada por *Chlorella* sp. Se implementaron fotobiorreactores (PBRs) de biogránulos bacterianos con microalgas bajo cuatro condiciones diferentes: 1000 mg L⁻¹ y 120 rpm (PBR A); 1000 mg L⁻¹ y 100 rpm (PBR B); 1500 mg L⁻¹ y 120 rpm (PBR C); 1500 mg L⁻¹ y 100 rpm (PBR D); concentración de sustrato inicial (DQO) y velocidad de agitación, respectivamente. La asociación granular microalgas-bacterias se estableció exitosamente en el PBR A, el cual alcanzó una concentración de clorofila *a* (Ca) de 80 µg L⁻¹, y removió 94.8 % de la DQO, 90.33 % de N total y 86.44 % de P total. En particular, la remoción de P total aumentó 1.8 veces en el PBR A en comparación con los PBRs donde la cantidad de microalgas, medida mediante la concentración de Ca, fue muy baja. Por lo tanto, este estudio demostró la factibilidad de la asociación granular microalgas-bacterias, así como su conveniencia para el tratamiento de aguas residuales usando biogránulos bacterianos nativos y microalgas aisladas de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Palabras clave

Microalgae, biogranules, microbial association, wastewater treatment

Abstract

This study aimed to isolate and characterize native microalgae from Universidad de las Americas Puebla wastewater treatment plant to develop a microalgal-bacterial granular association for simultaneous organic matter (COD), nitrogen (TN), and phosphorus (TP) removal. The results show that the microalgal community was dominated by *Chlorella* sp. Microalgal-bacterial granular photobioreactors (PBRs) were implemented under four different conditions: 1000 mg L⁻¹ and 120 rpm (PBR A); 1000 mg L⁻¹ and 100 rpm (PBR B); 1500 mg L⁻¹ and 120 rpm (PBR C); 1500 mg L⁻¹ and 100 rpm (PBR D); initial substrate concentration (COD) and stirring rate, respectively. The microalgal-bacterial granular association was successfully established in PBR A, which reached a chlorophyll a (Chl. a) concentration of 80 µg L⁻¹, and removed 94.8 % of COD, 90.33 % of TN, and 86.44 % of TP. Particularly, TP removal increased 1.8-fold in PBR A compared to PBRs where the number of microalgae, determined by the Chl. The concentration was very low. Thus, this study demonstrates both the feasibility and convenience of implementing a microalgal-bacterial granular association for wastewater treatment using native bio granules and microalgae isolated from a wastewater treatment plant.

Keywords

Microalgae, biogranules, microbial association, wastewater treatment

Glosario de abreviaturas y símbolos

Ca, clorofila a (µg L⁻¹)

DQO, demanda química de oxígeno

EPS, sustancias poliméricas extracelulares

N total, nitrógeno total

PBR, fotobiorreactor

Concentración de sustrato inicial (mg L⁻¹ DQO)

Velocidad de agitación (rpm, revoluciones por minuto)

PTAR, planta de tratamiento de aguas residuales

P total, fósforo total

UDLAP, Universidad de las Américas Puebla

Introducción

El cultivo de microalgas ha existido por milenios. Los primeros intentos exitosos registrados de aprovechar la biomasa microalgal se remontan a Asia, hace dos mil años aproximadamente. Estos eventos a menudo se atribuyen a los chinos, quienes solían cultivar *Nostoc*, una cianobacteria, como fuente de alimento para sobrevivir a las hambrunas [1]. Sin embargo, el pueblo chino no ha sido el único en utilizar las microalgas desde la antigüedad. También hay registros de las civilizaciones maya y azteca, y de ciertas comunidades de Níger y Chad que cultivaban *Arthrospira* (conocida comercialmente como *Spirulina*), otra cianobacteria, como fuente de alimento [2]. Se desconoce si otros episodios de este tipo han pasado inadvertidos a lo largo de la historia de la humanidad.

Si bien los primeros acercamientos a la biotecnología con microalgas se centraron en la obtención de alimento, hoy en día las aplicaciones de las microalgas son bastante diversas. Por ejemplo, como suplementos nutricionales [3], alimento para acuicultura [4], producción de carbohidratos para bioetanol [5], producción de lípidos para biocombustible [6], producción de hidrógeno como fuente de energía limpia y renovable [7], remediación del aire a través de la captura de CO_2 [8] y, por supuesto, el tratamiento de aguas residuales [9]. Esta considerable variedad de aplicaciones, así como la creciente necesidad de encontrar alternativas y soluciones sostenibles a los numerosos problemas ambientales existentes, en los últimos tiempos ha desencadenado el estudio de la biotecnología con microalgas. Es cada vez más común encontrar trabajos de investigación combinando más de una aplicación de microalgas, como los estudios de tratamiento de aguas residuales y producción de lípidos [10]. De hecho, el proyecto CO_2 AlgaeFix [8] ha sugerido que la combinación de la capacidad de las microalgas para descontaminar el agua, junto con la captura de CO_2 o la producción de energía, mientras se obtienen productos de alto valor añadido, puede ofrecer una vía económicamente viable para el desarrollo de múltiples productos a través de innovaciones tanto en el campo de la biología como de la ingeniería; y que el desarrollo industrial de estos procesos biológicos puede ser, por tanto, una valiosa ayuda para paliar tres de las crisis que sufre la humanidad: la **alimentaria**, la **energética** y la **ambiental**.

El tratamiento microalgal de aguas residuales empezó a ser estudiado en el siglo pasado. Las primeras instalaciones de lodos activados, descritas por Ardern y Locket en 1914 [11] e instaladas en 1922 [12], no incluían microalgas de forma deliberada. Sin embargo, su rol en el tratamiento de aguas residuales comenzó

a ser investigado en California y Texas después de la Segunda Guerra Mundial, implementando sistemas microalgales en comunidades rurales pequeñas, aprovechando su simplicidad en operación en comparación con otras tecnologías como los lodos activados [13]. De hecho, hoy en día aproximadamente el 75 % de las aguas residuales no se trata debido a la ausencia de infraestructura apropiada [14] y, en los países en desarrollo, el porcentaje de aguas residuales domésticas sin tratamiento descargadas a ríos puede llegar a ser del 90 % [15]. Las lagunas algales de oxidación y estabilización fueron los primeros sistemas microalgales establecidos. Posteriormente, W. J. Oswald y colaboradores en la Universidad de California en Berkeley, desarrollaron las primeras lagunas algales de alta tasa para remover materia orgánica presente en las aguas residuales y producir microalgas para alimentación animal de manera simultánea. Este sistema de implementación de las lagunas algales de alta tasa se extendió a otros países en la década de 1970, como Tailandia, Israel e India [13].

En el ámbito del tratamiento de aguas residuales, las microalgas se han utilizado en repetidas ocasiones para eliminar contaminantes como materia orgánica, nitrógeno y fósforo. Estos procedimientos se basan en la fijación de nutrientes y otros compuestos presentes en las aguas residuales—o en el aire, como es el caso del CO_2 , que también es fijado por las microalgas—durante el crecimiento y proliferación celular de las microalgas, y su posterior eliminación mediante la recolección de la biomasa [14, 15]. Del mismo modo, las microalgas se utilizan continuamente en la mejora de lodos activados y lodos granulares, aprovechando las relaciones mutualistas y otras interacciones sinérgicas que existen de forma natural entre las algas unicelulares y determinados microorganismos, como las bacterias aerobias. Tales asociaciones amplifican la capacidad de descontaminación de lodos y biogránulos, con las microalgas actuando como un segundo hábitat para las bacterias, protegiéndolas de condiciones ambientales adversas e intercambiando nutrientes orgánicos e inorgánicos a través de la fotosíntesis y la respiración celular [9, 16, 17]. Por tanto, el objetivo de este estudio fue aislar y caracterizar microalgas nativas de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) para desarrollar una asociación de biogránulos bacterianos ya establecidos con las microalgas, y medir la eficiencia de remoción de materia orgánica (DQO), nitrógeno (N total) y fósforo (P total).

Materiales y métodos

Muestreo y aislamiento de microalgas

El muestreo de microalgas se llevó a cabo de diferentes fuentes, una en la PTAR de la UDLAP y otras de agua estancada de diferentes lugares alrededor del campus de la UDLAP que tuvieron algas creciendo. En todos los casos se tomaron muestras con gasa estéril para recolectar las microalgas que se introdujeron en 25 mL de agua contenidos en tubos Falcon® de 50 mL limpios y estériles. Se utilizó papel aluminio en lugar de las tapas plásticas de los tubos para permitir la difusión adecuada de CO₂. Se añadió medio de cultivo al 1.8 % del producto comercial Miracle-Gro®. Siete días después, los tubos con un mayor crecimiento de microalgas fueron seleccionados para el aislamiento. En condiciones de esterilidad, el medio y la gasa se retiró de los tubos, dejando las microalgas en suspensión y adheridas al tubo. Posteriormente se centrifugaron a 1000 rpm por 5 minutos para concentrarlas y después resuspenderlas en 5 mL de medio fresco estéril. Para aislar las microalgas, se procedió a realizar una dilución 1:10 hasta 10⁻¹² utilizando medio de cultivo fresco estéril. 100 µL de cada dilución se inoculó en una microplaca de 24 pozos. Este procedimiento se realizó para cada muestra de microalgas. Una vez aisladas se dejaron crecer y se observaron bajo el microscopio para ver que existiera una sola morfología. Las microalgas de diferentes fuentes fueron puestas en contacto con 50 mL de agua residual estéril de la PTAR de la UDLAP para verificar el crecimiento en este tipo de agua y seleccionar las adecuadas para los estudios posteriores.

Microscopía óptica, de fluorescencia y electrónica

Para poder visualizar las microalgas de las muestras fue más fácil colocar cubreobjetos en cada muestra de cultivo y dejarlo por siete días. Después de esos días, los cubreobjetos en las microplacas se recuperaron y se utilizaron para análisis microscópico de fluorescencia Carl Zeiss AXIO. Las laminillas con las algas adheridas también se utilizaron para un análisis de microscopía de barrido. Para este análisis, las algas fueron fijadas con glutaraldehído al 2.5 % por 30 minutos posterior deshidratación en pasos sucesivos de etanol al 25 %, 50 %, 75 % y 100 % con tiempos de 10 minutos en cada solución. Para los análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM), se utilizó el microscopio TESCAN MAIA3. Las microalgas aisladas se identificaron morfológicamente con base en un análisis microscópico utilizando dos claves dicotómicas de algas [20, 21]. Una vez implementados los cultivos axénicos, las microalgas se volvieron a analizar

al microscopio. Estos análisis también se realizaron con muestras de cultivos polixénicos y de biogránulos desarrollados con y sin microalgas.

Cultivo axénico de microalgas e inoculación a biogránulos

Para conseguir cultivos axénicos de las microalgas (sin la presencia de bacterias) provenientes de la PTAR, en una zona estéril se procedió a inocular 10 mL de algas a tres matraces Erlenmeyer de 250 mL que contenían 240 mL de medio fresco. Se prepararon dos soluciones stock de antibióticos: una de ampicilina con una concentración de 25 mg mL⁻¹ y otra de kanamicina de 10 mg mL⁻¹, las cuales se esterilizaron por filtración a través de un filtro de membrana estéril con poro de 0.45 µm. En un matraz se agregó ampicilina a una concentración final de 100 mg mL⁻¹, al segundo matraz se agregó kanamicina a una concentración final de 10 mg mL⁻¹ y al tercer matraz se agregó ampicilina + kanamicina a las concentraciones antes mencionadas. Después de siete días con exposición a la luz solar por 12 horas y 12 de oscuridad, cada cultivo se colectó en 9 tubos Falcon® de 50 mL, los cuales se centrifugaron a 1500 rpm por 10 minutos a 20 °C y se lavaron dos veces con medio estéril. La concentración de clorofila *a* (Ca) se determinó mediante la ecuación espectrofotométrica tricromática [22], sustrayendo la absorbancia a 750 nm para la corrección de turbidez [23]:

$$Ca \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 11.85 (E_{664} - E_{750}) - 1.54 (E_{647} - E_{750}) - 0.08 (E_{630} - E_{750})$$

donde

E = absorción en esa longitud de onda

Las microalgas de los tubos Falcon® con el agregado de ampicilina se seleccionaron como el inóculo para los biogránulos. Se inoculó 3.6 mL del cultivo de microalgas (20 µg L⁻¹) a matraces de 500 mL conteniendo 300 mL de aguas residuales sintéticas (260 mL de aguas residuales sintéticas preparadas a base de suero de leche y 40 mL de biogránulos), para tener una concentración final de 0.24 µg L⁻¹ de Ca [9]. Los biogránulos fueron previamente desarrollados y proporcionados por la Dra. Martha Alicia Gómez Gallegos [24].

Medición de la remoción de DQO, N total y P total

Las concentraciones de DQO, N total y P total se midieron en el sobrenadante después de la sedimentación de los biogránulos con microalgas al inicio (día 0) y al final (día 9) del proceso, de acuerdo con los procedimientos estándares previamente reportados [25] y usando reactivos de Hach. Brevemente, luego de la

sedimentación de los biogránulos en los fotobiorreactores (PBRs), se recolectaron 10 mL del sobrenadante para medir las concentraciones de DQO, N total y P total mediante un espectrofotómetro Hach DR 6000, siguiendo los métodos descritos por el fabricante. Se implementaron PBRs de biogránulos bacterianos con microalgas bajo cuatro condiciones diferentes: 1000 mg L⁻¹ y 120 rpm (PBR A); 1000 mg L⁻¹ y 100 rpm (PBR B); 1500 mg L⁻¹ y 120 rpm (PBR C); 1500 mg L⁻¹ y 100 rpm (PBR D); concentración de sustrato inicial (DQO) y velocidad de agitación, respectivamente. La concentración de Ca y las técnicas de microscopía descritas anteriormente se utilizaron para evaluar el desarrollo de los biogránulos con microalgas. Los PBRs se mantuvieron a temperatura ambiente y bajo luz solar natural por 12 horas. Los experimentos se llevaron a cabo por triplicado y los datos presentados son las medias de los resultados obtenidos.

Resultados/Discusión de resultados

Identificación morfológica de género

Las microalgas aisladas de la PTAR de la UDLAP fueron identificadas como *Chlorella sp.* (**Figura 1**) y se desarrollaron en muestras de agua de la PTAR, mientras que las microalgas de otros contenedores fueron identificadas como *Haematococcus sp.* (**Figura 2**) y no pudieron desarrollarse en agua de la PTAR. *Chlorella sp.* fue seleccionada para las siguientes etapas del estudio.

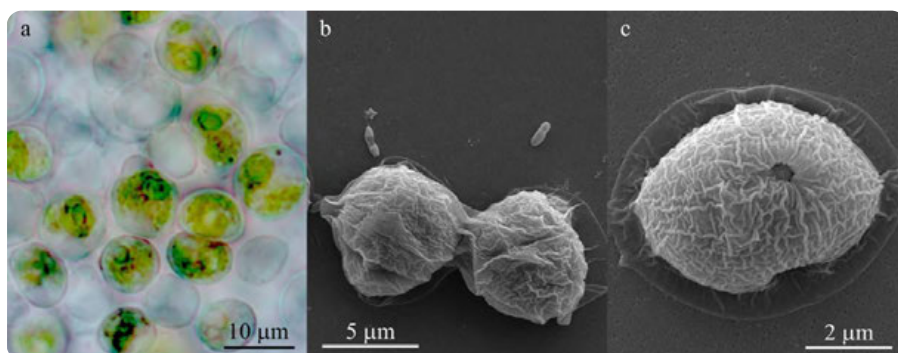


Figura 1. Micrografía óptica (a) y SEM (b, c) de *Chlorella sp.* aislada de la PTAR de la UDLAP.

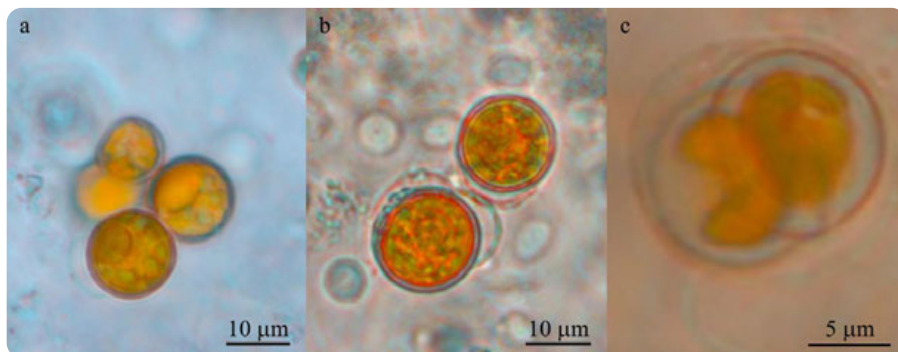


Figura 2. Micrografías ópticas (a-c) de *Haematococcus sp.* aislada de contenedores con agua estancada en diferentes lugares cerca del campus de la UDLAP.

Crecimiento de microalgas en cultivos axénicos

El crecimiento de *Chlorella* sp. en los cultivos axénicos se determinó mediante la concentración de Ca, un pigmento fotosintético presente en las algas verdes y un parámetro común para medir su crecimiento [26]. Como se puede ver en la **Tabla 1**, la concentración de Ca fue aproximadamente dos veces mayor en los cultivos con ampicilina y en los cultivos con kanamicina que en los cultivos con ampicilina + kanamicina. Asimismo, al comparar la densidad óptica a 630 nm (la longitud de onda más cercana al espectro visible), se encuentra una mayor absorbancia en los cultivos con ampicilina en comparación con los cultivos con kanamicina, indicando cierto efecto inhibitorio por la kanamicina. Este resultado puede ser debido a que la kanamicina afecta la síntesis de proteínas en las mitocondrias y cloroplastos. Este efecto se ve similar en la mezcla de ampicilina + kanamicina, casi en la misma proporción que en el matraz de solo kanamicina. De igual modo, un análisis visual de los cultivos axénicos indica un mayor crecimiento de *Chlorella* sp. en los cultivos con ampicilina, seguidos por los cultivos de kanamicina y los de ampicilina + kanamicina (**Figura 3**). De acuerdo con estos resultados, se seleccionaron las microalgas de los cultivos con ampicilina como inóculo para los biogránulos.

Tabla 1. Densidad óptica a diferentes longitudes de onda y concentración de Ca en cultivos axénicos de *Chlorella* sp. en medios con ampicilina, medios con kanamicina y medios con ampicilina + kanamicina, siete días después de la inoculación.

	Ampicilina	Kanamicina	Ampicilina + kanamicina
Longitud de onda (nm)	Densidad óptica (media ± sd)		
664	1.966e-2 ± 3.214e-3	1.433e-2 ± 1.527e-3	9.333e-3 ± 5.131e-3
647	1.700e-2 ± 1.249e-2	7.666e-3 ± 8.144e-3	1.000e-2 ± 2.645e-3
630	3.400e-2 ± 5.567e-3	1.800e-2 ± 1.571e-2	2.366e-2 ± 2.309e-3
750	1.800e-2 ± 6.557e-3	1.300e-2 ± 1.154e-3	8.000e-3 ± 4.358e-3
Ca (µg L ⁻¹)			
	20	20	11

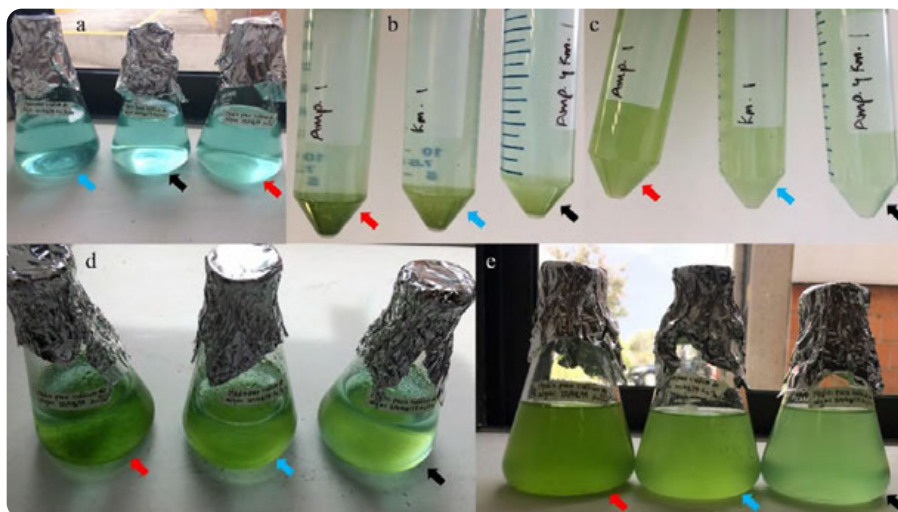


Figura 3. Cultivos axénicos de *Chlorella* sp. de la PTAR de la UDLAP. (a) Matraces justo después de la inoculación. (b, c) Tubos Falcon® después de 7 días. (d, e) Matraces después de 7 días. Las flechas rojas, azules y negras señalan los cultivos de ampicilina, ampicilina + kanamicina, y ampicilina + kanamicina, respectivamente.

Morfología de los biogránulos microalgales-bacterianos

Los biogránulos microalgales-bacterianos están formados por bacterias filamentosas, bacterias no filamentosas, microalgas y exudados microbianos conocidos como sustancias poliméricas extracelulares (EPS), los cuales se componen principalmente de proteínas y polisacáridos [27]. De igual manera, cuando se forma una asociación granular microalgas-bacterias, se cree que los EPS juegan un papel clave en la estabilidad de los biogránulos [18]. También se ha propuesto que uno de los componentes de los EPS puede ser exudados bacterianos como vitaminas que ayudan y promueven el crecimiento y proliferación celular de las microalgas, y viceversa [17]. De hecho, Croft y colaboradores [28] descubrieron que varias especies de algas adquieren vitamina B12 por medio de una relación simbiótica con bacterias.

Aprovechando el carácter fluorescente de los electrones deslocalizados en el extenso sistema conjugado de las moléculas de Ca [26, 29], es posible determinar la localización específica de las células microalgales en los biogránulos (**Figura 4a-d**). De acuerdo a las observaciones de microscopía de fluorescencia y de microscopía de barrido, se observan a las microalgas adheridas a la superficie de los biogránulos (**Figura 4e**), quizás debido a que requieren de estar en la zona externa de los biogránulos para captar la luz solar, mientras que las bacterias forman el núcleo interno [18, 19]. Sin embargo, es posible que también estén presentes en el núcleo interno de los biogránulos por reportes previos [9], aunque en nuestro estudio no pudimos demostrarlo. En un biogránulo, las bacterias filamentosas funcionan como una matriz inmovilizadora en la que las bacterias no filamentosas y las microalgas pueden adherirse y crecer, mientras que las bacterias se adhieren a la superficie de las microalgas a su vez, acumulando gradualmente EPS y materia

sedimentada hasta resultar en un biogránulo maduro [27, 30, 31]. Un aspecto positivo con respecto a la etapa de recolección de la biomasa reside en que los lodos granulares microalgas-bacterias, presentan una velocidad de sedimentación más alta que las microalgas por sí solas, lo que hace que la biomasa sea más fácil de recolectar [32].

Desempeño de los biogránulos microalgales-bacterianos

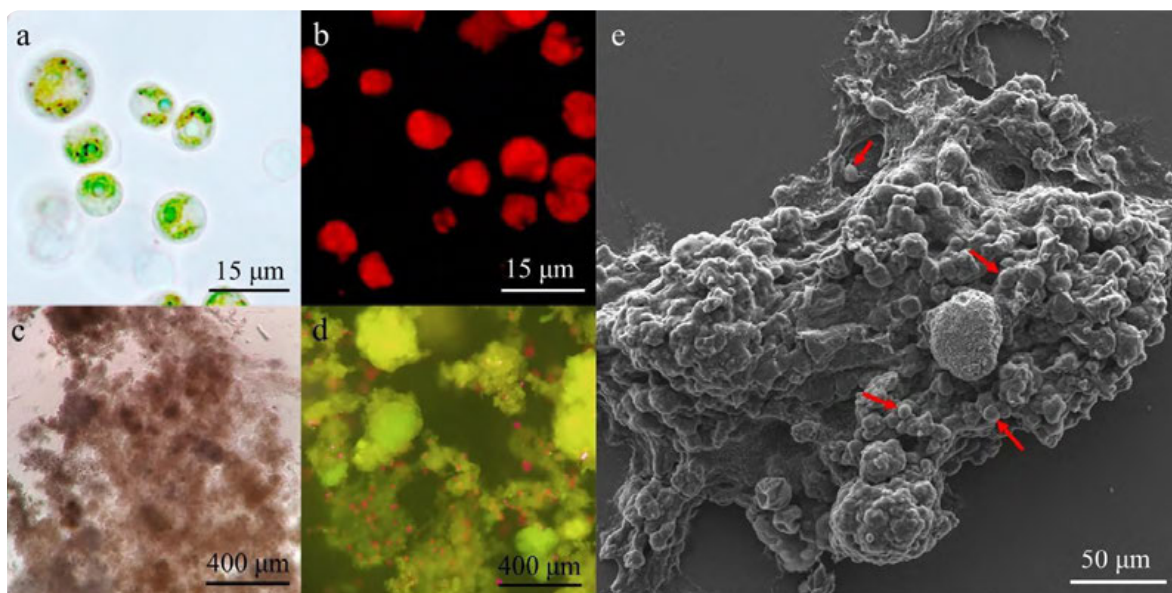


Figura 4. Biogránulos microalgales-bacterianos. (a) Micrografía óptica de *Chlorella* sp. axénica. (b) Micrografía de fluorescencia de *Chlorella* sp. axénica. (c) Micrografía óptica de biogránulos *Chlorella* sp.-bacterianos. (d) Micrografía de fluorescencia de biogránulos *Chlorella* sp.-bacterianos. (e) SEM de un biogránulo *Chlorella* sp.-bacteriano; las flechas rojas indican microalgas.

Como se muestra en la **Figura 5**, las tasas de remoción de materia orgánica (DQO) de los PBRs fueron similares en las cuatro condiciones implementadas, removiendo más del 91.3 % en todos los casos y llegando hasta 96 % en el PBR C. La remoción de nitrógeno también fue similar en los cuatro PBRs, siempre mayor a 90.33 % y alcanzando incluso el 100 % en el PBR B. En cuanto al fósforo, se encontró una mayor diferencia en los porcentajes de remoción, esto es, 37.05 %, 41.7 % y 47.93 % en los PBRs donde no se detectó Ca por métodos espectrofotométricos. Mientras tanto, en el PBR A, donde se detectó Ca ($80 \mu\text{g L}^{-1}$), el porcentaje de remoción de fósforo fue de 86, 44 %; es decir, aumentó 1.8 veces en comparación con los PBRs donde la cantidad de Ca no fue detectada por espectrofotometría. También cabe señalar que el porcentaje más alto de remoción de fósforo en biorreactores de lodos granulares sin microalgas bajo condiciones similares (concentración inicial de DQO de 1157 mg L^{-1} y velocidad de agitación de 150 rpm) fue de 45.6 % [24].

La concentración de Ca disminuyó de $0.24 \mu\text{g L}^{-1}$ (la concentración inicial en cada PBR) a valores por debajo de la sensibilidad del espectrofotómetro en los PBRs B, C y D, mientras que en el PBR A aumentó a $80 \mu\text{g L}^{-1}$ (una concentración de Ca 333 veces mayor que la inicial en los PBRs, y 4 veces mayor que la alcanzada en el cultivo axénico de *Chlorella* sp. con ampicilina). Esto indica que las microalgas se adaptaron exitosamente al PBR A, estableciendo una asociación granular microalgas-bacterias más eficiente que en los otros PBRs. Así pues, ¿por qué la remoción de fósforo se incrementó a tal grado en el PBR donde se detectó Ca? Una mayor concentración de Ca implica un mayor crecimiento de microalgas. Y, dado que en los sistemas microalgas-bacterias de tratamiento de aguas residuales, el carbono, el nitrógeno y el fósforo son eliminados principalmente a través de la asimilación por la biomasa [33] durante el crecimiento y proliferación celular de microalgas y bacterias (es decir, son removidos del medio e integrados en forma de biomasa), dicho aumento conduce a un incremento en las tasas de remoción absolutas del sistema [34]. El fósforo presente en las aguas residuales sintéticas fue utilizado por las microalgas y bacterias para sintetizar sus ácidos nucleicos, nucleótidos trifosfato como adenosín trifosfato y guanósín trifosfato, fosfolípidos, entre otras biomoléculas (es decir, el fósforo fue removido del agua residual sintética y pasó a ser integrado en forma de biomasa). Si bien presentan un metabolismo altamente versátil, capaz de adoptar estrategias mixotróficas e incluso heterotróficas [32, 33], las microalgas son organismos principalmente autótrofos, obteniendo el carbono que necesitan mediante la fijación de CO_2 por la enzima rubisco [29]. Asimismo, es ampliamente conocido que en los sistemas de tratamiento de aguas residuales las bacterias heterótrofas son las principales responsables de asimilar materia orgánica, mientras que las microalgas de asimilar nitrógeno y fósforo [35, 36].

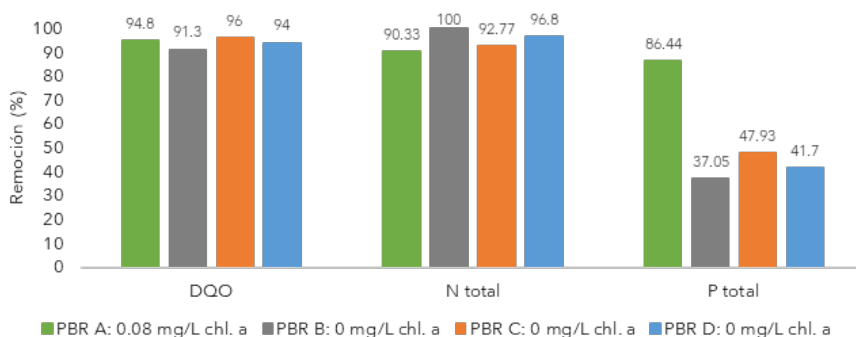


Figura 5. Remoción de materia orgánica (DQO), nitrógeno (N total) y fósforo (P total), y concentración de Ca en los PBRs. Nótese el incremento de la remoción de P total en el PBR con Ca detectada.

Por último, resulta esencial destacar la complementariedad existente entre el metabolismo fotosintético de las microalgas y el de las bacterias aerobias. Como se esquematiza en la **Figura 6**, durante los periodos de luz, las microalgas liberan O_2 , como subproducto de la oxidación de dos moléculas de agua por el centro de

reacción fotoquímica del fotosistema II, a sus alrededores. El O_2 es usado por las bacterias aerobias como el aceptor final de electrones al final de la cadena de transporte de electrones para bombear protones a través de su membrana plasmática, aprovechar el gradiente electroquímico de protones generado para desencadenar cambios conformacionales en la enzima ATP sintasa bacteriana y acoplar la energía mecánica que se libera a la formación de enlaces fosfato en el adenosín trifosfato, convirtiendo así esa energía mecánica en la energía química necesaria para las reacciones endergónicas del metabolismo bacteriano [37, 38]. Las bacterias, a su vez, liberan CO_2 , como subproducto del ciclo del ácido cítrico, la descarboxilación oxidativa de piruvato a acetil-CoA y la oxidación de otros compuestos orgánicos, a sus alrededores. El CO_2 es aprovechado por las microalgas a través de su ciclo de fijación de carbono como fuente de carbono para sintetizar gliceraldehído 3-fosfato, el cual proporciona el material de partida para la síntesis de moléculas orgánicas como carbohidratos, aminoácidos y ácidos grasos [29, 38]. Como resultado, las microalgas y las bacterias aerobias se complementan entre sí. Una de las implicaciones más directas de esta sinergia metabólica, es que reduce la necesidad de suministrar aireación mecánica al sistema para promover el crecimiento microbiano, un proceso altamente consumidor de energía que puede representar del 45-75 % del costo energético global del tratamiento [39-41], y que la emisión de gases de efecto invernadero se ve drásticamente reducida [42].

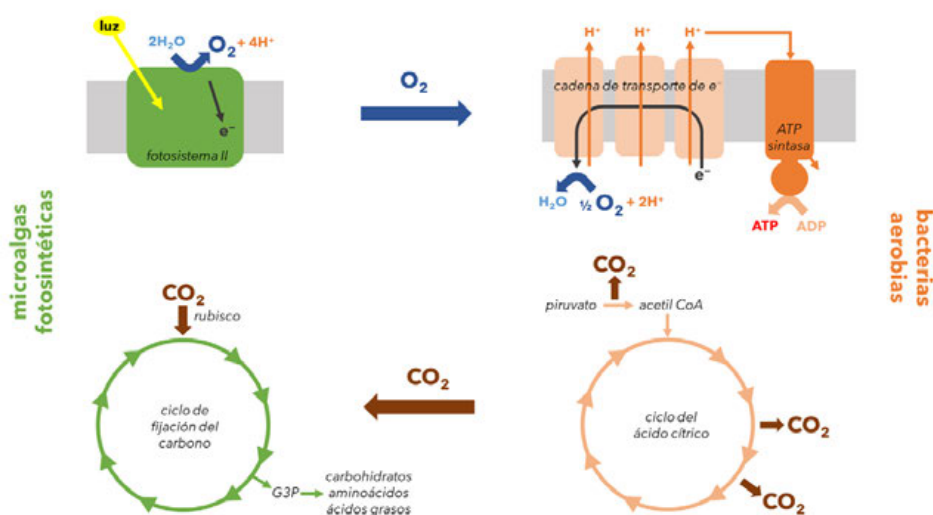


Figura 6. Síntesis esquemática de la sinergia metabólica que existe entre las microalgas fotosintéticas y las bacterias aerobias. El O_2 liberado por las microalgas es aprovechado por las bacterias aerobias, mientras que el CO_2 liberado por las bacterias aerobias es aprovechado por las microalgas. (Elaboración propia).

Conclusiones

La comunidad de microalgas de la PTAR de la UDLAP estuvo dominada por *Chlorella* sp. La asociación granular microalgas-bacterias se estableció exitosamente en el PBR A, el cual alcanzó una concentración de Ca de $80 \mu\text{g L}^{-1}$, y removió 94.8 % de la DQO, 90.33 % de N total y 86.44 % de P total. En particular, la remoción de P total aumentó 1.8 veces en el PBR A en comparación con los PBRs donde la cantidad de microalgas, medida mediante la concentración de Ca, fue muy baja. Por lo tanto, este estudio demostró la factibilidad de la asociación granular microalgas-bacterias, así como su conveniencia para el tratamiento de aguas residuales usando biogránulos bacterianos nativos y microalgas aisladas de la PTAR. Una vez aplicada a la PTAR de la UDLAP, esta asociación microbiana tendrá un impacto potencial tanto para la biocenosis acuática como para la ciudadanía, porque podría disminuir la contaminación en los cuerpos de agua que sustentan al estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Se ha de continuar realizando más investigación al respecto hasta lograr la aplicación a gran escala en la PTAR de la UDLAP.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la UDLAP, que proporcionó los laboratorios, materiales y reactivos necesarios para los experimentos y proporcionó una beca académica al tesista de este trabajo. Se agradece al profesor Jerónimo García Guzmán, quien brindó claves dicotómicas de microalgas y valioso consejo.

Referencias bibliográficas

- [1] P. Spolaore, C. Joannis-Cassan, E. Duran y A. Isambert, "Commercial applications of microalgae," *Journal of bioscience and bioengineering*, vol. 5, no. 2, pp. 87-96, mar., 2006. doi: 10.1263/jbb.101.87.
- [2] I. Hamed, "The Evolution and Versatility of Microalgal Biotechnology: A Review", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 15, no. 6, pp. 1104-1123, sept., 2016. doi: 10.1111/1541-4337.12227.
- [3] M. Kent, H. Welladsen, A. Mangott y Y. Li, "Nutritional Evaluation of Australian Microalgae as Potential Human Health Supplements", *PLOS ONE*, vol. 10, no. 2, p. e0118985, feb., 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0118985.
- [4] T. Naumann, Z. Çebi, B. Podola y M. Melkonian, "Growing microalgae as aquaculture feeds on twin-layers: a novel solid-state photobioreactor", *Journal of Applied Phycology*, vol. 25, no. 5, pp. 1413-1420, dic., 2012. doi: 10.1007/s10811-012-9962-6.
- [5] N. Hossain, J. Zaini y T. Indra Mahlia, "Life cycle assessment, energy balance and sensitivity analysis of bioethanol production from microalgae in a tropical country", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 115, p. 109371, nov., 2019. doi: 10.1016/j.rser.2019.109371.
- [6] G. Y. Yew, K. W. Chew, M. A. Malek, Y. C. Ho, W. H. Chen, T. C. Ling y P. L. Show, "Hybrid liquid biphasic system for cell disruption and simultaneous lipid extraction from microalgae *Chlorella sorokiniana* CY-1 for biofuel production", *Biotechnology for Biofuels*, vol. 12, no. 1, oct., 2019. doi: 10.1186/s13068-019-1591-8.
- [7] W. Xiong, X. Zhao, G. Zhu, C. Shao, Y. Li, W. Ma, X. Xu y R. Tang, "Silicification-Induced Cell Aggregation for the Sustainable Production of H₂ under Aerobic Conditions", *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 54, no. 41, pp. 11961-11965, oct., 2015. doi: 10.1002/anie.201504634.
- [8] Proyecto CO₂AlgaeFix, Manual de Buenas Prácticas: Instalación de Cultivo de Microalgas, *Life10 Env/Es/000496 CO2AlgaeFix*, 2015.
- [9] B. Zhang, P. N. L. Lens, W. Shi, R. Zhang, Z. Zhang, Y. Guo, X. Bao y F. Cui, "Enhancement of aerobic granulation and nutrient removal by an algal-bacterial consortium in a lab-scale photobioreactor", *Chemical Engineering Journal*, vol. 334, pp. 2373-2382, feb., 2018. doi: 10.1016/j.cej.2017.11.151.
- [10] J. Nzayisenga, X. Farge, S. Groll and A. Sellstedt, "Effects of light intensity on growth and lipid production in microalgae grown in wastewater", *Biotechnology for Biofuels*, vol. 13, no. 1, en., 2020. doi: 10.1186/s13068-019-1646-x.
- [11] E. Ardern y W. Lockett, "Experiments on the oxidation of sewage without the aid of filters", *Journal of the Society of Chemical Industry*, vol. 33, no. 10, pp. 523-539, mayo, 1914. doi: 10.1002/jctb.5000331005.
- [12] P. Madoni, "Protozoa in wastewater treatment processes: A minireview", *Italian Journal of Zoology*, vol. 78, no. 1, pp. 3-11, mar., 2011. doi: 10.1080/11250000903373797.
- [13] V. Cerón Hernández, C. Madera Parra y M. Peña Varón, "Using high rate algal ponds for wastewater treatment", *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 33, no. 1, pp. 98-125, en., 2015. doi: 10.14482/inde.33.1.5318.
- [14] J. Sharma, V. Kumar, S. S. Kumar, S. K. Malyan, T. Mathimani, N. R. Bishnoi y A. Pugazhendhi, "Microalgal consortia for municipal wastewater treatment – Lipid augmentation and fatty acid profiling for biodiesel production", *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, vol. 202, p. 111638, en., 2020. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2019.111638.

- [15] M. Benítez, P. Champagne, A. Ramos, A. Torres y V. Ochoa-Herrera, "Wastewater treatment for nutrient removal with Ecuadorian native microalgae", *Environmental Technology*, vol. 40, no. 22, pp. 2977-2985, sep., 2018. doi: 10.1080/09593330.2018.1459874.
- [16] J. García, R. Mujeriego y M. Hernández-Mariné, *Journal of Applied Phycology*, vol. 12, no. 35, pp. 331-339, oct., 2000. doi: 10.1023/a:1008146421368.
- [17] S. Huo, M. Kong, F. Zhu, J. Qian, D. Huang, P. Chen, y R. Ruan, "Co-culture of *Chlorella* and wastewater-borne bacteria in vinegar production wastewater: Enhancement of nutrients removal and influence of algal biomass generation, " *Algal Research*, vol. 45, p. 101744, en., 2020. doi: 10.1016/j.algal.2019.101744.
- [18] B. Ji, M. Zhang, J. Gu, Y. Ma, y Y. Liu, "A self-sustaining synergetic microalgal-bacterial granular sludge process towards energy-efficient and environmentally sustainable municipal wastewater treatment, " *Water Research*, vol. 179, p. 115884, jul., 2020. doi: 10.1016/j.watres.2020.115884.
- [19] L. Liu, H. Fan, Y. Liu, C. Liu, y X. Huang, "Development of algae-bacteria granular consortia in photo-sequencing batch reactor, " *Bioresource Technology*, vol. 232, pp. 64-71, may., 2017. doi: 10.1016/j.biortech.2017.02.025.
- [20] G. W. Prescott, *How to know the freshwater algae*. 2nd ed. Iowa, W.C. Brown Co., 1970.
- [21] E. G. Bellinger y D. C. Sigeo. *Freshwater algae: identification, enumeration and use as bioindicators*. 2nd ed. Oxford, UK. John Wiley & Sons, Ltd., 2015.
- [22] S. Jeffrey y G. Humphrey, "New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton", *Biochimie Und Physiologie Der Pflanzen*, vol. 167, no. 2, pp. 191-194, 1975. doi: 10.1016/s0015-3796(17)30778-3.
- [23] B. H. Kim, Z. Kang, R. Ramanan, J. E. Choi, D. H. Cho, H. M. Oh y H. S. Ki, "Nutrient removal and biofuel production in high rate algal pond using real municipal wastewater", *Journal of microbiology and biotechnology*, vol. 24, no. 8, pp. 1123-1132, ago., 2014. doi: 10.4014/jmb.1312.12057.
- [24] M. A. Gomez-Gallegos, R. Reyes-Mazzoco, D. X. Flores-Cervantes, A. Jarayathne, A. Goonetilleke, E. R. Bandala y J. L. Sanchez-Salas, "Role of organic matter, nitrogen and phosphorous on granulation and settling velocity in wastewater treatment", *Journal of Water Process Engineering*, vol. 40, abr., 2021. doi: 10.1016/j.jwpe.2021.101967.
- [25] APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22nd ed. American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington DC, USA, 2017. doi: 10.2105/AJPH.51.6.940-a.
- [26] R. A. Andersen, *Algal culturing techniques*, Burlington, Mass: Elsevier/Academic Press, 2005.
- [27] W. Huang, D. Liu, W. Huang, W. Cai, Z. Zhang, y Z. Lei, "Achieving partial nitrification and high lipid production in an algal-bacterial granule system when treating low COD/NH₄-N wastewater, " *Chemosphere*, vol. 248, p. 126106, jun., 2020, doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126106.
- [28] M. T. Croft, A. D. Lawrence, E. Raux-Deery, M. J. Warren, y A. G. Smith, "Algae acquire vitamin B12 through a symbiotic relationship with bacteria, " *Nature*, vol. 438, no. 7064, pp. 90-93, nov., 2005, doi: 10.1038/nature04056.
- [29] B. Alberts, A. Johnson, Julian Hart Lewis, D. Morgan, y E. Al, *Molecular biology of the cell*, 6th ed. New York, Ny: Garland Science, 2015.
- [30] I. L. Bagatini, A. Eiler, S. Bertilsson, D. Klaveness, L. P. Tessarolli y A. A. H. Vieira, "Host-Specificity and Dynamics in Bacterial Communities Associated with Bloom-Forming Freshwater Phytoplankton, " *PLoS*

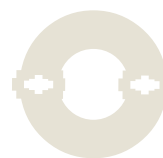
- ONE, vol. 9, no. 1, p. e85950, en., 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0085950.
- [31] S. Rajapitamahuni, P. Bachani, R. K. Sardar y S. Mishra, "Co-cultivation of siderophore-producing bacteria *Idiomarina loihiensis* RS14 with *Chlorella variabilis* ATCC 12198, evaluation of micro-algal growth, lipid, and protein content under iron starvation, " *Journal of Applied Phycology*, vol. 31, no. 1, pp. 29–39, ago., 2018, doi: 10.1007/s10811-018-1591-2.
- [32] J. Fan, Y. Chen, T. C. Zhang, B. Ji, y L. Cao, "Performance of *Chlorella sorokiniana*-activated sludge consortium treating wastewater under light-limited heterotrophic condition, " *Chemical Engineering Journal*, vol. 382, p. 122799, feb., 2020, doi: 10.1016/j.cej.2019.122799.
- [33] F. Gao, H. L. Yang, C. Lia, Y. Y. Penga, M. M. Lua, W. J. Jina, J. J. Baoc y Y. M. Guoc, "Effect of organic carbon to nitrogen ratio in wastewater on growth, nutrient uptake and lipid accumulation of a mixotrophic microalgae *Chlorella* sp., " *Bioresource Technology*, vol. 282, pp. 118–124, en., 2019, doi: 10.1016/j.biortech.2019.03.011.
- [34] G. Mujtaba, M. Rizwan, G. Kim, y K. Lee, "Removal of nutrients and COD through co-culturing activated sludge and immobilized *Chlorella vulgaris*, " *Chemical Engineering Journal*, vol. 343, pp. 155–162, jul., 2018, doi: 10.1016/j.cej.2018.03.007.
- [35] X. Ji, M. Jiang, J. Zhang, X. Jiang, y Z. Zheng, "The interactions of algae-bacteria symbiotic system and its effects on nutrients removal from synthetic wastewater, " *Bioresource Technology*, vol. 247, pp. 44–50, en., 2018, doi: 10.1016/j.biortech.2017.09.074.
- [36] S. A. Lee, N. Lee, H. M. Oh y C. Y. Ahn, "Enhanced and Balanced Microalgal Wastewater Treatment (COD, N, and P) by Interval Inoculation of Activated Sludge, " *Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol. 29, no. 9, pp. 1434–1443, sep., 2019, doi: 10.4014/jmb.1905.05034.
- [37] M. T. Madigan, J. M. Martinko, K. S. Bender, D. H. Buckley y D. A. Stahl, *Brock biology of microorganisms*, 14th ed. Pearson, 2015.
- [38] D. L. Nelson y M. M. Cox, *Lehninger principles of biochemistry*, 7th ed. W. H. Freeman, 2017.
- [39] Ding, X. Song, W. Wang, y Y. Wang, "Effects of Influent Algae Concentrations and Seasonal Variations on Pollutant Removal Performance in High-Rate Algae Ponds, " *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 27, no. 4, pp. 1901–1905, mar., 2018, doi: 10.15244/pjoes/76796.
- [40] M. Mantovani, F. Marazzi, R. Fornaroli, M. Bellucci, E. Ficara, and V. Mezzanotte, "Outdoor pilot-scale raceway as a microalgae-bacteria sidestream treatment in a WWTP, " *Science of The Total Environment*, vol. 710, p. 135583, mar., 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135583.
- [41] F. Marazzi, M. Bellucci, R. Fornaroli, A. Bani, E. Ficara, y V. Mezzanotte, "Lab-scale testing of operation parameters for algae based treatment of piggery wastewater, " *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, abr., 2019, doi: 10.1002/jctb.5972.
- [42] E. Amini, A. Babaei, M. R. Mehrnia, J. Shayegan, y M.-S. Safdari, "Municipal wastewater treatment by semi-continuous and membrane algal-bacterial photo-bioreactors, " *Journal of Water Process Engineering*, vol. 36, p. 101274, ago., 2020, doi: 10.1016/j.jwpe.2020.101274.

Caracterización del semen y criopreservación de los espermatozoides de la Aguililla de Harris (*parabuteo unicinctus*)

^{1,2}Luna Acametitla Nancy Angelica, ¹Reyes Luna Rosalina,
^{1,2}Estay Stange Andres

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla 4 Sur 104
Centro Histórico C.P. Puebla, Puebla 72000

²Centro de conservación de vida silvestre KonKon



Área 2
Biología y Química

Resumen

México es un país que destaca por su diversidad de aves con 1 323 de las cuales 63 pertenecen al grupo de aves diurnas y 43 de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo, actualmente la Aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*) se encuentra en protección especial (Pr), bajo la (NOM-059-SEMARNAT, 2010). En este estudio se realizaron diferentes técnicas de reproducción asistida con el fin de contribuir a la preservación de vida silvestre de México y Puebla. En la actualidad no existen técnicas y parámetros específicos para la preservación del semen aviar comparado con otros organismos como los mamíferos. Por lo tanto el objetivo de este

estudio fue realizar un análisis seminal macroscópico y microscópico así como la comparación de dos crioprotectores, el primero constituido por yema de huevo, glicerol, glucosa y el segundo por suero fetal de bovino, glicerol y DMSO de igual manera se compararon dos técnicas de vitrificación, rápida y ultra rápida que puedan ayudar en la criopreservación de los espermatozoides de la Aguililla de Harris. El crioprotector 1 preservó en mejor capacidad los parámetros de viabilidad y movilidad a comparación del crioprotector 2 y la técnica rápida conservó mejores condiciones de capacidad fertilizante en los espermatozoides.

Palabras clave

Criopreservación, Técnicas de reproducción, Halcón Harris.

Abstract

Mexico is a country that stands out for its diversity of birds with 1,323 of which 63 belong to the group of diurnal birds and 43 of them are in some category of risk. Currently, the Harris's Hawk (*Parabuteo unicinctus*) is in special protection (Pr), under the (NOM-059-SEMARNAT, 2010). In this study, different assisted reproduction techniques were carried out to contribute to the preservation of wildlife in Puebla and Mexico. At present, the parameters that characterize semen and specific techniques for the cryopreservation of avian semen have not been studied compared to other organisms, such as mammals. Therefore, the objective of this study was to perform a macroscopic and microscopic seminal analysis as well as the comparison of two cryoprotectants, the first (1) constituted by egg yolk, glycerol, and glucose and the second (2) by fetal bovine serum, glycerol and DMSO. In the same way, two vitrification techniques were compared, rapid and ultra-rapid which can help in the cryopreservation of the sperm of Harris's Hawk. Cryoprotectant 1 better preserved the viability and mobility parameters (85 and 15 % respectively) compared to cryoprotectant 2 (87 and 9 %) and the rapid technique preserved better conditions of fertilizing capacity in sperm.

Keywords

Cryopreservation, Reproductive techniques, Harris hawk.

Glosario de abreviaturas y símbolos

Dimetilsulfóxido, Buffer fosfato salino, Unidad de manejo animal.

Introducción

México es un país que destaca por su diversidad de aves con 1323 de las cuales 63 pertenecen al grupo de aves diurnas y 43 de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo.¹ Entre ellas se encuentra el halcón Harris (*Parabuteo unicinctus*) que está sujeto a protección especial (Pr) bajo la (NOM-059-SEMARNAT, 2010).

Estas aves tienen una gran importancia ecológica ya que son determinadas como indicadores de la calidad ambiental por su sensibilidad a las perturbaciones humanas, además de contribuir al control de plagas en cultivos ². Actualmente muchas poblaciones de aves rapaces se encuentran en declive debido a la fragmentación de sus hábitats por motivos de la deforestación, industrialización, contaminación ambiental, envenenamiento, caza furtiva y accidentes eléctricos ³.

Históricamente, las aves han acompañado e impactado al ser humano desde los orígenes de la civilización es por eso que han sido un elemento recurrente en diversas manifestaciones artísticas, religiosas y medicinales; y hoy encontramos referencias a ellas en nuestras leyendas, cuentos, poemas y música.

Por otra parte, se sabe que los medios urbanos aun con su problemática ambiental ofrecen varios beneficios para las aves, aproximadamente la temperatura de las ciudades es de 0.5 a 3 grados centígrados más alta que las áreas circundantes. Debido a factores fisiográficos y climatológicos además de diversos tipos de vegetación como bosques de pino, que se encuentran en las elevaciones más altas de La Malinche, bosques de encino en las elevaciones medianas del valle de Puebla y el bosque tropical caducifolio en las elevaciones más bajas, ponen a esta ciudad como un lugar con la oportunidad de albergar diferentes tipos de aves entre ellas las rapaces ⁴.

Existen causas antrópicas como la caza ilegal, contaminación, entre otros, que propician el traslado de aves rapaces silvestres a centros de rescate y rehabilitación ⁵. Las aves que se encuentran en cautiverio pueden permanecer en un mejor estado de salud, viviendo sin estrés bajo algún condicionamiento lo cual brinda mejores alternativas para diferentes técnicas de reproducción asistida.

Las unidades de manejo y aprovechamiento para la conservación de la vida silvestre (UMA), cumplen un importante papel para la conservación como centros de pies de

crías, banco de germoplasma además de ser una alternativa para la reproducción de especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo 6.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de esta investigación se trabajaron con 30 muestras de semen obtenidas mediante la técnica de masaje dorso ventral, de un ejemplar macho de Aguililla de Harris, (*parabuteo unicinctus*), proveniente de la UMA Konkon.

Cada eyaculado se recolectó sobre la tapa de un frasco para muestras biológicas, totalmente estéril y con la ayuda de una jeringa de insulina, se recolectó todo el volumen de la muestra y posteriormente se trasladó al laboratorio para su análisis a 37 °C.

Análisis seminal

El análisis consistió en la realización de un seminograma a 10 muestras, bajo las recomendaciones de técnicas y parámetros de la OMS (2010). En el cual se midieron aspectos macroscópicos y microscópicos.

Aspectos macroscópicos: se observaron y midieron la viscosidad, pH, volumen y aspecto.

Aspectos microscópicos: se determinó la movilidad espermática, viabilidad, concentración, morfología y la presencia de otras células.

Criopreservación

Para el análisis de las muestras, éstas se recolectaron 20 minutos antes de realizar los experimentos, posteriormente se colocaron en baño María a una temperatura de 41 °C. A cada muestra se le realizó un análisis de viabilidad y movilidad para obtener sus porcentajes pre y post descongelación. Se trabajaron con 20 muestras, 10 para el crioprotector 1 y 10 para el crioprotector 2.

Seguido del análisis de movilidad y viabilidad se prepararon las muestras al colocar al colocar 20 µL de semen, 80 µL de PBS y 100 µL del crioprotector 1 en un tubo eppendorf, la mezcla de 200 µL se homogeneizó, rotuló y se colocó a baño María a 41 °C, el mismo procedimiento se realizó con el crioprotector 2. Posteriormente

de un tanque de nitrógeno líquido ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), se vació nitrógeno sobre un molde de unicel, se colocó una gradilla dentro del molde con dos portaobjetos y una coladera metálica pequeña.

Vitrificación rápida

Con ayuda de una micropipeta de $50\text{ }\mu\text{L}$, se tomaron tres alícuotas de $30\text{ }\mu\text{L}$ y cuidadosamente se colocó cada una sobre los portaobjetos formando una perla, se esperaron unos segundos hasta que las perlas se congelan totalmente, posteriormente se colocaron dentro de un criovial previamente atemperado y rotulado, posteriormente el criovial se pasó rápidamente a una varilla para poder introducirlo al tanque de nitrógeno.

Vitrificación ultra rápida

De los $110\text{ }\mu\text{L}$ restantes se tomaron aproximadamente $100\text{ }\mu\text{L}$, con ayuda de una pipeta Pasteur para dejar caer 3 gotas de aproximadamente $30\text{ }\mu\text{L}$ a una distancia de 10 cm , sobre la coladera metálica sumergida en el nitrógeno líquido contenido en el molde de unicel, se esperaron unos segundos hasta la solidificación de las gotas, se pasaron a otro criovial atemperado y rotulado, se colocaron sobre la varilla y se introdujeron al tanque de nitrógeno líquido.

Resultados

Análisis macroscópicos

Se obtuvieron los siguientes parámetros: El aspecto de la muestra de semen fué de color blanco opalescente, con una viscosidad similar a gotas de agua, un pH de 8.5 y el volumen de $45 \pm 6\text{ }\mu\text{L}$, como se muestra en la siguiente Tabla (1).

Tabla 1: Parámetros obtenidos en el análisis macroscópico del semen de aguililla Harris.

Aspecto	Viscosidad	pH	Volumen
Blanco opalescente	Gotas de agua	8.5	$45 \pm 6\text{ }\mu\text{L}$

Análisis microscópicos

Al determinar la movilidad de las células, se encontró que presentaban una movilidad progresiva (A) de $49 \pm 8 \%$, la cual determina que su movimiento es activo tanto lineal o circular independientemente de la velocidad. La movilidad total se determinó al sumar la movilidad A más la movilidad B (no progresiva), y fue de $62 \pm 8 \%$ la viabilidad de las células fue de $76 \pm 7 \%$ y la concentración de $236 \times 10^6 \pm 81$. Se pudo observar otros tipos celulares como células vacuoladas 15 ± 3 por campo.

Tabla 2. Parámetros obtenidos de los aspectos microscópicos.

Movilidad	Viabilidad	Concentración	Otros tipos celulares
Progresiva = $49 \pm 8 \%$ Total = $62 \pm 8 \%$	$76 \pm 7 \%$	$236 \times 10^6 \pm 81$	Células vacuoladas 15 ± 3



Figura 1. Microfotografía en contraste de fases de un espermatozoide eyaculado de la aguililla de Harris en donde se observa su morfología.

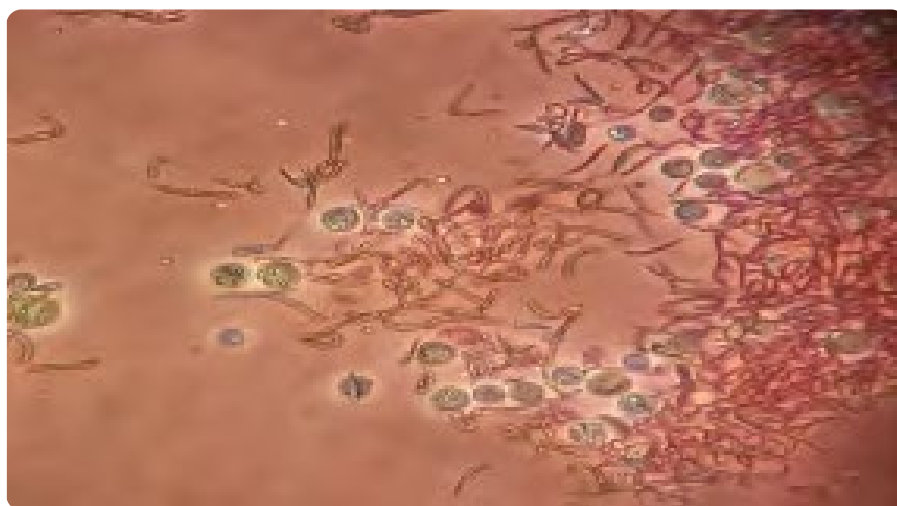


Figura 2. Microfotografía de contraste de fases de una muestra de semen de la aguililla de Harris en donde se observa la presencia de células vacuoladas.

Criopreservación

De las 20 muestras vitrificadas se obtuvieron los siguientes resultados: La mitad de las muestras tratadas con el crioprotector 1 (yema de huevo, glicerol, glucosa) y la técnica de vitrificación rápida en la post-descongelación se determinó un porcentaje de movilidad de 15 % y una viabilidad de 85 %. Con la técnica ultra rápida se obtuvo una movilidad de 8 % y una viabilidad de 84 %. Con respecto al crioprotector 2 (suero fetal de bovino, glicerol y DMSO) y la técnica rápida se obtuvo una movilidad de 9 % y una viabilidad de 87 % y con la técnica ultra rápida se obtuvo una movilidad de 1 % y una viabilidad de 91 %. Con estos datos se demuestra que el crioprotector 1 preserva un mayor porcentaje de células móviles y viables que el crioprotector 2.

Con respecto a las técnicas de vitrificación se obtuvo un porcentaje más alto de movilidad espermática (15 %) con la técnica rápida a comparación de la ultra rápida (8 %) y un mejor porcentaje en viabilidad con la técnica ultra rápida (91 %) a comparación de la rápida (87 %).

Tabla 3. Representación de los porcentajes obtenidos con los dos tratamientos post-descongelación.

Crio-1 Rápida		Crio-2 rápida	
Móviles	Vivos	Móviles	Vivos
15 %	85 %	9 %	87 %
Crio-1 Ultra- rápida		Crio-2 Ultra- rápida	
Móviles	Vivos	Móviles	Vivos
8 %	84 %	1 %	91 %

De acuerdo con los datos obtenidos de ($F=8, 97$) y ($P<.0.05$), existen diferencias significativas con respecto a los parámetros de movilidad con el crioprotector 1 y la técnica de vitrificación rápida ya que es estadísticamente diferente con respecto a la técnica ultra rápida y el crioprotector 2. En la **Figura 3** se puede observar que con el crioprotector 1 y la técnica rápida se obtuvieron mejores porcentajes de supervivencia a comparación de la técnica Ultra rápida y el crioprotector 2.

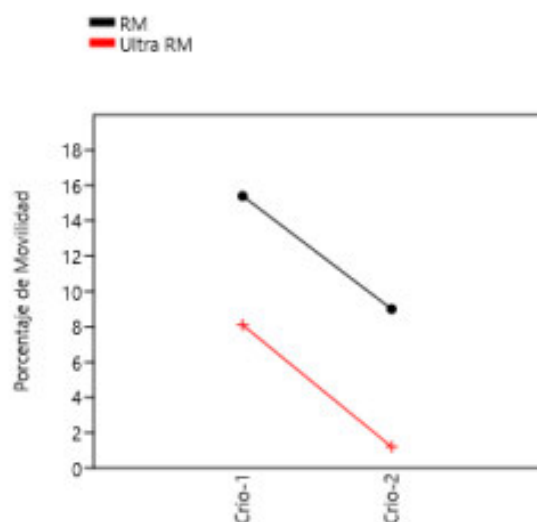


Figura 3. Gráfica comparativa entre técnicas y crioprotectores con parámetros de movilidad.

Con respecto a los parámetros de viabilidad se obtuvo ($F=3, 501$) y ($P>0.05$) por lo tanto no existen diferencias significativas entre las dos técnicas y los crioprotectores.

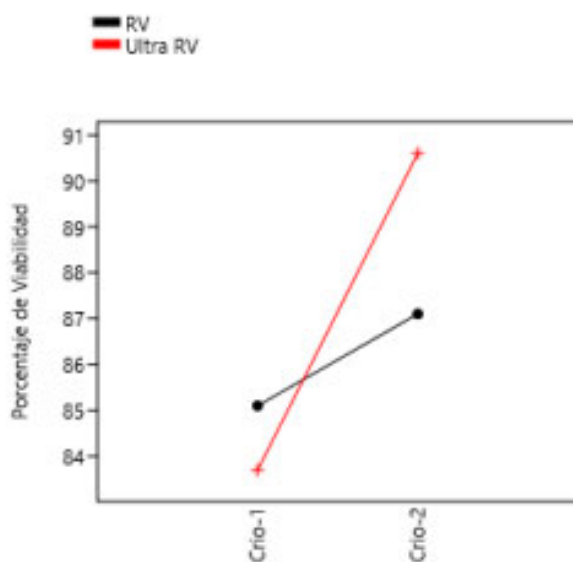


Figura 4. Gráficas comparativas entre técnicas y crioprotectores con los parámetros de viabilidad.

Conclusiones

Al culminar dicha investigación se concluye que los valores obtenidos en el análisis del semen representan parámetros normales de un eyaculado de aguililla de Harris *parabuteo unicinctus*, en condiciones de cautiverio. Con respecto a los parámetros de movilidad y viabilidad el criopreservador 1 compuesto por yema de huevo, glicerol y glucosa preservó en mejores condiciones la capacidad fertilizante en los parámetros de movilidad, con respecto a las técnicas se logró obtener un mayor porcentaje de movilidad con la técnica rápida a comparación de la ultra rápida.

Por otro lado, el crioprotector 2 compuesto por DMSO, SFB y glicerina no mostró diferencias significativas con respecto a las técnicas y crioprotectores, esto puede deberse al número de muestras (N) trabajado.

Líneas de trabajo a futuro

Estos estudios podían tener un gran impacto en el área de la conservación de vida silvestre tanto en el estado como en el país, debido a que se podría realizar la técnica de fecundación *in vitro* así como la inseminación artificial, las cuales podrían ser utilizadas para la procreación de especies en diferentes categorías de riesgo, entre otros fines.

Agradecimientos

Mi sincero agradecimiento al laboratorio de Biología de la reproducción dirigido por la Doctora Rosalina Reyes Luna, la cual brindó en todo momento su atención, ayuda y conocimientos para llevar a cabo el proyecto, así como al Doctor Andrés Estay Stange, por su interés a la conservación de vida silvestre así como sus conocimientos y contribuciones en la obtención de muestras.

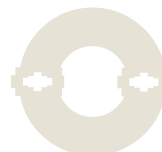
Referencias bibliográficas

- [1] (1)-A.Gordillo y A.G. Navarro, *Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México*, 2006
- [2] (2)-A.L, Quintero, R.C.Barreras, J.A, Orozco, G.Rangel, *Determinación de especies de aves rapaces, en el área de abastecimiento de caña de azúcar (Sacharum offi cinarum) de la Cía. Azucarera de Los Mochis S. A. de C. V., susceptibles de ser utilizadas como control biológico en el manejo integrado de plagas*.Ra Ximhai, 5(2): pp. 239-244, 2009
- [3] (3)-J.M.Blanco, G.F.Gee, D.E.Wildt, A.M, Donoghue, *Producing progeny from endangered birds of prey: treatment of urine-contaminated semen and anovel intramagnal insemination approach*.Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 33(1), 1-7. 2002
- [4] (4)-R.Mendoza, J.Rose-Burney, FJ.Jiménez, V.Escobar, *Las aves del municipio de Puebla*, Puebla, Puebla, Buap, 2012
- [5] (5)-P. C.C Ovalle y M.J.U Carvajal, *Avances en Ciencias Veterinarias*, 28(2), 2013 (6)-Manual técnico para beneficiarios, *Manejo de vida silvestre*, 2009

Diseño *in silico* del plásmido pLD para la expresión de proteínas recombinantes empleadas en la detección de patógenos como el SARS-CoV-2

^aMedina Pino-Lucelly Montserrat *, ^aTapia García-Daniel, ^bGonzález
Páez-Ana Laura, ^cSantellán Olea-María del Rayo

^aFacultad Biotecnología, Escuela de Ciencias Biológicas, ^bFacultad de Biotecnología
Complejo Regional Mixteca, Campus Izúcar de Matamoros, ^cCentro de Investigaciones
en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias



Área 2
Biología y
Química

Resumen

La pandemia COVID-19 ha dejado en evidencia la necesidad de desarrollar herramientas moleculares para la detección e identificación del SARS-CoV-2 y de otros microorganismos que representan una amenaza para la salud pública de México y el mundo. Por ello, realizar mejoras en la capacidad tecnológica para la generación y la adquisición de insumos a bajo costo para el diagnóstico se ha vuelto una exigencia para la comunidad científica. El diseño por simulación computacional (*in silico*) es una herramienta versátil que permite manejar fácilmente variables en la secuencia de ADN y de los constructos, minimizando la probabilidad de error al realizar clonación *in vitro*, lo que se traduce en una optimización del tiempo, y disminución de costos que con el uso de técnicas moleculares convencionales es laborioso y de alto costo.

El objetivo del presente proyecto es el diseño *in silico* del plásmido pLD para la expresión de proteínas recombinantes útiles para la detección de patógenos. Este se diseñó con dos etiquetas de histidinas para la posterior purificación de las proteínas y con un dominio que permitirá mejorar la procesividad de polimerasas. A través de este diseño se acorta el tiempo de generación de resultados y disminuyen los costos.

Palabras clave

SARS-CoV-2, Ingeniería de plásmidos, Purificación de proteínas, RHIV.

Abstract

Today, the COVID-19 pandemic has highlighted the need to develop molecular tools for the detection and identification of SARS-CoV-2, and other microorganisms that represent a threat to public health in Mexico and the world. For this reason, a requirement for the scientific community is to improve the technological capacity for the generation and acquisition of low-cost inputs for diagnosis. The computational simulation design (in-silico) is a versatile tool that allows handling variables in the DNA sequence and the constructs. This minimizes the probability of error when performing in vitro cloning, and that allows the optimization of time and cost reduction; aspects that can be laborious and high cost with the use of conventional molecular techniques.

The in-silico design of the plasmid pLD for the expression of recombinant proteins useful for the detection of pathogens is the objective of this project. pLD was designed with two histidine tags for the subsequent purification of the proteins and with a domain that will improve the processivity of polymerases. Through this design, the time to generate results is shortened and costs are reduced.

Keywords

SARS-CoV-2, Plasmid engineering, Protein purification, IVHR

Glosario de abreviaturas y símbolos

RHIV, Recombinación Homóloga In Vivo

RH, Regiones de Homología

PCR, Reacción en Cadena de la Polimerasa

LAMP, Amplificación Isotérmica Mediada por Bucle

IMAC, Cromatografía de Afinidad con Metales Inmovilizados

Introducción

Las tecnologías del ADN recombinante permiten la manipulación artificial de genes o de segmentos complejos del genoma, con el fin de aislar secuencias de ADN y obtener múltiples copias. Para ello, estas secuencias de ADN son sometidas a clonación molecular, empleando vectores plasmídicos, que son utilizados como vehículos moleculares capaces de almacenar y transportar información genética a un organismo receptor y replicarse de manera autónoma e independiente del genoma de la célula hospedera [1]. Estas tecnologías recombinantes tienen aplicaciones en diversos campos de las ciencias de la vida, como en la generación y producción de vectores para terapia génica, vacunas y enzimas [2].

El diagnóstico molecular emplea enzimas recombinantes como la ADN polimerasa utilizada en la PCR. Muestras complejas como las sanguíneas o del suelo contienen inhibidores de la ADN polimerasa que generan falsos positivos, los cuales provocan su disociación de la cadena de ADN. Como solución se ha propuesto la adición de dominios que incrementen la procesividad, habilidad de la polimerasa para llevar a cabo una continua síntesis a partir de un molde sin su disociación frecuente. Sundarrajan *et al.*, por ejemplo, propusieron añadir un dominio Sso7d a la ADN polimerasa para disminuir la frecuencia de disociación y lograr sintetizar cadenas largas en muestras complejas [3]. La amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP), es un método relativamente nuevo y una alternativa versátil a la PCR, que permite el diagnóstico rápido [4]. La LAMP utiliza una ADN polimerasa de *Geobacillus stearothermophilus* con actividad desplazante, la cual retira los cebadores hibridados a la cadena de ADN y es capaz de realizar su actividad de amplificación.

Actualmente la bioinformática juega un papel importante en la investigación científica debido al desarrollo de las bases de datos biológicos y a las herramientas que permiten el análisis *in silico*. La ventaja de los análisis *in silico* es que permiten predecir y simular experimentos o análisis mediante algoritmos, lo que disminuye considerablemente el tiempo y la inversión de recursos cuando los experimentos son realizados *in vitro* e *in vivo* [5]. Concretamente en la ingeniería de plásmidos el diseño *in silico* tiene como principal ventaja el poder realizar múltiples cambios en las secuencias nucleotídicas sin costos extras, pudiendo comprobar diferentes ensambles para analizarlos y evaluar su utilidad.

Sin embargo, para obtener un diagnóstico molecular confiable todos sus reactivos deben tener un alto grado de pureza, incluyendo las proteínas. Una de las estrategias

que se ha abordado es agregar a las proteínas etiquetas de poli-histidinas. De esta manera es posible utilizar sistemas de separación mediante cromatografía de afinidad con metales inmovilizados (IMAC), los cuales permiten separar moléculas específicas a partir de una mezcla compleja de proteínas presentes en un medio de crecimiento. El principio de este mecanismo se basa en el enlace coordinado de un ion metálico unido covalentemente a un agente quelante con una proteína que tiene histidinas, permitiendo así la separación de la proteína en un solo paso, con un efecto mínimo tanto en la estructura terciaria de la proteína como en su actividad biológica [6].

El diseño de plásmidos es posible con el uso de Recombinación Homóloga In Vivo (RHIV) como método de clonación debido a que es una alternativa a los métodos tradicionales basados en la restricción y ligación de fragmentos. Esta proporciona una ventaja económica al usar solo primers en lugar de un set de enzimas de restricción y ligasas, además de que no se depende de los sitios de corte específicos para realizar cierta mutación y también es una manera simple que no requiere de bacterias ni kits especializados. Esta técnica implica la transformación de fragmentos de ADN exógenos que contienen secuencias homólogas en los extremos que al ser introducidos en cepas bacterianas se ligan *in vivo* mediante una recombinación independiente de Rec A [7].

Así, el propósito de este trabajo es diseñar el plásmido “pLD” para la purificación de enzimas recombinantes en general y añadir un dominio Sso7d de unión al ADN que mejore la procesividad de enzimas con dominios de unión a secuencias específicas de ADN. Estas enzimas serán utilizadas en el diagnóstico clínico para la detección de agentes patógenos y/o condiciones particulares del material genético que derivan en una patología determinada.

Materiales y métodos

Construcción *in silico*

Para la construcción *in silico* del plásmido pLD se emplearon secuencias de diferentes plásmidos registradas en la base de datos Addgene. El diseño se realizó utilizando el software SnapGene 5.2.4 (GSL Biotech LLC, USA) además de la herramienta Microsoft Office Word.

Selección de genes de enzimas utilizadas en la detección de patógenos

Tomando en cuenta las principales técnicas de detección molecular como RT-PCR, PCR isotérmica, se seleccionaron las principales enzimas necesarias para su aplicación. Las secuencias utilizadas en la construcción se buscaron en las bases de datos del del National Center for Biotechnology Information [8] y de Universal Protein [9].

Diseño de primers

Los primers fueron diseñados manualmente debido a las características necesarias para realizar la recombinación *in vivo*, usando como referencia visual el software de Snapgene viewer. Así mismo, los primers fueron evaluados con la herramienta OligoAnalyzer™ Tool de Integrated DNA Technologies (IDT), para verificar los parámetros fisicoquímicos.

Análisis del dominio para mejorar la procesividad

La búsqueda de candidatos para dominios se realizó en la literatura disponible en PubMed, encontrando que se ha reportado una mejoría en la procesividad de las muestras una vez que el dominio se agrega río arriba del gen de la polimerasa [3]. La secuencia del dominio fue buscada y extraída de la página UniProt.

Resultados/Discusión de resultados

Contrucción *in silico*

Para realizar el diseño *in silico* se tomaron fragmentos de secuencias de diferentes plásmidos y cepas o fueron diseñados *de novo*. Se ensamblaron tomando en cuenta su longitud y orientación. Dichos fragmentos son:

Del plásmido pGLO [8] se tomaron las secuencias para el sitio RBS, el terminador *rrnB1*, el terminador *rrnB2* y 199 pares de bases río arriba del terminador *rrnB1*.

Se tomó el sitio *Ori* y el promotor de lactosa del plásmido pUC18 [9].

Se agregó un gen de resistencia a cloranfenicol, el cual se tomó de la cepa de *Escherichia coli* K-12 ER3475 [10].

El dominio Sso7d se extrajo de la cepa SUL120 de *Saccharolobus solfataricus* [11] y se optimizó por codones.

Se diseñó la región para la inserción de genes de interés denominada como región SS.

Diseño de la región SS para la inserción de genes de interés

Como la principal función de pLD es insertar una etiqueta de seis histidinas (TAG 6xHis) en uno de los extremos de una proteína de interés para poder purificarla usando IMAC [12] se diseñó una región que denominamos SS, la cual se observa en la **Figura 1**. Esta región contiene dos sitios que codifican para la TAG 6XHis: uno que permita que sea añadida en el extremo N-terminal y otro para colocarla en la posición C-terminal. Si añadimos la TAG 6XHis en el C-terminal también añadimos en el extremo N-terminal el dominio sso7d, por lo que en ese caso debemos insertar proteínas con secuencias de reconocimiento de ADN como polimerasas para mejorar su procesividad. Por otra parte, al añadir la TAG 6XHis en N-terminal no añadimos nada más a nuestra proteína de interés.

El diseño se basó en la estrategia de clonación RHIV, donde los extremos homólogos de fragmentos lineales se recombinan. Para insertar un gen en pLD tendremos dos fragmentos lineales: uno el plásmido y otro el gen de interés. Cada uno de ellos deberá tener en un extremo la región de homología R y en el otro la F, correspondientes a la posición de la TAG 6xHis que se añadirá a la proteína. De esta manera, el gen de interés solo podrá ser insertado en un sentido según la posición de las RH, debido a que la recombinación solo ocurrirá entre las dos regiones R y las dos F respectivamente.

Las cuatro Regiones de Homología (RH) en pLD, se eligieron tomando en cuenta las recomendaciones de Watson & García-Nafría [7]. Se escogieron dos regiones F y R para poder insertar un gen en cada una de las dos posiciones de expresión C-terminal y N-terminal como se explicó previamente. Estas RH se observan en la **Figura 1** de color amarillo las RH para añadir la TAG 6XHis en el amino terminal a la proteína de interés (N-terminal) y de color gris se encuentran las RH para colocar la TAG 6XHis en el carboxilo terminal (C-terminal).

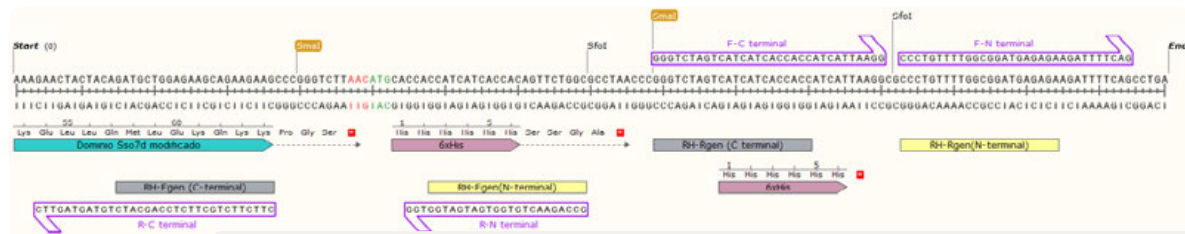


Figura 1. Representación de la región SS. Se puede visualizar el dominio sso7d en azul, las dos TAG 6xHis en morado, las enzimas de restricción SmaI resaltada en naranja y SfoI, los primers en color lila para mantener la TAG 6xHis correspondiente y las RH en gris y amarillo.

Recombinación Homóloga In Vivo para auto circularización En primera instancia se consideró que al sintetizar el plásmido de novo, este se encontrara como un fragmento lineal, por lo cual será necesario generar la circularización del mismo. En este caso, se utilizó la también metodología de RHIV para su autocircularización [7], gracias a los extremos homólogos que se añadieron con primers como se observa en la **Figura 2**.

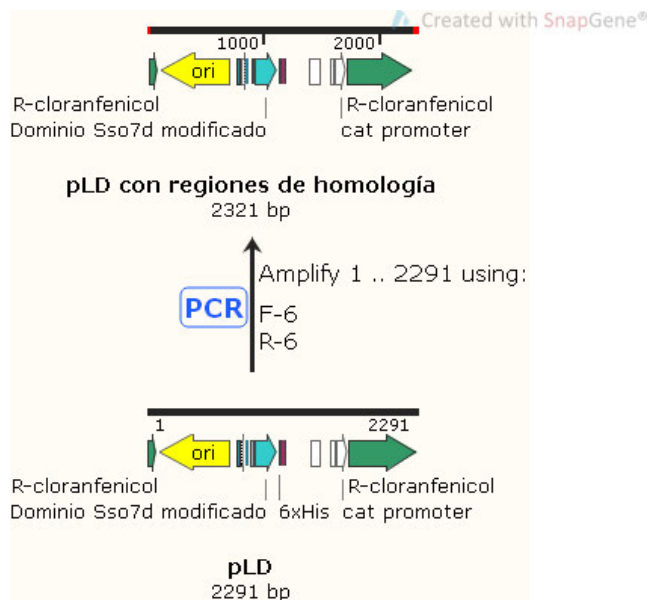


Figura 2. Representación *in silico* de la amplificación con el par de primers F-6, R-6.

Posteriormente, el fragmento lineal de pLD se introducirá en una cepa de *E. coli* competente para obtener el plásmido circular mediante RHIV, como se visualiza en la **Figura 3**. Para comprobar la correcta circularización, se debe observar el crecimiento bacteriano de las mutantes en medio con cloranfenicol, debido a que el plásmido lineal se sintetizará de manera que se encuentre interrumpida la secuencia del cassette de resistencia a cloranfenicol. Por este motivo si el plásmido no es circularizado o el ensamble no es correcto las bacterias no adquirirán resistencia a cloranfenicol y no se observará crecimiento de colonias.

Otra forma de verificar la correcta circulación es mediante un perfil de restricción. Para ello se realizó una simulación *in silico* de la electroforesis en gel de agarosa al 1 % donde se usó la enzima NdeI. Al realizar la digestión, con pLD en su forma lineal con Regiones de Homología (RH), se realizó un corte y por eso se observaron dos 2 bandas en nuestro carril 1: una de 1391pb y otra de 930pb. No obstante, con pLD circular se observó una única banda de 2291pb, como lo podemos ver en la **Figura 4**.

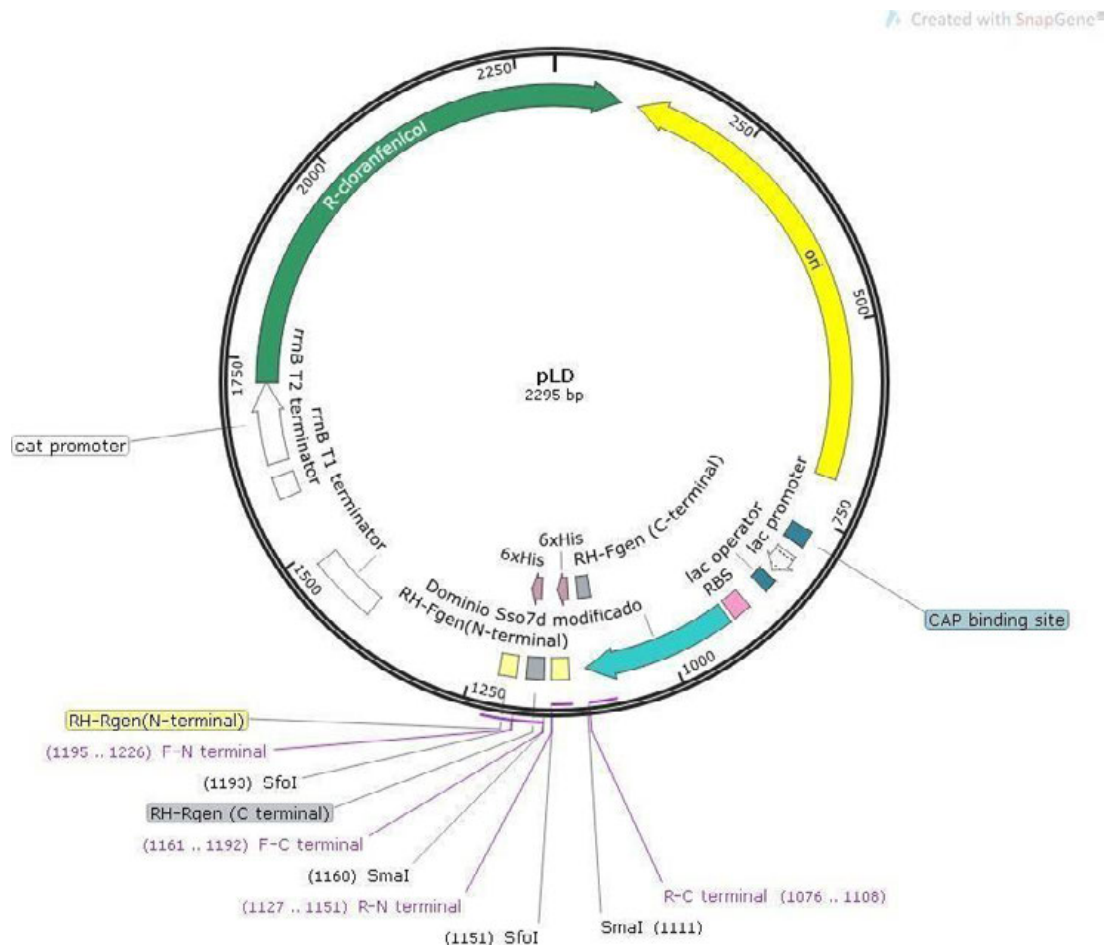


Figura 3. Representación del plásmido pLD donde se muestra el gen de resistencia a cloranfenicol en verde, un sitio de origen en amarillo, sitios de terminación para la transcripción en blanco, sitio de unión a ribosomas en rosa, el dominio Sso7d modificado por optimización de codones en turquesa, los sitios de corte para las endonucleasas SmaI y SfoI y las TAG 6xHis en lila.

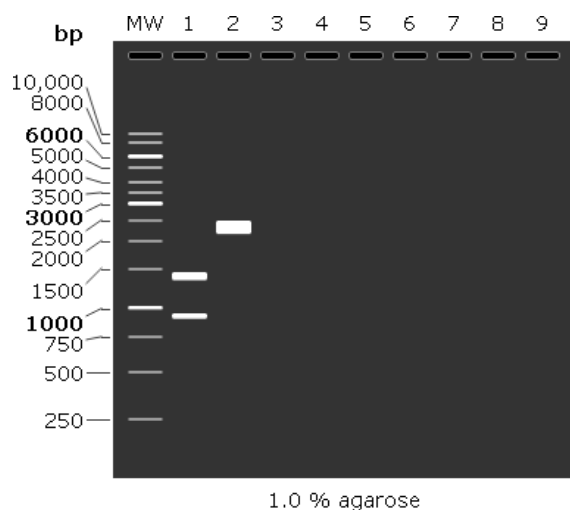


Figura 4. Gel de electroforesis *in silico*. Perfiles de restricción con NdeI de pLD lineal con RH en el carril 1 y la digestión pLD circularizado en el carril dos, en carril marcado con MW se muestra el marcador de peso molecular GeneRuler™ 1 kb DNA Ladder.

Inserción de un gen en pLD

Para añadir un gen al pLD usaremos RHIV. Primero debemos obtener los fragmentos lineales (plásmido y gen de interés). En el caso del plásmido se diseñaron dos estrategias: la primera consistió en generar dos sitios de corte para las enzimas de restricción SmaI y SfoI, los cuales se observan en la **Figura 1**. Al cortar pLD con SmaI se obtiene un plásmido que expresa una proteína con el dominio Sso7d y la TAG 6xHis en C-terminal y si se utiliza la enzima de restricción SfoI se obtiene un plásmido que expresa una proteína únicamente con la TAG 6xHis en el N-terminal.

La segunda estrategia se basa en el diseño de cuatro primers, dos que amplifican el plásmido que expresa una proteína con la TAG 6xHis en N-terminal (R-N terminal y F-N terminal) y dos primers en el C-terminal (R-C terminal y F-C terminal). Estos también se pueden visualizar en la **Figura 1**.

Por su parte, para insertar *in vitro* las RH en el gen se propusieron dos estrategias también. Una de ellas consiste en amplificar mediante PCR el gen de interés y agregar en el extremo 5' las RH. La otra opción consiste en sintetizar el gen con sus correspondientes RH en los extremos.

Las secuencias de las RH que se eligieron para el evento de RHIV se reportan en la **Tabla 1**, estas son las secuencias que se deben agregar en los extremos del gen de interés y son el complemento inverso de las RH de los primers para linealizar a pLD que se observan la **Figura 1**.

Tabla 1. Análisis de las RH con la herramienta de IDT OligoAnalyzer.

Posición	RH	Pb	%G-C	Tm °C	Secuencia
TAG 6XHis					
C-terminal	R	22	54.5	56.8	GGTGGTGATGATGACT AGACCC
	F	22	50	55.6	GATGCTGGAGAAGCA GAAGAAG
N-terminal	R	22	54.5	59.4	TCTCTCATCCGCCAAA ACAGGG
	F	22	54.5	58.2	CCATCATCACCACAGT TCTGGC

En la **Tabla 1** se presenta longitud (pb), contenido GC, su Tm (°C) y su respectiva secuencia. Se señala con la letra F o R en que primer se debe pegar la secuencia. Además, esta letra también indica la posición de la RH con respecto a la proteína que codifica el gen de interés, F está en el extremo N-terminal de la proteína y R está en el extremo C-terminal. Por último, se indica si se permite añadir la TAG 6xHis en la posición N o C terminal.

Inserción de la polimerasa de *Geobacillus stearothermophilus* (Gst)

Se realizó *in silico* la inserción del gen de la ADN polimerasa Gst. Primero se obtuvo la secuencia de este gen en la base de datos del NCBI con el GeneID: 58572640 y se creó un archivo en SnapGene con esta. Se diseñó un par de primers para amplificar la secuencia, los cuales contienen las RH para añadir la cola de histidinas en el carboxilo terminal en los extremos 5'. En la **Figura 5** se observa cada paso que se realizó.

En este caso al ser el gen de una polimerasa se insertó el dominio sso7d en el N-terminal y la TAG 6xHis en el C-terminal. Después se realizó el corte con SmaI del plásmido pLD y la posterior recombinación de los dos fragmentos que da lugar a la construcción pLD-GstPol. Para confirmar el correcto ensamble del plásmido se realizó un perfil de restricción *in silico* que se observa en la **Figura 6**.

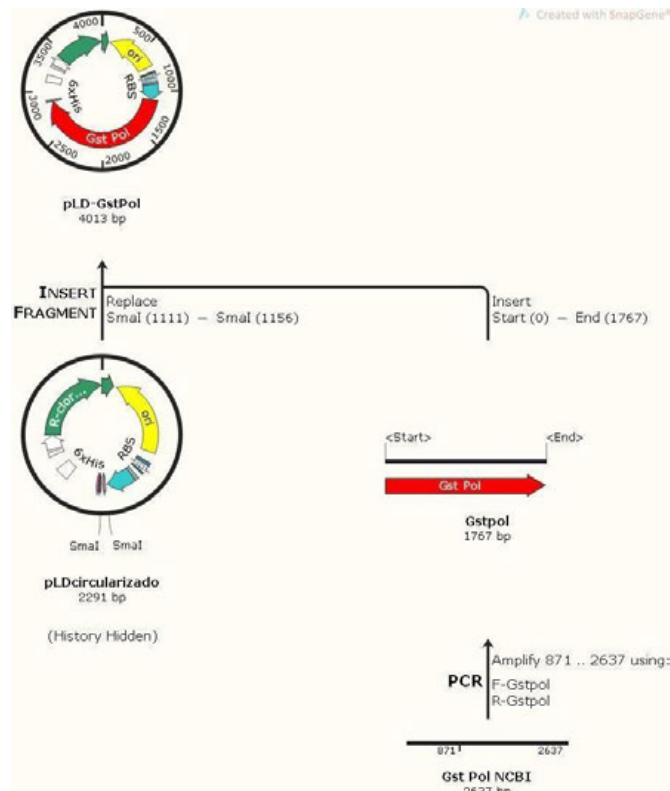


Figura 5. Desarrollo de la inserción en pLD de la ADN polimerasa de *Gst* con el dominio sso7d y la TAG 6xHis.

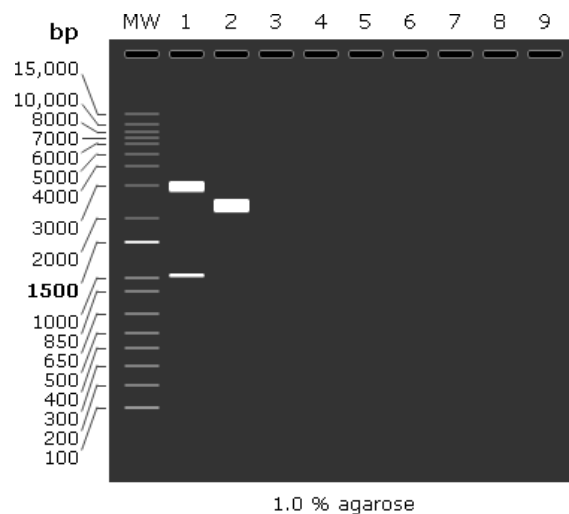


Figura 6. Perfil de restricción de pLD en el carril 1 y pLD-GstPol en el carril 2 cortando con las enzimas HindIII y NdeI. Se usó el marcador de peso molecular (MW) 1Kb Puls DNA Ladder de Thermo Fisher.

Inserción del Inhibidor de la Rnasa

Se realizó *in silico* la inserción del gen que codifica para el Inhibidor de la Rnasa, el cual es ampliamente utilizado en reacciones de RT PCR [13]. En esta simulación se añadieron las RH al gen del Inhibidor de la Rnasa, representando que la secuencia se mandó a sintetizar. El gen del inhibidor de Rnasa se obtuvo de la base de datos del NCBI Nucleotide. Como en este caso no se tiene una enzima con dominios de unión a ADN se realizará la inserción únicamente de la TAG 6xHis en el extremo

N-terminal. Los experimentos *in silico* y el perfil de restricción donde se verifica la correcta inserción del gen se pueden observar en las **Figuras 7 y 8**.

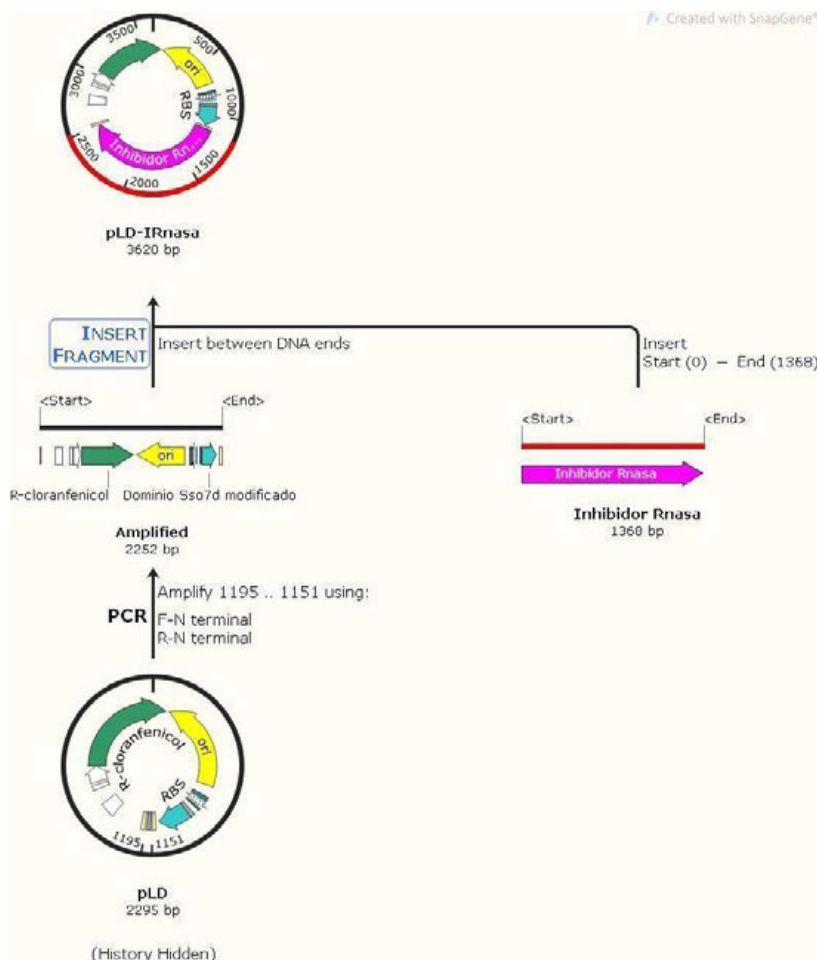


Figura 7. Desarrollo experimental de la inserción del Inhibidor de Rnasa marcado con color rosa en pLD amplificado con los primers con las RH R-gen N- termina en sus extremos.

Conclusiones

El diseño *in silico* de pLD, así como los experimentos realizados nos permitieron predecir y verificar las estrategias para la construcción del plásmido pLD mediada por RHIV, lo que permitirá la expresión de la Polimerasa de Gst y el Inhibidor de Rnasa a un menor costo *in vivo*. La ventaja de la estrategia utilizada es que con 2 pares de primers se puede obtener un plásmido que exprese una proteína de interés. Esto reduce el tiempo de trabajo, ya que con 2 PCR y la introducción de los fragmentos en células competentes, se expresará una proteína que se podrá purificar mediante IMAC con alto grado de pureza.

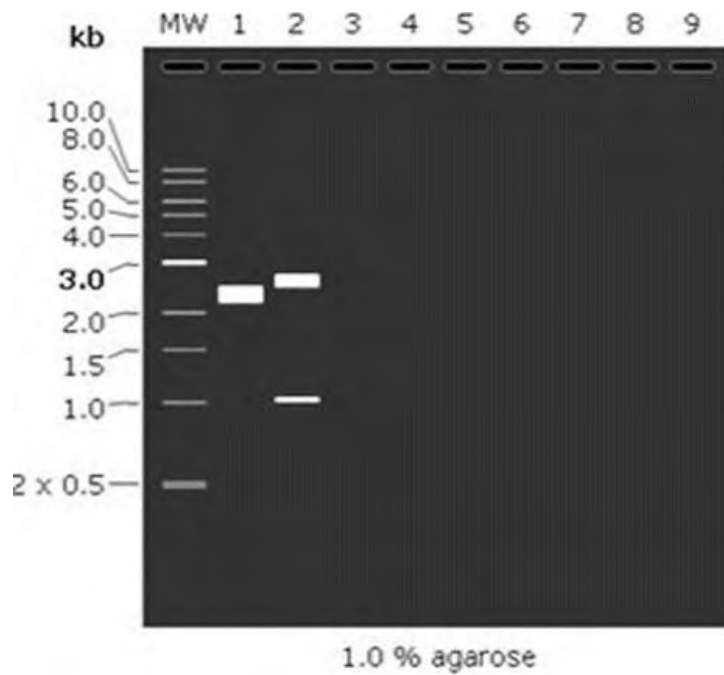


Figura 8. Perfil de restricción cortando con las enzimas NdeI y Eco32I, en el carril 1 pLD y en el carril 2 pLD-IRnasa con dos bandas una de pb, marcador de peso molecular (MW) 1Kb Plus DNA Ladder de New England Biolabs.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El objetivo del presente proyecto consistió en simular *in silico* experimentos que permiten el diseño y aplicación del plásmido pLD para la obtención de proteínas de interés en el diagnóstico molecular, nuestro modelo puede explicar en un 90 % los resultados generados *in vivo*, valorado con esto la importancia de las herramientas computacionales para seguir desarrollando proyectos de investigación desde la modalidad virtual en áreas que contribuyen a atender problemáticas actuales. Por consiguiente, nuestro proyecto sirve como un ejemplo de que tanto alumnos como profesores en esta época de pandemia pueden aplicar la simulación *in silico* trabajando en el diseño de experimentos para su posterior desarrollo *in vitro* o *in vivo* en biología molecular e ingeniería de plásmidos. Con la ventaja adicional en la reducción de costos y tiempo para obtención de resultados esperados en el laboratorio.

Referencias bibliográficas

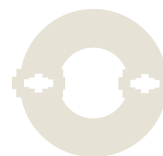
- [1] L. C. Nora et al., "The art of vector engineering: towards the construction of next-generation genetic tools., " *Microb. Biotechnol.*, vol. 12, no. 1, pp. 125–147, Jan. 2019, doi: 10.1111/1751-7915.13318.
- [2] M. Ashwini, S. B. Murugan, S. Balamurugan, and R. Sathishkumar, "Advances in Molecular Cloning, "
- [3] *Mol. Biol. (Mosk.)*, vol. 50, no. 1, pp. 3–9, 2016, doi: 10.7868/S0026898416010134.
- [4] S. Sundarrajan, S. Parambath, S. Suresh, S. Rao, and S. Padmanabhan, "Novel properties of recombinant Sso7d-Taq DNA polymerase purified using aqueous two-phase extraction: Utilities of the enzyme in viral diagnosis., " *Biotechnol. reports (Amsterdam, Netherlands)*, vol. 19, p. e00270, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.btre.2018.e00270.
- [5] L. Carmona, D. la Cruz Pérez, & Rodríguez, M., and R. Montes, "Sistemas de amplificación isotérmica para la detección molecular de los virus zika, dengue y chikungunya, " *MENSAJE BIOQUÍMICO*, vol. 42, pp. 92–102, 2018.
- [6] P. M. Selzer, R. J. Marhöfer, and K. Oliver, *Applied Bioinformatics*. Springer, Cham, 2018.
- [7] H. Block et al., "Immobilized-metal affinity chromatography (IMAC): a review., " *Methods Enzymol.*, vol. 463, pp. 439–473, 2009, doi: 10.1016/S0076-6879(09)63027-5.
- [8] J. F. Watson and J. García-Nafría, "In vivo DNA assembly using common laboratory bacteria: A re- emerging tool to simplify molecular cloning, " *J. Biol. Chem.*, vol. 294, no. 42, pp. 15271–15281, Oct. 2019, doi: 10.1074/jbc.REV119.009109.
- [9] "National Center for Biotechnology Information, " 2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- [10] "UniProt, " 2021. <https://www.uniprot.org/>.
- [11] BioRad, "Bio-Rad Explorer™ Protein Electrophoresis of GFP: A pGLO™ Bacterial Transformation Kit Extension, " 2017. <https://www.bio-rad.com/webroot/web/pdf/lse/literature/M1660023.pdf>.
- [12] J. Norrander, T. Kempe, and J. Messing, "Construction of improved M13 vectors using oligodeoxynucleotide-directed mutagenesis., " *Gene*, vol. 26, no. 1, pp. 101–106, Dec. 1983, doi: 10.1016/0378-1119(83)90040-9.
- [13] A. W. Kingston, C. Roussel-Rossin, C. Dupont, and E. A. Raleigh, "Novel recA-Independent Horizontal Gene Transfer in *Escherichia coli* K-12., " *PLoS One*, vol. 10, no. 7, p. e0130813, 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0130813.
- [14] S. McCarthy et al., "Complete Genome Sequence of *Sulfolobus solfataricus* Strain 98/2 and Evolved Derivatives, " *Genome Announc.*, vol. 3, no. 3, pp. e00549–15, May 2015, doi: 10.1128/genomeA.00549-15.
- [15] V. Gaberc-Porekar and V. M. Menart, "Potential for Using Histidine Tags in Purification of Proteins at Large Scale, " *Chem. Eng. Technol.*, vol. 28, pp. 1306–1314, Nov. 2005, doi: 10.1002/ceat.200500167.

Elaboración de un empaque biodegradable de almidón de chayotextle (*Sechium edule*) con actividad antimicrobiana

^{*a}López-Olmos Celine, ^{**b}Lara-Cortes Estrella

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Nororiental, Col. El Carmen, C.P.73800. Teziutlán Puebla, México.

^{**}estrella.lara@correo.buap.mx; ^{*}celine.lopez@alumno.buap.mx;



Área 2
Biología y Química

Resumen

El uso de películas biodegradables es una solución que permite la utilización de polímeros con menor impacto en el ambiente. En el mercado existen plásticos sintéticos de muy buena calidad, características y bajos costos sin embargo, su uso ha provocado una gran cantidad de desechos plásticos que aumentan la contaminación del ambiente. “El almidón es uno de los polímeros más prometedores para la elaboración de películas biodegradables que puedan reemplazar materiales que comúnmente se utilizan”, debido a que es económico, de alta biodisponibilidad y un producto natural. La raíz del chayote (*Sechium edule*), también conocida como chayotextle, es un producto utilizado en la cocina mexicana [1]. Es un alimento que contiene una gran cantidad de proteínas, calcio, hierro, vitaminas y minerales [2], además, esta raíz tiene un alto contenido de almidón, sin embargo, se sabe muy poco sobre sus características funcionales lo cual implicaría un valor agregado, además un aumento del consumo de productos regionales. El objetivo de este trabajo fue utilizar la raíz del chayote (chayotextle) como fuente natural de almidón para la obtención de un empaque biodegradable con ingredientes antimicrobianos y de esta forma, este empaque al desintegrarse vuelva a formar parte del medio ambiente sin convertirse en contaminante.

Palabras clave

Chayotextle, Biodegradable, Antimicrobiana.

Abstract

The use of biodegradable films is a solution that allows the use of polymers with less impact on the environment. In the market, there are synthetic plastics of very good quality, characteristics, and low costs, however, their use has caused a large amount of plastic waste that increases the pollution of the environment. "Starch is one of the most promising polymers for the production of biodegradable films that can replace commonly used materials", because it is inexpensive, highly bioavailable and a natural product. The root of the chayote (*Sechium edule*), also known as *chayotextle*, is a product used in Mexican cuisine [1]. It is a food that contains a large amount of protein, calcium, iron, vitamins, and minerals [2], In addition, this root has a high starch content, however, very little is known about its functional characteristics, which would imply an added value in addition to the increased consumption of regional products. The objective of this work was to use the root of the chayote (*chayotextle*) as a natural source of starch to obtain biodegradable packaging with antimicrobial ingredients and in this way, when this packaging disintegrates it becomes part of the environment again without becoming a pollutant.

Keywords

Chayotextle, Biodegradable, Antimicrobiana

Glosario de abreviaturas y símbolos

Microorganismos (m.o.)

Gramos (g)

Kilogramos (kg)

Grados centígrados (°C)

Porcentaje (%)

Porcentaje de Humedad relativa (%HR)

Introducción

La planta de chayote se encuentra constituida por fruto, semilla, tallo y raíz. La raíz tuberizada es conocida como “chayotextle”, un producto alimenticio poco estudiado. Los estudios publicados hasta la fecha se enfocan en el contenido de almidón presente en el chayotextle [3]. El cual, presenta importancia a nivel tecnológico, debido a que el contenido de almidón en este tubérculo es elevado (136 g/kg) el cual, puede ser comparado con el contenido de almidón presente en papa (140 g/kg) como lo dicen Gonzales y Jiménez [1], [2]. Es una planta perenne de crecimiento anual y se cultiva de manera tradicional en los solares, traspacios y huertos, la forma común y más eficaz de propagación, es por medio de la semilla. La siembra puede realizarse en cualquier época del año, pero es común que se haga al inicio de la época lluviosa; la duración del ciclo productivo de las plantas es en promedio de tres a ocho meses. Actualmente el chayote es distribuido prácticamente en los cinco continentes, debido a que en los últimos 20 años la comercialización de esta hortaliza ha prosperado hasta su exportación, siendo las principales entidades productoras Jalisco, Michoacán y Veracruz, también se produce en San Luis Potosí, Yucatán, Puebla, Colima, Nayarit y el Estado de México [4]. Por otro lado, actualmente, las películas biodegradables representan una alternativa de empaque sin costos ambientales y sin efectos adversos sobre la salud, se basan en biopolímeros naturales, como polisacáridos, proteínas y lípidos, o la combinación de estos, con el propósito de aprovechar las propiedades funcionales de cada compuesto. Otra ventaja que presentan estos biopolímeros naturales es su bajo costo y alta disponibilidad tal es el caso del almidón de yuca, almidón de maíz y de papa. Otra fuente de almidón con características atractivas para su utilización es el chayotextle, debido a sus propiedades fisicoquímicas y su biodegradabilidad. Además, las películas elaboradas, pueden servir como vehículo para sustancias con efecto antimicrobiano, que al interactuar con el alimento podrían mejorar su estabilidad, calidad y, retardar o inhibir el crecimiento de microorganismos deterioradores o patógenos en los alimentos. Por todo lo anterior el objetivo de este proyecto es elaborar películas biodegradables adicionadas con antimicrobianos naturales utilizando como materia prima el almidón obtenido de la raíz de chayote (chayotextle).

Materiales y métodos

Reactivos

La materia prima vegetal utilizada en dicho proyecto, la raíz del chayote conocida como chayotextle (*Sechium edule*), fue adquirida específicamente de la zona de Teziutlán ubicado en la región nororiental del estado de Puebla.

Pruebas preliminares de extracción de almidón de papa

Se realizaron pruebas preliminares para la extracción de almidón, utilizando como materia prima papa, para posteriormente esta misma metodología aplicarla en la extracción de almidón de la raíz de Chayotextle. Como primer paso se licuó la papa pelada en trozos pequeños y después se filtró con agua, para posteriormente dejar reposar la solución durante 24 horas en el refrigerador (4 °C). Después, se realizó decantación en varias ocasiones para obtener almidón de papa (observado en el fondo del vaso de precipitado donde se encuentra la solución en reposo como una capa blanca). Así, el almidón se sacó del fondo del recipiente y se colocó en una charola de aluminio con bordes altos en forma dispersa para llevar al horno a 120°C, una vez seca la muestra, se pulverizó.

Caracterización microscópica de gránulo de almidón de papa y chayotextle

Con el propósito de comparar el almidón de chayotextle con el almidón de papa, se prepararon suspensiones de los dos almidones con agua, en una relación: 1: 10, 2: 10 y 3: 10 para cada uno de los almidones. Después, se colocó una gota de cada suspensión en un portaobjetos, para observar al microscopio con el objetivo de 40x y analizar en qué relación se retiene menos agua (observando el tamaño de los gránulos).

Formulación de la película biodegradable a base de almidón y de chayotextle

Se prepararon las suspensiones de las biopelículas, usando almidón (de papa y chayotextle), cera de abeja y glicerol. Se usó glicerol como plastificante, y la cera como agente impermeabilizante ya que tiene la capacidad de disminuir la

permeabilidad al agua de las películas., se mezcló los tres componentes agregándole uno por uno, mientras simultáneamente se calentaban. Posteriormente, se vertió la suspensión en placas y después se secaron en el horno a 40°C. Se repitió el mismo procedimiento con distintas concentraciones de almidón: al 3 %, 4 %, 5 %, 6 %, 8 %, y 10 %. Finalmente, se observaron las concentraciones con mejores resultados (8 y 10 % de almidón), se volvió a repetir el procedimiento para seguir evaluando sus características, y así lograr una mejora en cuanto a la resistencia, maleabilidad y apariencia en las biopelículas.

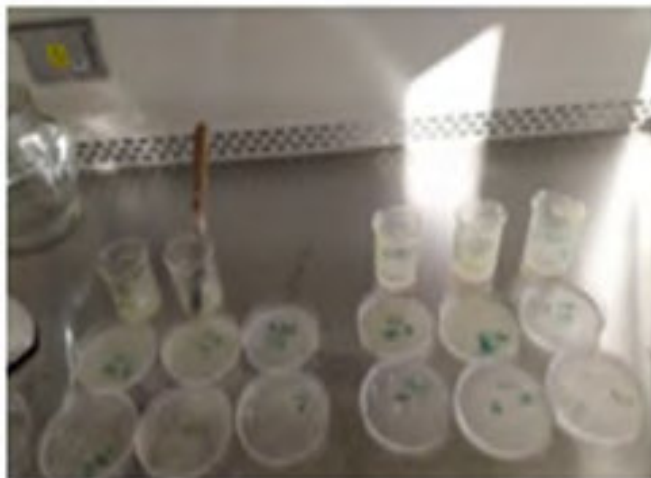


Ilustración 1. Formulación de Biopelículas a base de almidón de papa

Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón

Se formuló la película de chayotextle con concentraciones de almidón de chayotextle de 6 %, 8 % y 10 %, por ser aquellas concentraciones con los mejores resultados en los pasos anteriores, tal como en el caso de la formulación de la película de almidón de papa. También se usó glicerol y cera de abeja.



Ilustración 2. Biopelículas a base de almidón de chayotextle

Prueba de permeabilidad

Una vez obtenidas las películas de almidón de chayotextle al 6 % y 8 %, se recortaron adaptándose al tamaño de una celda de vidrio. Previo a esto cada celda fue pesada y mantenida a peso constante, hasta el momento de la prueba, posteriormente a cada celda se le agregó agua destilada, se colocó la biopelículas en la tapa, se cerró la celda con su respectiva tapa sellada con parafina. Las celdas con las biopelículas, se pesaron nuevamente. Después, se preparó una solución saturada de cloruro de sodio, esta solución se introdujo en el desecador donde se depositaron las celdas, con el objetivo de lograr un ambiente con un % HR de 80 %. Posteriormente, el desecador con las celdas se llevaron a la incubadora a 40 °C. Las celdas se pesaban cada hora hasta que el peso permaneciera constante (24 horas). El peso final se registró y se utilizó para determinar el valor de permeabilidad de cada biopelícula.



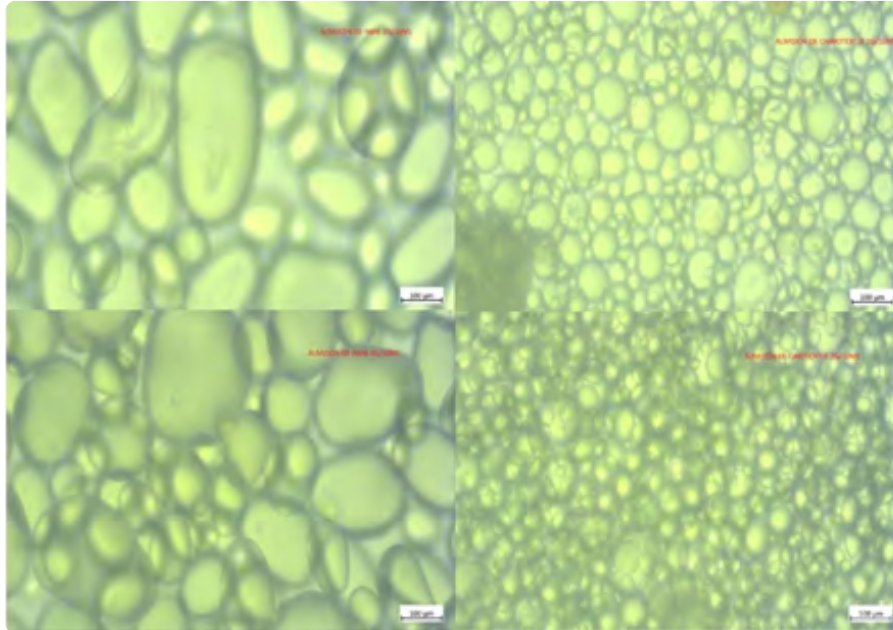
Ilustración 3. Prueba de permeabilidad

Prueba de solubilidad

Se cortaron círculos de las biopelículas, se pesaron y se pusieron dentro de un vaso de precipitado al que previamente se le colocó agua destilada. Se introdujo en la incubadora a 40 °C, y al día siguiente se filtró la película. El filtrado se pesó y se colocó en charolas de aluminio para eliminar el exceso de agua, posteriormente se pesó y este dato se utilizó para calcular el porcentaje de solubilidad de cada biopelícula.

Resultados/Discusión de resultados

En las pruebas de características microscópicas del almodón de chayotextle y el almidón de papa se observó que el almidón de papa absorbe mucha más agua que el de chayotextle.



Ilustracion4: Imágenes del objetivo 40X de microscopio, A1, A2; Almidón de papa, B1, B2; Almidón de chayotextle.

La permeabilidad al vapor de agua se determinó gravimétricamente usando una modificación del método ASTM E96-95 (1995). Los cálculos para determinar la permeabilidad al vapor de agua se realizaron con la siguiente ecuación:

$$WVP = WX / AT (p_2 - p_1).$$

Donde W es el peso perdido en gramos

T es el tiempo total en horas

X es el grosor de la película en milímetros

A es la superficie de la película expuesta en metros cuadrados

($p_2 - p_1$) es la diferencia de presión de vapor de agua a través de la película.

Tabla 1. Valores de permeabilidad al vapor de agua al 6 %

Celda	6 % Inicial	6 % Final	Diferencia de peso (g.)	Valor de permeabilidad(g mm/KPahm)
1	61.75 g	61.77 g	0.01	0.000000011
2	59.05 g	59.06 g	0.01	0.000000011
3	58.35 g	58.35 g	0	0.000000011
Promedio	59.7 g±1.79	59.72 g±	0.01±0.005	0.000000011±0

Tabla 2. Valores de permeabilidad al vapor de agua del 8 %

Celda	8 % inicial	8 % final	Diferencia de peso (g.)	Valor de permeabilidad (g mm/KPahm)
1	81.40 g	81.67 g	0.27	0.00000031
2	78.52 g	78.69 g	0.17	0.00000019
3	73.03 g	73.15 g	0.12	0.00000014
Promedio	77.65 g±4.25	77.84 g±4.32	0.19±0.08	0.000000218±8.7x104

Se observó que a mayor cantidad de almidón resulta mayor valor de permeabilidad al vapor de agua, las suspensiones al 6 % tienen baja permeabilidad por el contrario de las que presentan el 8 % de almidón.

Tabla3. Prueba de solubilidad.

Solubilidad	Película de almidón al 6 %	Película de almidón al 8 %
1	0.110g	0.134g
2	0.119g	0.12g
3	0.1202g	0.1366g
Promedio	0.116g	0.13g

Se obtuvo el % de solubilidad en agua con la siguiente ecuación:

% solubilidad en agua = ((peso del material inicial – peso de la materia seca no solubilizada) / (peso de la materia seca inicial)) x100.

Solubilidad al 8 % = $0.352 - 0.134 / 0.352 \times 100 = 61.93 \%$

Solubilidad al 6 % = $1.14 - 0.116 / 1.14 \times 100 = 89.8 \%$

Como resultado se obtuvo que la película de almidón de un 8 % tiene menor solubilidad al agua.

Conclusiones

Es necesario modificar la cantidad agregada de cada uno de los ingredientes para mejorar las características físicas y fisicoquímicas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Falta completar las pruebas de biodegradabilidad y las pruebas antimicrobianas con la película que contiene el agente antimicrobiano. Una vez reformulada y mejorada la película antimicrobiana, se pueden hacer ensayos para aplicarla como empaque o recubrimiento utilizando un modelo alimenticio compatible con sus características. Además, considerando que el almidón es una materia prima con un amplio espectro de aplicaciones que van, desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables, se podría evaluar su aplicación en algunos modelos alimenticios.

Agradecimientos

Agradecemos a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por su apoyo para participar en el programa Haciendo ciencia en BUAP otoño 2019 y poder vivir la experiencia de formar parte de un grupo de investigación, así como también estoy muy agradecido con nuestra docente e investigadora a cargo quien siempre nos apoyó durante la realización de dicho proyecto.

Referencias

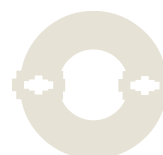
- [1] L. González y J.P. Hernández, "Chayotextle (*Sechium Edule*), Posible ingrediente en la elaboración de productos libres de gluten". *Boletín de ciencias agropecuarias del ICAP*, vol.3, n.º 5, ene.2017. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icap/n5/r.html>
- [2] Jiménez y J.A Salazar, "Caracterización física, química y microscópica de un nuevo almidón de chayote (*Sechium edule*) tubérculo y su comparación con los almidones de papa y maíz". *ELSEVIER*, vol.68, pp.670-686, Abril, 2007. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861706003791>
- [3] R. Cruz Villegas, "Estudios científicos relacionados a la raíz tuberizada de chayote (*Sechium edule*), revisión", *ICAP*, vol. 3, n.º 5, enero. 2017. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/article/view/2061>
- [4] J.Cadena y Ma.L.Arévalo. "El Chayote", vol.1, pp.4-7, 2010. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231857/El_chayote_volumen_1.pdf
- [5] M.A.Garcia, "Microestructural characterization of plasticized starch-based films". *Biosynthesis Nutrition Biomedical*, vol.52, n.º 4, junio.2000. Disponible en: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1521-379X\(200006\)52:4%3C118::AID-STAR118%3E3.0.CO;2-0](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1521-379X(200006)52:4%3C118::AID-STAR118%3E3.0.CO;2-0)

Epoxidación de lactonas α , β -insaturadas y de alquenos terminales

^a Santiago Mayo-José Alberto*, ^a López Muñoz-Paul Emmanuel, ^a Meza, León-Rosa Luisa

^a Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, laboratorio de síntesis orgánica FCQ8, Col. San Manuel, C.P. 72570, Puebla, Puebla.

*albertosantiago272@gmail.com



Área 2
Biología y Química

Resumen

El presente trabajo muestra la epoxidación regio y diastereoselectiva de la lactona 7, 3-LXF y sus derivados en condiciones amigables con el medio ambiente y utilizando agentes oxidantes electrofílicos. Estos epóxidos con una estereoquímica definida

serán la materia prima para la obtención de δ -lactonas α , β -disustituidas con actividad biológica. La epoxidación del doble enlace en la cadena lateral es una alternativa para el alargamiento de la cadena, abriendo la posibilidad de nuevas funcionalidades.

Palabras clave

epoxidación, diastereoselectiva, δ -lactonas, actividad biológica

Abstract

The present work shows the region and diastereoselective epoxidation of the lactone 7, 3-LXF and its derivatives under environmentally friendly conditions and using electrophilic oxidizing agents. These epoxides with a defined stereochemistry will be the raw material for obtaining disubstituted δ -lactones with biological activity. The epoxidation of the double bond in the side chain is an alternative for the elongation of the chain, opening the possibility of new functionalities.

Keywords

Epoxidation, diastereoselectivity, δ -lactones, biological activity

Glosario de abreviaturas y símbolos

CH₃CN-Acetonitrilo

h-Horas

ml-Mililitro

mPCBA-Ácido metacloroperbenzoico

NaHCO₃-Bicarbonato de sodio

OXONE-Monopersulfato de potasio

t.a-Temperatura ambiente

THF-Tetrahidrofurano

UHP-Complejo de peróxido de hidrógeno-urea

Introducción

A lo largo de la historia del mundo el ser humano ha utilizado un sin fin de productos naturales que le permitiera obtener un beneficio a su salud en todos sus aspectos. Estos que en primeras instancias eran y algunos siguen siendo extractos de plantas, hongos, bacterias, algas e incluso animales.

Con el paso del tiempo el conocimiento y la tecnología fueron evolucionando hasta lograr la obtención de compuestos estereoisoméricamente puros de estos extractos, que poseían actividades biológicas de suma importancia.

En la actualidad el compendio de moléculas con actividad biológica beneficiosa para cualquier espécimen vivo, en especial al humano, es incontable. Algunas como la lactona de Pitavastatina [1], el Leiocarpin C [2], la Pectinolida C [3], la Tetradenolida [4], las Plassifloricinas [5], la Kavaina [6] y el (-)-Pestalotin [7], entre muchas otras (**Figura 1**), cuentan con unidades estructurales en común como es el anillo δ -Lactónico, que puede ser α , β -insaturado o β -sustituido o una combinación de ambos, principalmente. Además de una cadena lateral que puede ser muy variada o incluso solo más extensa, que les permiten tener un o unos efectos biológicos en particular.

La complejidad estructural de cada molécula viene dada por la obtención de ellas mismas en forma estereoisomericamente pura. Y a partir de sus estudios respectivos obtienen su identidad única e inigualable.

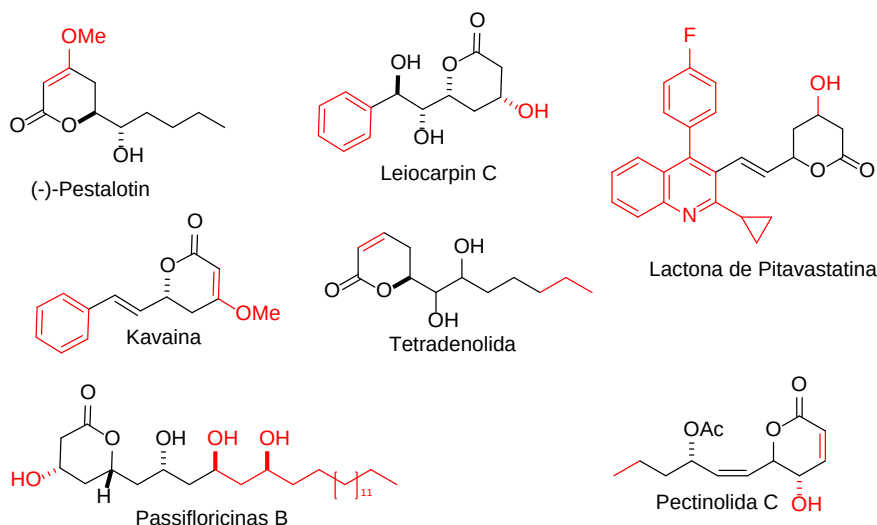


Figura 1. Compuestos con actividad biológica con unidades estructurales importantes.

En química orgánica, el estudio estructural de las moléculas bioactivas es uno de sus principales objetivos. Y es donde el químico sintético se encamina a una aventura en la búsqueda de la identidad molecular con determinación, pasión y entusiasmo.

Materiales y Métodos

Como se observa en la **Figura 2** nuestra metodología utiliza diferentes condiciones de reacción para epoxidar lactonas α , β -insaturadas con distintos agentes oxidantes. Del mismo modo esto se aplicará a los alquenos terminales en la cadena lateral de las lactonas.

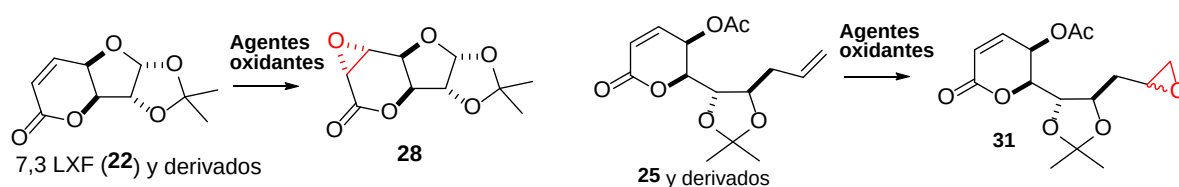


Figura 2. Epoxidación de alquenos en lactonas α , β -insaturados y terminales en la cadena lateral.

Nuestros estudios comenzaron al someter las δ -lactonas α , β -insaturados 22, 23 y 24 (**Figura 3**) con diferentes condiciones de epoxidación hasta encontrar las condiciones óptimas **Tabla 1**.

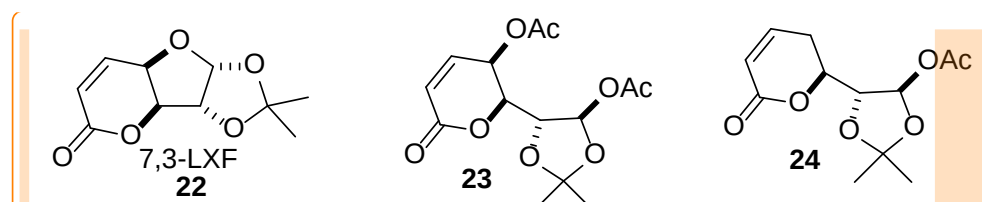


Figura 3. Lactonas α , β -insaturados a someter con agentes oxidantes

Tabla 1. Ensayos para encontrar las condiciones de epoxidación frente a diferentes agentes oxidantes.

Ensayo	Sustrato	Oxidante (eq)	Disolvente	Temperatura (tiempo)	Epóxido (Rend.)
1	22	UHP (1), K_2CO_3 (1) [8]	CH_2Cl_2	t.a (24 h)	-
2	24	H_2O_2 , NaOH	CH_2Cl_2	t.a. (12 h)	-
3	22	mCPBA	CH_2Cl_2	t.a. (24 h)	-

4	22	mCPBA (1), H ₂ O ₂ (1 gota)	CH ₂ Cl ₂	t.a. (45 h)	-
5	23	OXONE (5)	CH ₃ CN: Acetona (1ml:5 gotas)	t.a. (27 h)	-
6	22	OXONE (5)	CH ₃ CN: H ₂ O:Acetona (2:1:1) Sol. NaHCO ₃	t.a. (30 min)	28 (80 %)
7	24	OXONE (5). NaCO ₃	CH ₃ CN:H ₂ O: Acetona (2:1:1)	t.a. (10 h)	-
8	24	mCPBA (1)	CH ₂ Cl ₂	t.a. (10 h)	-
9	24	OXONE (6), mCPBA (6), NaHCO ₃	THF	u.s. (6 h)	29 (52 %)

En el ensayo 1 y 2 los agentes oxidantes son nucleofílicos y el resto electrofílicos, teniendo la lactona un doble enlace electrofílico, esperaríamos que reaccionara con estos. El Dimetildioxirano y mCPBA son electrofílicos, si bien está reportado que reaccionan, los rendimientos son bajos y los tiempos de reacción prolongados.

En la **Figura 4** se observan los alquenos terminales en la cadena lateral de las δ -lactonas a epoxidar químiomselectivamente frente a diferentes agentes oxidantes. **Tabla 2.**

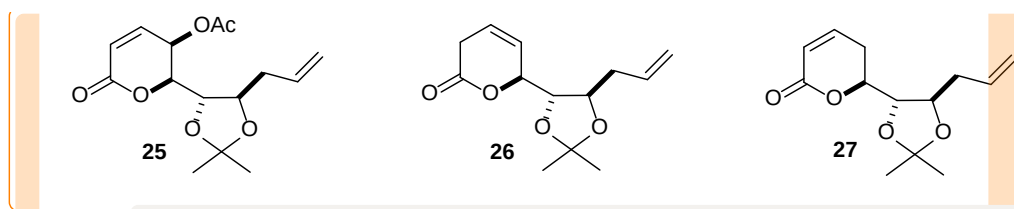


Figura 4. Alquenos terminales en la cadena lateral de lactonas a someter con agentes oxidantes.

Tabla 2. Ensayos para encontrar las condiciones de epoxidación del alqueno terminal.

Ensayo	Sustrato	Oxidante	Disolvente	Temperatura (tiempo)	Epóxido (Rend)
1	25	mCPBA	CH ₃ CN	45 °C (2 h)	31 (60 %)
2	26	mCPBA	CH ₃ CN	45 °C (3 h)	32 (70 %)
3	27	mCPBA	CH ₂ Cl ₂	45 °C (3 h)	33 (81 %)

Resultados y Discusión de resultados

Se obtuvieron los epóxidos de las δ -lactonas α , β -insaturados 28, 29 y 30, logrando las condiciones óptimas. (Figura 5.). Donde los epóxidos 28 y 29, se obtuvieron en forma de cristales por lo que se mandó a hacer estudios de difracción de rayos x, obteniendo sus estructuras. En donde se puede observar que el epóxido se encuentra *trans* al anillo de furano en 28 y en el compuesto 29 el epóxido se encuentra *trans* a la cadena lateral.

El alqueno que se encuentra en el sistema de δ -lactona α , β -insaturado es deficiente en electrones debido al efecto de resonancia que existe con el grupo carbonilo y por la diferencia de electronegatividad entre el oxígeno y el carbono, Figura 6. Por lo tanto, la utilización de agente oxidante como el Dimetildioxirano [9] que presenta un oxígeno electrofílico y altamente susceptible a efectos estéricos, lo hace el más adecuado para lograr dicha epoxidación bajo condiciones suaves y amigables con el ambiente.

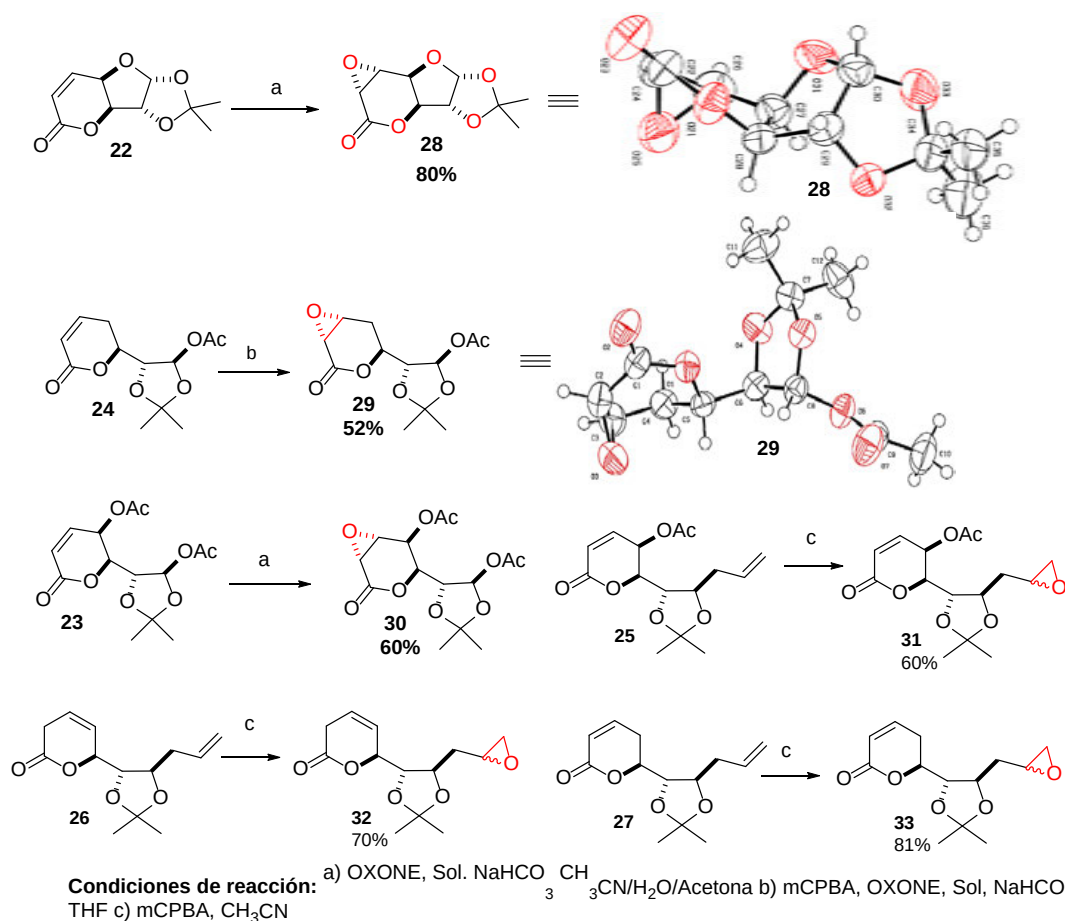


Figura 5. Epóxidos obtenidos

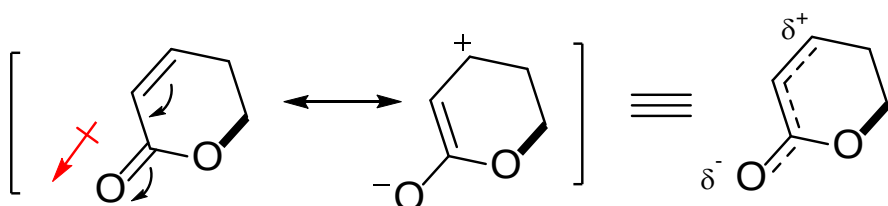


Figura 6. Alqueno deficiente en electrones

Los alquenos aislados como lo es el caso del alqueno terminal en la cadena lateral es rico en electrones ya que no hay ningún grupo funcional que le quite densidad electrónica por efecto de resonancia o efecto inductivo. Figura 7b [10]. Por otro lado, el efecto del grupo de carbonilo en el peroxiacido propicia que un oxígeno sea electrofílico.



Figura 7. a) Efecto del grupo carbonilo en peroxiacidos y b) alqueno aislado rico en electrones.

Al utilizar una mezcla de mCPBA/OXONE el agente oxidante es el mCPBA y el OXONE está involucrado en la regeneración del agente oxidante.

A partir de los epóxidos en la δ -lactona se ha podido obtener los β -hidroxilactonas [11] enantiomericamente puras, mediante una reacción de reducción regioselectiva donde 29 se obtuvo en forma cristalina por lo que se hizo su estudio de difracción de rayos X, corroborando así su estructura. De esta manera se pudo observar que el carbono que está enlazado al grupo hidroxilo conserva la estereoquímica que poseía en el epóxido.

Y se ha logrado obtener la α -hidroxi- β -cloro-lactona, aunque este último no se ha logrado obtener con buenos rendimientos. **Figura 8.**

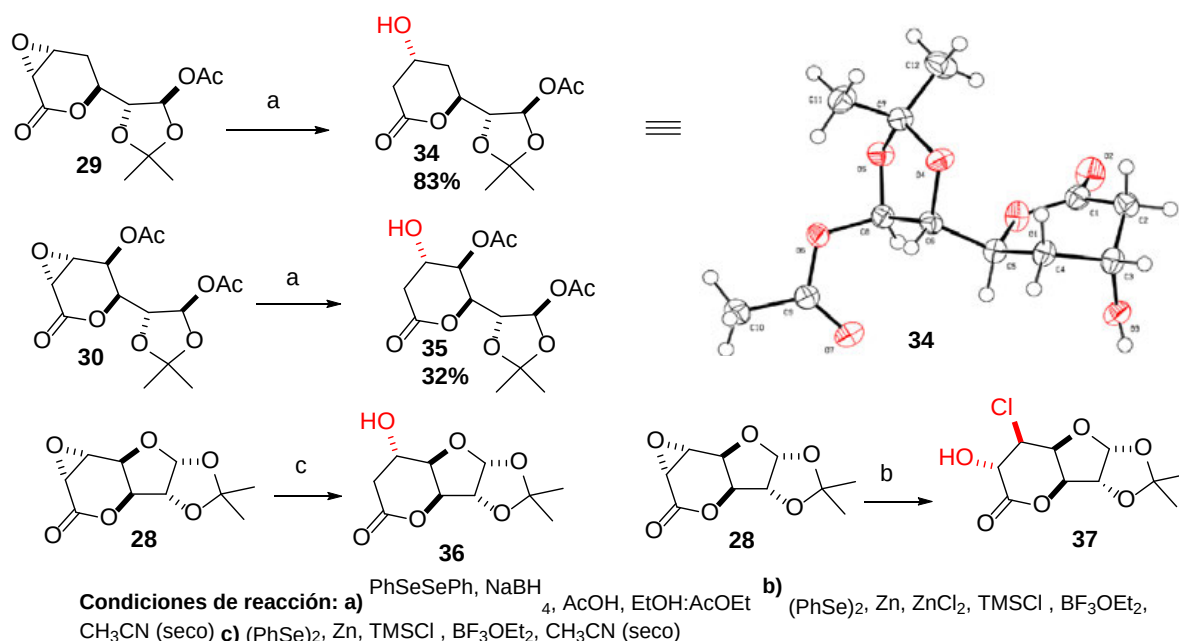


Figura 8. Compuestos obtenidos al probar la reactividad de la epoxilactona.

Conclusiones

Se obtuvieron los epóxidos de la lactona 7, 3-LXF y sus derivados de manera quimioselectiva dependiendo del agente oxidante. También se logró la obtención de las α -hidroxi y β -hidroxi lactonas mediante una apertura de anillo regioselectiva dependiendo de las condiciones de reducción. Generando de esta manera los intermediarios avanzados para la síntesis de productos naturales con actividad biológica.

Referencias bibliográficas

- [1] A. Bayer y V. Villiger, "Einwirkung des Caro'schen Reagens auf Ketone", *Chem. Ber.*, vol. 32, p. 3625, Oct. 1899.
- [2] R. K. Palakodety y A. Munagala, "Total Synthesis of Leiocarpin C and (+)-Goniodiol via an Olefin Cross-Metathesis Protocol", *Helvetica Chimica Acta*, vol. 94, no. 6, pp. 1102-1107, Jun. 2011.
- [3] L. A. Collett, M. T. Davies Coleman y D. E. A. Rivett, "Naturally Occurring 6-substituted 5, 6-Dihydro- α -Pyrone", *Fortsschritte der Chemie Organischer Naturstoffe/ Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*, pp. 181-209, 1998.
- [4] M. Tokuda, Y. Kurogoma, R. Katoh, Y. Nohara, Y. Hattori y H. Makabe, "Synthesis of four diastereomers and structural revision of tetradenolide", *Tetrahedron Letters*, vol. 55, no. 30, pp. 4189-4192, Jul. 2014.
- [5] M. Castaño G, W. Cardona G., W. Quinoñes y F. Echeverri, "Síntesis de pironas con posible actividad leishmanicida", *Scientia et Technica*, vol. 1, no. 33, pp. 303-305, Ene. 2007.
- [6] H. Chow Chua, E. T. H. Christensen, K. Hoestgaard Jensen, L. Y. Hartiadi, I. Ramzan, A. A. Jensen, N. L. Absalom y M. Chebib, "Kavain, the Major Constituent of the Anxiolytic Kava Extract, Potentiates GABAA Receptors: Functional Characteristics and Molecular Mechanism", *Plos one*, vol. 11, no. 6, pp. 2-12, Jun. 2016.
- [7] S. Kumar A., P. Bhaket y B. V. Rao, "Stereoselective synthesis of (-)-pestalotin", *ARKIVOC*, vol. 3, pp. 74-82, 2005.
- [8] S. Taliansky, "Urea-Hydrogen Peroxide Complex", *Synlett*, no. 12, pp. 1962-1963, Jul. 2005.
- [9] R. W. Murray y R. Jeyaraman, "Dioxiranes: synthesis and reactions of methyldioxiranes", *J. Orga. Chem.*, vol. 50, p. 2847, Ago.1985.
- [10] M. Miyashita, T. Suzuki, M. Hoshino y A. Yoshikoshi, "The organoselenium-mediated reduction of α , β -epoxy ketones, α , β -epoxy esters, and their congeners to β -hydroxy carbonyl compounds: Novel methodologies for the synthesis of aldols and their analogues", *Tetrahedron*, vol. 53, pp. 12469-12486, Sept. 1997.
- [11] Á. Díaz Rodríguez, A. Serrano y D. Fierro González, "Pitavastatina: una nueva alternativa en el tratamiento de las dislipidemia", *"Clínica e investigación en Arteriosclerosis"*, vol. 24, no. 1, pp. 30-39, Ene. 2012.

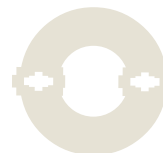


Insectos asociados a la palomilla barrenadora del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham 1912 (*Lepidoptera: Elachistidae*)

Beltrán Vázquez Atenea*, Suárez Hernández Hugo de Jesús

Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; Carretera a Acuaco Zacapoaxtla
Kilómetro 8 Totoltepec, C.P. 73680, Zacapoaxtla, Puebla.

*ateneabeltranvazquez_bd@hotmail.com



Área 2
Biología y Química

Resumen

Stenoma Catenifer ha sido identificada como plaga cuarentenaria del aguacate (*Persea americana*) afectando su producción, comercialización e importación, representando una limitante de calidad fitosanitaria en estos procesos. El objetivo del presente trabajo fue identificar los insectos asociados a la palomilla barrenadora (*Stenoma catenifer*) en huertas de aguacate Hass de la Sierra Nororiental del Estado de Puebla. Mediante la realización de muestreos con trampas colgantes impregnadas de feromonas, se

recolectaron e identificaron taxonómicamente ciento ochenta y seis organismos pertenecientes a la clase *insecta* durante el lapso comprendido de julio a noviembre, los órdenes encontrados fueron díptera, coleóptera, hemíptera, homóptera, himenóptera, y lepidóptera. Conocer los insectos atraídos al monitoreo de la palomilla barrenadora del aguacate (*Stenoma Catenifer*) permite desarrollar estrategias de manejo que contribuyan a reducir la utilización de sustancias nocivas para el medio ambiente.

Palabras clave

Aguacate Hass, Puebla, Semioquímicos, Sierra nororiental.

Abstract

Stenoma Catenifer has been identified as the main host of avocado (*American persea*), affecting its production, commercialization, and importation, representing a limitation of phytosanitary quality in these processes. The objective of this work was to identify the insects associated with the borer moth (*Stenoma Catenifer*) in Hass avocado orchards of the Northeastern Sierra of the state of Puebla since seventeen thousand twenty-three tons of the total annual production are grown in our State in the place number seven within the rank in a volume of national production. Through sampling with hanging traps impregnated with pheromones, one hundred and eighty-six organisms belonging to the class insects were collected and taxonomically identified during the period from July to November of the year two thousand and twenty, finding the orders Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, and Lepidoptera associated with the avocado borer moth. Knowing the insects attracted to the monitoring of the avocado borer moth (*Stenoma Catenifer*) allows for developing management strategies that contribute to reducing the use of substances that are harmful to the environment.

Keywords

Avocado Hass, Puebla, Semiochemicals, Northeastern Sierra.

Glosario de abreviaturas y símbolos

INAFED, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal

NOM, Norma Oficial Mexicana.

SADER, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural.

SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Introducción

Los aztecas lo nombraron ahuacatl, los españoles le llamaron “pera de las Indias” y hoy es conocido como aguacate, avocado, palta, cura o paga [1]. Actualmente el aguacate (*Persea americana* Mill.) (*Lauraceae*); de acuerdo al Panorama Alimentario 2020, México es el primer productor de este frutal a nivel mundial [2], con una producción anual de 2, 300, 889 toneladas, el comercio internacional del fruto supera las 2 millones 600 mil toneladas anuales, de las cuales Estados Unidos adquiere 1.1 millones; de las cuales, México aportó 988 mil 647 toneladas durante 2019 [1]. El Estado de Puebla produce anualmente 17 mil 023 toneladas, ubicándolo en el lugar número siete dentro del ranking en volumen de producción nacional [1].

Nuestro país y nuestro Estado cuentan con las condiciones agroclimáticas favorables para el desarrollo de los cultivos de aguacate, lo que favorece que muchos insectos y ácaros desarrollen asociaciones con la planta [3], estas asociaciones pueden llegar a convertirse en plagas que afectan su producción y comercialización, un insecto de importancia cuarentenaria como la palomilla barrenadora del aguacate *Stenoma Catenifer*, identificada como hospedante principal a *Persea americana* [4]; en su estadio larval, esta especie causa tres tipos de daño: Perforación del brote terminal y los laterales del aguacate, formando túneles de hasta 25 cm, los brotes atacados se marchitan y mueren; corta los pedúnculos y la base de los frutos pequeños, como resultado los frutos verdes y pequeños caen; daño en frutos grandes y casi maduros en los cuales las larvas perforan la pulpa en numerosas galerías, produciendo caída prematura y pudrición de estos. Al penetrar al fruto, los estadios más avanzados se alimentan de la semilla donde viven en galerías. En la cáscara del fruto se observan exudaciones y excremento de la larva [5]. En este trabajo se presenta la identificación taxonómica de los insectos asociados al monitoreo de *Stenoma Catenifer* Walsingham en huertas de aguacate hass de la Sierra Nororiental del Estado de Puebla puesto que conocer los insectos atraídos a su monitoreo permite desarrollar estrategias de manejo.

Materiales y métodos

1. Selección y delimitación del área de estudio

El área de estudio se ubica al Nororiente del Estado de Puebla, donde se ubicaron cuatro sitios de muestreo en los municipios de Hueytamalco (19.885° N, -97.311° W) con un clima semicálido subhúmedo con lluvia todo el año y clima cálido húmedo, con abundante lluvia en Verano [6]; San Juan Xiutetelco (19.808° N, -97.324° W) donde se encuentran presentes cuatro climas dispuestos en franjas latitudinales: Clima templado subhúmedo con lluvias en verano, templado húmedo con abundantes lluvias en verano, semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano y semicálido subhúmedo con lluvias todo el año [6]; Teziutlán (19.797° N, -97.361° W) para el que se identifican tres tipos de climas: Clima templado húmedo con lluvias en verano, clima templado húmedo con lluvias todo el año y clima semicálido húmedo, con abundante lluvias todo el año [6]; y Tlatlauquitepec (19.876° N, -97.505° W) que por su localización así como extensión presenta una gran variedad de climas: Semifrío subhúmedo con lluvias en verano templado subhúmedo con lluvias en verano, templado húmedo con abundantes lluvias en verano en un área de la parte central, templado húmedo con lluvias todo el año en una amplia franja de la parte central [6]. Los criterios para seleccionar las parcelas fueron: árboles en etapa productiva, menores a diez años y con manejo agrícola.

2. Descripción de los muestreos

Los muestreos se realizaron mensualmente durante el lapso comprendido de julio a noviembre del año dos mil veinte en los municipios señalados en el apartado anterior. Se colocaron trampas pegajosas con feromonas del tipo Pherocon 1C, puesto que está documentado que las trampas cebadas con atrayentes tienen especial aplicación en la detección y monitoreo de plagas, pues brindan información que facilita la toma de decisiones de control. [7]

3. Manejo de muestras

Los organismos colectados en las trampas posteriormente fueron extraídos para proceder a su identificación taxonómica a nivel orden basándose en la “Clave para identificar los principales ordenes de la clase *insecta*” del Dr. German H. Cheli [8], que se basa en la presencia o ausencia de alas, número de pares, similitudes entre ambos pares de estas, forma y estructura; además de esta clave para identificar

los organismos a nivel taxonómico de orden y de familia se utilizó el recurso bibliográfico denominado “Los insectos de África y de América Tropical, Claves para la identificación de las principales familias” en su primera edición en español del año 2002, traducida por Adalberto Figueroa P. [9] basada en características morfológicas generales de cada familia, también se consultó la “Clave de los géneros de hormigas en México (*Hymenoptera:Formicidae*)” del año 2014 de William P. Mackay y Emma E. Mackay [10] que toma como base principal los segmentos del organismo, y el “Manual de identificación de las principales plagas del aguacate en México” [5] del año 2018 elaborada por el departamento de Entomología y Acarología del Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), que retoma características distintivas de los insectos reportados como plaga.

Resultados/Discusión de resultados

En total se identificaron 186 organismos pertenecientes a la clase *insecta* (Tabla 1). Los órdenes más abundantes en número de organismos son díptera y coleóptera en comparación con los demás órdenes colectados, en el caso del orden himenóptera dieciséis de los dieciocho organismos colectados son hormigas pertenecientes a la familia *formicidae*, estos *hymenópteros* presentan generalmente cuatro alas membranosas; sin embargo pueden estar secundariamente reducidas o ausentes (hembras de *Mutillidae*, obreras de *Formicidae*) [9], por lo que es posible que los insectos ápteros encontrados en una de las trampas colocadas en el mes de agosto en la localidad de Hueytamalco no se relacionen directamente con la palomilla barrenadora del hueso del aguacate *Stenoma Catenifer* Walsingham.

Tabla 1. Organismos identificados a nivel taxonómico de orden.

Orden	Familias	Morfotipos	No. de organismos
Coleóptera	3	13	43
Díptera	2	2	99
Hemíptera	1	1	4
Homóptera	1	1	1
Hymenóptera	1	3	18
Lepidóptera	1	6	21
Total	9	26	186

En la primera columna de la Tabla 1 se presentan los resultados de la identificación taxonómica a nivel de orden de este proyecto, así como el número de organismos colectados perteneciente a cada orden señalado; en la segunda columna se muestra el número de familias identificadas para cada orden, es importante resaltar que no todos los organismos fueron identificados hasta el nivel taxonómico de familia debido a la variedad que presentan.

Tabla 2. Organismos colectados por municipio en cada nivel taxonómico.

	Hueytamalco	San Juan Xiutetelco	Teziutlán	Tlatlauquitepec
Órdenes	6	4	0	0
Familias	7	5	0	0
Morfotipos	22	12	0	0
No. total de organismos	114	72	0	0



Figura 1. Imagen del adulto de *Stenoma Catenifer* Walsingham (Créditos: Hoddle, 2013). [4]

Conclusiones

Existe una gran variedad de insectos asociados a la palomilla barrenadora del aguacate en la Sierra Nororiental del Estado de Puebla comprendida dentro de los órdenes díptera, coleóptera, hemíptera, homóptera, himenóptera, y lepidóptera; en concordancia con otros estudios realizados en tales como “Entomofauna asociada al cultivo del aguacate (*Persea Americana* Miller) Cultivar Hass en Xalisco, Nayarit, México” [11], “Diversidad de Insectos paurometábolos asociados a plantas en dos localidades del municipio de Jungapeo Michoacán, México” [12], y “Artrópodos asociados al cultivo de aguacate (*Persea Americana* Mill) en Costa Rica” [3].

El fruto es de suma importancia para la economía del país, ya que es uno de los principales productos que se venden en el extranjero. En 2019 se plantaron 1.2 % hectáreas más y se cosechó 4.6 % más producto que el año anterior [1], en el Estado de Puebla el aguacate Hass ha sido catalogado como un cultivo de alto valor comercial debido a la posición que ocupa en el rank de la producción nacional, el flujo comercial de exportaciones de este producto aumenta en nuestro país y por consecuencia en el Estado siendo necesaria la aplicación de los criterios contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-2002, donde se establecen las especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. La NOM citada con anterioridad reconoce a *Stenoma Catenifer* junto con otros insectos considerados plagas como una limitante para la producción y comercialización nacional de aguacate con calidad fitosanitaria [13], por lo que es necesario desarrollar estrategias de manejo para la palomilla barrenadora del aguacate.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Derivado del impacto que tiene *Stenoma Catenifer* Walsingham en la producción de aguacate y a su vez la importancia que tiene la producción de aguacate en el Estado, es necesario seguir realizando investigaciones que contribuyan a desarrollar estrategias de manejo para esta especie que logren reducir la utilización de sustancias nocivas para el medio ambiente.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla por las facilidades otorgadas en el desarrollo de este proyecto.

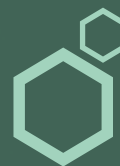
Referencias bibliográficas

- [1] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, «Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/11/Atlas-Agroalimentario-2020.pdf>. [Último acceso: 02 2020].
- [2] N. D. D. Ávila, «Universidad Autónoma de Nayarit,» 10 2016. [En línea]. Available: [http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1611/2016 %20 AGENTES %20DE %20CONTROL %20 BIOLOGICO %20ASOCIADOS %20AL %20 BARRENADOR %20DE %20RAMAS %20 DEL %20AGUACATE %20 %28Copturus %20aguacatae %20 Kissinger %29 %20 %28COLEOPTERA %20 CURCULIONIDAE %29 %20EN %20NAYARI](http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1611/2016%20AGENTES%20DE%20CONTROL%20BIOLOGICO%20ASOCIADOS%20AL%20BARRENADOR%20DE%20RAMAS%20DEL%20AGUACATE%20%28Copturus%20aguacatae%20Kissinger%29%20%28COLEOPTERA%20CURCULIONIDAE%29%20EN%20NAYARI). [Último acceso: 02 2021].
- [3] A. G. Herrera, «Artrópodos asociados al cultivo del aguacate (Persea Americana Mill.) En Costa Rica,» de V Congreso Mundial del Aguacate, Málaga, España, 2003.
- [4] J. G. F. Anastasio, «Ficha Técnica "Palomilla barrenadora del aguacate Stenoma catenifer Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae)",» Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Tecámac, México, 2016.
- [5] e. a. H. E. Vega Ortiz, «Manual de Identificación de las Principales Plagas del Aguacate en México,» Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), Tecámac, México, 2018.
- [6] INAFED, «Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Estado de Puebla,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/index.html>. [Último acceso: 04 2012].
- [7] e. a. J. F. Barrera, Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas, Colima, México: Sociedad Mexicana de Entomología, 2006.
- [8] G. H. Cheli, «Clave para identificar los principales órdenes de la Clase Insecta,» 2010. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/11963647-Clave-para-identificar-los-principales-ordenes-de-la-clase-insecto-dr-german-h-cheli-2a-solo-un-par-de-alas-diptera.html>. [Último acceso: 03 02 2021].
- [9] e. a. G. Delvare, Los insectos de África y América Tropical, claves para la identificación de las principales familias, Montpellier, Francia: Laballery, 2002.
- [10] e. a. W. P. Mackay, «Clave de los géneros de hormigas en México, (Hymenoptera: Formicidae),» The University of Texas, El Paso, Texas, 2014.
- [11] Y. L. Pérez, «Repositorio Digital, Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro,» 2008. [En línea]. Available: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/130>. [Último acceso: 02 2012].

- [12] S. C. Toscano, «Diversidad de insectos paurometábolos asociados a plantas en las localidades del municipio de Jungapeo, Michoacán México,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2012/EC/524-529.pdf>. [Último acceso: 02 2021].
- [13] SADER, «Diario Oficial de la Federación,» 02 2021. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/546737/NOM-066-FITO-2002.18may05.pdf>. [Último acceso: 05 2005].
- [14] e. a. M. B. Manrique B., «Gale Onefile,» 12 2014. [En línea]. Available: <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA451148386&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=01233068&p=IFME&sw=w>. [Último acceso: 02 2012].
- [15] e. a. L. J. López, «Nuevo registro de *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) en la Cuenca del Papaloapan,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2019/EA/EA%20314-317.pdf>. [Último acceso: 02 2021].



Área 3



Medicina
y Ciencias de la Salud

Índice de Área

- 161** • Aplicación de ejercicios pliométricos en entrenamiento para aumento de velocidad y fuerza en corredores de corta distancia
- 179** • Aplicación móvil de realidad virtual para entrenamiento de la mano espástica. Reporte de caso
- 191** • Asociación de Escherichia coli adherente-invasiva con la enfermedad inflamatoria intestinal
- 209** • Asociación de lumbalgia inespecífica con disfunción sacroilíaca en jóvenes universitarias de fisioterapia en la UPAEP
- 225** • Bassorproductos de ortopedia y soporte
- 243** • Caracterización de médula espinal cervical a través de segmentación mediante redes neurales convolucionales en pacientes con esclerosis múltiple
- 257** • Clasificación de las rugas palatinas como método de identificación personal en niños
- 273** • Combinación de masaje perineal con ejercicios de flexibilidad como método de prevención a episiotomía o desgarró al momento del parto
- 287** • Consumo de nutrientes de las mujeres embarazadas de tres Centros de Salud públicos de la ciudad de Puebla 2020-2021
- 297** • Desinformación sobre COVID-19 en Internet
- 309** • Detección de SARS-CoV-2 en el río Atoyac, Puebla
- 325** • Efecto del síndrome metabólico sobre la dinámica del lipidoma en el hipocampo de rata wistar

- 343** • Enfermedades desmielinizantes como secuela de COVID-19
- 359** • Evaluación de la correlación entre la alteración propioceptiva y las posturas forzadas mantenidas por enfermeras con dolor lumbar crónico durante su jornada laboral en una unidad de atención de primer nivel en Puebla
- 371** • Evaluación del perfil de interleucinas en pacientes que cursaron con infección por SARS-CoV-2
- 387** • Factores pronósticos asociados a eficacia en el trasplante de células hematopoyéticas autólogas en pacientes con esclerosis múltiple
- 401** • Identificación de disfunción renal temprana en pacientes con Diabetes Tipo 2
- 419** • Intervenciones educativas en redes sociales sobre el uso del condón en adolescentes: Revisión sistemática
- 431** • Las microvesículas secretadas de *Klebsiella pneumoniae* son inmunogénicas: posible aplicación como nano-plataformas para el desarrollo de vacunas
- 449** • Niveles urinarios de la molécula de daño renal-1 en pacientes diabéticos tipo 2 con control y descontrol glucémico
- 463** • Programa de Kinesioterapia para la prevención de lesiones de tobillo en deportistas de 18 a 25 años de edad que practican la disciplina de Taekwondo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez
- 473** • Propuesta de la liberación miofascial mediante la técnica de relajación autógena y ejercicios aeróbicos en pacientes con fibromialgia
- 483** • Propuesta de rehabilitación cardiopulmonar en paciente post COVID-19
- 501** • Propuesta de tratamiento mediante el método RPG para las lesiones musculoesqueléticas en teletrabajadores causadas durante la contingencia por COVID-19

513 • Reposicionamiento de fármacos para VIH+ un nuevo enfoque en el diseño de terapias farmacológicas

527 • Revisión Bibliográfica anatómica y fisiológica del mecanismo de contracción muscular a nivel bioquímico

539 • Sondeo periodontal en un modelo murino de enfermedad periodontal

555 • Tipificación de espinas dendríticas en el Tálamo ventroposterolateral de ratas diabéticas con y sin enfermedad periodontal

571 • Índice aterogénico y niveles de presión arterial en sujetos con sobrepeso y obesidad

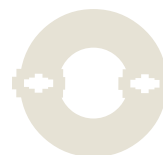
579 • Índice de adiposidad visceral y productos de acumulación lipídica y su relación con mieloperoxidasa sérica para valorar sujetos en riesgo cardiovascular

Aplicación de ejercicios pliométricos en entrenamiento para aumento de velocidad y fuerza en corredores de corta distancia

^aSilva, Morales-Maday, ^bCruz, García-Laura Yalin

^aUniversidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, AV. Universidad #1000, colonia tierra negra. Xicotepec de Juárez Puebla. CP. 73080 silvamoralesmaday@gmail.com

laura.cruz@utxicotepec.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El empleo de ejercicios pliométricos, ofrece resultados favorables sin implicar demasiado equipo necesario para su realización sin embargo es necesario llevar un correcto entrenamiento, para favorecer la actividad física deportiva.

Objetivo: Evaluar referencias bibliográficas sobre la aplicación de ejercicio pliométrico en entrenamiento para aumento de fuerza y velocidad en corredores, con la búsqueda y análisis de estudios relacionados, identificar el impacto provocado por la realización de dichos ejercicios.

Métodos: La investigación es de carácter cuantitativo, ya que se recopilan y analizan los estudios relacionados a los ejercicios

pliométricos, mediante la recolección y análisis de diversas fuentes, Se utiliza el diseño de estudio no experimental que se aplicará de forma transversal de una manera descriptiva.

Resultados: Como se observa en las tablas y gráficas, los resultados de la aplicación de ejercicios pliométricos favorecen los valores en el pre y pos test de las variables velocidad y fuerza.

Conclusión: La investigación sobre la aplicación de ejercicios pliométricos influyó favorablemente en la práctica deportiva para obtener mayores cualidades físicas y actuar de mejor manera durante las competencias.

Palabras clave

Pliométricos, deporte, velocidad, fuerza.

Abstract

The use of plyometric exercises offers favorable results without involving so much equipment necessary for its performance, however, it is necessary to carry out correct training, to promote physical sports activity.

Objective: To evaluate bibliographic references on the application of plyometric exercise in training to increase strength and speed in runners, with the search and analysis of related studies, to identify the impact caused by performing these exercises.

Methods: The research is quantitative, since studies related to plyometric exercises are collected and analyzed, through the collection and analysis of various sources, the non-experimental study design is used to be applied cross-sectionally in a descriptive way.

Results: As can be seen in the tables and graphs, the results of the application of plyometric exercises favor the values in the pre and post-test of the variables' speed and strength.

Conclusion: Research on the application of plyometric exercises favorably influenced sports practice to obtain greater physical qualities and act better during competitions.

Keywords

Pliometric, sport, velocity, strength

Glosario de abreviaturas y símbolos

UM: Unidades motoras.

RE: Economía de la carrera.

TC: Entrenamiento completo.

V: Velocidad.

M: Metros.

SJ: Squat Jump.

CMJ: Countermovement Jump o salto contra movimiento.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

Introducción

Todos los atletas se esfuerzan por ser un poco más fuertes, y más rápidos, sabiendo que este avance en su capacidad les lleva siempre más cerca de alcanzar los límites de su potencial. Alcanzar altos objetivos es el producto del desarrollo de los talentos naturales y de las habilidades o técnicas aprendidas de un deporte. Cada atleta debe entrenarse durante largos años, para así refinar su técnica y poder desarrollar la fuerza y la velocidad necesaria para alcanzar su potencial individual. Todas las disciplinas deportivas necesitan desarrollar múltiples factores (neuromusculares y bioenergéticos) con los que poder mejorar sus rendimientos [1].

Para mejorar el rendimiento del deportista en todas las disciplinas se necesitan ciertos factores que contribuyan con el mejoramiento de cada deportista. Estos factores deben incluir cuidados en la organización de los entrenamientos coherentemente y deberían contener diferentes orientaciones, variando el tipo de entrenamiento, todos los días de acuerdo a las necesidades del deportista. [1]; La velocidad (V) es un elemento de la fuerza, y la fuerza es la que establece la velocidad con la que los cuerpos se van a desplazar. La (V) tiene fases y tipos que se entrena y mejora trabajando a escalas totales máximas, o parciales sub máximos, así mismo empleando distancias cortas y repeticiones, con los tiempos de descanso respectivo para cada entrenamiento [2].

La velocidad cumplirá un papel fundamental para realizar la contracción muscular a la hora de realizar los ejercicios pliométricos, aumentando la fuerza, y en específico la fuerza explosiva. [3]; Se puede decir que es prácticamente imposible lograr altos niveles de velocidad sin la aplicación de la fuerza explosiva [4].

Además, así sean entrenamientos de media o larga duración, deben contener trabajos de fuerza, ya que esta estructura del entrenamiento potenciará y multiplicará los resultados de los deportistas. Este entrenamiento es considerado como un trabajo de fuerza-resistencia. [1]; El trabajo de fuerza y velocidad se encuentran directamente relacionados en grandes cantidades de movimientos y acciones deportivas [3]; Fuerza muscular: fuerza que da la capacidad de un individuo para que genere una mayor cantidad de tensión intramuscular, se le llama fuerza a la tensión generada por encima de lo que habitualmente denominamos tono de reposo [5].

Los ejercicios pliométricos se tratan de ejercicios rápidos y explosivos que buscan maximizar la práctica deportiva y, a su vez, interiorizar los movimientos para que estos se vuelvan más veloces y efectivos. Y es que los ejercicios pliométricos buscan entrenar biomecánicamente ciertos movimientos para fortalecer los músculos, tendones y ligamentos. [6]. El verdadero término “Pliométrico” fue acuñado por primera vez en 1975 por Fred Wilt, uno de los entrenadores de atletismo de Estados Unidos, de pensamientos más avanzados [7].

Los ejercicios pliométricos son entrenamientos que tienen sus inicios en Europa, estos eran conocidos como multisaltos. El interés en este tipo de entrenamiento aumentó al aparecer atletas en potencia en las competencias a nivel mundial, los cuales aparecieron en los años 70 en Europa Oriental. Estos deportistas sobresalían en disciplinas como atletismo, gimnasia y halterofilia, por lo cual estos ejercicios eran esenciales para su alto rendimiento, dichos ejercicios antes mencionados están relacionados con la mejora de la forma y rendimiento del atleta aumentando la velocidad y fuerza [7].

El autor Ortiz Cervera Vicente en su libro *Entrenamiento de fuerza y explosividad* en 1999 indica que la ejecución de los ejercicios pliométricos conlleva a posibles lesiones, por lo que es aconsejable aplicarla solamente a deportistas que tienen ya un trabajo de base de fuerza y velocidad, el deportista debería ser capaz de levantar al menos el 150 % de su peso corporal y realizar al menos de 12 a 15 flexiones completas de brazos [8].

Se debe considerar algunos aspectos tales como: La edad y desarrollo físico de los deportistas, la técnica de ejecución de los ejercicios pliométricos, los factores que inciden en el rendimiento deportivo, realizar una progresión metódica, empezando con ejercicios de bajo impacto o multisaltos, rebotes sencillos y finalizar con los de alto impacto. De todas formas, los ejercicios pueden resultar peligrosos si no se trabaja previamente la fuerza para resistir la potencia que genera este tipo de trabajo [8].

Este tipo de ejercicios pueden ejecutarlo deportistas con un nivel de acondicionamiento físico medio alto, ya que los músculos deben estar preparados para realizar trabajo explosivo, potente y rápido, permitiendo obtener su máxima fuerza en el menor tiempo posible. [9]; Sin embargo siempre existe una relación entre el entrenamiento pliométrico y el rendimiento deportivo, así como entre las asimetrías musculares y el aumento de las probabilidades de sufrir una lesión [10].

El rendimiento atlético que consiste en patear distancia, velocidad, capacidad de salto y agilidad mejoró significativamente debido a las intervenciones de entrenamiento pliométrico. La evidencia actual sugiere que el entrenamiento pliométrico debe completarse 2 días a la semana durante 8 a 10 semanas durante la práctica. [11]; Un programa de entrenamiento de la fuerza que contemple ejercicios de sobrecarga de intensidad baja a alta y ejercicios pliométricos realizados 2-3 veces por semana durante 8-12 semanas, es una estrategia apropiada para mejorar la RE. [12]; Una duración más prolongada de la TC (≥ 8 semanas) parece ser óptima para mejorar las habilidades físicas [13].

Fisiología de la pliometría y adaptaciones neuromusculares: La acción del movimiento pliométrico tiene su base en la contracción violenta de las fibras musculares debido a la carga rápida, por ende el debido estiramiento del músculo, cuando se produce un estiramiento excesivo consecuentemente un desgarro muscular, los receptores los cuales provocaron el estiramiento van a contribuir a la acción de impulsos nerviosos propioceptores que serán enviados a la médula espinal, después por una acción denominada rebote llegarán de nuevo a los receptores que provocaron el estiramiento, gracias a el rebote se evitará que las fibras se estiren excesivamente ayudando a frenar liberando así una contracción de las fibras musculares más potente a la norma. [14]; Los ejercicios pliométricos viendo desde una adaptación muscular van a depender de lo muscular y del sistema nervioso, considerando tres ejes principales: reclutamiento de Unidades Motoras (UM), reducción de la inhibición autogénica, reducción de la coactivación de los músculos agonistas y antagonistas. [15]; Dado que, este método se caracteriza por acciones impulsivas de duración mínima entre el final de la fase de desaceleración excéntrica y la iniciación de la fase de aceleración concéntrica, es decir, se basa en una fase isométrica-explosiva breve y excéntrica-isométrica que precede a la liberación de la energía elástica almacenada en los tendones y otros componentes elásticos del complejo muscular durante la fase de desaceleración excéntrica [16].

Trabajo y fibras musculares: tipo I: Este tipo de fibras musculares lentas tienen una gran concentración de capilar por ende son llamadas fibras rojas, [17]; IIA: este tipo de fibras de contracción rápida también se las conoce como mixtas, ya que tienen una combinación del tipo I y las fibras tipo II, [17]; IIB: se las denomina también blancas ya que carecen de hemoglobina por ende no llevan demasiado oxígeno [17].

La velocidad en la contracción muscular tendrá un efecto muy importante en este tipo de entrenamiento, logrando un aumento de la fuerza, y particularmente la fuerza explosiva [3].

Corredores, pruebas atléticas, técnicas y biomecánica

La forma de poder definir a un corredor, [4] lo describe como el arte de superar el rendimiento de los adversarios en velocidad, en distancia o en altura. Por este motivo dentro del atletismo existen tanto las pruebas de pista, de campo y las combinadas con sus diferentes variaciones. Carreras de velocidad: 60, 100, 200 y 400 metros [18].

Las características principales de un estilo eficiente para las carreras de velocidad comprenden una buena elevación de rodillas, movimientos libres de los brazos y un ángulo de penetración del cuerpo de unos 25 grados [4].

Biomecánica carreras de velocidad: La carrera consiste en la repetición cíclica de un conjunto de movimientos corporales, que se describen en tres fases: apoyo-amortiguación, impulso, suspensión. [19]. Existen muchos componentes fisiológicos y biomecánicos que explican las mejoras en los corredores después de un protocolo de entrenamiento de fuerza, incluyendo la función neuromuscular, rigidez músculo-tendinosa, patrón de reclutamiento de fibras musculares, tiempos de contacto [20].

Impacto en corredores del continente americano y en México

En el continente americano, los deportistas tienden muy poco a ser tratados o entrenados por un personal capacitado de salud, solo muy pocos son los que acuden a un profesional, de tal modo que algunos estudios demuestran que “la información correspondiente al continente americano es mucho más escasa, pero la página de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) sobre rehabilitación, señala que el personal general de salud capacitado en rehabilitación es muy escaso en la mayoría de los países, y expresa que esto determina que la asistencia médica no sea apta”, sin embargo se recopilaban datos para la realización de ejercicios pliométricos para deportistas corredores.

En México, la población ha desarrollado capacidades físicas o practica de algún deporte debido a la pandemia y con esto el requerimiento de profesionales capacitados para la realización de diferentes métodos de tratamiento. Actualmente existen 3 corredores de cortas distancias en México: Flores Daniela (100 m, 4x100 m, relevos 200 m), Mendoza Valente (400 m, 800 m, relevos 4x400 m), Morán Paola (400 m, 400 m vallas, relevos 4x400 m) [18].

Un estudio demuestra que “Las tendencias fitness para México en 2020 son la contratación de profesionales graduados en actividad física o carreras afines, entrenamiento funcional, programas de ejercicio y pérdida de peso, equipos multidisciplinarios de trabajo (médicas, fisioterapeutas, nutricionistas, profesionales de la actividad física) y entrenamiento de fuerza” [21].

Propósito de estudio a nivel regional y local

Sin embargo en este estudio se recolectarán datos de estudios sobre la aplicación de los ejercicios pliométricos ofreciendo una investigación concreta en el ámbito deportivo en especial hacia entrenadores y corredores para el aumento de fuerza y velocidad, conociendo los resultados obtenidos en este método se entenderá si en realidad influye con mejores resultados en competencias, en las cuales podrían participar los deportistas lectores de esta investigación. A nivel regional y local la aplicación de ejercicios pliométricos podría ser un método sumamente efectivo para la mayoría de deportes practicados en la región, tanto deportes que se practican en equipo como en solitario, la mayoría de deportes que involucran deportes en equipo son fútbol, basquetbol, de manera menor voleibol y deportes en solitario son los corredores de cortas, medianas y largas distancias.

Materiales y métodos

Métodos

La investigación es de carácter cuantitativo, ya que se recopilan y analizan los estudios relacionados a los ejercicios pliométricos para corredores de velocidad y cortas distancias, mediante la recolección y análisis de diversas fuentes tanto artículos, revistas, bases de datos y libros, además de conocer los efectos del entrenamiento pliométrico sobre las variables fuerza y velocidad, evaluando las adaptaciones.

La unidad de análisis de los materiales de esta investigación se basa en los ejercicios pliométricos, estos son el centro de investigación, que brinda un entorno multifuncional sobre este tipo de ejercicios. Sin embargo se crea el cuadro de inclusión/exclusión que nos dará un mayor enfoque sobre lo estudiado (**Tabla 1**).

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de la investigación.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos o revistas sobre ejercicios pliométricos que favorezcan el aumento de fuerza y velocidad.	Artículos que no estén relacionados con dicho método.
Artículos o revistas principalmente sobre ejercicios pliométricos en corredores cortas distancias o que sean sobre otros deportes relacionados a correr o saltar.	Artículos sobre otros deportes que no sean correr en cortas distancias o saltar.
Artículos o revistas que tengan una antigüedad de no más de 5 años.	Artículos que sean más antiguos de lo indicado.

Diseño de estudio

Se utiliza el diseño de estudio no experimental que se aplicará de forma transversal de una manera descriptiva.

Población y muestra de estudio

La población en específico son las relacionadas con corredores de corta distancia, cumpliendo con las variables de fuerza y velocidad, reduciendo los estudios específicos, en un periodo de investigaciones de no más de 5 años y siendo estudios en español.

La investigación es un proceso en la búsqueda y basado en una investigación documental se vuelve en recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos, obtenidos y registrados en un periodo de tiempo, siendo el propósito de diseño de esta investigación aportar nuevos conocimientos basados en bibliografías, artículos, libros, tesis, etc.

Técnicas

Tabla 2. Técnica, Instrumento y procedimiento de la investigación. Realización propia.

Técnica	Instrumento	Procedimiento
Fichaje.	Fichas bibliográficas.	Recopilación de teoría referente a la investigación.
Análisis documental.	Fichas, unidades de almacenamiento de información.	Investigación y selección de importancia.
Desarrollo de medios para registro de información.	Computadora.	Creación de gráficas, tablas entre otras unidades de registro.
Almacenamiento de información.	Computadora.	Documento de investigación.

Procedimiento

Se creó una guía para el análisis documental, con un propósito específico, el cual es valorar la fuerza y velocidad descritas por diversos autores para el entrenamiento de la fuerza y la velocidad.

Análisis específico para los ejercicios empleados y la metodología utilizada de las distintas formas de entrenamiento.

Exploración de los test aplicados en los documentos analizados para mayor significatividad y validez de los resultados.

Recursos y materiales

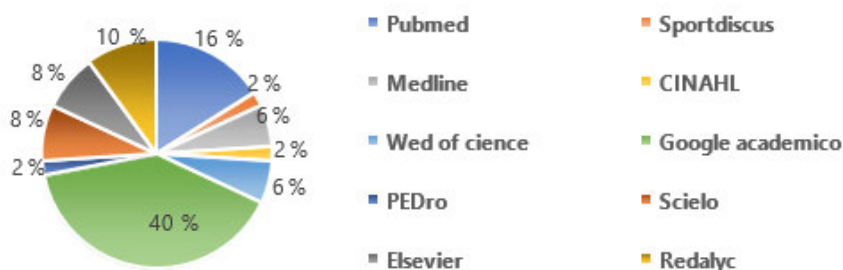
Para esta investigación se necesitó de los siguientes materiales, que son de vital importancia para la realización y desarrollo de la misma. Se describen en la (Tabla 3):

Tabla 3. Recursos y materiales necesarios. Realización propia.

Capital humano	Investigador
Institución	Universidad tecnológica de Xicotepec de Juárez
Materiales	Computadora con acceso a Internet, impresora y hojas
Económicos	Gastos procedentes de la investigación

Resultados/Discusión de resultados

Se realizó la recolección de datos, a través de diferentes bases de datos se consultaron revistas, artículos, investigaciones de finales de grado entre otras, se obtuvo la información de la siguiente manera:



Gráfica 1. Recopilación de datos.
Realización propia.

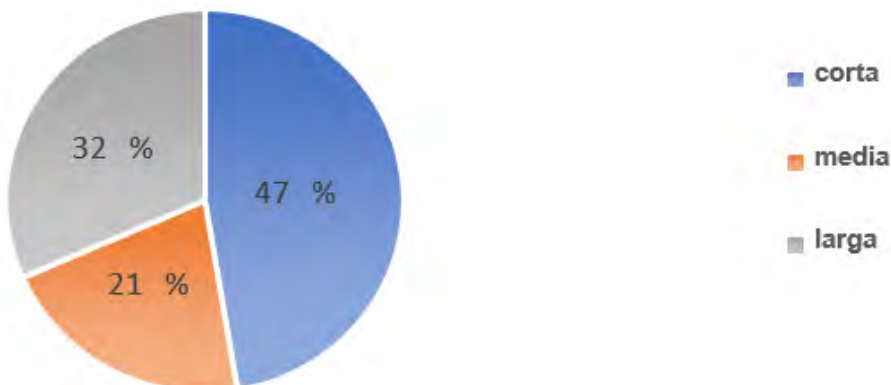
La mayor cantidad de datos obtenidos por Google académico fue de 20 investigaciones (40 %) como se representa en la gráfica de pastel, los datos en su mayoría de Google académico proceden de investigaciones de finales de grado o tesis para la obtención de grado. Sin embargo Pubmed y las demás bases de datos sobre artículos o revistas fueron de gran importancia para la recolección de datos estadísticos.



Gráfica 2. Deportes.
Realización propia

El principal deporte de esta investigación son los corredores sin embargo la aplicación de ejercicios pliométricos se pueden desarrollar tanto en deportes como en la prevención y tratamiento de lesiones, pero 19 estudios (41 %) demuestran que la investigación propuesta por diferentes autores son relacionados a la efectividad de este método, siendo el enfoque de estudio, y además de los corredores, los futbolistas o los entrenadores de ellos aplican el método para investigar la efectividad sobre la fuerza explosiva y la potencia.

A partir de todo lo anteriormente detectado en los estudios, se obtiene que 9 están relacionados con corredores de corta distancia, siendo esta variable parte de las principales razones de la investigación, excluyendo las investigaciones relacionadas a otro tipo de corredores como de mediana y larga distancia y se obtiene que:



Gráfica 3. Corredores. Solo se incluyen a corredores de corta distancia. Realización propia.

Tabla 4. Resultado sobre corredores a partir de la población y muestra. Realización propia.

19 investigaciones realizadas en específico sobre corredores en las diferentes distancias universales o estándar, 10 son excluidas debido a que son en corredores de media y larga distancia.

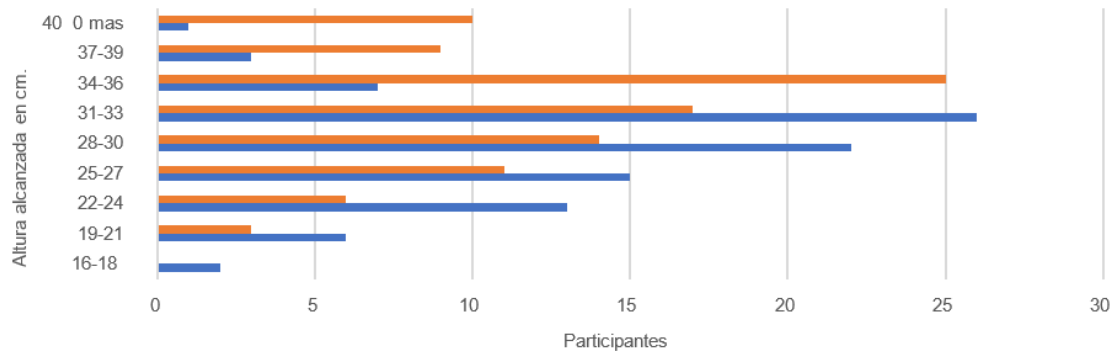
9 investigaciones con 95 participantes sobre corredores, con aplicación de test como Squat jump, salto contra movimiento, y test de velocidad.

Tabla 5. Investigaciones analizadas (9 relacionadas) Realización propia.

Investigaciones de análisis	Test aplicados	Semanas de entrenamiento/ duración/ frecuencia	Resultados
1.-Programa de entrenamiento de fuerza excéntrica y pliometría sobre la potencia, velocidad e índice elástico en seleccionados de la Pontificia Universidad Javeriana.	Squat jump Prueba T Student Salto Contra movimiento Índice elástico 30 metros Shapiro Wilk y Levene	6 semanas 2-3 veces por semana	Eficaz para alcanzar ganancias en potencia velocidad e índice elástico.
2.-Sistema de ejercicios para desarrollar la fuerza explosiva en los atletas velocistas de 100 metros de la categoría U18 de la unidad educativa Borja.	Test salto horizontal Test salto vertical Prueba T Student	12 semanas 3-5 veces por semana	Buena funcionalidad para el desarrollo de fuerza explosiva en atletas velocistas de 100 metros.

3.-Los ejercicios pliométricos en el desarrollo de la fuerza rápida de los corredores de la distancia de 20 metros planos de 11 a 12 años de la unidad educativa técnica Clemente Yerovi Indaburu, Cantón Guayaquil provincia del Guayas.	Lanzamiento de balón mano Triple salto con ambas piernas Salto largo sin impulso	2 veces a la semana	Indicadores más significativos en la fuerza rápida de los planos musculares.
4.-Entrenamiento pliométrico: efecto en atletas de elite.	Salto Abalakov Salto contra movimiento Squat jump	8 semanas 3 veces por semana	El entrenamiento pliométrico, tiene un efecto positivo en la fuerza explosiva de los atletas.
5.-Efecto de un programa pliométrico en la fuerza explosiva y en la velocidad, en atletas menores del club de atletismo Chiquinquirá en la prueba de los 100 metros.	Squat jump Salto contra movimiento Abalakov Tiempo de vuelo Velocidad de despegue	8 semanas 3 veces por semana 60-80 minutos	Se ha demostrado la importancia del entrenamiento pliométrico en el desarrollo de fuerza explosiva.
6.-Análisis de la capacidad de aceleración en mujeres atletas de modalidades de velocidad.	Squat jump Salto contra movimiento Load jump Rebound jump		Determinante en la capacidad de aceleración, aceleración temprana y fuerza elástico explosiva.
7.-Análisis de la influencia de ejercicios pliométricos en la velocidad y potencia en corredores de corta y larga distancia con discapacidad visual e intelectual del comité paralímpico ecuatoriano.	Rast test Prueba T Student Abalakov	2 semanas 5-10 series 8-10 minutos de descanso 120 minutos	Velocidad regular y potencia en aumento dependiendo de la discapacidad.
8.-Programa de ejercicios pliométricos para el desarrollo de la fuerza explosiva.	Salto horizontal Salto vertical	12 semanas 3-5 veces por semana	Dificultades en la ejecución del entrenamiento, bajos niveles del desarrollo de fuerza.
9.-Programa de ejercicios pliométricos en el salto largo sin carrera en atletas del club de atletismo "talentos corredores" de Huancayo.	Salto largo sin carrera de Fetz y Kornexkl	Prueba inicial Prueba final	Influyen significativamente en el salto largo sin carrera los ejercicios pliométricos siendo componentes de fuerza y velocidad.

A partir de los porcentajes o estudios hechos solo sobre corredores, las 9 investigaciones con 95 participantes resultan las más importantes ya que se relacionan con el motivo de la investigación, estas investigaciones tienen información sobre 3 importantes test, dos son parte de los test de la batería de Bosco como el Squat Jump y el salto contra movimiento o CMJ y el test de 30 metros.



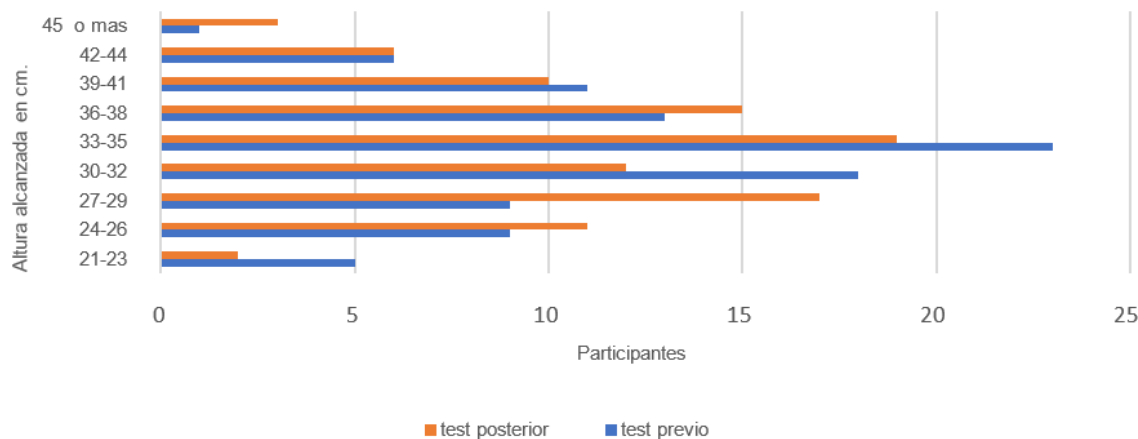
Grafica 4. Resultados del test Squat Jump en investigaciones 1, 4, 5 y 6. Realización propia.

Como se observa en la gráfica, los resultados del test posterior tienen mayor alcance en la altura, debido a la realización de los ejercicios pliométricos que fueron desarrollados en las investigaciones 1, 4, 5 y 6.

Squat Jump valora: Evaluación de la fuerza explosiva del tren inferior, este test implica un único salto desde una posición en cuclillas (las rodillas en ángulo de 90°) con las manos en las caderas y sin contramovimiento. Lo que se expresa en este test es: tiempo de vuelo, altura alcanzada desde el centro de gravedad. [22]; Este test se encontró en las investigaciones 1, 4, 5 y 6 descritas en la (Tabla 5).

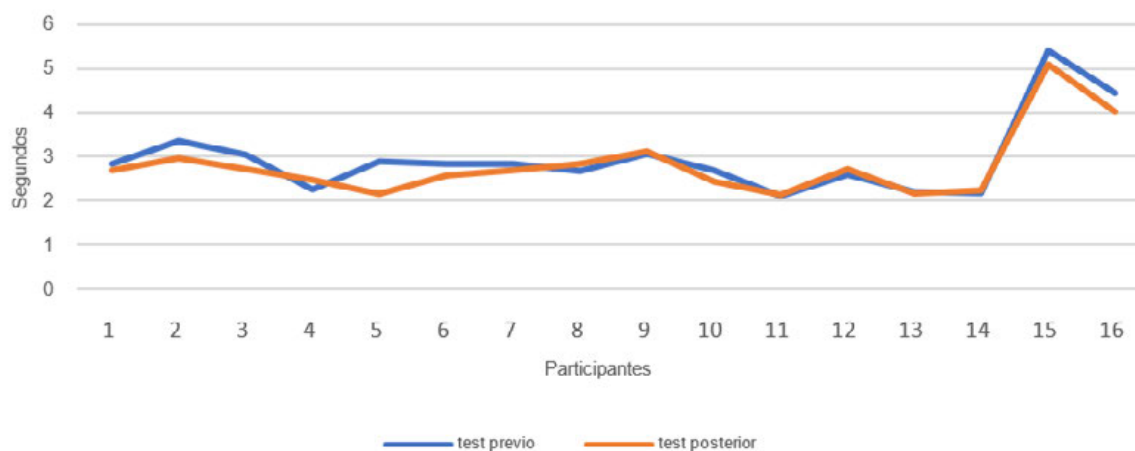
En el test de salto contra movimiento se muestra un avance no tan amplio como el test de Squat Jump, sin embargo los resultados son similares, para la comprobación de estos dos test es necesario de un test llamado Abalakov. El test de salto contra movimiento valora la acción de saltar hacia arriba se realiza gracias al ciclo de estiramiento-acortamiento muscular. Puesto que el contra movimiento hacia abajo se realiza con una aceleración muy modesta y los extensores se activan solo en el momento de la inversión del movimiento, se puede afirmar que el estiramiento de los elementos elásticos y la sucesiva reutilización de energía elástica se hallan presentes, y que el incremento del rendimiento respecto al squat jump es debido en cualquier caso al aprovechamiento del reflejo miotático (coordinación). [23]; Este test se analizó en las investigaciones 1, 4, 5 y 6, mientras que el test de Abalakov en

las investigaciones 4, 5 y 7 que sirve para corroborar los test de squat jump y salto contra movimiento descritas en la Tabla (Tabla 5).



Gráfica 5. Resultados del test CMJ de las investigaciones 4, 5 y 7. Realización propia.

El test de velocidad de 30 metros tiene como objetivo medir la velocidad de reacción y la velocidad de desplazamiento (concretamente, la aceleración) [24]; Solo la investigación 1 de la (Tabla 5) cuenta con esta información ya que las demás tienen variaciones en otros test, y la Información proporcionada en este test es la siguiente:



Gráfica 6. Test de 30 metros de la investigación 1. Realización propia.

La disminución en el tiempo en los 16 corredores sobre el test de 30 metros de la investigación 1, los resultados se muestran favorables y se muestran la variación

de los diferentes corredores sobre el test previo y el test posterior después de la aplicación de los ejercicios pliométricos en esa investigación.

Como se observa en las tablas y gráficas, los resultados muestran que la aplicación de ejercicios pliométricos desarrollan las variables de fuerza y velocidad sobre las capacidades de los corredores, estos mejoran los resultados en los test posteriores a la realización de los ejercicios pliométricos.

Se encontró que varios estudios mencionan que a partir de la semana 6 a 8 o en adelante se muestran mayores resultados muy eficientes y eficaces en comparación con estudios que ofrecen investigaciones más cortas.

Conclusiones

Se identificaron las variaciones sobre fuerza y velocidad obtenidas en el test posterior y mejoras resultantes para los corredores como fuerza explosiva y mayor velocidad de ejecución, que las técnicas de ejercicios pliométricos ofrecen a los deportistas tanto en corredores como en otros deportes. El estudio ofrece la posibilidad de conocer las técnicas, y ofrecer a lectores especialistas en deporte o del área salud un estudio para poder construir un entrenamiento a partir de los ejercicios pliométricos, también puede ayudar a entrenadores, deportistas o profesionales de la actividad física que necesiten de información o material de referencia para poder actualizar la información en posibles universidades u otro plantel.

El impacto a nivel estatal o correspondiente al estado de Puebla, proporcionar información para docentes o alumnos sobre la efectividad es la ejecución de ejercicios pliométricos, además se sugiere a los especialistas que diseñen e implementen los ejercicios pliométricos como un elemento para mejorar las variables de actividad física, así como fuerza, velocidad, potencia, reacción y cambios de dirección, incorporando información del trabajo realizado con especificidad deportiva enfocándose al deporte realizado, finalmente se pretende aportar al desarrollo de actividad deportiva en corredores que sea adecuada e implementada por un profesional.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

- Ejercicios adecuados para cada actividad física, dependiendo de las necesidades de cada deporte.
- Desarrollo de ejercicios pliométricos específicos para corredores.
- Ampliar la gama de deportes para la aplicación de ejercicios pliométricos.
- Especificar test completos en investigaciones futuras para mayor desarrollo y comprensión de la información mostrada.
- Revisión de una gama más amplia de estudios relacionados.

Agradecimientos

Dedico este proyecto primeramente a Dios, por permitirme tener salud en estos tiempos tan difíciles, y no dejarme sola a pesar de las situaciones que he vivido. Agradezco a mis tías y hermana, que siempre me han apoyado en las decisiones que tomo día con día, por creer en mí, brindarme su amor y cariño, por siempre escucharme y darme un consejo cuando lo necesito, gracias por darme su amor y confiar en mí incondicionalmente. Agradezco a mis amigos y amigas, que siempre han sido mi mano derecha y me ayudan a no rendirme nunca. Gracias por motivarme día con día, y enseñarme que nunca estás solo. Agradezco también a la Licenciada en Terapia Física, Laura Yalin por haberme brindado su capacidad y conocimiento en la elaboración de este proyecto. Agradezco a la UTXJ, y a la carrera de Terapia Física, por abrirme las puertas de su hogar, y permitirme culminar mi carrera, así como a los docentes de dicha área, quienes compartieron sus conocimientos y me brindaron su apoyo a través de mi formación académica.

Referencias bibliográficas

- [1] M. García, J. Manuel, A. Arriaza y E. Valverde, «Efectos de un entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia sobre carreras de media distancia,» *Cultura ciencia y deporte*, vol. 12, n° 36, pp. 221-227, Abril 2017.
- [2] J. Hernández, «RELACIÓN ENTRE DIFERENTES PRUEBAS DE CAMPO: FUERZA, POTENCIA Y VELOCIDAD,» *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, vol. 3, n° 1, pp. 1-10, 2003.
- [3] O. López, G. Fernández y J. De Paz Fernández, «EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO
- [4] PLIOMÉTRICO EN LA VELOCIDAD,» *Revista Internacional de Medicina Ciencia de la Actividad Física y el Deporte*, pp. 89-104, Marzo 2014.

- [5] J. Molina, «SISTEMA DE EJERCICIOS PARA DESARROLLAR LA FUERZA EXPLOSIVA EN LOS ATLETAS
- [6] VELOCISTAS DE 100 METROS DE LA CATEGORÍA U18 DE LA UNIDAD EDUCATIVA BORJA.,» UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO, Ecuador, 2020.
- [7] M. Díaz y D. Castro, «Tratamiento Fisioterapéutico Propioceptivo para la Prevención de Lesiones del
- [8] Ligamento Cruzado Anterior en Futbolistas Masculinos de 23 a 27 años basado en revisiones bibliográficas,» IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES, Guatemala, 2019.
- [9] L. Saiz, «Webconsultas,» 21 Diciembre 2020. En línea. Disponible en: <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/tablas-de-ejercicios/que-son-los-ejercicios->
- [10] pliometricos#:~:text=La %20pliometr %C3 %ADa %20a %C3 %BAa %20dos %20tipos %20de %20entrenamiento s %3A %20aer %C3 %B3bico %20y %20de %20fuerza.&text=Y %20es %20que %20los %20ejercici.
- [11] D. Chu, Ejercicios pliométricos, Barcelona: Paidotribo, 2006.
- [12] C. Cevallos, «Influencia de los ejercicios pliométricos en la efectividad de los lanzamientos de tres puntos en baloncesto con deportistas de 15 y 16 años de la Unidad Educativa Luciano Coral de la ciudad de Tulcán,» UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Ecuador, 2019.
- [13] G. Yumiceba, A. Estefania, R. Acosta y E. Vanessa, «Propuesta de ejercicios pliométricos en la salida de la técnica de libre en los nadadores infantiles y juveniles del Club Regatas de la ciudad de Quito,» Universidad de las fuerzas armadas, Ecuador, 2020.
- [14] D. Fandos, D. Falcón, A. Moreno y F. Pradas, «Influencia de un entrenamiento pliométrico
- monopodal y bipodal sobre la fuerza explosiva del tren inferior y la corrección de asimetrías en karatekas,» *Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF)*, pp. 367-371, 2021.
- [15] A. Bedoya, M. Miltenberger y R. López, «Efectos del entrenamiento pliométrico sobre el rendimiento atlético 1] en atletas de fútbol juvenil: una revisión sistemática,» *A Systematic Review. J Strength Cond Res.*, pp. 235160, 2015.
- [16] C. Belsalobre, J. Santos y V. Gerasimos, «The Journal of Strength and Conditioning,» 1 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://g-se.com/efectos-del-entrenamiento-de-la-fuerza-sobre-la-economia-de-la-carrera-en-corredores-altamente-entrenados-revision-sistemática-con-metaanálisis-de-estudios-controlados-2256sa-N58e7dd802822b>.
- [17] R. Thapa, D. Lum, J. Moran y R. Ramírez, «Efectos del entrenamiento complejo en la capacidad de sprint, salto y cambio de dirección de los jugadores de fútbol: una revisión sistemática y un metaanálisis,» *PubMed.gov*, pp. 1-5, 2017.
- [18] T. Bompá, Entrenamiento de la potencia aplicado a los deportes. La pliometría para el desarrollo de la máxima 4] potencia, España: INDE, 2004.
- [19] J. Rodríguez, «El entrenamiento de calidad en natación,» Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 2016. 1 D. Bustos, «PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXCÉNTRICA Y PLIOMETRÍA SOBRE LA POTENCIA, VELOCIDAD E ÍNDICE ELÁSTICO EN SELECCIONADOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA,» UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A, Colombia, 2019.
- [20] C. Díaz y B. Rolando, «Factores que actúan durante la resistencia anaeróbica y los cambios fisiológicos que 7] soporta un atleta en el estado umbral,» Universidad Técnica de Machala, Machala, 2016.

- [21] W. Athletics, «WORLD ATHLETICS,» 1 Marzo 2021. En línea]. Available: <https://www.worldathletics.org/be8>] active.
- [22] J. Garcia y V. Arufe, «Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo,» 9] *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, pp. 260-270, 2003.
- [23] Gómez y Jesús, «International Endurance Group,» 12 Febrero 2020. En línea]. Available: <http://blog.endurancegroup.org/programas-de-fuerza-en-corredores-de-larga-distancia/>.
- [24] L. Gómez, A. Pelayo y L. Aguirre, «Encuesta Nacional de Tendencias Fitness para México en 2020,» *Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF)*, pp. 30-37, 6 Mayo 2020.
- [25] Microgate, «Optojump next,» 27 Enero 2014. En línea]. Available: 2] [http://www.optojump.com/Aplicaciones/Tipolog %C3 %ADa-de-Test/Squat-Jump.aspx](http://www.optojump.com/Aplicaciones/Tipolog%C3%ADa-de-Test/Squat-Jump.aspx).
- [26] J. Masse, «G-SE,» 18 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://g-se.com/aplicacion-del-test-de-salto-cmj3>] counter-movement-jump-con-plataforma-de-contacto-bpr57cfb26ce6203. [Último acceso: 11 Marzo 2021]. [2 F. Masero y J. Masero, «Conteni2,» 1 Marzo 2014. [En línea]. Available: https://conteni2.educarex.es/mats/001083/contenido/modules/scorm/modulo-practico5/website_autora_y_licencias_de_uso.html.

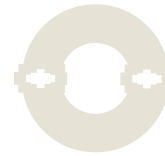
Aplicación móvil de realidad virtual para entrenamiento de la mano espástica. Reporte de caso

^aPinzón, Bernal-Mónica Yamile*, ^bHerrera, Sánchez-Yarely Rocio,
^bMendoza Cardoso-Luis Fernando, ^bDíaz López-Brenda

^aUniversidad Autónoma de Manizales (UAM), Antigua Estación del Ferrocarril C.P.
170002, Caldas, Manizales.

^bBenemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), 13 sur 2702 Colonia Volcanes
C.P. 72420, Puebla, Puebla.

*myamile@autonoma.edu.co



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La mano es una estructura perfectamente lógica y adaptada a sus funciones produciendo un sin número de posturas, movimientos y acciones. En la hemiplejía se ve comprometida por la dificultad en la ejecución de patrones selectivos de movimiento alterando las actividades de la vida diaria. El objetivo de este estudio es determinar los cambios en la función motora de la mano espástica de un adulto con hemiparesia a través el uso de una aplicación móvil de realidad virtual. Este estudio corresponde a un reporte de caso de un adulto de 29 años con hemiparesia, evaluado con las escalas Fugl Meyer extremidad superior (FMA-ES),

el test *Trail Making* y el test de dinamometría de fuerza, se realizó una intervención terapéutica con ejercicios de la mano menos afectada durante 12 sesiones con la aplicación móvil Mirror box Therapy VR®. Teniendo como principales resultados que la terapia de realidad virtual a través de una aplicación móvil, muestra a corto tiempo cambios favorables en la función motora y sensitiva del paciente. Con lo que se concluye que la intervención de la mano espástica a través de la realidad virtual presenta cambios a corto plazo en la función motora y sensitiva del paciente.

Palabras clave

Terapia en espejo, aplicación móvil, realidad virtual, hemiplejía.

Abstract

The hand is a perfectly logical structure adapted to its functions, producing several postures, movements, and actions. In hemiplegia, it is compromised by difficulty in executing selective movement patterns and altering activities of daily living.

The objective of this study is to determine the changes in the motor function of the spastic hand of an adult with hemiparesis through the use of a virtual reality mobile application. This study corresponds to a case report of a 29-year-old adult with hemiparesis, evaluated with the Fugl Meyer upper extremity scale (FMA-ES), the Trail Making test, and the force dynamometry test, therapeutic intervention with exercises were performed on the least affected hand for 12 sessions with the Mirror box Therapy VR® mobile application.

The main result is that virtual reality therapy through a mobile application shows favorable changes in the motor and sensory function of the patient in a short time. It is concluded that the intervention of the spastic hand through virtual reality presents short-term changes in the motor and sensory function of the patients.

Keywords

Mirror therapy, mobile application, virtual reality, hemiplegia.

Glosario de abreviaturas y símbolos

FMA-ES, Fugl Meyer miembro superior.

RV, realidad virtual.

AMM, Asociación Médica Mundial.

EMG, electromiografía

Introducción

La mano es una estructura perfectamente lógica y adaptada a sus funciones produciendo un sin número de posturas, movimientos y acciones, dotándola de una compleja organización neuromuscular y capacidad de expresión (1). En la hemiparesia, la afectación de la función manual está asociada con dificultad en la ejecución de patrones selectivos de movimiento de tipo individual y bilateral, y aunque no está claro el potencial de recuperación, existen métodos de intervención que pueden disminuir los niveles de discapacidad (2). Con respecto a lo anterior, dicho deterioro funcional en los pacientes se debe principalmente a la interrupción de la actividad inhibitoria de las neuronas motoras superiores que causa la espasticidad, debilidad y pérdida del control motor fino fraccionado de la mano, que altera las actividades de la vida diaria (3).

Las tendencias actuales en neurorrehabilitación muestran a las aplicaciones móviles como una opción importante de intervención para promover la función motora en adultos con hemiparesia, modalidad que inclusive en combinación métodos convencionales, además de generar efectos en el movimiento, muestran impactos positivos en respuestas relacionadas como las funciones cognitivas, motivación y emociones (4). Por su parte, la tecnología móvil a través de teléfonos inteligentes y tabletas son cada vez más utilizadas, permitiendo una mayor accesibilidad al tratamiento rehabilitador. Estos sistemas, tienen como objetivo facilitar la ejecución de una tarea o asistir en gestiones diarias (5), Fizzotti et. al, han referido que la tecnología asistencial realizada por teléfonos celulares ayuda a aumentar la independencia funcional de las personas con discapacidad severa y proporciona un mecanismo para extender la práctica terapéutica más allá de la terapia convencional (6).

Por otra parte, la realidad virtual (RV) se describe como “una forma avanzada de interfaz hombre-computadora que permite al paciente interactuar y sumergirse en un entorno generado por esta”(4). Los ambientes virtuales con los que se puede trabajar presentan variaciones en el grado de inmersión, el usuario tiene un grado de percepción a encontrarse físicamente en el mundo virtual en lugar del mundo real, teniendo en cuenta este aspecto existen dos tipos de sistemas de realidad virtual: los sistemas inmersivos donde el usuario está integrado totalmente en el ambiente virtual viendo solo las imágenes generadas por el computador, y los sistemas semi inmersivos o no inmersivos, en el cual el usuario percibe parte del mundo real y del mundo virtual. De acuerdo a los enfoques experimentales basados

en RV se ha encontrado que ofrecen ventajas para las personas con compromiso motor severo y ha demostrado una mejor motivación. (7)

Así mismo, la terapia espejo crea una ilusión de movimiento normal del miembro afectado, ayudando a estimular la corteza premotora (8) y el tracto corticoespinal por la visualización de movimientos realizados con el miembro menos afectado (9). De esta forma promueve la conexión y reclutamiento de las neuronas espejo [(8) (9) (1)], que se activan a partir de la observación de movimientos en primera y tercera persona facilitando la reorganización neuronal y produciendo resultados clínicos favorables [(1) (10)]. Cabe mencionar que con la terapia espejo el paciente moviliza el miembro sano frente a un espejo, de modo que genera una imagen invertida del hemicuerpo sano (11). Retomando las ideas anteriores, la aplicación móvil Mirror box Therapy VR® logra fusionar dos herramientas de feedback visual que son la terapia en espejo y la realidad virtual, de tal forma que permite llevar al individuo a estar inmerso en actividades que se puedan realizar con esta estrategia, permitiendo de una forma novedosa estimular directamente las áreas cerebrales que controlan el movimiento y desde allí generar estímulos al miembro que se quiere trabajar (12).

Por tanto, el objetivo de este estudio de caso fue determinar los cambios en la función motora de la mano espástica de un adulto con hemiparesia, a través del uso de una aplicación móvil de realidad virtual.

Materiales y métodos

En el estudio participó un hombre de 29 años de edad, con marcado déficit funcional y sensorial a nivel de miembro superior, asociado a secuelas generadas por un meningioma parieto-temporal izquierdo diagnosticado hace 13 años, abordado quirúrgicamente sin recidivas histológicas, sin embargo, presentó complicaciones como hidrocefalia, cefaleas constantes y aumento de la presión intracraneana, lo que requirió una nueva intervención hace tres meses.

Como secuelas del tumor se presentó una hemiparesia derecha de predominio braquial con marcada pérdida sensorial, déficit en la función motora de la mano y del miembro superior, así como compromiso secundario en su independencia funcional.

Pese a que el usuario ha asistido a diferentes procesos de rehabilitación desde la recesión del tumor, no ha presentado mejoría en la función de su miembro superior afectado, teniendo mayor compromiso de su mano, la cual no tiene ningún uso actualmente, por tanto, todas sus actividades de la vida diaria y laborales las realiza por compensación con su lado menos afectado.

En el momento de reportar este caso el participante presentó marcada limitación funcional en el miembro superior afectado evaluadas con la escala Fugl Meyer Assessment (13) presentando calificaciones disminuidas en la función motora de miembro superior, especialmente con relación a la función de la muñeca y mano y pruebas de sensibilidad lo que significa un marcado compromiso de la función motora de la mano derecha para funciones voluntarias aprendidas, alteración de la sensibilidad y del rango pasivo de movimiento. Así mismo, la función cognitiva fue evaluada a través de la prueba Trail Making Test parte A (14), el cual mostró fallos en los patrones de unión de círculos de manera ascendente y aunque no levantó el lápiz, le tomó más de 50 segundos para la realización de esta, lo que según la prueba lo califica con un comportamiento deficiente, mientras que la prueba de Trail Making Test parte B (14) no pudo realizarla. La fuerza muscular se encontró al inicio de la prueba con marcada disminución medida con dinamómetro de fuerza (15) con un resultado de 10 libras de resistencia. La **Figura 1** muestra el proceso de evaluación del paciente.



Figura 1. Evaluación del paciente.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Primera valoración con escala Fugl Meyer ES.

Ítem	Puntaje en la evaluación	Puntaje máximo
A) Extremidad superior	29	36
B) Muñeca	0	10
C) Mano	4	14
D) Coordinación/Velocidad	4	6
H) Sensación	4	12
I) Movimiento Articular Pasivo	20	24
J) Dolor articular	24	24

Se presentan los resultados del primer examen antes de empezar el protocolo de intervención que muestran el estado inicial del paciente.

El estudio cumplió con los principios éticos para la investigación en seres humanos consignados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) del año 2013 y por lo estipulado en la Resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, avalada por el comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Manizales (Acta No. 09 de julio de 2019). Una vez explicado al paciente el procedimiento y previa firma del consentimiento informado se inicia la intervención, la cual consistió en un proceso de entrenamiento a través del uso de la realidad virtual inmersiva aplicada a través de Gafas 3D Realidad Virtual VR Box Android® (Vr Box Virtual Reality Glasses (<http://www.vr-box.es/>), que fue fueron toleradas por el paciente a través de una prueba de aplicación antes al entrenamiento.

El programa de realidad virtual inmersiva se realizó mediante el uso de la aplicación móvil para Android Mirror Box Therapy VR® (12) durante 12 sesiones de entrenamiento con un tiempo de duración de 20 minutos y una distribución en bloques de trabajo de 4 sesiones, donde se aumentaba el grado de dificultad de la tarea y la demanda cognitiva como se muestra en la Tabla 1. Antes y después de cada sesión de entrenamiento se hizo verificación de signos vitales, además se preguntó al usuario por los posibles efectos secundarios como mareo, cefalea e inestabilidad. Una vez terminada cada terapia se pidió al paciente cerrar los ojos para retirar las gafas e incorporarse 10 minutos después de terminada la actividad. La **Figura 2** muestra aspectos del proceso de intervención.

Tabla 2. Protocolo de entrenamiento.

Sesiones	Duración	Actividades	Precauciones
Sesiones	Duración	Actividades	Al colocar y retirar gafas Tiempo de recuperación Mareos Dolor de cabeza
1-4 Bloque 1	20 minutos	Movimientos de mano, muñeca y dedos.	
5-8 Bloque 2	20 minutos	Meter pelotas Dibujar figuras.	
9-12 Bloque 3	20 minutos	Mover taza en diferentes direcciones Tomar pelotas con pinzas	

Se muestran algunas de las actividades que se utilizaron durante la aplicación del protocolo.



Figura 2. Actividad realizada en el bloque 3. Fuente propia.

Resultados

De acuerdo con los resultados mostrados en la **Tabla 3**, después de la intervención con 12 sesiones se encontró mejoría en las actividades realizadas, con variaciones en los puntajes tanto a medio término como al final; se encontró mejoría en la evaluación de la función motora del miembro superior, muñeca, mano y coordinación/velocidad, así como aumento del rango de movimiento pasivo a nivel de hombro tanto en la rotación interna como la externa y mínimos cambios en movimientos de muñeca.

Por otra parte, se obtuvieron resultados relevantes en la sensación, además el paciente refiere mejoría en la percepción táctil durante el día, esto a partir de la tercera sesión en adelante, aumentando la sensación en las últimas sesiones.

Se obtuvieron puntajes menores en la prueba de fuerza isométrica, esto se puede atribuir a que la aplicación móvil se enfoca en el entrenamiento de habilidad y destreza, características mejoradas en los puntajes y no en la fuerza (ver **Tabla 3** resultados entre pre y post test).

Tabla 3. Resultados que muestran las diferencias de resultados entre el pre y post intervención.

Instrumentos	Primer examen	Examen a medio término	Tercer examen
FMA – UE: (puntaje total)	85	95	102
FMA – UE función motora	37	42	48
·FMA – UE sensación	4	8	8
·FMA – UE rango de movimiento pasivo	20	21	22
·FMA – UE dolor articular	24	24	24
TMT	50 segundos	47 segundos	
Dinamometría	10 libras	5 libras	

Los resultados más significativos de la escala FMA – UE han sido en relación con la función motora, sensación y rango de movimiento pasivo. FMA – UE, Fulg-Meyer Extremidad Superior; TMT, Trail Making Test para función cognitiva.

Discusión de resultados

El objetivo de este estudio de caso fue evaluar los cambios en la función motora de la mano espástica de un adulto con hemiparesia a través del uso de la aplicación Mirror box therapy VR®, encontrando en la fusión de la terapia espejo con RV efectos beneficiosos a corto plazo en la función motora, velocidad y sensibilidad del paciente.

Un estudio realizado en 2018 basado en la RV para la recuperación de la función motora mostró un enfoque terapéutico haciendo uso de un equipo Xbox Kinect, que ha resultado efectivo para mejorar la función del hombro, sin embargo, no se encontró mejoría en la función de la mano coincidiendo con los resultados de este

estudio (16). Llama la atención que en esta investigación se encontró mejoría en la función de la movilidad del pulgar con el entrenamiento basado en actividades de movilidad general de mano.

Por otro lado, se encontraron cambios importantes en la prueba *Trail Making Test* evidenciando mejoría en la función cognitiva, al igual que el estudio realizado por Chih *et al.*, en el cual se evaluó el efecto de un programa de ejercicios de RV basado en movimientos de Tai chi en adultos con deterioro cognitivo, encontrándose beneficios en la capacidad cognitiva global, así como en la función física (17). Tieri *et al.*, y Trombetta *et. al.*, mencionan que las nuevas tecnologías en neurorrehabilitación son una herramienta eficaz que motiva al usuario a un mejor desempeño durante las sesiones, ya que las terapias de rehabilitación tradicionales a menudo llevan mucho tiempo debido a la pérdida del interés del paciente y/o del déficit en recursos humanos (18). En relación con las afirmaciones anteriores se debe considerar que las necesidades de la persona son importantes para proporcionar una interacción funcional y obtener mejores resultados. De acuerdo con las situaciones expuestas los dispositivos de RV podrían utilizarse como una herramienta eficaz para motivar a los pacientes durante las sesiones de rehabilitación, para mejorar la orientación espacial y la atención en las actividades de la vida diaria (7).

En la prueba de dinamometría se ha visto una disminución de la fuerza en mano, en contraste con el estudio de Jaramillo *et al.*, en el cual se encontró mejoría en la fuerza muscular mediante el entrenamiento con el juego de Nintendo Wii sports games® combinado con pesas de 1.36 Kg, existiendo mayor actividad en la electromiografía (EMG) en las actividades de fortalecimiento tradicional, mientras que las actividades utilizando Wii sports games® el mayor registro de actividad EMG fue en *Bowling*, *Boxing* y golf, sin embargo, se pueden encontrar registros de EMG cercanos al entrenamiento con pesas debido a que los juegos virtuales produce grandes volúmenes de movimientos repetitivos, incorpora retroalimentación visual y auditiva que son todos considerados ingredientes clave importantes para aprendizaje motor (19).

Conclusiones

La rehabilitación funcional de la mano espástica a través de la realidad virtual presenta cambios a corto plazo en la función motora y sensitiva del paciente. Por ello, dicha investigación nos encamina a una nueva visión para innovar y mejorar las terapias en mano espástica en el estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Con el presente trabajo se busca continuar el desarrollo de la línea de investigación de las nuevas tecnologías en neurorrehabilitación, transformando la aplicación de terapéutica tradicional en profesionales del área de la salud por terapias innovadoras que le permita al paciente una mejor adherencia al plan de tratamiento, asimismo lograr mejorar sus características clínicas en menor tiempo. Por otro lado, se pretende la implementación de la RV en una mayor población para analizar los cambios a mediano y largo plazo tanto en la función motora como la sensitiva.

Agradecimientos

Los autores agradecen al doctor Oscar Orlando Yepes Rojas por su contribución con el estudio de caso y la autorización para usar la aplicación móvil Mirror Therapy Box VR® de su autoría. Cabe recalcar el agradecimiento al “Programa Delfín” y a la Universidad Autónoma de Manizales por facilitar el proceso y proporcionar las instalaciones para llevar a cabo este estudio, así como al paciente que participó en el estudio.

Referencias bibliográficas

- [1] J. Castellanos-Ruiz, M.Y. Pinzón-Bernal, D. A. Morera-Salazar y J. P. Eljadue-Mejía, “Terapia en espejo para el tratamiento de la mano espástica del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática Mirror therapy for spastic hand in adults with hemiplegia: A systematic Review Revisión Correspondencia”, 2017.
- [2] M. Valencia-Buitrago, A. Duque-Alzate, M. Y. Pinzón-Bernal, y J. Castellanos-Ruiz, “Effectiveness of a motor relearning programme for recovery of the spastic hand in adults with hemiplegia. Systematic review and meta-analysis”, *Rehabilitacion*, vol. 52, núm. 3, pp. 148–157, 2018.
- [3] M.X. Zheng et al., “Trial of Contralateral Seventh Cervical Nerve Transfer for Spastic Arm

- Paralysis", *N. Engl. J. Med.*, vol. 378, núm. 1, pp. 22–34, 2017.
- [4] E. R. Zanier, T. Zoerle, D. Di Lernia, y G. Riva, "Virtual reality for traumatic brain injury", *Front. Neurol.*, vol. 9, núm. MAY, pp. 1–4, 2018.
- [5] M. T. Sánchez, S. Collado, P. Martín, y R. Cano, "Apps en neurorrehabilitación. Una revisión sistemática de aplicaciones móviles", *Neurología*, vol. 33, núm. 5, pp. 313–326, 2015.
- [6] G. Fizzotti, C. Rognoni, A. Imarisio, A. Meneghini, C. Pistarini, y S. Quaglini, "Tablet Technology for Rehabilitation after Spinal Cord Injury: A Proof-of-Concept", *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 210, pp. 479–483, 2015.
- [7] T. Massetti *et al.*, "The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review", *J. Cent. Nerv. Syst. Dis.*, vol. 10, pp. 1–18, 2018.
- [8] E. S. Castro-Alzate, K. Aguía-Rojas K., L. V. Linares-Murcia, L. Yanquén-Castro, y V. Reyes-Villanueva, "Análisis bibliométrico: la terapia de espejo como estrategia de intervención desde la terapia ocupacional en el ámbito clínico", *Ciencias de la Salud*, vol. 14, núm. 1, pp. 63–74, 2016.
- [9] K.N. Arya, "Underlying neural mechanisms of mirror therapy: Implications for motor rehabilitation in stroke", *Neural India.*, vol. 64, núm. 1, pp. 38–44, 2014.
- [10] G. P. González García, H. M. Manzano, T. T. Muñoz Tomás, C. M. Hernández, y M. Forcano, "Phantom limb pain syndrome: Therapeutic approach using mirror therapy in a Geriatric Department", *Rev. Esp. Geriatr. Gerontol.*, vol. 48, núm. 4, pp. 198–201, 2013.
- [11] R. M. Lisalde y F. J. García, "Terapia de espejo en el paciente hemipléjico", *Rev. Neurol.*, vol. 62, núm. 01, p. 28, 2016.
- [12] R. O. Yepes, "Mirror Therapy VR Fisioterapia Neurológica Oscar Yepes", US 6425764B1, 31-mar-2016
- [13] N. E. Barbosa *et al.*, "Translation and cultural validation of clinical observational scales – the fugl-meyer assessment for post-stroke sensorimotor function in colombian Spanish", *Disabil. Rehabil.*, vol. 41, núm. 19, pp. 2317–2323, 2019.
- [14] R. T. Muir *et al.*, "Trail making test elucidates neural substrates of specific poststroke executive dysfunctions", *Stroke*, vol. 46, núm. 10, pp. 2755–2761, 2015.
- [15] S. E. MacPherson, M. Allerhand, S. R. Cox, y I. J. Deary, "Individual differences in cognitive processes underlying Trail Making Test-B performance in old age: The Lothian Birth Cohort 1936", *Intelligence*, vol. 75, núm. March, pp. 23–32, 2019.
- [16] A. Aşkın, E. Atar, H. Koçyiğit, y A. Tosun, "Effects of Kinect-based virtual reality game training on upper extremity motor recovery in chronic stroke", *Somatosens. Mot. Res.*, vol. 35, núm. 1, pp. 25–32, 2018.
- [17] C. C. Hsieh *et al.*, "The effectiveness of a virtual reality-based tai chi exercise on cognitive and physical function in older adults with cognitive impairment", *Dement. Geriatr. Cogn. Disord.*, vol. 46, núm. 5–6, pp. 358–370, 2019.
- [18] G. Tieri, G. Morone, S. Paolucci, y M. Iosa, "Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: facts, fiction and fallacies", *Expert Review of Medical Devices*, vol. 15, núm. 2. Taylor & Francis, pp. 107–117, 2018.
- [19] J. P. Jaramillo, M. E. Johanson, y B. J. Kiratli, "Upper limb muscle activation during sports video gaming of persons with spinal cord injury", *J. Spinal Cord Med.*, vol. 42, núm. 1, pp. 77–85, 2019.



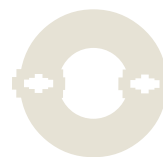
Asociación de *Escherichia coli* adherente-invasiva con la enfermedad inflamatoria intestinal

^aDe la Torre, Perdomo-Carlos*, ^aAcevedo, Ocampo-Carolina, ^aAlcalá, Martínez-Hania Anaí, ^bCortés, Cortés-Gerardo, ^bLozano, Zarain-Patricia, ^bRocha, Gracia-Rosa del Carmen

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina, Licenciatura en Biomedicina, Calle 13 Sur No. 2702, Col. Los Volcanes, C.P. 72420 Puebla, Puebla.

^bBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Posgrado en Microbiología, Ciudad Universitaria, Edificio IC 11, Col. Jardines de San Manuel, C.P. 72570 Puebla, Puebla.

*delatorrecarlos0023@gmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

En México no se cuenta con una estadística oficial sobre la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII) ni datos sobre la participación de *Escherichia coli* adherente-invasiva (AIEC) en la patogénesis de este padecimiento. Por ello, en este proyecto se pretende proporcionar una actualización sobre el papel potencial de AIEC en la patogenia de la EII, basada en una búsqueda sistemática de la literatura y para ello se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura relevante que informe sobre AIEC en la EII. Se analizaron un total de 180 reportes científicos que sustentan la participación de AIEC como agente causal de EII, ya que

genera una invasión intestinal que conlleva a una respuesta inflamatoria exacerbada. La presente revisión contribuye significativamente a explorar los avances científicos que hasta la fecha se han alcanzado sobre la participación de AIEC en la EII. A pesar de que la EII es un fenómeno de salud mundial y con información limitada en México, debemos aprovechar los datos y recursos disponibles para proponer proyectos que conlleven a evaluar, monitorear y controlar este problema de salud en el estado de Puebla, con miras a extrapolar y extender las estrategias resultantes a nivel nacional y mundial en un futuro cercano.

Palabras clave

AIEC, Colitis ulcerosa crónica idiopática, Enfermedad inflamatoria intestinal, Enfermedad de Crohn.

Abstract

In Mexico, there are no official statistics on Inflammatory Bowel Disease (IBD) or data about the participation of *Escherichia coli* adherent-invasive (AIEC) in the pathogenesis of this disease. For this reason, in this project, we provided an update on the potential role of AIEC in the pathogenesis of IBD based on a systematic literature search, and to do this we conducted a systematic search on public databases for the relevant literature reporting information about AIEC in IBD. In this study, we analyzed 180 scientific reports supporting the participation of AIEC as a causative microorganism of IBD, since it generates an intestinal invasion that leads to an exacerbated inflammatory immune response. This review contributes significantly to exploring the scientific advances achieved in the potential involvement of AIEC in IBD. Although IBD is a global health phenomenon with limited information in Mexico, we must take advantage of the data and resources available to propose projects that monitor and control this health problem in the state of Puebla, to extrapolate and extend the resulting strategies globally soon.

Keywords

AIEC, Ulcerative colitis, Inflammatory Bowel Diseases, Crohn's disease.

Glosario de abreviaturas y símbolos

AIEC, *Escherichia coli* adherente-invasiva

CU, Colitis Ulcerosa

CUCI, Colitis Ulcerosa Crónica Idiopática

DAEC, *E. coli* de adherencia difusa

EC, Enfermedad de Crohn

E. coli, *Escherichia coli*

EII, Enfermedad inflamatoria intestinal

EAEC, *E. coli* enteroagregativa

EHEC, *E. coli* enterohemorrágica

EIEC, *E. coli* enteroinvasiva

EPEC, *E. coli* enteropatógena

ETEC, *E. coli* enterotoxigénica

IFN- γ , interferón gamma

ITU, infecciones del tracto urinario

LPS, lipopolisacárido

PCR, reacción en cadena de la polimerasa

TNF- α , factor de necrosis tumoral alfa

Introducción

Las Enfermedades Inflamatorias Intestinales (EII), que comprenden la enfermedad de Crohn (EC) y la Colitis Ulcerosa Crónica Idiopática (CUCI), son trastornos gastrointestinales inflamatorios idiopáticos crónicos. La patogenia de la EC y CUCI es probablemente multifactorial e incluye factores de susceptibilidad genética, estimulación de la microbiota entérica y lesión intestinal mediada por el sistema inmunitario.

La disbiosis del microbioma intestinal, caracterizada por un aumento en el número de bacterias asociadas a las mucosas y una reducción de la biodiversidad general, se ha descrito sistemáticamente en pacientes con EII [1]. Hay una disminución de las bacterias benéficas, como los del filo *Firmicutes* y un aumento en ciertos miembros de la familia *Enterobacteriaceae*, que se cree que desempeñan un papel como patógenos en el desarrollo de la enfermedad [2]. Aunque no se ha identificado un solo microorganismo causante en particular, muchos estudios han informado la posible participación de patógenos microbianos (*Mycobacterium avium* paratuberculosis, *Clostridium difficile* especies de *Helicobacter*, especies de *Campylobacter* y bacterias comensales funcionalmente alteradas como *Escherichia coli* invasiva y *Bacteroides fragilis* enterotoxigénico) en la patogenia de la enfermedad [3]. La frecuente recuperación de *E. coli* adherida a la mucosa ileal y colónica inflamada de pacientes con CD y CUCI ha despertado un gran interés por estas especies bacterianas en los últimos 20 años. La alta prevalencia de bacterias *E. coli* adherentes aisladas de la mucosa ileal de pacientes con EC ha llevado a la caracterización de varias cepas, que no han logrado detectar un gen que codifique un factor de virulencia específico que esté presente en especies patógenas típicas [4]. Una propiedad de estas cepas es la capacidad de adherirse e invadir las células epiteliales intestinales (IEC, pos sus siglas en inglés), así como replicarse dentro de los macrófagos; por esto, estas cepas de *E. coli* fueron categorizadas como un nuevo grupo patógeno específico llamado *E. coli* adherente-invasiva (AIEC, pos sus siglas en inglés). Varias investigaciones moleculares y basadas en cultivos apoyan un papel putativo de AIEC en la EC; sin embargo, existe controversia con respecto a su papel en la patogénesis de CUCI.

EII en México y Puebla

En este inicio del siglo XXI la EII se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial, con la acumulación de un número elevado de casos, tasas altas de

hospitalización, incapacidad, mortalidad prematura y un incremento en el costo médico directo con la llegada de la terapia biológica [5]. A pesar de que la EII es un fenómeno de salud mundial, en México no hay disponibilidad sistemática de estudios epidemiológicos formales, ni de registros actualizados basados en la población, en los que se le dé seguimiento clínico al paciente durante cierto periodo de tiempo para el diagnóstico de la EII. Los estudios relacionados al respecto en nuestro país son escasos, y sobresalen los realizados en Puebla por el grupo de trabajo de Rocha y colaboradores, quienes han analizado las características fenotípicas y genotípicas de *E. coli* aisladas de individuos portadores clínicamente sanos, en las que han identificado a cepas AIEC [6]. Es por ello que surge la necesidad de realizar un análisis profundo y exhaustivo para explorar las causas multifactoriales de la EII, a fin de proponer alternativas más eficientes para su diagnóstico, tratamiento y atención al paciente, tomando en cuenta los recursos sanitarios con los que cuenta nuestro país para así optimizar los costos de este padecimiento que aqueja a miles de mexicanos. Debemos aprovechar los datos y recursos disponibles para proponer proyectos que conlleven a evaluar, monitorear y controlar este problema de salud a niveles locales en el estado de Puebla, con miras a extrapolar y extender las estrategias resultantes a nivel nacional y mundial en un futuro cercano.

Esta revisión tiene como objetivo proporcionar una actualización sobre el papel potencial de AIEC en la patogenia de la EII basada en una búsqueda sistemática de la literatura, así como explorar las opciones terapéuticas actuales que se han propuesto para tratar a pacientes con EII.

Materiales y métodos

Búsqueda y selección de literatura

Debido a la novedad y particularidad del tema, se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura para identificar todas las citas relevantes que han informado sobre AIEC en la EII, sin incluir un límite para el año de publicación del reporte. Realizamos una búsqueda sistemática en la base de datos PubMed utilizando las siguientes palabras clave en idioma inglés: '*Escherichia coli*' OR *Escherichia coli* AND *adherent* OR 'AIEC' AND '*Inflammatory Bowel Diseases*' OR *Inflammatory Bowel Diseases* OR *IBD* OR *Inflammatory Bowel Disease* OR *Ulcerative Colitis* OR *Crohn Disease* OR *Crohn's Disease* OR *Crohn's Disease* OR *Crohn's Enteritis* OR *Regional Enteritis* OR *Granulomatous Enteritis* OR *Ileocolitis* OR *Granulomatous Colitis* OR *Terminal Ileitis* OR *Regional Ileitis* OR *Regional Ileitis*. Esta búsqueda se restringió a los artículos en

idioma inglés publicados hasta febrero de 2021. Se recuperó un total de 145 artículos originales. Esta búsqueda se complementó con una revisión manual de la lista de referencias de los estudios incluidos, así como con artículos de revisión relevantes del tema. Se incluyeron estudios que cumplieran con los siguientes criterios: 1) investigación original que caracterice AIEC, las diferentes cepas y propiedades de virulencia; 2) estudios originales que informan sobre la interacción de AIEC con células de barrera epitelial y/o macrófagos; 3) artículos originales que abordan la prevalencia de AIEC y *E. coli* en la EII; 4) artículos originales que han informado sobre AIEC en la recurrencia postoperatoria de la EII o la actividad de la enfermedad y 5) artículos originales o artículos de revisión que han discutido el posible papel de AIEC en la patogénesis de la EII y cualquier posible intervención terapéutica. Después de la selección, se incluyeron un total de 175 artículos originales.

Para el caso particular de México, se realizó una búsqueda de los reportes provenientes de estudios en nuestro país (descartando los que hubieran sido identificados en la búsqueda inicial). La búsqueda se realizó en PubMed y Google Académico, usando las siguientes palabras clave en inglés y en español: 'Escherichia coli adherente-invasiva en México', 'AIEC asociada a Enfermedad Inflamatoria Intestinal en México'. Se identificaron 4 artículos originales y 1 de revisión, a los que se sumaron los 175 previamente mencionados, haciendo un total de 180 reportes incluidos en la presente revisión bibliográfica.

Nota: Debido al límite en la extensión del presente resumen del proyecto, en la sección de Referencias no se incluyen las 180 citas bibliográficas, aunque el desarrollo del mismo sí contempla el análisis de todos los artículos científicos.

Resultados/Discusión de resultados

Etiología de la EII

La EII hasta el día de hoy se considera por muchos expertos en el tema, como una enfermedad de etiología multifactorial debido a que se han estudiado tanto alteraciones ambientales en el microbiota intestinal, así como genéticas describiendo mutaciones puntuales en los genes NOD2/CARD15 los cuales se asocian al padecimiento de una EII denominada Enfermedad de Crohn (EC) que junto con la Colitis Ulcerosa (CU) comprenden las 2 enfermedades más comunes que suelen desarrollarse por cuadros diagnosticados de EII [7].

En la mayoría de las ocasiones, las mutaciones y alteraciones identificadas solo parecen ser factores contribuyentes, pero en casos particulares, la mutación puede ser determinante como se ha descrito en un caso infantil, en el que un cambio en la funcionalidad de la IL 10 por una alteración genética puntual, determinó la enfermedad que apareció en el primer año de vida, muy agresiva, sin respuesta a los tratamientos convencionales [8].

Entre otros factores ambientales, es indudable la contribución de la microbiota intestinal ya que estudios demuestran que la presencia de bacterias en el tracto intestinal son responsables de la aparición y mantenimiento de las lesiones. Los datos procedentes de varios modelos experimentales confirman que el papel de la flora es importante, y que se observan respuestas diferentes con las diversas especies; variantes genéticas asociadas con el riesgo de EC descritas en los últimos años, se relacionan con los mecanismos de defensa frente a las bacterias muy particularmente en torno de la autofagia, un mecanismo clave en la relación entre virus, bacterias, y células eucariotas, y cuyo fallos pueden resultar en fenotipos muy similares a la EC como se han reportado [7].

Asociación de *E. coli* y EII: Patotipos

Las infecciones por *E. coli* entéricas se dividen tradicionalmente en 6 patotipos basados en sus perfiles de patogenicidad: *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) y *E. coli* de adherencia difusa (DAEC). Recientemente han surgido dos patotipos más; *E. coli* adherente-invasiva (AIEC) que se cree que está asociado con la enfermedad de Crohn pero que no causa infección diarrógena y la *E. coli* enteroagregativa (ECEA) productora de toxina Shiga (Stx) [9].

EPEC es el patotipo más asociado a diarrea en lactantes y algunas veces se asocia a vómito y fiebre, EIEC también es de importancia en niños principalmente de seis meses de edad, su manifestación general es diarrea y en ocasiones va acompañada de sangre y moco.

Inicialmente asociada con la diarrea infantil persistente, la EAEC ahora se reconoce como una causa de diarrea aguda y persistente en adultos con VIH, en viajeros y en grandes brotes en el mundo industrializado [10].

Respecto a EHEC, se destaca su transmisión por medio de los alimentos contaminados con una fuente de infección causando colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico.

ETEC se asocia principalmente con una alta mortalidad en niños menores de 5 años, además de ser una causa frecuente de diarrea en turistas que visitan países en desarrollo y DAEC está asociada con la enfermedad diarreica crónica en los países en desarrollo y en pacientes inmunodeprimidos [9].

ECEA suele causar diarrea persistente de un color verde característico y con presencia de moco. Por su parte AIEC se aísla con más frecuencia en la mucosa intestinal de pacientes con EC, es muy frecuente en el íleon; sin embargo, el proceso inflamatorio puede ocurrir en todo el tracto gastrointestinal; dentro de las principales características de la patogenicidad están la adhesión epitelial, la invasión, la supervivencia dentro de los macrófagos y la formación de biopelículas.

***Escherichia coli* Adherente-Invasiva y la EC**

La EC es una enfermedad multifactorial cuya etiología involucra factores ambientales, genéticos, inmunológicos e infecciosos. La prevalencia de las cepas de *E. coli* Adherente-Invasiva (AIEC) incrementan las lesiones ileales en pacientes con EC (36-52 %) comparado con sujetos de control (6-17 %) [10]. La caracterización de las cepas de AIEC ha demostrado que son capaces de adherirse e invadir las células epiteliales intestinales, sobrevivir y multiplicarse en los macrófagos e inducir una fuerte respuesta proinflamatoria.

La multiplicación de AIEC dentro de las células huésped está controlada por autofagia, un proceso homeostático responsable de la eliminación de componentes citoplasmáticos dañados o patógenos intracelulares a través de la vía lisosomal. Recientes estudios han demostrado que la vía de señalización del factor de iniciación de la traducción eucariota 2 alfa quinasa 4 (EIF2AK4), el factor 2 de iniciación de la traducción eucariota (EIF2A) y el factor de transcripción activador 4 (ATF4) se inducen en las células epiteliales intestinales después de la infección con AIEC, activando la autofagia para controlar la replicación intracelular de AIEC e inhibir la inflamación inducida por AIEC en respuesta a diversos estímulos de estrés. La fosforilación de EIF2A en respuesta a la activación de EIF2AK4 aumenta posteriormente la traducción de ARNm específicos que se sabe que son importantes para la remediación del estrés. Se ha demostrado que el papel de la activación de la vía de la autofagia EIF2Ak4-EIF2A-ATF4 en respuesta de infecciones de AIEC

mediadas por la vía de ATF4, depende de la transcripción inducida de varios genes de autofagia. Se ha demostrado que la vía EIF2AK4 / EIF2A / ATF4 está involucrada en el control mediado por autofagia de la replicación intracelular de AIEC y la respuesta inflamatoria, y que la infección por AIEC en ratones eif2ak4-/- desencadena la inflamación intestinal [11].

AIEC

Mecanismo de patogenicidad

La infección por AIEC requiere tanto un huésped susceptible como determinantes de virulencia bacteriana. Dentro de las principales características de la patogenicidad están la adhesión epitelial, la invasión, la supervivencia dentro de los macrófagos y la formación de biopelículas.

La adhesión de AIEC depende de la expresión de pili de tipo 1 en la superficie bacteriana y de la expresión de la molécula de adhesión celular 6 relacionada con el antígeno carcinoembrionario (CEACAM6) en la superficie apical de las células epiteliales ileales [12].

Además de los pili tipo I, recientemente se demostró que las fimbrias polares largas también son necesarias para que AIEC se una a las células M en las placas de Peyer. Esto sugiere que AIEC puede utilizar las características transcíticas de las células M para cruzar la barrera intestinal.

AIEC posee la capacidad de invadir células epiteliales, replicarse en macrófagos e inducir la liberación de TNF- α , el cual causa la inflamación del íleon y conlleva la formación de granulomas.

Los pacientes que padecen de esta enfermedad también presentan estrés del retículo endoplásmico en las células epiteliales. El factor de transcripción XBP1, un componente clave de la respuesta al estrés del retículo endoplásmico, es necesario para el desarrollo y mantenimiento de las células secretoras (Kaser, 2008), el factor de transcripción XBP1 origina un aumento en la expresión de gp96 que sirve como receptor de la proteína transmembranal OmpA, generada por el factor de virulencia denominado vesículas de membrana externa (OMV: *outer membrane vesicles*) [13].

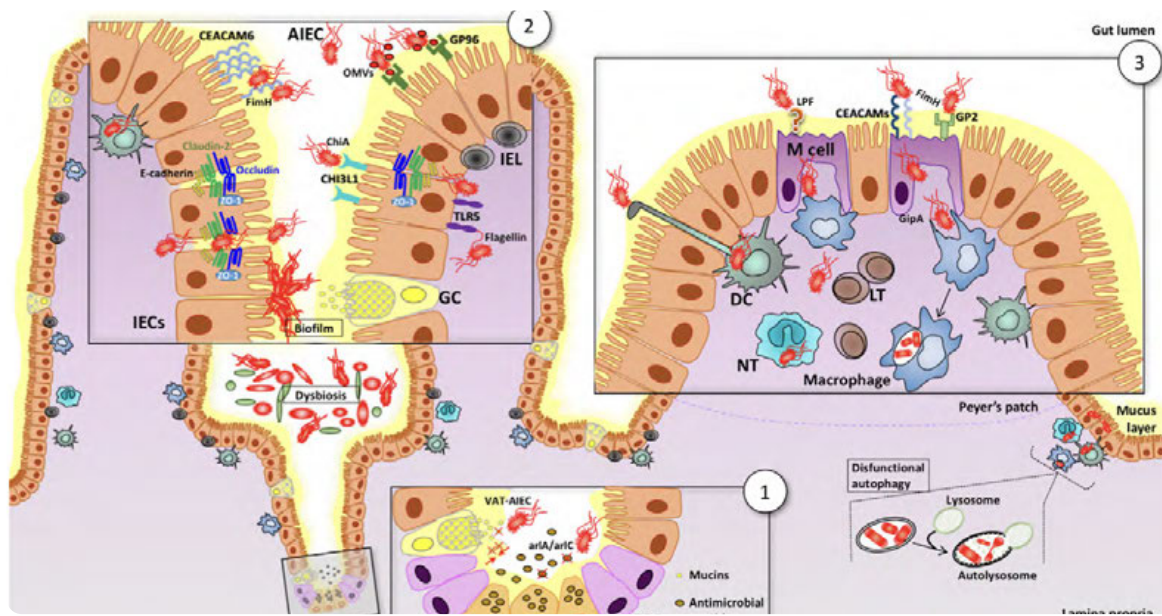


Figura 1. Interacción de *Escherichia coli* adherente-invasiva (AIEC) con la mucosa intestinal en el contexto de la EII. (1) AIEC cruzando la capa mucosa y resistiendo péptidos antimicrobianos; (2) AIEC que se adhiere a las células epiteliales intestinales (IEC) y conduce a la colonización de la mucosa intestinal; (3) AIEC que ingresa a la lámina propia y las placas de Peyer a través de las células M e interactúa con las células inmunes [14].

Epidemiología

Las primeras cepas de AIEC fueron aisladas a partir de biopsias de pacientes con EC, alrededor del año 1998, exactamente en Lille, Francia. Y desde entonces, se han identificado diversas cepas a partir de lesiones ileales en otros pacientes [4]. La EII solía describirse como una enfermedad que afectaba solo a personas de ascendencia europea, particularmente del Reino Unido, América del Norte y Australia. Sin embargo, en los últimos años múltiples estudios han demostrado que su diagnóstico no está limitado por el nivel socioeconómico, la raza, la etnia o las fronteras geográficas.

Como consecuencia, la caracterización de los factores ambientales que rigen a este trastorno aun no han podido ser esclarecidos, pues la mayoría de los estudios se han hecho en países que han sufrido de la occidentalización desde ya varias décadas [15].

Sin embargo, se sabe que la incidencia es mayor en poblaciones urbanas que en rurales. En la mayoría de los estudios, la incidencia máxima se da entre la segunda y la cuarta década de vida, y se ha mantenido así durante varias décadas. Además, la incidencia en poblaciones establecidas es similar entre hombres y mujeres.

Japón, Hong Kong y Corea han demostrado una incidencia creciente entre 1980 y 2003. Aunque sigue siendo poco común en África y América del Sur, pero las investigaciones recientes sugieren una frecuencia de aparición cada vez mayor. También se ha observado una incidencia creciente en Arabia Saudita [16].

Características fenotípicas

Las cepas de AIEC se caracterizan principalmente por su fenotipo cuando interactúan con células eucariotas, más específicamente por su adhesión e invasión de células epiteliales intestinales, además de su supervivencia y replicación dentro de los macrófagos sin inducir la apoptosis. La única forma de identificar de manera eficiente las cepas de AIEC es realizando ensayos sobre la interacción entre las bacterias y las células intestinales.

Actualmente, la única manera de identificar a estas cepas es mediante la observación de su interacción con las células hospederas. Aunque gracias a los enfoques moleculares y a la secuenciación genómica se han identificado genes asociados con su invasión, todavía falta un marcador molecular específico vinculado al patovar de AIEC [14].

Opciones terapéuticas (tratamiento integral)

La EII requiere de tratamientos prolongados o permanentes, que en algunos casos no logran controlar la enfermedad, pudiendo necesitar cirugía o presentar complicaciones severas. El tratamiento de la EII debe ser integral. Algunos componentes de los alimentos como la lactoferrina bovina (presente en la leche) tiene propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, por lo que puede inhibir la adhesión e invasión bacteriana. Se ha asociado también a la ingesta alta de fibra con una menor incidencia de Enfermedad Inflamatoria Intestinal.

En cambio, la terapia con antibióticos no ha sido tan eficiente como se ha querido debido a la creciente prevalencia de bacterias multirresistentes. Aunque hay antibióticos como la ciprofloxacina y la rifaximina que tienen menos efectos secundarios que los inmunosupresores [14].

Tratamiento con Rifaximina

La Rifaximina pertenece al grupo de las Rifamicinas, dicho grupo fue descrito en el año de 1957 por Sensi y colaboradores, quienes descubrieron la actividad

antibiótica en caldos de cultivo de *Streptomyces mediterranei* aislado de una muestra de tierra del sur de Francia. De dichos cultivos se obtuvo un grupo de sustancias antibacterianas que fueron denominadas inicialmente como Rifamicinas A, B, C, D y E. Posteriormente, y por la existencia de una larga cadena en forma de asa o puente en su forma estructural, la B resultó ser la más activa y logró ser obtenida en estado casi puro. Después, por vía sintética, se procedió a la incorporación de diversos radicales en la Rifamicina B lo que ha dado origen a las Rifamicinas semisintéticas que se emplean en la clínica: Rifamicina SV, Rifampicina, Rifamida y Rifaximina entre otras [17].

La Rifaximina es una molécula original descubierta y patentada por Alfa Wassermann en 1980; una implementación del método de preparación, que hizo factible su producción industrial se desarrolló en 1984 [9].

Fue aprobada en mayo de 2004 por la FDA para el tratamiento de la diarrea del viajero causada únicamente por cepas no invasivas de *E. coli* en pacientes de 12 años. La dosis aprobada es de 200 mg 3 veces al día durante 3 días, y el medicamento no debe usarse en casos complicados con fiebre o sangre en las heces o en pacientes con diarrea debido a patógenos invasivos. Esta aprobación se realizó sobre la base de los hallazgos de 3 ensayos clínicos aleatorios, doble ciego en viajeros con diarrea adquirida en Guatemala, México, Jamaica y Kenia, en los que se observó una reducción en la duración de la diarrea posterior a la inscripción. En viajeros que recibieron Rifaximina, en comparación con los viajeros que recibieron placebo, o en los que se observó una respuesta equivalente a la Rifaximina durante todo el tiempo [18].

La Rifaximina (C₄₃H₅₁N₃O₁₁, PM = 785, 9Da) es un agente antimicrobiano análogo estructural de la rifampicina, que se obtiene por reacción entre rifamicina O y 2-amino-4metilpiridina. La rifamicina O es la forma oxidada de la rifamicina B, producto de fermentación del microorganismo *Amiclatopsis mediterranei* [9].

La Rifaximina es una nueva molécula antibiótica bactericida, con un amplio espectro de acción sobre bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, tanto aerobias como anaerobias. Su absorción en el tracto gastrointestinal es prácticamente nula (inferior al 1 %), lo que favorece la concentración del fármaco en la luz intestinal y, sobre todo, en las heces en forma activa [19].

Mecanismo de resistencia a rifaximina: mutaciones del gen *rpoB*

Se ha reportado que la resistencia a la rifampicina es causada por una alteración estructural en el Polimerasa de ARN subunidad, una enzima codificada por el gen *rpoB*. El mecanismo fue descrito por primera vez en 1981 para *E. coli* [20].

Las mutaciones puntuales en el gen *rpoB* se han relacionado con la resistencia a la Rifaximina y su compuesto original, la rifampina. El noventa y cinco por ciento de las mutaciones asociadas con la resistencia a rifamicinas muestra un mapa de cuatro regiones de *rpoB*: el grupo N-terminal (codones 143 a 148) y grupos I (codones 505 a 537), II (codones 563 a 575) y III (codones 684 a 690).

Otro mecanismo potencial implicado en la resistencia a la Rifaximina es la actividad del sistema de bomba de reflujo de resistencia bacteriana a múltiples fármacos (MDR). que son capaces de expulsar compuestos químicamente no relacionados, reduciendo así la concentración intracelular del fármaco [12]. Phe-Arg-naftilamida (PABN) es un inhibidor conocido de MDR bombas de eflujo y se ha demostrado que reduce la CMI de rifaximina y rifampicina en cepas de *E. coli* tanto resistentes como sensibles *in vitro*.

Un estudio multicéntrico realizado en Europa por E. Andre y colaboradores describe que la resistencia a rifampicina es más simple, ya que prácticamente todas las cepas resistentes presentan una mutación en el gen *rpoB*, y el 95 % de estos se encuentran dentro de una pequeña región de 81 pb llamada resistencia a la rifampicina que determina región (RRDR) [20].

Se han reportado en estudios realizados en Suecia por Huseby y colaboradores demostrando la importancia funcional del mantenimiento del marco de lectura durante la traducción, ya que se hayan publicado informes de mutaciones de cambio de marco en el gen esencial *rpoB* entre aislados clínicos de *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb) resistentes a la rifampicina. Destacando que los errores de cambio de marco ribosómico ocurren raramente, pero cuando ocurren, las consecuencias para la función de la proteína son generalmente catastróficas, y las mutaciones de cambio de marco generalmente solo se observan en genes no esenciales. Demostrando que una cepa *wild type* que lleva una mutación de cambio de marco en *rpoB* es viable, y la mutación genera un alto nivel de resistencia al antibiótico rifampicina. También detallaron el mecanismo de supresión intrínseca del cambio de marco que respalda la viabilidad bacteriana. Existen al menos 120 mutaciones diferentes, en su mayoría sustituciones de aminoácidos, pero también

deleciones y adiciones de uno o varios aminoácidos toleradas en el RRDR y que causan resistencia a la rifampicina [21].

Los estudios realizados en Taiwan por Lai y colaboradores encontraron que los codones 431 y 432 de *rpoB* se encuentran en RRDR y las mutaciones en esta región están relacionadas con la resistencia a rifampicina. Anteriormente se informó que las mutaciones en el codón 431 (S431T, S431I, S431R y S431G) estaban asociadas con la resistencia a RIF. Varias mutaciones, incluido el codón 431 o 432 de *rpoB*, dieron como resultado una resistencia a rifampicina de mayor nivel (CMI > 100 mg / L). También demostraron que la complementación de plásmidos o mutagénesis cromosómica de Q432 insQ solo podría causar resistencia a rifampicina, mientras que la complementación de S431G más Q 432 insQ resultó en una MIC de RIF dos veces mayor [14].

Resistencia a betalactámicos y otros antimicrobianos

Una propiedad de AIEC es la inducción de la apoptosis por autofagia en neutrófilos. En presencia de antibióticos, AIEC activa la producción de ROS de neutrófilos y contribuye a la inflamación intestinal. También, puede evadir la respuesta inmune suprimiendo el transductor de señal mediado por IFN- γ y el activador de la fosforilación de la transcripción en las células epiteliales intestinales, evitando así, una respuesta antimicrobiana adecuada [14].

En un estudio realizado en el 2020, las cepas de AIEC resultaron más resistentes a β -lactámicos que las otras cepas aisladas del intestino de pacientes con EC. Entre los mecanismos de resistencia se encontraron a las β -lactamasas de espectro no extendido TEM-148 y TEM-1, y a la β -lactamasa CMY-69, además de mutaciones en el promotor *ampC*.

Cabe mencionar que gracias a investigaciones hechas en el grupo de trabajo dirigido por la Dra Rocha en Puebla, se ha encontrado la presencia de las β -lactamasas CTX-M15 y OXA-1 en cepas de AIEC aisladas de sujetos sanos [6].

Sin embargo, los escasos estudios realizados al respecto, aun no permiten tener un panorama concreto sobre los mecanismos de resistencia de AIEC a los diferentes antimicrobianos, por lo que aun es necesario continuar con la búsqueda y estudio de estos factores.

Conclusiones

La EII no es un padecimiento que se reporte obligatoriamente en México. Actualmente, nuestro país no cuenta con una estadística oficial de personas afectadas con EC o CUCI, ya que no hay disponibilidad sistemática de estudios epidemiológicos formales, lo que conlleva a la falta de indicadores que permitan monitorear al número de personas que sufren estos padecimientos. Lo que se tiene son estimaciones de la prevalencia realizadas con base a información cualitativa recopilada en bases de datos administrativas, provenientes de instituciones de atención a la salud del sector público y privado. Este hecho representa un reto importante para la Secretaría de Salud, ya que se estima que las cifras aumenten considerablemente en los próximos años.

La población con EII más afectada es la que se encuentra en edad productiva, lo que genera también una repercusión económica. Hasta ahora en México no se cuenta con cifras oficiales sobre los costos para diagnosticar y tratar este conjunto de padecimientos, lo que se tiene son extrapolaciones hechas con base a cifras internacionales, que estiman que tratar a la EC y CUCI genera un costo promedio de 2548 Euros por paciente al año (equivalente a 62, 000 pesos, aproximadamente) y 1574 Euros (38, 000 pesos), respectivamente.

El movimiento de pacientes con EC y CUCI es mundial y también está presente en América Latina cada vez con más fuerza. En México existe la fundación “Vivir con Crohn y CUCI de México”, fundada por Maricruz Martínez, Beatriz Capdevielle y Natalia Henonin, como un puente permanente de información, educación y apoyo para todas aquellas personas que padecen una enfermedad inflamatoria del intestino con el fin de mejorar su calidad de vida (<https://crohncuci.org.mx>).

En Puebla la situación es semejante al panorama nacional, ya que desafortunadamente no contamos con cifras formales o información sistematizada que permitan emprender un control eficiente de este padecimiento. El impacto que la presente revisión tiene no solo en Puebla, sino en nuestro país, es por demás significativo, ya que permitió: 1) Conocer el panorama actual sobre la EII, a nivel mundial y nacional; 2) Profundizar en las causas multifactoriales de este conjunto de padecimientos, haciendo particular énfasis en el papel de la bacteria *Escherichia coli* adherente-invasiva; 3) Sentar las bases para la planeación de proyectos en el estado de Puebla encaminados a estudiar el papel de AIEC en la EII y proponer nuevas estrategias terapéuticas; 4) Consolidar la alianza y sinergia entre diferentes

órganos e instituciones públicas y privadas, para monitorear y controlar este conjunto de padecimientos, a fin de mejorar la calidad de vida del paciente con EII, como lo fue el acercamiento entre el grupo de trabajo que dirige la Dra Rocha y la fundación “Vivir con Crohn y CUCI de México”.

Adicionalmente, en medio de la situación sanitaria que estamos viviendo, con esta revisión optimizamos los recursos que tenemos como estudiantes, ya que aprovechamos la información científica disponible en bases de datos libres que no generó la utilización de recursos económicos, sino la aplicación de nuestras habilidades y aptitudes críticas y analíticas para procesar la información literaria que tenemos a nivel mundial.

En resumen, la presente revisión de la literatura contribuye significativamente a explorar los avances científicos que hasta la fecha se han alcanzado sobre el conjunto de enfermedades inflamatorias intestinales que aquejan a gran parte de la población mexicana. Además, el presente trabajo será sometido para su publicación en la *Revista de Gastroenterología de México*, que es el órgano oficial de la Asociación Mexicana de Gastroenterología, con el objetivo de dar a conocer a la comunidad científica, médica y en general de nuestro país, esta actualización sobre uno de los padecimientos más relevantes en el área de la gastroenterología.

Finalmente, a pesar de que la EII es un fenómeno de salud mundial y con información sistematizada limitada en nuestro país, debemos ser optimistas y aprovechar los datos y recursos disponibles para proponer proyectos que conlleven a evaluar, monitorear y controlar este problema de salud a niveles locales en el estado de Puebla, con miras a extrapolar y extender las estrategias resultantes a nivel nacional y mundial en un futuro cercano. Además, esta revisión puede crear conciencia de que al tratarse de una enfermedad de etiología variable y causas múltiples, ninguno de nosotros está exento de padecerla, ya que cualquier alteración por más mínima que parezca, como el estrés, el desequilibrio de la microbiota (la presencia de AIEC), así como condiciones físicas, genéticas, ambientales o inmunológicas, pueden ser un detonante de padecer una EII.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Derivado del presente proyecto, se realizarán cuatro tesis experimentales de nivel licenciatura y una de nivel maestría, abordando diferentes enfoques de la participación de AIEC en la patogénesis de la enfermedad inflamatoria intestinal:

1. Tesis alumna de licenciatura en Biomedicina: Mecanismos de resistencia de AIEC a antibióticos betalactámicos.
2. Tesis alumna de licenciatura en Biomedicina: Mecanismos de resistencia de AIEC a antibióticos aminoglucósidos y quinolonas.
3. Tesis alumno de licenciatura en Biomedicina: Participación del gen *rpoB* en la resistencia de AIEC a Rifaximina.
4. Tesis alumno de licenciatura en Químico-Farmacobiólogo: Caracterización clonal de AIEC y caracterización parcial de plásmidos asociados a multidrogorresistencia.
5. Tesis alumna de maestría en Ciencias Microbiológicas: Análisis de factores de virulencia en AIEC y comparación con *E. coli* comensal y patotipos intestinales.

Adicionalmente, la alumna de maestría realizará un análisis *in silico* de genomas de cepas AIEC depositados en la base de datos *GenBank*, en los que con ayuda de herramientas bioinformáticas, analizará los determinantes de virulencia, resistencia y elementos genéticos móviles asociados a la patogénesis de AIEC en la enfermedad inflamatoria intestinal. Este análisis se someterá a publicación en una revista científica indizada en el *Journal Citation Reports*.

También se fortalecerá el grupo de trabajo de la Dra. Rocha, que es pionero en el estudio de EII en el Estado de Puebla, a fin de proveer más evidencia científica sobre este padecimiento.

Finalmente, se sientan las bases para formalizar una colaboración con la fundación “Vivir con Crohn y CUCI de México”, que permitirá generar una alianza en beneficio de las personas que padecen una enfermedad inflamatoria del intestino en nuestro país.

Agradecimientos

Agradecemos al Licenciado Ricardo Villegas Tovar, Coordinador de Producción Académica y Visibilidad Internacional de la Vicerrectora de Investigación y Estudios de Posgrado, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por el apoyo brindado en la recuperación del material bibliográfico con el que se realizó la presente revisión.

A la Facultad de Medicina y a la Coordinación de la Licenciatura en Biomedicina, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por las facilidades brindadas en la gestión de documentos.

También extendemos nuestro agradecimiento a la disponibilidad y colaboración de Maricruz Martínez, Beatriz Capdevielle y Natalia Henonin, representantes de la fundación “Vivir con Crohn y CUCI de México”.

Referencias bibliográficas

- [1] N. Kaur, C. C. Chen, J. Luther *et al.*, “Intestinal dysbiosis in inflammatory bowel disease”, *Gut Microbes*, vol. 2, no. 2, pp 11–6, 2011.
- [2] I. Mukhopadhyay, R. Hansen, EM. El-Omar, *et al.*, “IBD-what role do Proteobacteria play?”, *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, vol. 9, no. 2, pp 19–30, 2012.
- [3] T. P. Prindiville, R. A. Sheikh, S. H Cohen, *et al.*, “*Bacteroides fragilis* enterotoxin gene sequences in patients with inflammatory bowel disease”, *Emerg Infect Dis*, vol. 6, no. 17, pp 1–4, 2000.
- [4] A. Darfeuille-Michaud, C. Neut, N. Barnich, *et al.*, “Presence of adherent *Escherichia coli* strains in ileal mucosa of patients with Crohn’s disease”, *Gastroenterology*, vol. 115, no. 14, pp 05–13, 1988.
- [5] J.K. Yamamoto Furusho, F.J. Bosques Padilla, L. Charúa Guindic, T. Cortés Espinosa, R.M. Miranda Cordero, A. Saez, Y. Ledesma Osorio, “Epidemiología, carga de la enfermedad y tendencias de tratamiento de la enfermedad inflamatoria intestinal en México”, *Revista de Gastroenterología de México*, vol. 85, no. 3, pp. 246–256, 2020.
- [6] E. Barrios-Villa, G. Cortés-Cortés, P. Lozano-Zaraín, M. M. de la Paz Arenas, C. F. M. de la Peña, Y. Martínez-Laguna, C. Torres & R. del Carmen Rocha-Gracia, “Adherent/invasive *Escherichia coli* (AIEC) isolates from asymptomatic people: new *E. coli* ST131 O25: H4/H30-Rx virotypes”, *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*, vol. 17, no. 1, pp 1–11, 2018.
- [7] J. J. Flores, P. Oseguera, A. Y. Chavez, G. A. Matamoros, F. Isaac, S. Pineda y B. Meza, «Abdomen agudo como manifestación de», *Medicina Interna México*, vol. 6, n° 35, pp. 975–979, 2019.
- [8] C. Figueroa, «Epidemiología de la enfermedad inflamatoria intestinal», *REVISTA MÉDICA CLÍNICA LAS CONDES*, vol. 4, n° 30, pp. 257–261, 2019.
- [9] A. Clements, J.C. Young, N. Constantinou, G. Frankel, “Infection strategies of enteric pathogenic *Escherichia coli*”, *Gut Microbes*, 2012.
- [10] F. L. França, T. J. Wells, D. F. Browning, R. T. Nogueira, F. S. Sarges, A. C. Pereira & M. D. G. de Luna, “Genotypic and phenotypic characterisation of enteroaggregative *Escherichia coli* from children in Rio de Janeiro, Brazil”, 2013.
- [11] A. Bretin, C. Lucas, A. Larabi, G. Dalmasso, E. Billard, N. Bamich, R. Bonnet y H. T. T. Nguyen, «AIEC infection triggers modification of gut microbiota composition in genetically predisposed mice, contributing to intestinal inflammation», *Scientific Reports*, vol. 8, n° 12301, pp. 1–14, 2018

- [12] N. Barnich, F. A. Carvalho, A. L. Glasser, C. Darcha, P. Jantscheff, M. Allez, H. Peeters, G. Bommelaer, P. Desreumaux, J. F. Colombel, A. Darfeuille-Michaud, "CEACAM6 acts as a receptor for adherent-invasive *E. coli*, supporting ileal mucosa colonization in Crohn disease", *J Clin Invest*, 2007.
- [13] A. E. Farfán-García, S. C. Ariza-Rojas, F. A. Vargas-Cárdenas, & L. V. Vargas-Remolina, "Mecanismos de virulencia de *Escherichia coli* enteropatógena". *Revista chilena de infectología*, pp 438-450, 2016.
- [14] C. Palmela, C. Chevarin, Z. Xu, J. Torres, G. Sevrin, R. Hirten, N. Barnich, S. C. Ng, J. F. Colombel, "Adherent-invasive *Escherichia coli* in inflammatory bowel disease", *Gut*, vol. 3, no. 63, pp 574-587, Mar. 2018.
- [15] G. G., Kaplan & S. C., Ng. "Globalization of inflammatory bowel disease: perspectives from the evolution of inflammatory bowel disease in the UK and China". *The Lancet Gastroenterology & hepatology*, 1(4), 307-316, 2016.
- [16] A. N., Ananthakrishnan. "Epidemiology and risk factors for IBD". *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 12(4), 205-217, 2015.
- [17] D. Dámaso, *Antibacterianos*, Madrid: Roussel, 1990.
- [18] F. Calanni, C. Renzulli, M. Barbanti y G. C. Viscomi, «Rifaximin: beyond the traditional antibiotic activity,» *The Journal of Antibiotics*, nº 67, pp. 667-670, 2014.
- [19] J. A. Adachi y H. L. DuPont, «Rifaximin: A Novel Nonabsorbed Rifamycin for Gastrointestinal Disorders,» *Oxford Academic*, vol. 42, nº 6, pp. 541-547, 2006
- [20] E. Andre, L. Goeminne, A. Cabibbe, P. Beckert, M. B. Kabamba, V. Mathys, S. Gagneux, S. Niemann, J. Van Ingen y E. Cambau, «Consensus numbering system for the rifampicin resistance-associated *rpoB* gene mutations in pathogenic mycobacteria,» *Clinical Microbiology and Infection*, vol. 23, nº 3, pp. 167-172, 2017.
- [21] D. L. Huseby, G. Brandis, A. L. Praski y D. Hughes, «Antibiotic resistance by high-level intrinsic suppression of a frameshift mutation in an essential gene,» *Proc Natl Acad Sci USA*, vol. 6, nº 117, pp. 3185-3191, 2020

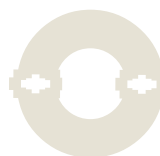
Asociación de lumbalgia inespecífica con disfunción sacroilíaca en jóvenes universitarias de fisioterapia en la UPAEP

^aDel Bosque, López-Juliana*, ^{a, b}Pérez, Quiroga-Clara Luz

^aEscuela de fisioterapia de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Calle 21 Sur 1103, Barrio de Santiago, C.P. 72410, Puebla, Puebla.

^bHospital de especialidades "5 de mayo", ISSSTEP, Av. Emiliano Zapata 4730, col San Baltazar Campeche, C.P. 72550, Puebla, Puebla.

*juliana.delbosque@upaep.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Desde 2003 se define a la lumbalgia como el síntoma más prevalente del aparato locomotor y una de las causas principales de consulta en atención primaria. Se ha registrado una prevalencia del 13-30 % de lumbalgia crónica inespecífica ocasionada por DSI [1], [2].

La lumbalgia es la principal causa de discapacidad en todo el mundo [3]. El IMSS en el 2017 registró más de 300 mil consultas por lumbalgia, considerándose la afectación más frecuente en los trabajadores mexicanos [4]. Estas cifras son alarmantes, ya que los sistemas de salud no están diseñados para apoyar el enfoque de diagnóstico diferencial

e intervención basado en evidencia actual, contribuyendo a la permanencia del dolor [1], [3]. El objetivo general de este estudio observacional, transversal y descriptivo fue evaluar la asociación de lumbalgia inespecífica con la DSI en jóvenes universitarias de fisioterapia UPAEP.

El estudio arrojó que la población femenina universitaria presenta lumbalgia y una asociación directamente proporcional con la Disfunción Sacroilíaca (DSI) y el IDO, donde se evidencia un nivel de incapacidad mínima para la realización de las actividades de la vida diaria.

Palabras clave

Lumbalgia inespecífica, disfunción sacroilíaca, jóvenes universitarias

Abstract

Since 2003, low back pain has been defined as the most prevalent symptom of the locomotor system and one of the main causes of consultation in primary care. A prevalence of 13–30 % of chronic nonspecific low back pain caused by sacroiliac dysfunction has been reported [1], [2].

Low back pain is the leading cause of disability worldwide[3]. IMSS in 2017 registered more than 300 thousand consultations for low back pain, which is considered the most frequent affectation in Mexican workers[4]. These figures are alarming since health systems are not designed to support the differential diagnosis and intervention approach based on current evidence, contributing to the permanence of pain [1], [3].

The general objective of this observational, cross-sectional and descriptive study was to evaluate the association of nonspecific low back pain with sacroiliac dysfunction in young physiotherapy university students from UPAEP.

The study showed that the female university population presents low back pain and a directly proportional association with sacroiliac dysfunction and Oswestry Disability Index, where a minimum level of disability is evidenced to carry out activities of daily living.

Keywords

Nonspecific low back pain, sacroiliac dysfunction, young college women.

Glosario de abreviaturas y símbolos

DSI, Disfunción sacroilíaca

IMSS, Instituto Mexicano del Seguro Social

PODS, Pruebas ortopédicas diagnósticas sacroilíacas

IDO, Índice de discapacidad de Oswestry

ASI, Articulación sacroilíaca

FL, Fusión lumbar

FSI, Fusión sacroilíaca

AVD, Actividades de la vida diaria

Introducción

La Organización Mundial de la Salud expone que el 80 % de la población presentará dolor lumbar en algún momento de su vida. El dolor lumbar o también conocido como lumbalgia es la primera causa de consulta a nivel mundial (70 %) donde solo el 4 % requiere cirugía [5].

Es importante mencionar, que la lumbalgia es apenas un síntoma que apunta a una condición de salud que en muchas ocasiones ni siquiera se localiza en la columna lumbar, pues se ha registrado una prevalencia del 13-30 % del dolor crónico inespecífico en la espalda baja ocasionado por disfunción sacroilíaca [6].

En México, la lumbalgia es un síntoma muy común y un gran problema en el sistema de salud. Es diagnosticada frecuentemente, sin embargo es poco y/o mal atendida, por lo que repercute directamente en el aspecto socioeconómico. Se estipula que la lumbalgia es uno de los 20 motivos de consulta más habituales en adultos mayores de 20 años y uno de los 20 motivos más habituales de discapacidad temporal [7]. Los casos de lumbalgia se reflejan en la pérdida de productividad entre la población económicamente activa, jubilación anticipada y además está asociada con altos costos de utilidad, absentismo laboral y discapacidad [8], [9].

Un estudio de trabajadores en el norte de México (n = 2, 566) informó que 1, 077 (41 %) de ellos experimentaron lumbalgia, el 48 % de ellos requirió atención médica (n = 517) y el 13 % estuvo ausente del trabajo durante un promedio de 12 días [10]. El dolor lumbar crónico representó del 10 % al 15 % de todas las reclamaciones por discapacidad durante un período de siete años [11]. La lumbalgia en México es costosa ya que la padece principalmente población económicamente activa. Los costos estimados en promedio son de 1744 dólares por paciente, incluyendo licencia por enfermedad (\$1084), imágenes (\$395), consulta (\$180), medicamentos y laboratorio [12].

Son pocos los estudios que han estimado la prevalencia de lumbalgia en México. El Instituto Mexicano del Seguro Social informó que la lumbalgia ocupa el octavo lugar en términos de búsqueda de atención primaria con 907, 552 consultas (13 %) del total, entre los 20-59 años de edad y 25 % en adultos mayores de 60 años [13], [14].

En una encuesta poblacional de 8, 159 personas en la Ciudad de México y Nuevo León en el 2011 publicó que la prevalencia de lumbalgia en los últimos días fue del

8.0 % (IC del 95 %: 7.5-8.7) y el 69.1 % informó haber experimentado lumbalgia en el pasado [15].

Actualmente en México no hay suficiente información, los datos epidemiológicos acerca del dolor lumbar son pocos y con muy poca evidencia científica, debido a la ausencia de estudios de alta calidad metodológica que utilicen definiciones y criterios estandarizados [16]. En el caso del estado de Puebla la información de calidad es nula, esto no quiere decir que el problema no exista, sino que deben mejorarse los sistemas de recopilación de datos y los estudios basados en la población para comprender mejor el dolor lumbar en Puebla y México.

Antecedentes generales

El dolor lumbar o lumbalgia es definido por la Guía Europea para el tratamiento del dolor lumbar inespecífico crónico y la Asociación China para el estudio del dolor, como aquel dolor y disconfort, localizado en una área comprendida entre las costillas inferiores y por arriba de los pliegues glúteos, con o sin irradiación a la pierna [1], [17], [18], [19].

La lumbalgia hace referencia a un síntoma, e inclusive a una condición de salud, sin embargo, el dolor lumbar no se denomina enfermedad. El IMSS en el 2017 registró más de 300 mil consultas por dolor lumbar, indicando así que la lumbalgia es el padecimiento más frecuente en los trabajadores mexicanos, y es la segunda causa de consulta en hospitales en la especialidad de traumatología y ortopedia, por lo que es causa de incapacidad laboral hasta por 10 días, determinando así una mala calidad de vida [4].

Las causas de lumbalgia son extensas, con el fin de facilitar la identificación de la causa, se divide en etiología del dolor lumbar agudo y etiología del dolor lumbar crónico. El dolor lumbar crónico se divide en tres; dolor lumbar asociado con radiculopatía o estenosis espinal, dolor lumbar asociado con una enfermedad espinal específica y la última es el dolor lumbar inespecífico, que comprende del 80-90 % de los casos [1], [5], [20], [21], [23], [24].

La lumbalgia afecta al 84 % de las personas en algún momento de la vida. La lumbalgia aguda se presenta del 5-25 % de la población general, 90 % de estos casos remiten en 90 % y solo el 10 % restante se vuelven dolor crónico. Varios estudios indican una prevalencia del 15-36 % del dolor lumbar crónico, y el 80-90 % son inespecíficos, por lo que su diagnóstico y tratamiento es complicado dado a su

etiología multifactorial [1], [23], [25]. En [24] se expone que la lumbalgia crónica inespecífica se debe en un 31 % por la articulación cigapofisaria, un 18 % por dolor en la articulación sacroilíaca, y un 42 % por dolor discogénico.

Existe una estrecha relación entre lumbalgia y discapacidad. En Estados Unidos la lumbalgia causa aproximadamente 10 millones de incapacidades al año, determinando así un gasto de más de 50 billones de dólares por año. En China el costo médico del dolor crónico lumbar inespecífico, es mayor que el de la enfermedad coronaria, diabetes, artritis y enfermedad cerebrovascular. En México la lumbalgia es un síntoma muy frecuente en la consulta ortopédica, es la séptima causa de absentismo laboral, lo que implica; gastos, trabajadores ineficientes con una mala calidad de vida, frecuentes demandas por accidente de trabajo y por supuesto bajas laborales, todo esto afectando directamente el aspecto socioeconómico [1], [5], [23], [25].

Antecedentes específicos

La ASI es una estructura de suma importancia para la región lumbosacra, se le considera una articulación de tipo diartroanfiartrosis por su escasa movilidad, su capa de fibrocartílago y por la sinovial que cubre a sus ligamentos, la ASI cumple con un papel biomecánico simple y complejo a la vez, el cual permite una adecuada absorción y distribución de las fuerzas biomecánicas, protegiendo a las estructuras anatómicas adyacentes más sensibles a este tipo de esfuerzo. Distribuye y compensa las fuerzas de la columna vertebral, la pelvis y los miembros inferiores [26], [27], [28], [29].

El dolor de la cintura pélvica o dolor sacroilíaco es aquel dolor experimentado entre la cresta iliaca posterior y el pliegue glúteo, particularmente en las proximidades de la ASI. El dolor puede irradiarse hacia la parte posterior del muslo o bien, puede ocurrir junto con o por separado de la sínfisis [2], [27], [30].

La causa del DSI es multifactorial, se puede dividir en extra-articular e intra-articular, el extra-articular consiste en enteropatías, fracturas, daño ligamentario y dolor miofascial, y la intra-articular en infecciones y enfermedades reumáticas. Los principales factores de riesgo del DSI son el sobrepeso/obesidad, una postura deficiente, y el embarazo, que condiciona la laxitud ligamentaria y traumas durante el parto. Varios de los estudios han incluido mujeres en relación con el embarazo, porque la gran mayoría de los pacientes con DSI son mujeres [27], [30], [31].

Semiología del dolor sacroilíaco

En la anamnesis el paciente señala dolor localizado en la zona lumbar y/o en glúteo, describe el dolor con una sensación de punzada, desgarró, dolor sordo, presión, ardor, calambre e incluso de sensación de bloqueo de la articulación o de inestabilidad de la pelvis [27]. El dolor es nociceptivo somático asociado con un proceso inflamatorio de la estructura articular o periarticular localizado entre dos líneas imaginarias trazadas entre las dos espaldas ilíacas posterosuperiores, que se pueden irradiar a toda la zona lumbar y a la cara posterior del muslo. Ahora, no todo dolor que desciende a las extremidades significa que es de origen radicular, en la ASI dicha radiación no sigue los dermatomas radiculares, sino que la distribución es de forma esclerométrica [23], [27], [31]. El dolor sacroilíaco es de características mecánicas lo cual indica que al provocar estrés, movimiento y/o sobrecarga en la articulación se exacerbará el dolor, y con el reposo este mejorará. El dolor se presenta de forma progresiva, a menos que su causa haya sido de origen traumático.

El soporte pélvico es brindado principalmente por los ligamentos de esta articulación, la estabilidad y laxitud de los ligamentos dependen del sistema hormonal, sobre todo en mujeres, la menstruación agudiza o inclusive inicia el síntoma. De igual manera durante ó después del embarazo, las modificaciones fisiológicas que sufre la pelvis incrementan las posibilidades de aparición de dolor sacroilíaco [6], [27], [30].

Disfunción sacroilíaca

La disfunción sacroilíaca es causada por una presión excesiva o insuficiente sobre la superficie articular, provocando un fallo en la transmisión de cargas. Las patologías que pueden afectar la ASI son diversas (inflamatorias, metabólicas, infecciosas, iatrogénicas) y así como la disfunción mecánica de la ASI, que presenta dolor en la región sin alteración anatómica demostrable [2], [32].

El rol de la disfunción sacroilíaca en la génesis del dolor lumbar

La identificación de los generadores de dolor lumbar, es uno de los más grandes desafíos para el profesional de la salud. La articulación coxofemoral, vísceras, la ASI o la misma columna vertebral son solo algunas de las múltiples posibles causas. Entre los pacientes que acuden a cirugía para columna vertebral por dolor lumbar, solo el 65 % de estos es causado únicamente por la columna vertebral, el 10 % es por

causa indefinida y el otro 25 % es por etiología coxofemoral y/o sacroilíaca [23]. En consecuencia, la relación entre la ASI y el dolor lumbar ha sido objeto de estudio y debate entre investigadores, aunque algunos lo han considerado irrelevante [33].

La columna vertebral y la pelvis funcionan como una estructura dinámica integrada, por lo que cualquier modificación de una estructura lumbo sacro coccígea repercute directa o indirectamente en los discos, facetas y cualquier otra estructura vertebral [23].

A principios del siglo XX, la ASI se consideraba la causa más importante del dolor lumbar, pero en las últimas tres décadas, con la mayor tendencia a diagnosticar hernias de disco, esta desplazó la importancia de la ASI. En la práctica es común asociar el dolor lumbar a hernias de disco, aun cuando no hay signos neurológicos, debido a que la disfunción de la ASI puede imitar el dolor lumbar discogénico o radicular, por lo que se pasa por alto la ASI. Es por todo lo anterior que los profesionales de la salud deben siempre contemplar y sospechar de DSI, cuando un paciente presenta lumbalgia, especialmente en ausencia de signos neurológicos [23], [31].

Es importante destacar la diferencia entre dos perspectivas clínicas, el dolor sacroilíaco y la DSI ya que alguna literatura maneja a estos dos conceptos como uno mismo. La DSI considera a la ASI como una unión mecánica de transferencia de carga entre la pelvis y la columna vertebral, es decir, propone que la articulación no funciona adecuadamente por lo que provoca dolor. La segunda perspectiva que es el dolor sacroiliaco, únicamente abarca a la ASI como fuente de dolor [33].

El origen del dolor de la ASI se puede deber a que esta articulación tiene una muy buena inervación nociceptiva, lo que la convierte en una zona sumamente dolorosa, dolor que puede ser irradiado a los glúteos, muslo posterior y pantorrilla. La parte anterior recibe la inervación de la rama posterior de las raíces L2-S2. Fibras adicionales provienen del nervio obturador, del tronco lumbosacro y el nervio glúteo superior. La parte posterior es inervada por la rama posterior de L4-S3 [31].

El diagnóstico es un reto importante, aunque la literatura científica demuestra validez, sensibilidad y especificidad en las pruebas de provocación de dolor de la ASI, el estándar de oro actual para el diagnóstico de disfunción sacroilíaca es la infiltración con anestesia local a la ASI guiada por fluoroscopia [20], [31], [34]. La identificación de banderas rojas y amarillas es de gran importancia para esta

condición. Un dato diferenciador entre dolor lumbar y el dolor sacroilíaco es que los pacientes con dolor en la ASI generalmente son menores a treinta años, por lo tanto, son menos propensos a tener enfermedades malignas como causa del dolor. Aunque no se ha investigado a profundidad el papel de las banderas amarillas, en base al conocimiento limitado actual, la impresión es que las banderas amarillas son menos comunes en los pacientes con DSI que entre los pacientes con dolor lumbar [30].

Ignorar la ASI en pacientes con dolor lumbar crónico es costoso

El impacto económico de la respuesta inadecuada a la FL y el síndrome de cirugía fallida de la espalda, es alarmante, con costos de \$US 100, 000 por paciente durante cuatro años. Además de que muchas de las cirugías de columna son totalmente innecesarias, aproximadamente solo el 60 % de los pacientes obtienen beneficios clínicamente importantes de la cirugía lumbar [35], [36], [37]. Esto en gran parte se debe a que muchos de los cirujanos que atienden a pacientes con dolor lumbar crónico no buscan la disfunción sacroilíaca como causa, posiblemente porque hasta hace poco, no había tratamiento quirúrgico adecuado para la afección. Por lo que estos cirujanos ofrecen la FL para todos los pacientes que no tengan causa obvia del dolor, especialmente si la resonancia magnética muestra anomalías del disco lumbar [35], [36].

En un estudio del 2016 se calcularon los costos de los seguros médicos de Estados Unidos (*US Centers for Medicare and Medicaid Services*) para el análisis de costo-efectividad de las intervenciones en la columna vertebral. Se determinó que al no incluir la ASI en la evaluación diagnóstica del dolor lumbar, resulta en gastos innecesarios de atención médica. La creciente evidencia apoya la FSI utilizando implantes de titanio como tratamiento seguro, efectivo y mínimamente invasivo para la DSI, condición que se diagnostica con la infiltración de anestésico local bajo guía fluoroscópica a la articulación. En el estudio se evidenció que al utilizar las técnicas sacroilíacas (bloqueo diagnóstico y la FSI) se ahorra en un lapso de dos años \$US 3, 070 por paciente, es decir, si un sistema de salud realiza alrededor de 300 FL anualmente, el ahorro de costos de 2 años utilizando la estrategia sacroilíaca sería de \$US 869, 000. Además, al considerar el diagnóstico sacroiliaco se reduce un 4 % la probabilidad de que exista el síndrome de cirugía fallida de espalda [35].

Materiales y métodos

- **Diseño de estudio.** Se trata de un estudio transversal, observacional y prospectivo.
- **Estrategia de trabajo.** Este estudio surge de la necesidad de encontrar el origen del dolor lumbar mediante PODS en mujeres jóvenes, por la considerable prevalencia de disfunción sacroilíaca.
- **Definición de la unidad de población.** Universo: 101 total de jóvenes universitarias activas y presenciales en la escuela de fisioterapia de la Universidad Popular Autónoma de Puebla (UPAEP).
- **Selección de la muestra.** Por aleatorización simple por medio del programa EPIDAT 4.2.
- **Criterios de inclusión.** Jóvenes universitarias de la escuela de fisioterapia de la Universidad Popular Autónoma de Puebla (UPAEP), que se encuentren activas y en campus, cuyas edades fluctúan entre los 18 y 27 años de edad, con nacionalidad mexicana. En este estudio se incluyeron a las jóvenes universitarias sin importar su peso, estatura, religión, nivel socioeconómico, hábitos alimenticios y hábitos perjudiciales para la salud.
- **Criterios de exclusión.** Aquellos individuos que sean de género masculino, individuos que estén cursando por un proceso neoplásico, enfermedades reumatológicas y mujeres embarazadas.
- **Criterios de eliminación.** Aquellas jóvenes universitarias que no desean o no puedan ser evaluadas, no firmar el consentimiento informado y quienes durante la examinación no pudieran concluir por causas ajenas.
- **Tamaño de muestra.** n=80 jóvenes universitarias activas y presenciales en la escuela de fisioterapia UPAEP que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

Se aplicó una historia clínica detallada mediante encuesta, el Índice de discapacidad de Oswestry (Fiabilidad.99) y siete pruebas ortopédicas diagnósticas sacroilíacas.

Las PODS aplicadas fueron las de mayor sensibilidad y especificidad; Gillet (26 %, 85 %), Piedallu (6 %, 100 %), Apertura anterior Iliaca (60 %, 81 %), Empuje sacroiliaco (91 %, 83 %), Yeoman (86 %, 57 %), Abducción resistida (87 %, 100 %) y Gaenslens (91 %, 83 %).

Para el análisis estadístico se utilizó el Software Minitab versión 18, por medio de las pruebas estadísticas chi- cuadrada y t-student, para la asociación de variables. Considerando la probabilidad con el valor de $p \leq 0.05$. El estudio fue elaborado por

una joven investigadora y un director de tesis (asesor experto metodológico). El estudio fue financiado por el investigador a cargo.

Resultados/Discusión de resultados

Resultados. De las 80 jóvenes universitarias incluidas en el estudio, 51 (63.75 %) presentan lumbalgia, de las cuáles 16 (31.3 %) es debido a la disfunción sacroilíaca. La asociación de dolor lumbar en las jóvenes universitarias y las PODS, tuvo evidencia significativa ($p=0.00$). Hubo cambios estadísticos en el caso de lumbalgia y la relación con las PODS de apertura anterior iliaca ($p=0.00$), empuje sacroiliaco ($p=0.01$), Yeoman ($p=0.01$) y abducción resistida ($p=0.05$). Se diagnosticó DSI cuando haya tres o más PODS positivas ($p=0.00$). Se puede inferir que la relación del IDO y la lumbalgia ($p=0.00$), los antecedentes patológicos ($p=0.00$), las horas de actividad física realizadas ($p=0.02$) mostraron niveles de incapacidad mínima.

Discusión. La población femenina universitaria, presenta lumbalgia y una asociación directamente proporcional con la disfunción sacroilíaca y el IDO, donde se evidencia un nivel de incapacidad mínima para la realización de las actividades de la vida diaria.

Tabla 1. Asociación de variables cuantitativas por medio de t-student.

T-STUDENT				
Variable	Lumbalgia (Grupo 1) n=51	Sin lumbalgia (Grupo 2) n=29	t	p
Gillet	0.353±0.483	0.483±0.509	-1.12	0.268
Piedallu	0.471±0.504	0.310±0.471	1.43	0.159
Apertura ante- rior iliaca	0.216±0.415	0±0	-	-
Empuje Sacroiliaco	0.412±0.497	0.138±0.351	2.87	0.005*
Yeoman	0.235±0.428	0.034±0.186	2.9	0.005*
Abducción resistida	0.118±0.325	0±0	-	-
Gaenslens	0.176±0.385	0.069±0.258	1.49	0.140
Pruebas posi- tivas SI	1.98±1.92	1.034±0.944	2.94	0.004*

En la Tabla 1 se presenta el análisis estadístico por medio de la prueba estadística t-student para asociación de variables cuantitativas, considerando la probabilidad con el valor de $p \leq 0.05$. Mostrando que las pruebas de empuje sacroiliaco y Yeoman tienen relación directa con el dolor lumbar.

Tabla 2. Asociación de variables cualitativas por medio de Chi-cuadrada de Pearson.

Chi-Cuadrada de Pearson	Lumbalgia (Grupo 1 n=51)	Sin lumbalgia (Grupo 2) n=29	Total n=80	Chi-Cuadrada	p	
Gillet	Negativa	34	16	50	1.042	0.307
	Positiva	17	13			
Piedallu	Negativa	27	19	46	1.196	0.274
	Positiva	24	10			
Apertura anterior iliaca	Negativa	40	29	69	7.252	0.007*
	Positiva	11	0			
sacroiliaco	Negativa	30	25	55	6.453	0.011*
	Positiva	21	4			
Yeoman	Negativa	39	28	67	5.478	0.019*
	Positiva	12	1			
Abducción resistida	Negativa	45	29	74	3.688	0.055*
	Positiva	6	0			
Gaenslens	Negativa	42	27	69	1.802	0.180
	Positiva	9	2			

DSI (≥ 3)

Pruebas Pos.)

Sí 16 1 17

No 35 28 63

8.615 0.003*

En la Tabla 2 se presenta el análisis estadístico por medio de la prueba estadística Chi-cuadrada de Pearson para asociación de variables cualitativas, considerando la probabilidad con el valor de $p \leq 0.05$. Se evidencia que existe una relación

directa entre disfunción sacroilíaca (tres o más pruebas ortopédicas diagnósticas sacroilíacas positivas) y lumbalgia.

Tabla 3. Aplicación del Índice de discapacidad de Oswestry %Índice de Discapacidad Oswestry.

Variable	F	p
Grupo	34.97	0.000*
Edad	0.88	0.590
Semestre en curso	1.12	0.359
IMC	1.12	0.356
Antecedentes heredofamiliares	0.96	0.507
Antecedentes patológicos	2.33	0.009*
Hrs. de act. Física	2.05	0.023*
Hrs. Sentada	0.79	0.696
Depresión	1.38	0.181
Ansiedad	0.9	0.572
Estrés	1.06	0.412
Deporte/Ejercicio	0.74	0.741
Gillet	1.42	0.160
Piedallu	1.48	0.134
Apertura anterior iliaca	4.23	0.000*
Empuje sacroiliaco	1.98	0.028*
Yeoman	2.06	0.022*
Abducción resistida	5.79	0.000*
Gaenslens	2.97	0.001*
Pruebas positivas SI	4.21	0.000*

En la Tabla 3 se presenta el análisis estadístico por medio de la prueba estadística t.student, considerando la probabilidad con el valor de $p \leq 0.05$. Existe una relación directamente proporcional entre el IDO y la DSI, en donde las jóvenes universitarias presentan un nivel de incapacidad mínimo en las AVD. Además en esta estadística se observa la relación entre el nivel de incapacidad por lumbalgia y las horas realizadas de actividad física.

Conclusiones

De las 80 jóvenes estudiantes de fisioterapia de UPAEP, 51 jóvenes presentan lumbalgia (63.75 %), y de este porcentaje; 16 jóvenes es decir el 31.3 % presentan lumbalgia debido a una disfunción sacroilíaca 3 o más PODS positivas). En cambio las 29 jóvenes sin dolor lumbar, solo una de ellas tiene DSI, lo que nos muestra una relación directa entre DSI y lumbalgia en mujeres jóvenes.

México enfrenta grandes desafíos y complejidades para abordar con precisión la carga del dolor lumbar, incluida la falta de conocimiento tanto de los pacientes como de las partes interesadas.

En la actualidad los datos epidemiológicos sobre el dolor lumbar en México son muy limitados, con cinco estudios regionales utilizados para construir estimaciones de prevalencia para todo el país, por lo que en el estado de Puebla es aun más difícil encontrar información.

Deben mejorarse los sistemas de recopilación de datos y los estudios basados en la población para comprender mejor el dolor lumbar en México. Existen limitaciones significativas como la heterogeneidad en el tamaño de la muestra y la población entre muchas otras que afectan la comparabilidad de los estudios. Por ello es necesario nuevos estudios alineados a una definición estandarizada para superar las debilidades metodológicas y empezar a crear y difundir iniciativas para promover la atención médica adecuada, basada en evidencia científica con un equipo multidisciplinario y evitar daños físicos, sociales y económicos.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Continuar el presente estudio realizando un protocolo experimental, interviniendo a la ASI como importante causa de lumbalgia, para analizar la efectividad del tratamiento y apoyar el enfoque de diagnóstico diferencial e intervención basado en evidencia actual.

Con este estudio alineado a una definición estandarizada, aportar a la mejora de los sistemas de recopilación de datos en México. Los estudios basados en la población pueden ayudar a comprender mejor por qué debemos prestar atención al dolor lumbar y sus causas.

Implementar iniciativas educativas para evitar la desinformación; elaboración y aplicación de guía preventiva de lumbalgia, considerando a la articulación sacroilíaca como pieza clave para disminuir los múltiples casos de lumbalgia en mujeres jóvenes de Puebla.

Capacitar tanto a médicos como fisioterapeutas, para mantenerlos actualizados con la mejor evidencia disponible sobre el manejo del dolor lumbar, así comprender que al evitar algunos procedimientos se puede ahorrar mucho dinero y tiempo a todas las partes interesadas. Un sector de atención primaria fortalecido y coordinado sabrá satisfacer las necesidades de atención médica.

Agradecimientos

A mis padres, a mis hermanos y a mi asesor experto metodológico, que siempre han estado pendiente de mí, y que desinteresadamente, moral, económica y espiritualmente me han dado lo mejor de ellos.

Referencias bibliográficas

- [1] MaK, ZhuangZ, WangL, LiuXG, LuLJ, YangXQ, et al., "The Chinese Association for the Study of Pain (CASP): Consensus on the Assessment and Management of Chronic Nonspecific Low Back Pain", *Pain Research and Management*, vol. 2019, pp. 1-14, 2019. Available: 10.1155/2019/8957847.
- [2] Acevedo González and S. Quintero Oliveros, "Escala de diagnóstico SI5: evaluación de disfunción de la articulación sacroilíaca", *Neurocirugía*, vol. 26, no. 6, pp. 268-275, 2015. Available: 10.1016/j.neucir.2015.01.004.
- [3] Traeger A, Buchbinder R, Elshaug A, et al. "Atención del dolor lumbar ¿Los sistemas de salud son eficaces?" *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*. Recopilación de artículos. 2019; 97(6):1-440.
- [4] IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social [Internet]. México: IMSS; 2018 [citado 14 nov 2019]. imss.gob.mx; En el IMSS, más de 300 mil consultas por lumbalgia en 2017. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201810/246>
- [5] Garro K. "Lumbalgias". *Med leg Costa Rica*. 29(2), pp.103-109, 2012.
- [6] Mejía G, Arias M, Valdez K, Carrillo S, Infante G. "Dolor de la articulación sacroilíaca". *Anatomía Diagnóstico y tratamiento. Rev Soc. Esp. Dolor*. 15(3) pp. 170-180, 2008.
- [7] Zavala, M. A., Correa, R., Popoca, A., & Posada, S. E. "Low back pain in residents of Comalcalco, Tabasco, Mexico: Prevalence and associated factors." *Archives of Medicine*, 2. 2010. doi:10.3823/039.
- [8] van Gameren, E. "Health insurance and use of alternative medicine in Mexico". *Health Policy*, 98(1), 50– 57, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2010.04.006>

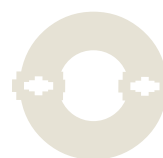
- [9] Philippine Academy of Rehabilitation Medicine (PARM). Clinical Practice Guidelines of the Diagnosis and Management of Low Back Pain. 2017.
- [10] Saldívar, A. "Lumbalgia en trabajadores" *Epidemiológica IMSS*, 41, 203–209, 2003.
- [11] Noriega, M., Barrón, A., Sierra, O., Méndez, I., Pulido, M., & Cruz, C. "La polémica sobre las lumbalgias y su relación con el trabajo: Estudio retrospectivo en trabajadores con invalidez". *Cadernos de Saúde Pública*, 21(3), 887–897, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000300023>
- [12] Martínez, M. C., Villarreal-Ríos, E., Vargas-Daza, E. R., Martínez-González, L., & Galicia-Rodríguez, L. "Costo institucional del paciente con incapacidad temporal para el trabajo por lumbalgia mecánica". 2013.
- [13] División Técnica de Información Estadística en Salud. Motivos de consulta en medicina familiar en el IMSS 1991–2002. *Revista Médica IMSS*, 41, 441–448, 2003.
- [14] Macías, S., Cruz, E., & Chávez, T. "Diagnóstico estructural de las lumbalgias, lumbociáticas y ciáticas en pacientes atendidos en el Servicio de Rehabilitación de Columna del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR)". *Investigación en Discapacidad*, 3, 3–9. 2014.
- [15] Peláez, I., Flores, R., Rodríguez, J., Sanin, L. H., Valerio, J. E., Navarro, E., Flores, D., Rivas, L. L., Casasola, J., & Burgos, R. "Prevalence of back pain in the community". A COPCORD based study in the Mexican population. *Journal Of Rheumatology*, 86(86), 26–30, 2011. <https://doi.org/10.3899/jrheum.101035>
- [16] García, J. B. S., Hernández-Castro, J. J., Nunez, R. G., Pazos, M. A., Aguirre, J. O., Jreige, A., Delgado, W., Serpentegui, M., Berenguel, M., & Cantemir, C. "Prevalence of low back pain in Latin America: A systematic literature review". *Pain Physician*, 17(5), 379–391, 2014.
- [17] A. Delitto et al., "Low Back Pain", *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, vol. 42, no. 4, pp. A1–A57, 2012. Available: 10.2519/jospt.2012.42.4.a1.
- [18] Chavarría J. "Lumbalgia: causas, diagnóstico y manejo". *Revista médica de Costa Rica y Centro América LXXI*. (611) 447–454, 2014.
- [19] Airakseinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klaber-Moffett J, Kovacs F, et al. "European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain". *Eur Spine J*. 15 suppl 2:S192–300, 2006.
- [20] Yu-Lin Amy Lee MD (2019, Noviembre 13). Acute Low Back Pain. Dynamed.net [Internet]. EBSCO. Available at: <https://www.dynamed.com/condition/acute-low-back-pain>.
- [21] F. Cody Stanford MD. (2019, Noviembre 13). Chronic Low back pain. DynaMed.net [Internet]. EBSCO. Available at: <https://www.dynamed.com/condition/chronic-low-back-pain/>
- [22] Dutton M. (2019, Noviembre 14). Differential Diagnosis. Dutton's Orthopedic Examination, Evaluation, and Intervention, 5e New York, NY: McGraw-Hill. Available at: <http://ezproxy.upaep.mx:2067/content.aspx?bookid=2707§ionid=224663846>
- [23] Sembrano JN, Polly DW Jr. "How often is low back pain not coming from the back?". *Spine (Phila Pa)*. 1;34(1): E27–32, 2009.
- [24] De Palma M, Ketchum J, Saullo T. "What is the source of chronic low back pain and does age play a role?". *Pain Medicine*. 12:224–233, 2011.
- [25] Soto-Padilla M, Espinosa-Mendoza RL, Sandoval-García JP, Gómez-García F. "Frecuencia de lumbalgia y su tratamiento en un hospital privado de la Ciudad de México". *Acta ortop. mex*. 29 (1): 40–45, 2015.
- [26] Pozzoni C, del Valle M, Rosenfeld N, Fandos L, Hlawaczek C. "Síndrome de disfunción sacroilíaca (primera parte)". *Fundación dolor*. 2001.

- [27] Acevedo JC. “Diagnóstico semiológico del síndrome de disfunción de la articulación sacroilíaca”. Artículo de revisión. *Univ Med.* 55(1): 35-63, 2014.
- [28] Cholewicki J, Breen A, Popovich JM Jr, Reeves NP, Sahrman SA, van Dillen Lr. et al. “Can biomechanics research lead to more effective treatment of low back pain? A point-counterpoint debate.” *J Orthop Sports Phys Ther.* 49(6): 425- 436, 2019.
- [29] DonTigny RL. “Anterior dysfunction of the sacroiliac joint as a major factor in the etiology of idiopathic low back pain syndrome”. *Phys Ther.* 70(4): 250-65, 1990.
- [30] Vleeming A, Albert H, Östgaard H, Sturesson B, Stuge B. “European guidelines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain”. *Eur Spine J.* 17(6): 794- 819, 2008.
- [31] Weksler N, Velan GJ, Semionov M, Gurevitch B, Klein M. Rozentsveig V. et al. “The role of sacroiliac joint dysfunction in the genesis of low back pain; the obvious is not always right”. *Arch Orthop Trauma Surg.* 127(10): 885-8, 2007.
- [32] De Pablo B, Girbau A, Chaler J. “Disfunción de la articulación sacro ilíaca. Evaluación y manejo en la atención primaria”. *But At Prim Cat* 35: 18, 2017.
- [33] Laslett, M. “Evidence-Based Diagnosis and Treatment of the Painful Sacroiliac Joint”. *J Manip Ther.* 16(3): 142-152, 2008.
- [34] Schwarzer AC, Aprill CN, Bogduck N. “The sacroiliac joint in chronic low back pain.” *Spine (Phila Pa).* 1:20(1): 31-7, 1995.
- [35] Polly D, Cher D. “Ignoring the sacroiliac joint in chronic low back pain is costly”. *ClinicoEconomics and results research.* 8: 23-31, 2016.
- [36] Rajae S, Bae H, Kanim L, Delamarter R. “Spinal Fusion in the United States: Analysis of trends from 1998 to 2008”. *Spine.* 37(1): 67-76, 2012.
- [37] Busquets i JC, Vilaplana J. “Tratamiento del dolor de espalda por cirugía fallida”. *Neuromodulación. Rev. Soc. Esp. Dolor.* 8: 107-113, 2001.

Bassor productos de ortopedia y soporte

Rivera Flores Jorge, Anastacio Rodríguez Ana Jessica, Hernández
Montserrat, Jerónimo Sánchez Mayra Elizabeth,

^aConsejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, Privada B Poniente No. 4511,
Col. Huexotitla, C.P. 72534, Puebla, Puebla.
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II, Aire Libre la Mina, Teziutlán,
Pue. Mex C.P. 73960



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

BASSOR consiste en un producto (bastón) a base de bambú, que sustituye a los bastones convencionales en su mayoría fabricados a base de madera y algunos metales. En algunas ocasiones, la falta de recursos para el acceso a un bastón es limitado, por tanto, las personas que sufren de alguna discapacidad motriz, visual, o personas mayores optan por usar cualquier sustituto que tome la función de dar soporte al cuerpo o cubrir alguna necesidad provocada por la falta de movilidad motriz, provocado por alguna enfermedad o a causa de la edad. Es necesario desarrollar un nuevo sistema de

bastón, que cubra las necesidades básicas que las personas con discapacidad motriz y visual necesitan, aprovechando uno de los materiales que sustituye a la madera y es nombrado el “nuevo acero”, rescatando la importancia del material, aprovechando las propiedades que este mismo puede ofrecer, como su amplia dureza y resistencia, reduciendo así, el consumo de madera, ofreciendo al consumidor una alternativa que contiene material reciclado, con propiedades de resistencia óptimas que ofrezcan máxima seguridad al momento de ser utilizado.

Palabras clave

Bastón, ergonomía, bambú, discapacidad motriz.

Abstract

BASSOR consists of a bamboo-based product (cane), which replaces conventional canes, mostly made of wood and some metals, sometimes the lack of resources to access a cane is limited, therefore people who suffer from a motor, visual or elderly disability choose to take any substitute that takes the role of supporting the body or meeting a need caused by the lack of motor mobility, which an illness itself has caused or because of age. It is necessary to develop a new cane system, which covers the basic needs that people with visual and motor disabilities need, taking advantage of one of the materials that replace wood and is named the "new steel" rescuing the importance of this material in the Currently taking advantage of the properties that it can offer, such as its broad hardness; thus reducing the consumption of wood, offering the consumer an alternative that contains recycled material, with optimal resistance properties that offer maximum safety when used.

Keywords

cane, ergonomics, bamboo, motor disability.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

CIE: Clasificación internacional de enfermedades.

CIF: Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud.

Cm: centímetros.

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal.

m.s.n.m: Metros sobre el nivel del mar.

Mm: milímetros

NOM-001-SSA2-1993: Que Establece Los Requisitos Arquitectónicos Para Facilitar El Acceso, Tránsito Y Permanencia De Los Discapacitados A Los Establecimientos De Atención Médica Del Sistema Nacional De Salud.

NOM-173-SSA1-1998: Para La Atención Integral A Personas Con Discapacidad.

OMS: Organización mundial de la salud.

Pa: Pascal. (Unidad de medida)

Pulg: Pulgadas.

Introducción

El CIF [1], define la discapacidad como un término genérico que engloba deficiencias, limitaciones de actividad y restricciones para la participación.

Según el Informe Mundial sobre la Discapacidad de la OMS [2]: El número de personas con discapacidad está creciendo. Esto es debido al envejecimiento de la población; dado que las personas ancianas tienen un mayor riesgo de discapacidad y también al incremento global de los problemas crónicos de salud asociados a la misma. Se estima que más de mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad; o sea, alrededor del 15 % de la población mundial.

“Se considera discapacidad motora a un término global que hace referencia a las deficiencias en las funciones y estructuras corporales de los sistemas osteoarticular y neuromusculotendinoso (asociadas o no a otras funciones y/o estructuras corporales deficientes), y las limitaciones que presente el individuo al realizar una tarea o acción en un contexto/entorno normalizado, tomado como parámetro su capacidad/habilidad real, sin que sea aumentada por la tecnología o dispositivos de ayuda o terceras personas”. [3]

La discapacidad motora es una de las discapacidades que más prevalecen en la población mundial, pues los factores de riesgo pueden incluir el crecimiento de la población, pues son las personas mayores las que representan una cantidad simbólica dentro de los afectados por alguna discapacidad.

Estadísticas sobre la discapacidad motora en Puebla

A continuación, se destacan algunos datos estadísticos acerca de la discapacidad motora en Puebla, según el “Programa Institucional de Puebla” (2017-2018) por el Sistema para el Desarrollo Integral de la familia en el Estado de Puebla [4].



Figura 1 “Porcentaje por población con discapacidad” (2018) FUENTE: Programa Institucional, Puebla.

Porcentaje de población por discapacidad

Podemos observar en la Figura anterior que la discapacidad motriz (problemas al caminar, moverse, subir o bajar) encabezan la mayoría del porcentaje de población, con un 64.1 %, seguido de la discapacidad visual, con el 58.4 %.

Población con discapacidad por rango de edad

Rango de Edad	Personas (valor abs.)	%
0-14 años	24,108	10.8
15-59 años	94,724	42.3
60 y más	105,175	47.0
Total	224,007	100

Figura 2 “Población con discapacidad, por rango de edad” (2018) FUENTE: Programa Institucional, Puebla.

Son las personas mayores las que tienen mayores discapacidades en el estado de Puebla, por lo tanto, atender este sector es de suma importancia. El 47 % de la población (105 mil 175 personas) tiene 60 años o más; menores de 14 años representan el 10.8 % en el estado de Puebla.

Las discapacidades se representan en mayor porcentaje con las personas en estado de pobreza, con estos datos el objetivo de esta investigación es buscar brindar a las personas que lo necesiten, un bastón de calidad con precios accesibles a la comunidad, que ofrezca soporte y duración, implementando una materia prima que tiene propiedades que pueden beneficiar al funcionamiento de una ayuda técnica.

Bambú y su impacto

La plantación del bambú es simple y su crecimiento es rápido (1,2 m/día). Básicamente el periodo entre la plantación y el aprovechamiento inicial es generalmente de cuatro años. El costo de producción aproximado es de \$24, 154.000/ha (semilla, mano de obra y abono) lo que demuestra su alta rentabilidad aun en parcelas pequeñas [5].

Bambú en México y Puebla

La CONAFOR señala que actualmente en México el estado de Puebla ocupa el primer lugar nacional en producción, con 2.554 hectáreas cultivadas; le sigue Veracruz, con 1.304 hectáreas y Tabasco, con 93. En México hay ocho géneros y 35 especies de bambúes, principalmente en la zona del sureste, en los estados de Veracruz, Puebla, Chiapas y Tabasco. [6]

El “nuevo acero” como ha sido nombrado por sus excelentes propiedades (En pruebas de resistencia físico-mecánicas, supera en pruebas de compresión al acero, pues el bambú es mucho más liviano) representa una gran oportunidad de estudio para su implementación como materia prima de este proyecto, pues su resistencia lo hacen un material ideal para constituir un bastón ergonómico, que beneficie a quien lo use, sin problema a sufrir caídas o interferir con la motricidad del usuario.

Materiales y métodos

Diseño metodológico

Investigación preliminar

El aumento constante de la población ha influido drásticamente en la forma de vida de cada persona, desarrollando nuevas costumbres, tradiciones, culturas, ideologías e inclusive hasta nuevas necesidades que llegan a ser imprescindibles para un cierto número o grupo de personas en relación con los medios necesarios o útiles para su existencia y desarrollo. Las necesidades son propias de toda sociedad que se manifiestan a través de un sentimiento sobre la falta o ausencia de algo ya sea material, orgánico o material. Este proyecto toma como base, dos normativas mexicanas, las cuales buscamos cubrir para la entrega de un bastón que cumpla con normativas y requerimientos necesarios para ofrecer al cliente un mejor producto que dé seguridad al momento de usarlo, así como un buen soporte y no se ponga la vida en riesgo por una mala ergonomía del bastón. Para esta investigación se han tomado como base dos normativas mexicanas, NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-173-SSA1-1998, PARA LA ATENCIÓN INTEGRAL A PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SSA2-1993 que establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito y permanencia de los discapacitados a los establecimientos de atención médica del sistema nacional de salud.

Definición de los requerimientos del sistema

Las especificaciones son cantidades de entrada y salida, las características y dimensiones de la materia prima que debe entrar para ser procesada, por ejemplo el color del bambú, el tamaño, su limpieza (que esté libre de pequeñas ramificaciones) y su propia resistencia, la cual debe soportar 850 Pa, y todas las limitaciones sobre estas cantidades, así como el propio uso de la materia que va quedando como desecho, igualmente se tienen especificaciones de medida del producto, dimensiones específicas que controlan las variaciones del producto de acuerdo a estimaciones se tiene expectativa de lo que el cliente quiere, enfocándonos en la altura del bastón, sacando un promedio de estatura en la región que nos encontramos. Cabe mencionar que se han elaborado diferentes formatos en los cuales se desglosan las características a cumplir con los requerimientos esenciales en cada una de las etapas del proceso de fabricación, con la finalidad de llevar un orden consecutivo sin alterar el sistema y la finalidad de cumplir con cada uno de los objetivos.

Diseño técnico

Ergonomía de un bastón

Para llevar a cabo la consolidación de nuestro proyecto se tuvieron varias etapas de prueba, que, buscan cubrir términos de ergonomía para el buen uso del bastón.

El bastón es una herramienta auxiliar para la marcha, su función consta de modificar el equilibrio, hay descarga en articulaciones y da propulsión para una marcha segura. Previene caídas, da estabilidad, disminuye el desgaste y dolor de articulaciones que soportan el peso, como manos y piernas reduciendo los efectos del déficit de actividades a las que la persona solía tener en su vida diaria.

Los bastones en general oscilan en una altura de 68 cm a 97 cm. Cuando el usuario toma el bastón por la empuñadura, su cuerpo se flexiona ligeramente y su codo también se flexiona a un ángulo de 5-10°, separando la contera del bastón 10-20 cm del cuerpo cuyos diámetros oscilan entre los 19 mm a 28 mm aproximadamente.

Para usar correctamente el bastón, se recomienda que la persona lo coloque del lado contrario a la pierna más débil o lesionada y de esta manera, al ir en marcha, cargue el peso en la pierna más fuerte [7].

Prototipo de bastón 1

En esta prueba, se diseñó un bastón de manera básica empleando los conocimientos de manera empírica, sin conocer las propiedades del bambú y demás material.

- Bambú 50.5 cm.
- Clavo de longitud de 2.0 cm.
- Silicón frío.
- Pintura negra para zapatos.
- Pintura verde del tipo escolar.

Este primer prototipo cumplió con las generalidades de un bastón que se pueden apreciar a simple vista, sin embargo, al realizar ciertas pruebas de resistencia y especificaciones en normas, no cumplía con las características adecuadas, por tal motivo se desarrolló un segundo prototipo que tuviera como objetivo una mayor resistencia tanto como en la parte vertical o cuerpo del bastón y en la empuñadura.

Prototipo de bastón 2

Armado con enfoques de operación, el bastón prototipo 2, se buscó corregir los errores del bastón 1, este prototipo cubrió un poco más la seguridad en el trabajo y un plan de acción más planificado donde se destacó el estudio del trabajo. Se le da mayor resistencia a la empuñadura, además de colocar un material con un coeficiente de fricción alto en la contera, igualmente utilizando maquinaria para realizar las tareas de forma más rápida y en un tiempo corto a comparación del primer prototipo del cual se desconocía aun el camino del proyecto y las propiedades que la materia prima puede ofrecer. Materiales y equipo ocupados:

- Bambú, (de 2 metros, aproximadamente) 2 piezas para bastón.
- Llanta de automóvil en desuso
- Lija para madera
- Tornillos de 1 pulg
- Tuercas apropiadas para los tornillos
- Pelota en desuso (juguete)
- Flexómetro de 5, 5 metros (CADENA, MGA5525)
- Taladro (Truper profesional ROTO-1/2A7)
- Lijas de esmeril D081 80 ALO
- Desarmador (PRETUL 6")

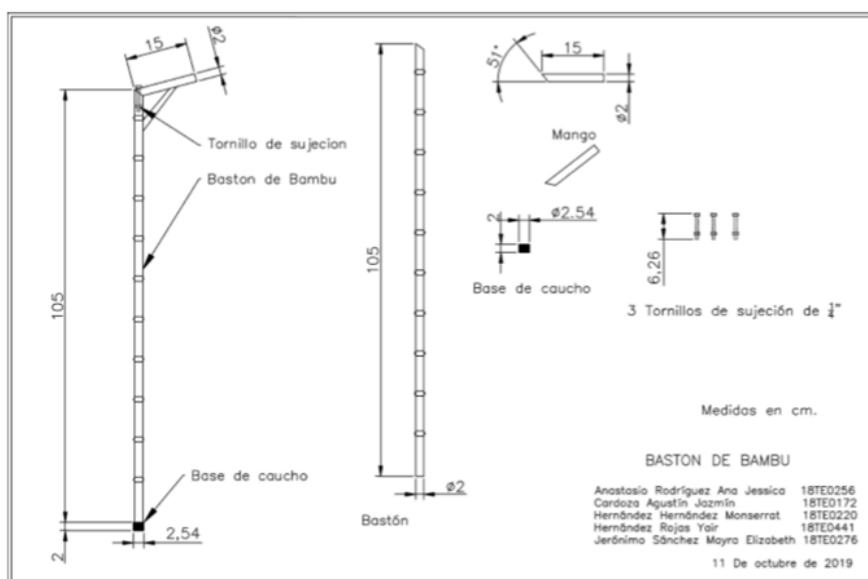


Figura 3 “Prototipo de bastón 2” (2019).
FUENTE: Creación propia.

En un inicio este segundo bastón reflejaba resultados comprometedores que cumpliría con los objetivos deseados, sin embargo, al finalizar el prototipo y ponerlo a prueba, encontramos falta de tensión en la empuñadura, ya que, al aplicar fuerza en la misma, el propio bastón presentaba fracturas en todo lo que es la parte del cuerpo, así mismo la empuñadura no mostraba rigidez y buen soporte lo que simbolizaban un peligro para el usuario, situación que da origen al prototipo número 3. Donde se idea un sistema de ensamble para la empuñadura y el soporte principal más especializado y de acuerdo con las condiciones óptimas de uso.

Prototipo de bastón 3

Ocupando el mismo material que el prototipo 2. Disminuyendo también el tamaño del bastón a una altura promedio de beneficio a los clientes.

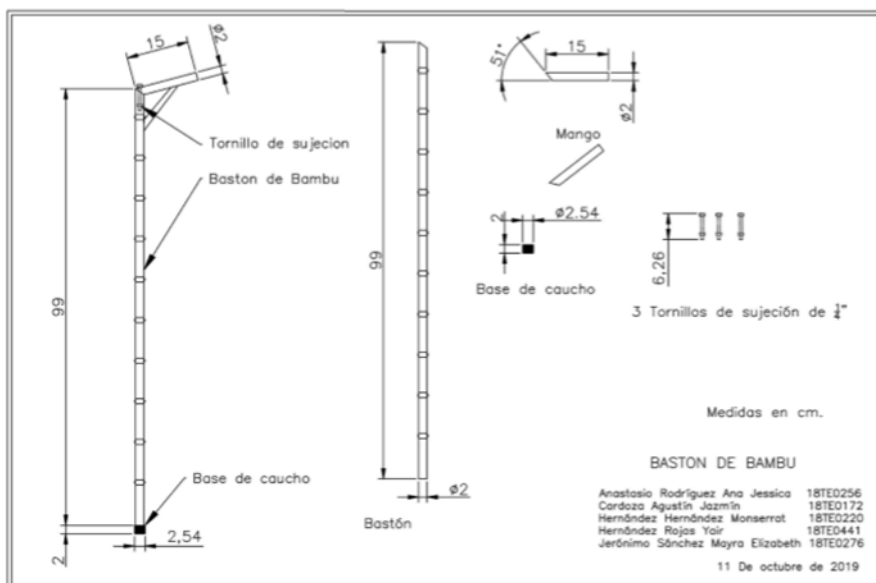


Figura 4 Prototipo de bastón 3” (2019)
FUENTE: Creación Propia

Los materiales que se usan en los bastones como en la empuñadura, suelen ser plastificados, cauchos o espumas y tiene formas curvadas, en T o con relieves. En la caña se utiliza la madera, aluminio o acero y las conteras son de caucho o goma. Estos materiales, son utilizados y contemplados para darle resistencia propiamente al bastón y en cuanto a las formas y materiales de las empuñaduras, se busca darle mayor ergonomía y durabilidad [8].

Para la consolidación y aprovechamiento del proyecto, se decidió modificar el material utilizado para la parte inferior del bastón y de la agarradera, pues en búsqueda de una mayor resistencia y agarre para quien lo usa, se optó por la utilización de un polímero, (neopreno) ya que, por sus características de resistencia a la fricción y humedad lo vuelven un material fundamental para el bastón, también es un material cómodo que no interfiere con la motricidad del cuerpo (al momento de usarlo en la agarradera).

Programación y prueba

Durante el proceso de elaboración se utilizaron diferentes medios como son diagramas de operaciones y de recorrido, que sintetizan nuestras actividades para un mayor aprovechamiento de tiempo, material y a su vez garantizar la seguridad industrial al momento de manufacturar. Así mismo establecer tiempos predeterminados. Todo lo anterior con la finalidad de esclarecer de manera detallada los medios que optimizaron y aceleraron de manera eficiente y eficaz el proceso de producción, a su vez se genera documentación como prueba de lo realizado y de su funcionamiento.

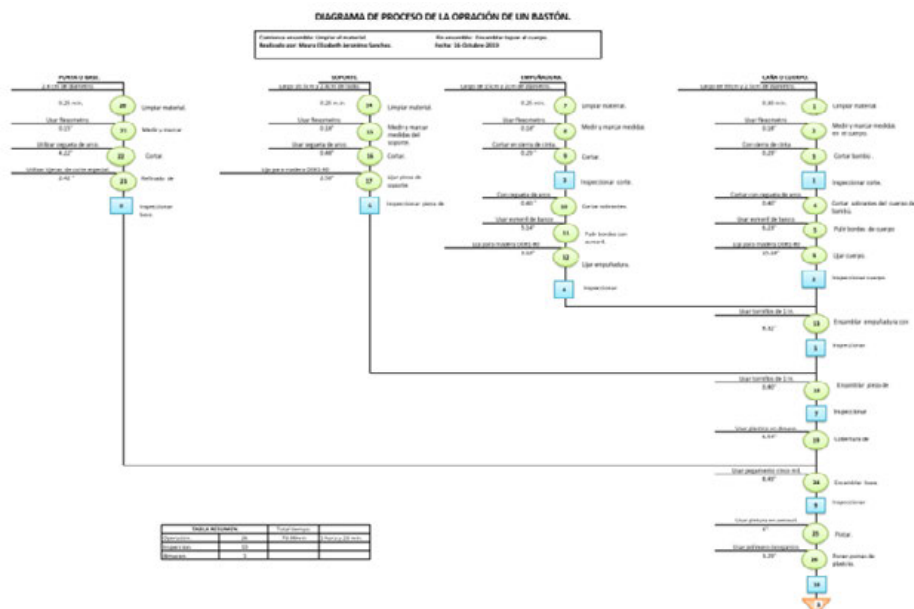


Figura 5 "Diagrama de operaciones, fabricación del bastón." (2019) FUENTE: Creación propia.

El uso de diferentes herramientas son parte fundamental para la consolidación del prototipo y que este tenga la debida funcionalidad adecuada para el cliente, rescatando las propiedades de dureza y resistencia a la fricción, siendo apto para todo tipo de suelos. Es importante mencionar que la precisión, limpieza y las habilidades al trabajar con las herramientas y materiales es de suma importancia, ya que de ello depende la calidad del producto en el acabado final y en el impacto que este pueda provocar en los demandantes.

Operación y mantenimiento (evaluación final)

En esta fase se puede llegar a la conclusión de que el bastón es funcional, ya que soporta un peso de aproximadamente 500 libras, lo que lo vuelve resistente para ser de apoyo al cliente, de la misma forma, el material toma características que benefician al producto, pues los ensambles presentaron adaptaciones que benefician al bastón y le otorgan mayor dureza. Se realizó una simulación en SolidWorks 2018, considerando las medidas y material del bastón, su resistencia es mejor que el aluminio. Para hacer esta simulación se hizo uso el módulo de elementos finitos en SolidWorks, en donde se simulan esfuerzos mecánicos, en este caso el más común para bastones es el de carga externa aplicada. Se aplicó una fuerza de 500 libras (226.792 kg) y apenas se deforma 0.023 mm. El factor de seguridad arrojado en la simulación es de 1.1, un factor de seguridad superior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación es seguro.

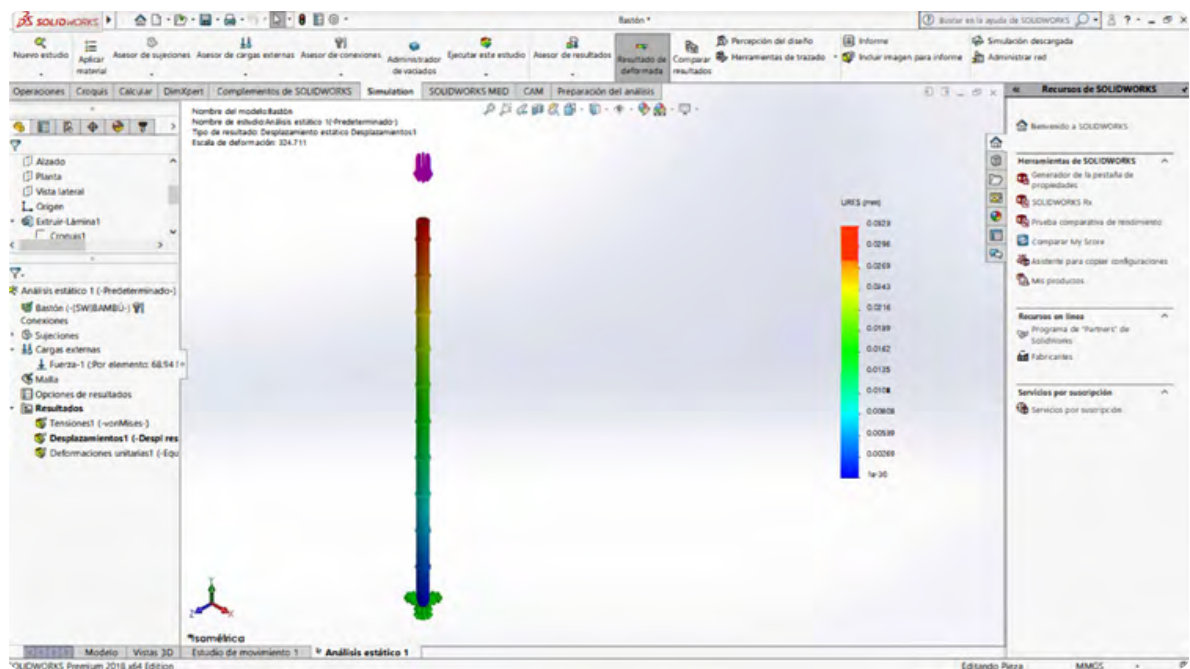


Figura 6 “Simulación de aplicación de fuerza” (2021) FUENTE: Creación propia.

Resultados/Discusión de resultados

Para pruebas de resistencia y aceptación del producto, se realizaron varias entrevistas telefónicas con el sector de interés, el sector de la tercera edad. Se tuvo una entrevista vía telefónica con el señor Leonardo Anastacio de 74 años de edad, quien se ha visto atraído por el proyecto, pues ha usado bastón desde los 50 años de edad debido a una complicación en el tobillo izquierdo, que lo ha llevado a diversas intervenciones quirúrgicas y aprender a vivir con una discapacidad motriz; el cual nos menciona algunas de las cualidades que para en su opinión debe cumplir el bastón, enfatizando la importancia de un material en la parte inferior de la sección vertical del bastón para evitar alguna caída que afecte su estado, de la misma forma, comenta algunas cualidades que la empuñadura del bastón puede tener, mencionando que esta debe ser cubierta con un material que no lastime la parte inferior de la muñeca y sea accesible para transportarse, así como la dureza suficiente para soportar el peso del cuerpo que recae en el bastón.

También, tuvimos la participación del señor José Eustorgio Hernández López, con 97 años, al mostrarle parte de nuestro trabajo y propuesta, argumenta que es una buena propuesta y que por su parte estaría dispuesto a usarlo, pues es un apoyo técnico que él necesita y el precio sugerido para él es bastante adecuado y bueno pues se obtiene calidad y un buen producto a precios accesibles y como él menciona “económico” comenta que él ha usado los famosos “garrotes” y un bastón de bambú representa una mayor comodidad y más “a gusto” pues es un bastón natural sin perder la parte tecnológica y de innovación, de la misma forma el menciona que se sentiría más cómodo usándolo pues representa seguridad al usarlo, ya que al ser un hombre de campo, necesita un bastón que se ajuste a sus necesidades.

Se realizó una encuesta de manera digital dirigida a personas de la tercera edad con complicaciones motrices que por ende opten por el uso del bastón, dentro de los resultados obtuvimos datos que apoyan la investigación y la realización del bastón a base de bambú, cabe hacer mención que estos datos son del tipo regional, donde destacamos la importancia del mercado a participar, y los tipos de problemas que el bastón debe cubrir, pues las necesidades son diferentes según el usuario. Se destaca:

- De acuerdo con la encuesta realizada se reporta que la mayor parte de la población (57.1 %) no sufre de alguna discapacidad motora y el resto de los encuestados (42.9 %) sufren de alguna discapacidad motora.

- Las habilidades como la manipulación y movilidad en manos y brazos son un hilo importante para el desarrollo de actividades y el entendimiento del funcionamiento del entorno. Con base a la distribución porcentual de los resultados, el 71.4 % presenta una dificultad moderada al manipular y mover objetos; de modo que el 28.6 % restante pertenece a las personas que tienen una dificultad severa. Es importante mencionar que ninguno de los encuestados tiene la problemática de no poder realizar actividades con sus manos y brazos.
- Estimaciones de los resultados indican que el porcentaje de las personas con clase media es de 57.1 % que vienen representando la mayor parte de la población; por otra parte, el 42.9 % muestra un nivel de clase media baja.
- El bambú es un nuevo material que se ha implementado en la fabricación de diversos utensilios y se ha considerado como el nuevo acero del futuro; por lo cual también se ha implementado en la elaboración de bastones. La respuesta por parte de los encuestados se muestra favorable para este nuevo material, ya que el 85.7 % estaría dispuesto a adquirir un bastón a base de bambú lo que viene reflejando la mayor parte de la población; sin embargo, a un prevalece la desconfianza ante esta alternativa de modo que el 14.3 % tal vez optarían por usar un bastón de bambú.
- La respectiva encuesta reporta que la mayoría de las personas (57.1 %) están dispuestos a pagar 200 pesos mexicanos por un bastón hecho a base de bambú, siguiendo un orden porcentual, continúan aquellas personas que pagarían 250 pesos mexicanos (28.6 %) y por último se encuentran aquellos que solo están dispuestos a pagar 150 pesos mexicanos (14.3 %).

Entre los problemas metodológicos que se encontraron, fue establecer una medida estándar para los bastones, pues se llegaron a realizar diseños con medidas bastante grandes que repasaban el tamaño de un metro que solo perjudicaban al usuario ya que el brazo se queda en una posición incómoda que puede ser perjudicial para el usuario y, sobre todo, difícil de manejar al momento de usarlo para caminar, pues el bastón pierde el objetivo de sostener el peso del usuario. También, se tiene la discusión de encontrar nuevas soluciones para aumentar la dureza del bastón, ya que es un material que puede definirse como “impredecible” pues algunas muestras de la materia prima se ven afectadas por la edad que la planta pueda tener, también su peso puede variar y por ende su resistencia, lo cual nos ha llevado a investigaciones para favorecer la fuerza que la parte vertical o cuerpo del bastón llegue a tener favoreciendo al equipo de investigación y al usuario como portador final, es importante destacar el consejo de un docente dentro de la presentación del proyecto que opina rellenar la materia prima para aumentar peso.

Las implicaciones de este proyecto conllevaron a ser multidisciplinarios, pues la aplicación de diversas áreas de estudio repercutió en soluciones para problemas presentados dentro del proyecto, desde la seguridad industrial, el estudio de tiempos predeterminados, metrología y normalización mexicana, dibujo asistido por computadora por mencionar algunas, sin embargo las investigaciones continúan siendo abiertas pues, un bastón requiere más allá de un diseño, el estudio de la ergonomía del mismo, el aumento de peso sin perjudicar al usuario al momento de ser usado y la búsqueda de mejores prototipos continúa siendo una investigación abierta, así como ofrecer máxima seguridad al usuario, pues la antropometría de un bastón también sigue siendo parte de una continua investigación.

Igualmente, la investigación dentro de sectores sociales se juega un papel importante dentro del proyecto, pues se busca ofrecer un producto que esté al alcance de los que lo necesitan con el estandarte de la calidad, también el área de la salud es parte fundamental del trabajo, pues los usuarios para el bastón pueden diferir en el tipo de daño que tengan o el tipo de discapacidad motriz que sufran, así como las actividades que realizan cotidianamente, como se veía en las encuestas, muchas personas mayores requieren de un bastón para poder trabajar en áreas del campo, y otras personas lo requieren como apoyo temporal, es de importancia destacar que cada cuerpo reacciona diferente y el uso del bastón no es excepción pues algunas personas cargan más peso en el bastón que otras, sin mencionar que la edad es un factor de sumo interés pues una persona de 20 años con alguna discapacidad motriz reacciona diferente a una persona de 70 años que tenga otros problemas derivados de la discapacidad motriz.

El apoyo y enfoque en datos estadísticos dados por organizaciones gubernamentales nacionales, así como datos de organizaciones mundiales se vuelven relevantes para el soporte de esta investigación, que apoyan a las investigaciones locales que sustentan aun más esta investigación, pues se vuelven una línea importante para conocer el campo de trabajo en el cual se enfoca la investigación y así ofrecer un mejor producto que garantice la seguridad a quien lo usa.

Conclusiones

El desarrollo del proyecto ha guiado a múltiples investigaciones que combinados con la práctica, han llevado a ofrecer un mejor producto que continúa en múltiples innovaciones que puedan garantizar el cuidado y soporte de la persona que lo necesite, se han tenido complicaciones que han buscado cubrirse, principalmente el ajuste a normativas mexicanas, lo cual conlleva a un trabajo de mayor esfuerzo e investigación por parte de todos los colaboradores, pues no basta con cubrir ciertas necesidades específicas, se trata de ofrecer a la población que lo necesita y de forma general, un bastón que cubra más allá de lo esencial, por ejemplo la colorimetría para bastones para personas con discapacidad visual, así como la adaptación de nuevos materiales que beneficien el uso del bastón al momento de caminar, de la misma forma, las continuas investigaciones han llevado a conocer y adentrarnos a un sector que se ve abandonado por parte de instituciones de salud gubernamentales, ya que en muchas ocasiones las discapacidades motrices pasan por alto dentro y por ende las personas que la padecen no tienen un buen acceso a la salud pública para cubrir lo que necesitan según su discapacidad. Las investigaciones han conllevado a estudiar nuevas ramas para la mejora del producto, tomando en cuenta que no son las mismas necesidades o usos que un bastón llega a tomar cuando está en manos de un usuario.

Reconocer y dar solución a errores fue clave para mejorar nuestros conocimientos dentro del área, resaltando la importancia del bambú, pues es un material que se debe conocer ya que cuenta con propiedades que pueden jugar a nuestro favor, por ejemplo la resistencia y dureza que este material puede llegar a ofrecer, sin embargo aun hay pruebas que realizar a esta materia prima, pues el bambú puede presentar variaciones en tamaño, grosor y color, igualmente se busca ofrecer comodidad al momento de usar la empuñadura, esta es una pieza clave en la cual se debe trabajar para no ser una molestia para el usuario.

El llevar los diseños a la realidad, conlleva a grandes retos, pues se tuvo errores mínimos como perforaciones mayores o falta de resistencia en la empuñadura, errores que hoy se han dado solución y que representan aun un sector de investigación, por ejemplo, la parte de ensamblaje de piezas, pues una falla en los ensambles puede representar el fallo total del producto. Actualmente los procedimientos de fabricación se tienen establecidos tiempos y diagramas han sido establecidos para optimizar tiempos de trabajo garantizando la calidad del producto, es el caso de nuevas innovaciones donde estos tiempos y diagramas

pueden verse afectados, sin embargo, buscamos ser eficaces y eficientes al momento de trabajar, pues lograr nuestros objetivos debe de ir de la mano con la calidad que se ofrece al usuario.

La consulta de información y continuas investigaciones se ha vuelto parte fundamental del crecimiento de este proyecto, pues conocer a fondo el papel de un bastón dentro de la vida de una persona con discapacidad motriz ha sido de mucha ayuda, pues estas investigaciones se vuelven pilares que sostienen al proyecto, por ejemplo investigaciones dentro de la ergonomía de un bastón, ha sido fundamental para el proyecto, ya que es un producto que conlleva a el análisis del cuerpo, medidas, y reacción del sistema motriz, como se ha dicho en líneas anteriores, cada cuerpo reacciona y actúa diferente.

La continua innovación ha sido la bandera de este proyecto, las investigaciones de manera regional hasta la forma internacional han sido pilares importantes para este trabajo, el uso de las tecnologías para la salud se convierte en un beneficio para muchos, por ende este proyecto se encuentra en continua búsqueda de mejoras que beneficien al usuario y faciliten sus actividades cotidianas, pues caminar puede representar un reto, y para este proyecto los retos continúan creciendo y es fundamental hacerles frente para ofrecer día con día un mejor bastón, que sea eficiente y ofrezca seguridad y soporte para quien lo usa.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Dentro del campo de investigación seleccionado, se busca cubrir dos temas de suma importancia, la creación de equipos ortopédicos para el soporte del cuerpo en especial dirigido a las discapacidades motoras y visuales; de una misma forma, se busca un campo de mayores retos en cuanto a la creación de bastones que aseguren el cuidado de la persona que los usa. La segunda línea de acción se encuentra dentro del ámbito ambiental, pues se busca cambiar el tipo de material con el que está hecho el bastón convencional, optando por el bambú, el cual es un material que cuenta con demasiadas propiedades que pueden ser explotadas a nuestro favor. Por otra parte, el crecimiento del bambú es mucho menor a comparación de un árbol común, de tal manera que es un factor importante para lograr un equilibrio entre el consumo del bambú y su preservación, sin tener que sobreexplotar este recurso que ha revolucionado a las industrias y la misma cultura del hombre.

Sobre las discapacidades a futuro: cifras en aumento

Según el Banco Mundial “Unos 1000 millones de habitantes, o sea el 15 % de la población del mundo, experimentan algún tipo de discapacidad, y la prevalencia de la discapacidad es mayor en los países en desarrollo. Entre 110 millones y 190 millones de personas, o sea la quinta parte del total de habitantes en el mundo, experimentan discapacidad considerable. [...] Los obstáculos a la inclusión social y económica plena de las personas con discapacidad son la inaccesibilidad de los entornos físicos y el transporte, la falta de disponibilidad de dispositivos y tecnologías de apoyo, la falta de adaptación de los medios de comunicación, las deficiencias en la prestación de servicios, y los prejuicios discriminatorios y el estigma en la sociedad.” [9]

El número de personas con discapacidad está creciendo. Esto es debido al envejecimiento de la población, las personas ancianas tienen un mayor riesgo de discapacidad y al incremento global de los problemas crónicos de salud asociados a discapacidad, como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y los trastornos mentales. Se estima que las enfermedades crónicas representan el 66,5 % de todos los años vividos con discapacidad en los países de ingresos bajos y medianos.

Con números al alza, organizaciones internacionales buscan proponer alternativas para el combate de estas discapacidades, buscando mejores alternativas que beneficien a los distintos países, con el apoyo de nuevas tecnologías enfocadas al área de la salud y la educación. La mejora continua en los aparatos ortopédicos es parte vital para el proyecto, pues la inclusión de nuevas tecnologías hará que se tengan mejores productos para las personas con discapacidad a precios accesibles que garanticen bienestar y calidad.

Diseños a futuro del bastón

Los diseños han empezado a cubrirse, sin embargo, el diámetro del bastón es uno de los campos de acción a investigar. Una de las principales mejoras, se concentra en un bastón retráctil, que pueda ser más cómodo de usar para el usuario y más fácil de transportar.

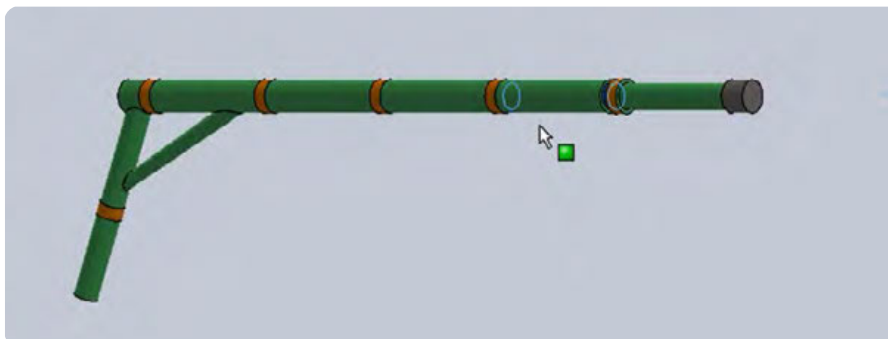


Figura 7 “Diseño, bastón retráctil.”
(2020) FUENTE: Creación propia.

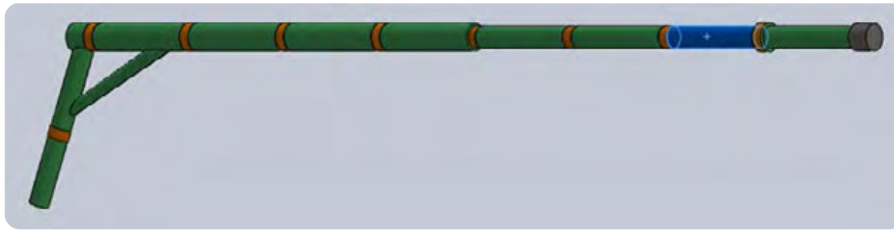


Figura 8 “Diseño bastón retráctil” (2020).

Fuente: Creación Propia.

Se busca poder llegar a más usuarios estableciendo también el diseño de una andadera, que apoye a quien lo necesita como soporte para el cuerpo humano, de la misma forma, se tienen diseños, pero el desarrollo de esta y que cumpla con características de dureza aun representa un campo de investigación, pues el bambú puede ser un material que puede deformarse en ciertas circunstancias.

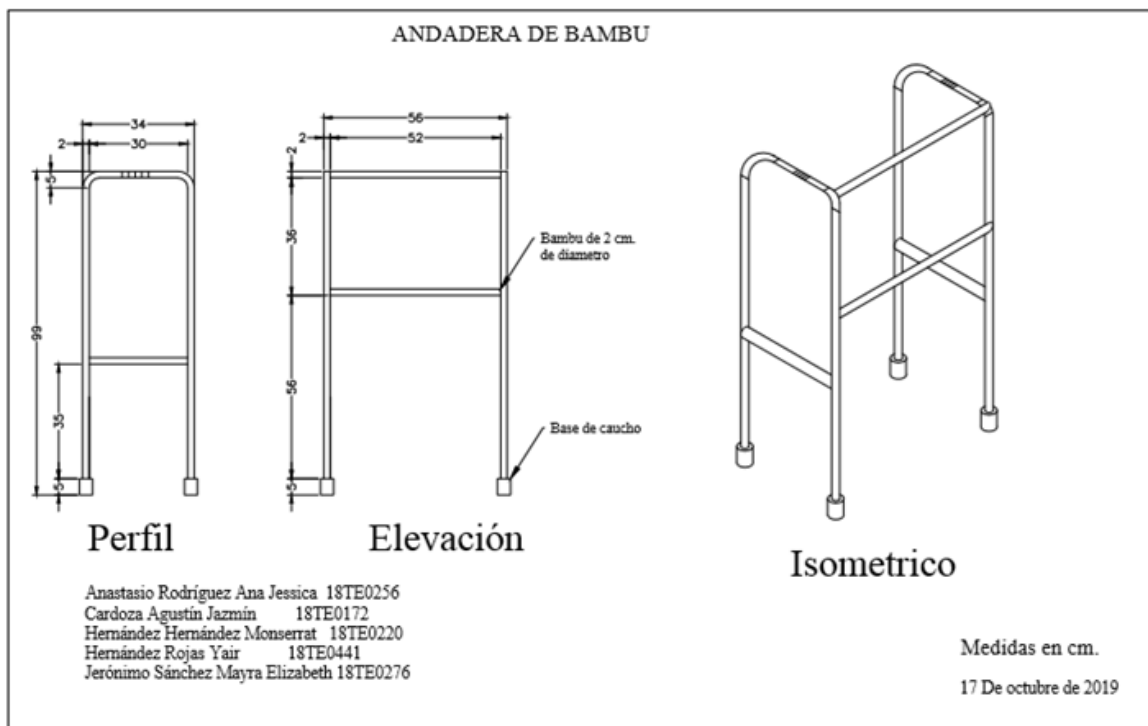


Figura 9 “Diseño de andadera a base de bambú.” (2020) FUENTE: Creación propia.

El bambú es un material al cual debemos investigar y conocer mucho, pues sus propiedades pueden ser ocupadas a nuestro favor, pero si no las conocemos en su totalidad, pueden representar un riesgo al momento de trabajar con este material.

Agradecimientos

Gracias a nuestras familias, por apoyarnos a cada momento, tanto dentro de los ámbitos estudiantiles como personales, en cada decisión y cada nuevo proyecto y reto. A nuestros profesores, por alentarnos a ser mejores cada día más, tanto en el ámbito profesional como en el personal, por confiar en nosotros y apoyarnos en nuevos retos.

Referencias bibliográficas

- [1] «Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la discapacidad y de la Salud,» Organización Mundial de la Salud, 2001. [En línea]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43360/9241545445_spa.pdf?sequence=1. [Último acceso: 29 marzo 2021].
- [2] «Resumen: Informe mundial sobre la discapacidad,» Organización Mundial de la Salud, 2011. [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf. [Último acceso: 29 marzo 2021].
- [3] M. C. Sarto y N. Vedia , «Monografía: Discapacidad Motora,» Curso anual de auditoría médica del HA., 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.auditoriamedicahoy.com.ar/biblioteca/Discapacidad%20Motora%202013.pdf>. [Último acceso: 2021 Marzo 29].
- [4] «Programa Institucional 2017-2018,» Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia en el Estado de Puebla., 2018. [En línea]. Disponible en: https://planeader.Puebla.gob.mx/pdf/SectorialesViejos/institucionales_2017-2018/PI_DIF.pdf. [Último acceso: 02 Abril 2021].
- [5] E. Zarco, «El bambú y la innovación ambiental,» elcato.org, 13 Julio 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.elcato.org/el-bambu-y-la-innovacion-ambiental>. [Último acceso: 02 abril 2021].
- [6] «¿Cuántas especies de bambú existen en México?,» Be bamboo, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bebamboo.com.mx/cuantas-especies-de-bambues-existen-en-mexico/>. [Último acceso: 02 abril 2021].
- [7] L. Cruz Franco y A. Martel Estrada, «Análisis de bastones para la tercera edad,» Instituto Tecnológico de Villahermosa, 11 marzo 2016. [En línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/jessy/Downloads/>. [Último acceso: 02 abril 2021].
- [8] L. A. Cruz Franco y S. A. Martel Estrada, «Análisis de bastones para la tercera edad,» 11 Marzo 2016. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/298807319_Analisis_de_diseno_de_bastones_para_la_tercera_edad.
- [9] «Discapacidad,» Banco Mundial, 03 abril 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/disability>. [Último acceso: 02 abril 2021].

Caracterización de médula espinal cervical a través de segmentación mediante redes neurales convolucionales en pacientes con esclerosis múltiple

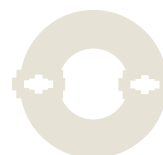
^aGarcía Villaseñor-Elizabeth, ^bBojalil Álvarez-Lorena,
^cMurrieta Álvarez-Iván*

^aFacultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Calle 13 Sur
2702, Col. Los Volcanes,
C.P. 72420, Puebla, Puebla.

^bFacultad de Medicina, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Avenida
11 Poniente 2316, Barrio de Santiago, C.P. 72410, Puebla, Puebla.

^cCentro de Hematología y Medicina Interna, Clínica Ruiz, Calle 8B Sur 3710, Colonia
Anzures, C.P. 72530 Puebla, Puebla.

imurrieta@hsctmexico.com*



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La esclerosis múltiple típicamente ha sido diagnosticada y valorada mediante el volumen y número de lesiones características en Resonancia Magnética RM. Generalmente el enfoque se brinda a lesiones cerebrales, sin embargo, las anomalías en médula espinal podrían jugar un papel importante en el pronóstico de la enfermedad. El procesamiento de neuroimagen nos permite valorar de manera cuantitativa estos cambios. Aquí se presenta un estudio retrospectivo donde se recolectaron imágenes de RM cerebrales y cervicales de 158 pacientes con Esclerosis Múltiple EM. Estas imágenes fueron procesadas mediante algoritmos en donde la imagen se segmentó, se etiquetaron los niveles vertebrales, se alineó y deformó para finalmente calcular el promedio de ATMS de cada nivel vertebral.

En el análisis de correlación entre el promedio del ATMS y las variables clínicas y parámetros respiratorios de las muestras de médula cervical solo se encontró una tendencia y correlación con el EDSS y Capacidad Vital Forzada FVC %. Por otro lado, en el análisis del estudio cerebral se observó correlación de promedio de ATMS con EDSS y edad, sin embargo, estas fueron mucho más dispersas. El cálculo del promedio de ATMS podría mostrarse como punto de partida para nuevas investigaciones relacionadas con el diagnóstico y pronóstico de los pacientes con EM.

Palabras clave

Esclerosis múltiple, promedio de ATMS, EDSS, FVC, Neuroimagen

Abstract

Multiple sclerosis has typically been diagnosed and assessed by the volume and number of characteristic lesions on MRI. The focus is generally on brain lesions; however, spinal cord abnormalities could play an important role in the prognosis of the disease. Neuroimaging processing allows us to quantitatively assess these changes. Here, we present a retrospective study in which brain and cervical MRI images were collected from 158 MS patients. These images were processed through different algorithms to segment the spinal cord, label every vertebra, align and deform the structural data into a standardized template (PAM50), to finally calculate the MUCCA of each vertebral level. In the correlation analysis between the MUCCA and the clinical variables and expiratory parameters of the cervical spinal cord samples, a trend and correlation between the EDSS and FVC % were found. On the other hand, in the analysis of the brain study, a correlation between MUCCA with EDSS and age was observed; however, these were much more dispersed. The calculation of the MUCCA could be shown as a starting point for further research related to the diagnosis and prognosis of patients with MS.

Keywords

Multiple sclerosis, MUCCA, EDSS, FVC, Neuroimagen

Glosario de abreviaturas y símbolos

RM, Resonancia magnética	NifTI, formato de archivo volumétrico de imagen (The Neuroimaging Informatics Technology Initiative)
MUCCA, mean upper cervical cord area	IMC, índice de masa corporal
EDSS, Expanded Disability Status Scale	FVC, capacidad vital forzada
EM, esclerosis múltiple	FEV1, volumen espiratorio forzado en el primer segundo
MS, multiple sclerosis	FEV1/FVC, relación entre FVC y FEV1
ATMS, área transversal de médula cervical superior	FEF25-75, flujo espiratorio medio
EMRR, esclerosis múltiple remitente recurrente	PEF, flujo espiratorio máximo
EMPP, esclerosis múltiple primariamente progresiva	TME, terapia modificadora de la enfermedad
EMPS, esclerosis múltiple secundariamente progresiva	t de student, prueba estadística para evaluar diferencia de medias
T1, secuencia anatómica o estructural de RM	χ^2 , prueba estadística para evaluar diferencia de frecuencias T
T2, secuencia estructural secundaria de RM	DE, desviación estándar
TR, tiempo de repetición	RI, rango intercuartílico
TE, tiempo de eco	RNC, red neural convolucional
TI, tiempo de inversión	PAM50, Plantilla estandarizada de registro de tallo cerebral y médula espinal
T2 FLAIR, secuencia de RM con recuperación de la inversión atenuada de fluido	ICBM152, modelo anatómico estandarizado cerebral estandarizado cerebral
CdV, campo de visión	
GE, General Electric	

Introducción

El uso de resonancia magnética (RM) en esclerosis múltiple (EM) se ha convertido en la piedra angular para estimar el diagnóstico de la enfermedad en tiempo y espacio, así como de su aproximado pronóstico debido a la extrema sensibilidad que muestra hacia los daños relacionados con la EM cuya aplicación nos ha permitido una mayor comprensión de los mecanismos responsables de la heterogeneidad clínica de la misma [1]. La EM es una enfermedad crónica autoinmunitaria del sistema nervioso central que se caracteriza por la producción de grados variables de daño, desmielinización y pérdida axonal en cerebro y médula espinal traduciéndose en un importante deterioro motor, sensorial, cognitivo y visual [2]. Clásicamente se le brindaba más interés a las lesiones en cerebrales debido a que se desarrollan durante las primeras fases de la EM en donde la medición del volumen total cerebral por RM representa un fuerte indicador del seguimiento de la enfermedad [3], sin embargo, en la actualidad el estudio de las lesiones en médula espinal ha generado un gran impacto debido a que la cuantificación de la atrofia en la misma se refleja como un marcador valioso para el diagnóstico y pronóstico de la esclerosis múltiple además de que el daño en dicha estructura demuestra proporcionalmente el grado de discapacidad clínica. Aunque la causa de la atrofia de médula espinal aun no está claramente establecida se destacan algunos factores importantes de mencionar: lesiones focales que causan desmielinización, daño axonal y gliosis reactiva; anomalías microscópicas cerebrales y la degeneración walleriana [4]. En EM el valor de utilidad de la RM se encuentra bien establecido para cumplir criterios de diseminación en tiempo y espacio de la enfermedad y hacer el diagnóstico. Así mismo, este método de neuroimagen forma parte importante de la valoración y seguimiento de la enfermedad [5]. En la actualidad los parámetros utilizados para el seguimiento de esclerosis múltiple están basados en el número y volumen de las lesiones típicas, secundarias a desmielinización en cerebro y médula espinal [5]. Sin embargo, se han propuesto nuevos marcadores para evaluar la enfermedad y predecir de manera global el pronóstico y gravedad. Aquí presentamos un estudio que emplea procesamiento de neuroimagen para definir atrofia medular y cambios en el área transversal medular asociadas al curso y pronóstico de la enfermedad.

Materiales y métodos

Selección de pacientes

Los participantes de este estudio fueron pacientes diagnosticados con EM y en protocolo de Trasplante de células hematopoyéticas autólogas en el Centro de hematología y medicina interna Clínica Ruiz de Puebla. Todos los pacientes fueron sometidos a una evaluación clínica minuciosa, exámenes generales de laboratorio así como una espirometría forzada para evaluar su función pulmonar. Se incluyeron en el estudio pacientes con cualquiera de los tres fenotipos de EM, con Karnofsky igual o mayor a 60 % y una puntuación menor o igual a 8 de la escala de EDSS.

Adquisición de imágenes cerebrales

Todos los estudios fueron realizados en un sistema GE Optima MR360 de 1.5 teslas y antena cefálica de 16 sondas. Para adquirir secuencias axiales T1 se utilizó el protocolo 3D-IR-FSPGR (BRAVO): TR 8.5 / TE 3.1 / TI 450 ms; ángulo de giro 12°; tamaño 256x256; CdV 240 mm; grosor 1 mm, espacio 1 mm. Las secuencias sagitales FLAIR se adquirieron con el protocolo: 3D CUBE FLAIR: TR 5500 / TE 130 / TI 1700 ms; ángulo de giro 90°; tamaño 256x224, CdV 240 mm, grosor 1.4 mm, espacio 0.7 mm.

Post-procesamiento de imágenes cerebrales

Todos los estudios de imagen cerebral fueron evaluados visualmente para seguir el cumplimiento del control de calidad. Todos los archivos fueron convertidos a formato volumétrico (NifTI) y el origen se fijó en la comisura anterior para todas los estudios. La segmentación cerebral se realizó con el algoritmo de crecimiento de lesión (LGA), utilizando secuencia T1 y FLAIR [6]. El análisis de lesiones cerebrales se realizará con secuencias T2- FLAIR-CUBE-3D para obtener el número total y volumen de lesiones T2-hiperintensas cerebrales utilizando un algoritmo de crecimiento de lesiones (Technische Universität München, München, BY, DEU) de modo que, primero se segmentan las imágenes T1 en tres tejidos principales (líquido cefalorraquídeo, sustancia gris, sustancia blanca), posteriormente la información es combinada con las intensidades FLAIR corregistradas con el fin de calcular mapas de probabilidad de lesiones. Después se crea un mapa inicial binario de lesiones mediante el uso de un procesamiento basado en método de valor umbral inicial (k), determinando arbitrariamente los parámetros de campos

aleatorios de Markov e iteraciones máximas, el cual subsecuentemente crece a lo largo de los voxels que tienen una apariencia hiperintensa en la imagen FLAIR. El resultado final es un mapa de probabilidad de lesiones. El mapa de probabilidad de lesiones se emplea para rellenar las lesiones en las imágenes T1 Posteriormente, la secuencia T1 fue sujeta a rellenado de lesiones de acuerdo a los mapas de probabilidad de lesiones generados en la segmentación.

Post-procesamiento de imágenes espinales

Todos los estudios de imagen cervical fueron evaluados visualmente para seguir el cumplimiento de control de calidad. Todos los archivos fueron convertidos a formato NifTI y procesados con segmentación empleando un algoritmo de clasificación basado en dos RNC. Debido a que las operaciones de segmentación son sensibles a la localización y expresión de orientación de cada imagen, este proceso de implica la ordenación del contenido de las imágenes utilizando una “nomenclatura” de Fortran, de modo que la variable con una mayor velocidad de cambio se utilizó al inicio. Los ejes de cada imagen fueron organizados de la siguiente manera, eje X derecha- izquierda, eje Y posterior-anterior y eje Z inferior-superior. Estos ejes posteriormente se utilizan para reorientar la matriz de la imagen una vez que se ha “remuestreado” la imagen a formato isométrico de 0.5 mm. El primer paso consistió en la detección de la línea central a través de una RNC 2D que se aplica en cada corte transversal de la imagen. Posteriormente se procedió a etiquetar automáticamente los niveles vertebrales tomando como referencia C2 y C3 utilizando un algoritmo independiente. Después se alineó y deformó la imagen segmentada utilizando la plantilla PAM50 [7] como modelo de referencia. Finalmente, se determinó el promedio del área transversal por cada nivel vertebral y el promedio de ATMS.

Análisis estadístico

Los grupos de estudio fueron divididos de acuerdo al tipo de neuroimagen adquirida. No se realizaron procedimientos de imputación de datos y los pacientes que no tuvieron información clínica completa fueron removidos. Todas las variables cuantitativas fueron evaluadas con el fin de describir su distribución con histogramas y prueba de Shapiro-Wilk. Los conjuntos de datos que demostraron una distribución normal fueron representados con promedio y desviación estándar (DE) como medidas de tendencia central y dispersión, respectivamente. Las variables que demostraron distribución no normal se representaron con mediana y rango intercuartílico (RI). Las variables cualitativas fueron expresadas en todos los casos como frecuencia y porcentaje (%). Las diferencias de datos

cuantitativos entre los grupos de interés fueron evaluadas con prueba de t de Student o U de Mann-Whitney, de acuerdo a la distribución demostrada previamente. Las diferencias de proporciones entre grupos fueron evaluadas con prueba de χ^2 . Los análisis encaminados a evaluar correlaciones pareadas entre variables cuantitativas se demuestran con la r de Pearson. Para ser considerados estadísticamente significativos, todos los resultados tuvieron que presentar un valor de $p < 0.05$. Todos los procedimientos y análisis estadísticos fueron realizados en Prism (GraphPad Inc. La Jolla, CA, 8.0.2).

Resultados/Discusión de resultados

Características demográficas, clínicas y respiratorias del grupo con adquisición cervical (T2)

El grupo de pacientes de segmentación cervical está conformado por 15 pacientes con EM con los siguientes fenotipos clínicos: EMRR 8 (53 %), EMPP 3 (20 %) EMPS 4 (27 %) de los cuales 13 (87 %) son femeninos y 2 (13 %) masculinos con una edad mediana de 45 años (DE 7.6), mientras que el promedio de la escala EDSS fue de 4 (DE 1.763). Se observó que 11 (73 %) de los pacientes utilizaron previamente al menos un fármaco de TME y el promedio de fármacos por paciente fue de 1.6 (1.5), mientras que 4 (27 %) no recibieron terapia previa. Con respecto a la función respiratoria 13 (86.6 %) se reportaron como normales mientras que 2 (13.3 %) con restricción moderada teniendo en cuenta que 14 (93.3 %) se reportaron como no fumadores y 1 (6.7 %) como fumadores. Se recabó una media de FVC 90.7 % (DE 0.7), FEV1 promedio de 92 % (DE 0.4) y una media de FEV1/FVC 100.2 (DE 9.9).

Características demográficas, clínicas y respiratorias del grupo con adquisición cerebral (T1)

En el grupo de pacientes con segmentación cerebral se recolectó información de 14 pacientes, 12 (85.7 %) mujeres y 2 (14.2 %) hombres y media de edad de 48.5 años (DE 10.2) y una mediana de IMC de 23.6 (RIC 21.0-28.4). Se obtuvieron los siguientes fenotipos: EMRR 10 (71.4) EMPP 0 (0) y EMPS 4 (28.5) una media de EDSS de 4.6 (DE 2.1). 11 (78.5 %) pacientes con historia de TME de los cuales se obtuvo una mediana de 2 (RI 0.75-3) fármacos por paciente. Se encontró una función respiratoria anormal (espirometría anormal) únicamente en 1 (7.1 %) paciente. La mediana de FVC fue de 92 % (RI 74.2- 110.5) del valor predicho y promedio de 99.2 % (DE 14.7) de FEV1 del predicho. En cuanto a la relación FEV1/FVC se recolectó una media de 85.7 (DE 7.7).

Características demográficas, clínicas y respiratorias del grupo con adquisición cerebral (T2-FLAIR)

El grupo con imagen T2-FLAIR está representado por 129 pacientes de los cuales 49 (37.9 %) son de sexo masculino y 80 (62.01 %) de sexo femenino, contando con la siguiente distribución de fenotipos clínicos de EM: RRMS 71 (55.0 %), PPMS 28 (21.70 %), SPMS 29 (23.20 %). Estos pacientes cuentan con una edad media de 45.7 (DE 10.8) años, mientras que la mediana de la escala EDSS fue de 5 (RI 2.7-6.5). En el análisis de los datos se observó que 87 (67.5 %) de los pacientes utilizaron una TME previa mientras que 42 (32.5) no recibió terapia; 97 (75 %) pacientes obtuvieron un resultado de espirometría normal mientras que 32 (25 %) de los pacientes presentaron algún grado de restricción u obstrucción. El promedio de FVC fue de 89 % (RI 74-100.5), promedio de FEV1 de 93 % (81.5-106) la mediana de la relación FEV1/FVC de 83 (RI 79.3-88.7).

Tabla 1. Características demográficas de los pacientes.

	Adquisición cervical	Adquisición cerebral	Adquisición cerebral	p
	(T2) (n=15)	(T1) (n=14)	(T2-FLAIR) (n=129)	
Edad, años	45.07 (7.685)	48.5 (10.2)	45.7 (10.08)	0.57
Peso, kg	71.58 (13.85)	71.5 (16.5)	72.9 (15.88)	0.91
Talla, m	1.697 (0.08311)	1.6 (0.1)	1.70 (0.10)	0.37
IMC, kg/m ²	24.85 (4.482)	23.6 (21.0-28.4)	24 (21.5-27.4)	0.99
Tipo de EM	EMRR 8 (53.3)	10 (71.4)	71 (55.0)	0.42
	EMPP 3 (20)	0 (0.0)	28 (21.7)	
	EMPS 4 (26.6)	4 (28.5)	30 (23.2)	
Masculino	2 (13.4)	2 (14.2)	49 (37.9)	
Antecedente de Sí	11 (73.3)	11 (78.5)	87 (67.4)	0.87
TME No	4 (26.7)	3 (21.4)	42 (32.55)	
Número de fármacos previos	1.6 (1-3)	2 (0.75-3.0)	1 (0-2)	0.12
EDSS	4.000 (1.763)	4.6 (2.1)	5 (2.7-6.5)	0.41
Antecedente de Sí	1 (6.7)	0 (0.00)	25 (19.3)	0.10

tabaquismo				
No	14 (93.3)	14(100)	104 (80.6)	
Duración de la enfermedad, años	10.4 (7.07)	14.64 (8.07)	8 (3-13.5)	0.06
SpO2, %	95.40 (1.682)	94.5 (2.1)	95 (93-96)	0.42
FVC, %	90.73 (13.99)	92.0 (74.2-110.5)	89 (74-100.5)	0.46
FEV1, %	92.07 (11.97)	99.2 (14.7)	93 (81.5-106)	0.58
FEV1/FVC	82.03 (8.512)	85.7 (7.7)	83 (79.3-88.7)	0.30
FEV1/FVC, %	100.2 (9.948)	108.7 (10.3)	106 (100-113)	0.06
Sexo Femenino	13 (86.6)	12 (85.7)	80 (62.0)	0.04

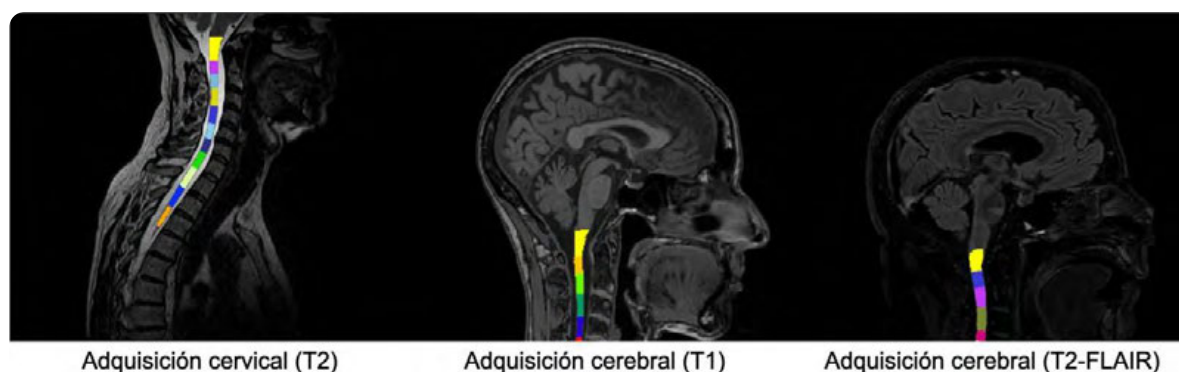


Figura 1. Segmentación y etiquetado vertebral con los tres tipos de adquisiciones de neuroimagen: cervical (T2), cerebral (T1 y T2 FLAIR).

Comparación de ATMS en protocolos de adquisición cervical (T2), cerebral (T1 y T2-FLAIR)

No observamos diferencias estadísticamente significativas ($p= 0.1027$) entre el promedio de área transversal en RM cervical, RM cerebral y T2 FLAIR. La RM cervical obtuvo una media de 69.34 (DE 5.08) mm², la cerebral con una media de 63.9 (DE 7.7) mm² y finalmente T2 FLAIR una media de 63.11 (DE 11.29) mm².

Correlación entre ATMS y características clínicas

En el grupo sometido a adquisición de RM cerebral, los análisis de correlación demostraron una tendencia no estadísticamente significativa entre EDSS y promedio de ATMS ($r=0.3$, $p=0.01$, IC95 % -0.75-0.19). Así mismo se mostró una tendencia de correlación no estadísticamente significativa entre edad y promedio ATMS ($r=-0.23$, $p=0.41$, IC95 % -0.68-0.33). Otras variables que no mostraron

correlación con promedio de ATMS fueron IMC (r 0.18, p 0.53, IC95 % -0.38-0.64), número de fármacos (r -0.02, p 0.94, IC95 % -0.51-0.54), años evolución de la enfermedad (r -0.12, p 0.66, IC95 % -0.61-0.43), FVC % (r 0.08, p 0.77, IC95 % -0.46-0.58), FEV1 (r 0.15, p 0.60, IC95 % -0.41-0.63) y FEV1/FVC % (r 0.16, p 0.57, IC95 % -0.40-0.63).

El análisis de las RM cervicales mostró, de igual forma, una tendencia no estadísticamente significativa en todas las mediciones, reportándose los resultados de la siguiente manera: correlación entre FVC y promedio de ATMS (r 0.47, p 0.07, IC 95 % -0.05-0.7), evolución en años de la enfermedad y promedio de ATMS (r -0.44, p 0.09, IC 95 % -0.7-0.09), FEV1/FVC y promedio de ATMS (r -0.42, p 0.11, IC 95 % -0.77-0.10), FEV1 y promedio de ATMS (r 0.35, p 0.20, IC 95 % -0.19-0.73), EDSS y promedio de ATMS (r -0.35, p 0.19, IC 95 % -0.73-0.19), número de medicamentos y promedio de ATMS (r -0.20, p 0.45, IC 95 % -0.65-0.3), IMC y promedio de ATMS (r -0.06, p 0.82, IC 95 % -0.55-0.46), edad y promedio de ATMS (r 0.02, p 0.94, IC 95 % -0.49-0.52).

El grupo con adquisición FLAIR los análisis de correlación y tendencia mostraron resultados significativos de manera inversamente proporcional entre EDSS y promedio de ATMS (r -0.33, p 0.001, IC95 % -0.48--0.17). Igualmente se mostró de forma significativa correlación proporcional y tendencia con los parámetros de espirometría FVC y el promedio de ATMS (r 0.27, p 0.0015, IC95 % 0.10-0.42) y FEV1 (r 0.25, p 0.0030, IC95 % 0.09-0.41). Otro parámetro con correlación estadísticamente significativa fue los años de evolución de la enfermedad y promedio de ATMS (r -0.17, p 0.04, IC95 % 0.-0.34--0.005). Algunas correlaciones no estadísticamente significativas fueron edad y promedio de ATMS (r -0.11, p 0.19, IC95 % -0.28-0.05), número de fármacos y promedio de ATMS (r -0.14, p 0.09 IC95 % -0.31- 0.02).

Discusión

En este estudio, utilizamos un método de procesamiento de neuroimagen basado en redes neurales convolucionales para analizar cuantitativamente la médula cervical de 158 pacientes con EM. Nuestros resultados sugieren que la atrofia de la médula espinal puede ser un marcador de la evolución clínica de la enfermedad.

Los algoritmos utilizados brindaron información importante, por ejemplo, evidenciamos que las diferencias entre los resultados finales de las segmentaciones cerebrales, cervicales y en T2-FLAIR de pacientes con EM para calcular el promedio

de ATMS, no fueron estadísticamente significativas. Así mismo, cuando se calcularon correlaciones de los distintos grupos con variables demográficas, clínicas y respiratorias los datos de las variables se encontraron mucho más dispersas en las RM cerebrales, lo que podría indicar una mayor variabilidad de resultados obtenidos mediante protocolos de adquisición de secuencias cerebrales. Estas observaciones podrían justificar, inicialmente la elección del tipo de adquisición (cervical sobre cerebral), sobre todo cuando se utilizan protocolos predefinidos de imagen.

Cabe destacar, que se evidenció en todos los grupos correlación entre el EDSS y el promedio de ATMS observándose una relación negativa (inversamente proporcional). Específicamente, los pacientes estudiados con protocolo T2-FLAIR, donde se encuentra el grupo más grande de pacientes, se observó que la correlación tuvo un efecto más grande (efecto más grande). Con relación a lo anterior, existe asociación entre el grado de atrofia cervical y la progresión clínica de la enfermedad, reportado en distintos estudios previos [8, 9, 10]. Un estudio transversal reciente donde se estudiaron 1249 pacientes Andeova, M *et al.* [11], observó que el promedio de ATMS fue una variable predictora más fuerte de discapacidad física a comparación de las lesiones focales o cambios difusos en médula espinal. Así mismo, en un estudio con 156 pacientes con EM, se observó un promedio menor de ATMS en pacientes con mayor escala de EDSS. [12].

Un resultado importante también de este estudio fue la correlación y tendencia inversamente proporcional entre los años de evolución de la enfermedad y el promedio de ATMS. Esto también apoya lo anteriormente mencionado sobre la relación de este promedio con el grado de discapacidad ya que esta enfermedad es progresiva al paso del tiempo. Esto confirma los resultados de otros estudios donde se observó menor promedio de ATMS en individuos el EM de larga evolución [12]. Este parámetro podría servir como un biomarcador para predecir la tasa de empeoramiento de la discapacidad.

Otro hallazgo a resaltar de nuestros resultados fue la tendencia y correlación del promedio de ATMS y el valor de FVC % del predicho en la espirometría que resultó en las segmentaciones cervicales y FLAIR, así como FEV1 en esta última. La alteración en pruebas respiratorias se ha descrito con anterioridad y se asocia con la producción y / o propagación de impulsos neurales a los músculos respiratorios. Dependiendo de la ubicación y extensión de las lesiones desmielinizantes [13]. Estos resultados podrían ser la base de nuevas investigaciones para demostrar también la relación de las alteraciones respiratorias de pacientes con EM y atrofia cervical.

Con los resultados obtenidos reafirmamos algunas publicaciones previas y podemos realizar nuevas hipótesis para nuevos estudios, sin embargo no es posible generar verdaderas relaciones debido al tamaño del estudio con una muestra no representativa de la población.

Clásicamente el diagnóstico de EM se establece mediante los criterios de McDonald definidos como la documentación de múltiples eventos neurológicos centrales separados por tiempo y espacio, así mismo, se apoya de estudios paraclínicos como RM, bandas oligoclonales en líquido cefalorraquídeo y recientemente el estudio del área transversal de la médula espinal [14].

La segmentación medular con distintos sistemas de algoritmos puede ser utilizada para diversos propósitos, entre ellos, se encuentra el proporcionar medidas promedio para evaluar la atrofia de la médula espinal, así como el cálculo del promedio de ATMS como un potencial marcador de enfermedades, específicamente EM cuando se tengan valores estandarizados. Por otro lado, la segmentación interna de la materia gris puede ser utilizada para calcular la relación entre materia blanca y gris del área seleccionada en estudio pudiendo proporcionar cierta información adicional a la atrofia celular, también el segmentar la estructura interna de la médula espinal nos puede brindar datos de interés para correlacionar los resultados de degeneración con los déficits motores y sensoriales presentados en los pacientes con EM [15].

En un contexto nacional e internacional, la cantidad de estudios del cálculo del promedio de ATMS ha sido relativamente escasa, pues la logística y diseño de tales estudios suele ser compleja [16], y algunas herramientas de procesamiento que ya existen, se encuentran en proceso de desarrollo y validación, de modo que, actualmente, existe una brecha de conocimiento sobre el uso de biomarcadores espinales cervicales en pacientes con enfermedades neurológicas. Por esta razón es necesario indagar en el tema pues resulta un posible marcador de valor para lograr una imagen más completa de los mecanismos asociados al desarrollo de pérdida irreversible de tejido y discapacidad en pacientes con EM [17]. Asimismo, el desarrollo de estudios que explote y comparen el desempeño de estas herramientas es muy importante para adoptarlas en otros contextos, por ejemplo, en pacientes con traumatismos raquímedulares, enfermedades neurodegenerativas, o incluso tumores espinales.

Conclusiones

Este trabajo reporta numerosas observaciones que merecerían estudiarse de manera más profunda. En primer lugar, demostramos que es factible realizar satisfactoriamente análisis estructurales de médula espinal cervical en pacientes con diferentes secuencias de adquisición. Aunque el diseño de este estudio no es apropiado para confirmar o descartar la idoneidad de las secuencias cerebrales para estimar el promedio de ATMS, nuestros resultados indican que las secuencias cervicales podrían ser superiores con respecto a esto. Por otra parte, hemos demostrado que existe una tendencia de correlación entre características clínicas (duración de la enfermedad, EDSS) y respiratorias (FVC, FEV1) con el promedio de ATMS. Las observaciones derivadas de este trabajo pueden ser el primer bloque de evidencia necesario para estandarizar los métodos de procesamiento del sistema nervioso central específicamente de médula espinal con el fin de ampliar su utilidad, de modo que puedan ser empleados en otros contextos. El flujo de trabajo que ha sido desarrollado para este proyecto se encuentra en un estado de validación, de tal suerte que, se pueda formar una unidad formal de procesamiento de neuroimagen en el estado de Puebla que pueda dar servicio de atención a pacientes con distintas enfermedades neurológicas y ser un centro de investigación en las mismas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este trabajo ha demostrado resultados satisfactorios y prometedores asociados al estado respiratorio evaluado a través de espirometría forzada. Si bien, se ha descrito previamente que el tallo cerebral y algunas estructuras corticales y subcorticales tienen un papel importante en la regulación y modulación respiratoria, poca evidencia ha sido establecida sobre la interrelación de estructuras medulares y cerebrales en la función respiratoria de pacientes con EM. Futuros estudios deben contemplar el uso de segmentación y parcelación avanzada de estructuras cerebrales junto con procesamiento de médula espinal cervical con estudio de segmentación de lesiones cervicales y cerebrales. Dicho estudio deberá incluir un diseño longitudinal, incremento de tamaño de muestra y homogeneización de secuencias de adquisición de imagen cervical, con el fin de proveer datos más robustos sobre la interacción estructural de diferentes niveles anatómicos del sistema nervioso central y biomarcadores potenciales (promedio de área transversal de médula espinal cervical superior, volumen de lesiones, número de lesiones, fracción parenquimatosa cerebral, entre otros, volúmenes estructurales

de tallo cerebral, hipocampo y otras estructuras específicas) obtenidos a través de análisis cuantitativo de neuroimagen.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a Andrés León Peña, Yahveth Cantero Fortiz, Melanie Rotzinger Braun y Adriana Rodríguez Gutiérrez por su excelente soporte en la recolección de estudios.

Referencias bibliográficas

- [1] M. Rocca *et al.*, “Voxel wise mapping of cervical cord damage in multiple sclerosis patients with different clinical phenotypes”, *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol. 84, no. 1, pp. 35-41, 2012. Available: 10.1136/jnnp-2012-303821 [Accessed 26 April 2021].
- [2] C. Gros *et al.*, “Automatic segmentation of the spinal cord and intramedullary multiple sclerosis lesions with convolutional neural networks”, *NeuroImage*, vol. 184, pp. 901-915, 2019. Available: 10.1016/j.neuroimage.2018.09.081 [Accessed 26 April 2021].
- [3] Lukas *et al.*, “Sensitivity and reproducibility of a new fast 3D segmentation technique for clinical MR-based brain volumetry in multiple sclerosis”, *Neuroradiology*, vol. 46, no. 11, pp. 906-915, 2004. Available: 10.1007/s00234-004-1282-3 [Accessed 26 April 2021].
- [4] X. Lin, L. Blumhardt and C. Constantinescu, “The relationship of brain and cervical cord volume to disability in clinical subtypes of multiple sclerosis: a three-dimensional MRI study”, *Acta Neurologica Scandinavica*, vol. 108, no. 6, pp. 401-406, 2003. Available: 10.1034/j.1600-0404.2003.00160.x [Accessed 26 April 2021].
- [5] C. Polman *et al.*, “Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 Revisions to the McDonald criteria”, *Annals of Neurology*, vol. 69, no. 2, pp. 292-302, 2011. Available: 10.1002/ana.22366 [Accessed 26 April 2021].
- [6] C. Egger *et al.*, “MRI FLAIR lesion segmentation in multiple sclerosis: Does automated segmentation hold up with manual annotation?”, *NeuroImage: Clinical*, vol. 13, pp. 264-270, 2017. Available: 10.1016/j.nicl.2016.11.020 [Accessed 26 April 2021].
- [7] B. De Leener, V. Fonov, D. Collins, V. Callot, N. Stikov and J. Cohen-Adad, “PAM50: Unbiased multimodal template of the brainstem and spinal cord aligned with the ICBM152 space”, *NeuroImage*, vol. 165, pp. 170-179, 2018. Available: 10.1016/j.neuroimage.2017.10.041 [Accessed 26 April 2021].
- [8] M. Daams *et al.*, “Mean upper cervical cord area (MUCCA) measurement in long-standing multiple sclerosis: Relation to brain findings and clinical disability”, *Multiple Sclerosis Journal*, vol. 20, no. 14, pp. 1860-1865, 2014. Available: 10.1177/1352458514533399 [Accessed 26 April 2021].
- [9] M. Horsfield *et al.*, “Rapid semi-automatic segmentation of the spinal cord from magnetic resonance images: Application in multiple sclerosis”, *Elsevier*, vol. 50, no. 4, pp. 446-455, 2010. Available: doi:10.1016/j.neuroimage.2009.12.121 [Accessed 26 April 2021].

- [10] Song Feng *et al.*, "Normalized upper cervical spinal cord atrophy in multiple sclerosis," *Neuroimaging*, vol. 18, no. 3, pp 320-327, 2008. Available: 10.1111/j.1552-6569.2007.00222.x [Accessed 26 April 2021].
- [11] M. Andelova *et al.*, "Additive Effect of Spinal Cord Volume, Diffuse and Focal Cord Pathology on Disability in Multiple Sclerosis", *Frontiers in Neurology*, vol. 10, 2019. Available: 10.3389/fneur.2019.00820 [Accessed 26 April 2021].
- [12] M. Daams *et al.*, "Mean upper cervical cord area (MUCCA) measurement in long-standing multiple sclerosis: Relation to brain findings and clinical disability", *Multiple Sclerosis Journal*, vol. 20, no. 14, pp. 1860-1865, 2014. [Accessed 26 April 2021].
- [13] G. Tzelepis and F. McCool, "Respiratory dysfunction in multiple sclerosis", *Respiratory Medicine*, vol. 109, no. 6, pp. 671-679, 2015. Available: 10.1016/j.rmed.2015.01.018 [Accessed 26 April 2021].
- [14] C. H. Polman *et al.*, "Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 Revisions to the McDonald criteria", *Annals of Neurology*, vol. 69, n.º 2, pp. 292-302, febrero de 2011. Accedido el 27 de abril de 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1002/ana.22366>
- [15] B. De Leener, M. Taso, J. Cohen-Adad and V. Callot, "Segmentation of the human spinal cord", *Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine*, vol. 29, no. 2, pp. 125-153, 2016. Available: 10.1007/s10334-015-0507-2 [Accessed 26 April 2021].
- [16] M. Seif, C. Gandini Wheeler-Kingshott, J. Cohen-Adad, A. Flanders and P. Freund, "Guidelines for the conduct of clinical trials in spinal cord injury: Neuroimaging biomarkers", *Spinal Cord*, vol. 57, no. 9, pp. 717-728, 2019. Available: 10.1038/s41393-019-0309-x [Accessed 26 April 2021].
- [17] F. Agosta *et al.*, "In vivo assessment of cervical cord damage in MS patients: a longitudinal diffusion tensor MRI study", *Brain*, vol. 130, no. 8, pp. 2211-2219, 2007. Available: 10.1093/brain/awm110 [Accessed 26 April 2021].

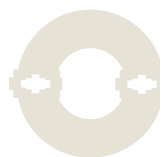
Clasificación de las rugas palatinas como método de identificación personal en niños

^aTéllez, Gómez-Luis Ángel*, ^aMoyaho, Bernal-María de los Ángeles,
^aJuárez, Luna-Gladis, ^bGil, Chavarría-Ivet, ^aCarrasco, Gutiérrez-Rosendo

^a Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, calle 31 poniente # 1304, Col. Los Volcanes, C.P. 72410, Puebla, Puebla.

^b Facultad de Medicina, Ciencia Forense, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica S/N C.U. C.P. 04510

*tego10@outlook.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La rugoscopía es una técnica de identificación que clasifica y registra las rugosidades palatinas con el propósito de ser utilizados en casos complejos de identificación, sin embargo, en población infantil la información es escasa. Se realizó un estudio descriptivo, transversal y observacional, muestreo por conveniencia de 100 sujetos pediátricos, (50 niños y 50 niñas) de 4 a 10 años, total o parcialmente dentados. Se obtuvo la ficha de identificación, se registraron: el tipo de arco, forma de la papila, tipo de rafe palatino, tipo, forma y ubicación de las rugas palatinas. Los resultados mostraron que la forma de arco más común fue la arciforme, con predominio en el sexo femenino (28 vs.22), la forma de

pera de la papila incisal se presentó con mayor frecuencia en el sexo masculino (23 vs. 20), tipo de rafe palatino se presentó en el tipo Segundos Molares Temporales SMT con más frecuencia en el sexo masculino, el tipo de ruga palatina simple presentó valores más altos en el sexo masculino, las formas de ruga palatina más frecuente fue la sinuosa, destacando el sexo masculino (193 vs. 175). Se concluyó que la clasificación de las rugas palatinas tiene gran potencial para aplicarse como método de identificación personal en niños. Los autores deberán escribir en esta sección un resumen del proyecto. Debe resaltar los puntos y resultados sobresalientes del proyecto.

Palabras clave

Rugoscopía palatina, estomatología forense, niños.

Abstract

Roughoscopy is an identification technique that classifies and records palatal roughness to be used in complex identification cases; however, information is scarce in children. A descriptive, cross-sectional and observational study, convenience sampling of 100 pediatric subjects, (50 boys and 50 girls) from 4 to 10 years old, totally or partially dentate. The identification was obtained, and the type of arch, shape of the papilla, type of palatine raphe, type, shape, and location of the palatal ridges were recorded. The results showed that the most common arch shape was arcuate, with a predominance in females (28 vs. 22), the pear-shaped incisal papilla appeared more frequently in males (23 vs. 20), type of palatal raphe was presented in the SMT type more frequently in the male sex, the type of simple palatal rugae presented higher values in the male sex, the most frequent forms of palatal rugae was the sinuous one, highlighting the male sex (193 vs. 175). It was concluded that the classification of palatal rugae has great potential to be applied as a method of personal identification in children.

Keywords

palatal rugoscopy, forensic stomatology, children.

Glosario de abreviaturas y símbolos

ICT, Incisivos Centrales Temporales

ILT, Incisivos Laterales Temporales

CAT, Caninos Temporales

PMT, Primeros Molares Temporales

SMT, Segundos Molares Temporales

IC, Incisivos Centrales

IL, Incisivos Laterales

CA, Caninos

PP, Primero Premolares

SP, Segundos Premolares

PM, Primer Molar

SR, Sin Rafe

Introducción

La estomatología forense ha desempeñado un papel fundamental en la identificación humana, es la encargada de solucionar problemas que van más allá de la identificación de cuerpos a través de procedimientos como registros médicos y estomatológicos, además tiene por objetivo fijar de la manera más segura la identidad de una persona en la vida jurídica, tanto civil como penal y evitar confundirla con otra [1].

Ésta puede realizarse a través de varios auxiliares como fichas clínicas, radiografías, tomografías, modelos de yeso y fotografías como apoyo a los métodos de identificación estomatológica. Estos métodos comúnmente empleados son diversos como el odontograma, fotografía bucodental, queiloscopía, marcación de prótesis, lentejuela dental, radiografía bucodental y la rugoscopía [2].

La rugoscopía es una técnica de identificación que estudia, clasifica y registra las rugosidades palatinas, con el propósito de ser utilizados en casos complejos de identificación en que no se pueda o sea posible la utilización de los métodos convencionales [2], es de gran importancia al momento de identificar sujetos, debido a que son únicas de cada individuo, incluso podrían aplicarse para la distinción de sexo y de grupo étnico, para lo cual es necesario hacer más estudios que ayuden a complementar los datos obtenidos [3], [4].

La Comisión Nacional de Búsqueda de Personas informó que del 2018 al 2019: 1, 007 niños, niñas y adolescentes fueron reportados como desaparecidos. Ubicando al Estado de Puebla como el segundo con mayores casos en ese mismo periodo. Además en el resto del país desde el 2006 al 2019 se han reportado 38 mil 891 cuerpos sin identificar de los cuales 1, 135 corresponden al estado de Puebla [5].

En el sistema de justicia penal, se plantean juicios públicos y orales con aporte de material probatorio aportado por las partes a fin de garantizar la imparcialidad y la neutralidad que debe preservar el juzgador. Ante este hecho, la objetividad científica es parte de los principios en los profesionales en el área de las Ciencias Forenses. Dada esta situación actualmente surge un gran interés en el área forense para generar conocimiento y discriminar mediante diversos estudios en población infantil, los métodos de identificación humana esto debido a que la información existente es escasa. Por lo que resultaría importante que las instituciones de atención dental conserven los datos personales y registros dentales de todos

aquellos sujetos pediátricos con la finalidad de realizar diversos estudios de tipo longitudinal que aporten información importante, lo cual es de gran relevancia cuando mediante métodos convencionales, no permite determinarla.

Contar con nuevos métodos ayudaría a proporcionar elementos de juicio para la identificación de personas vivas o muertas a través de estructuras anatómicas específicas dentro de la cavidad oral y de esta manera hacer más eficientes los procesos de identificación humana tan necesarios en el país dado el contexto social y forense. Por lo que el propósito de esta investigación fue describir y clasificar las rugas palatinas que servirán como método de identificación humana en niños.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio descriptivo, transversal, observacional. El muestreo fue por conveniencia en 100 sujetos pediátricos, 50 niños y 50 niñas en edades de 4 a 10 años, que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: que estuvieran total o parcialmente dentados. Fueron excluidos todos aquellos sujetos que presentaron algún tipo de hábito oral, respiración bucal y mordida abierta anterior, con aparatología removible en contacto con el paladar, con antecedentes de cirugía palatina, que presentaron tratamiento de ortodoncia, con inflamación, trauma o patología en la zona del paladar.

Ficha de identificación del sujeto de estudio

Una vez que se obtuvo los modelos de estudio de cada sujeto, se realizó la ficha de identificación de cada uno con la siguiente información: nombre, edad, sexo y lugar de procedencia.

Calcorugoscopia o esquema palatino y división por zonas

En el modelo de estudio se delinearon las rugas palatinas y la papila incisiva con ayuda de un portaminas calibre 0.5 mm, de este modo se obtuvo el esquema o patrón de las rugas palatinas, una vez realizado esto se dividió por zonas, se trazó 3 líneas horizontales (I, II Y III) y 3 verticales (A, R y B), debido a que esta investigación se aplicó en población infantil se realizaron algunas modificaciones por lo que se decidió agregar como puntos de referencia los incisivos centrales y laterales temporales, los caninos temporales y los primeros y segundos molares temporales. Una vez realizado los trazos se obtuvieron 4 cuadrantes que se enumeraron del

1 al 4, ver la **Figura 1**, posteriormente se procedió a registrar la forma del arco dental y papila incisiva, además del tipo de rafe palatino.

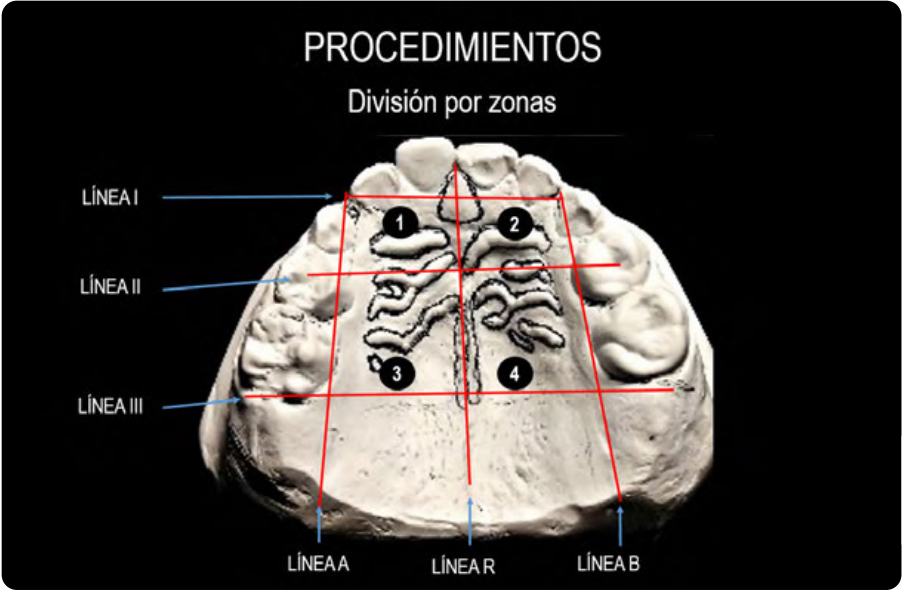


Figura 1. División del modelo de estudio por zonas.

Forma del arco dental

Con el fin de tener una recolección de datos más específica y lograr una mejor individualización de cada sujeto de estudio, el arco dental se clasificó en arciforme, triangular y rectangular [6], ver **Tabla 1**.

Tabla 1. Forma del arco dental.

Tipo	Forma	Ejemplo
Arciforme		
Triangular		
Rectangular		

Forma de la papila incisiva

Se registró la morfología de la papila incisiva ya sea pera, oval, irregular, rectangular, triangular, pera invertida o sin papila [7], ver **Tabla 2**.

Tabla 2. Forma de la papila incisiva.

Tipo	Forma
Pera	
Oval	
Irregular	
Rectangular	
Triangular	
Pera invertida	
Sin papila	

Tipo de rafe palatino

Se anotó la longitud del rafe palatino, este se determinó según la zona de los órganos dentarios a la que llegó [8], ver **Tabla 3**.

Tabla 3. Tipo de rafe palatino.

Tipo	Designación
Incisivos centrales temporales	ICT
Incisivos laterales temporales	ILT

Caninos temporales	CAT
Primeros molares temporales	PMT
Segundos molares temporales	SMT
Incisivos centrales	IC
Incisivos laterales	IL
Caninos	CA
Primeros premolares	PP
Segundos premolares	SP
Sin rafe	SR

Designación rugoscópica

Se asignó un valor a cada ruga palatina del 0 al 9 de acuerdo a la clasificación de Basauri [8], ver **Tabla 4** estos valores se anotaron en una Tabla junto con el tipo y zona en la que se ubicó, ver **Tabla 5**.

Tabla 4. Clasificación de las rugas palatinas.

Clasificación	Tipo	Valor	Forma
Punto	Simple	0	•
Recta	Simple	1	/
Curva	Simple	2	2
Ángulo	Simple	3	∠
Sinuosa	Simple	4	~
Círculo	Simple	5	o
Ye	Compuesta	6	Y
Cáliz	Compuesta	7	∪
Raqueta	Compuesta	8	⌒
Rama	Compuesta	9	×

Tabla 5. Designación rugoscópica.

Lado derecho				Lado izquierdo			
Zona 1		Zona 3		Zona 2		Zona 4	
Tipo	Valor	Tipo	Valor	Tipo	Valor	Tipo	Valor

Clasificación rugoscópica (Fórmula rugoscópica)

Por último se realizó la clasificación de las rugas palatinas, en la cual se colocó el tipo de rafe palatino, seguido de una diagonal (/), posteriormente se colocó los valores de las rugas palatinas de la zona 1 a la zona 4, se colocó un signo de más (+) cuando existieron más de un valor en la misma zona, de esta manera se obtuvo la fórmula rugoscópica, ver **Figura 2**.



Figura 2. Forma del arco dental por sexo.

Concordancia y fiabilidad

Prevía estandarización intra e inter observador se realizó una prueba contrastada con una segunda prueba para determinar la concordancia, también evaluado por uno de los investigadores experto en el área forense (kappa de cohen= 0.90). Después de la obtención de los datos, estos se integraron en las hojas de control y en el programa excel y los datos se analizaron en el paquete estadístico, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25 para Windows Statistical (IBM, New York, USA). Se utilizó estadística cualitativa mediante porcentajes y razón para los datos nominales y ordinales.

Resultados/Discusión de resultados

Se analizaron 100 modelos de niños de los cuales fueron 50 % por cada sexo, la distribución, frecuencia y porcentaje de las formas de arco fue mayor en el tipo arciforme con 50 casos, en el que hubo valores más altos en el sexo femenino (28 vs.22), seguidos de los tipos de arco rectangular y triangular sucesivamente, en el que la mayor frecuencia se presentó en el sexo masculino ver la **Figura 3**. No se observó una predisposición genérica en las formas de arco, sin embargo no existen hasta el momento investigaciones respecto a la forma del arco dental para comparar estos datos.

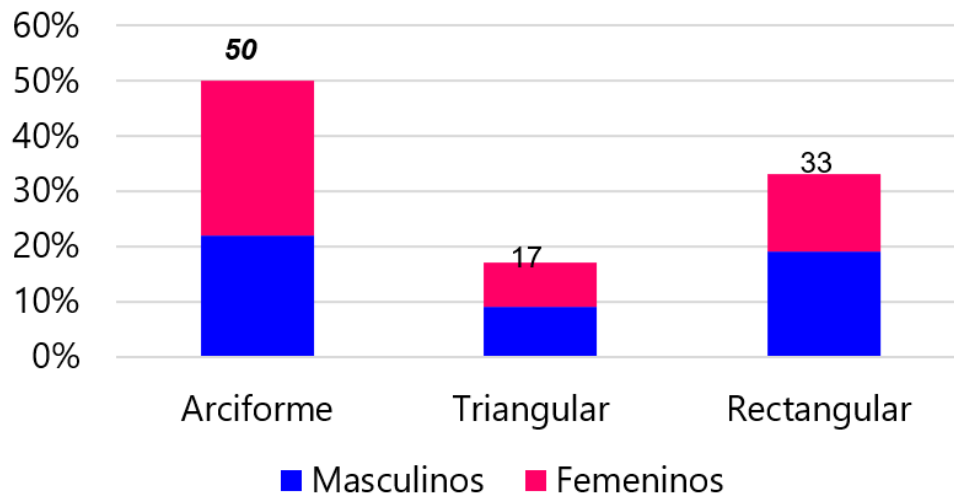


Figura 3. Forma del arco dental por sexo.

El análisis de la distribución, frecuencia y porcentaje de las formas de la papila incisiva fue mayor en la de pera con 42 casos, con valores más altos en el sexo masculino (23 vs. 20). No se observó una predisposición genérica en la forma de la papila incisiva ver la **Figura 4**. La forma de la papila incisiva no ha sido contemplada en estudios recientes por lo cual no existen datos para comparar estos resultados.

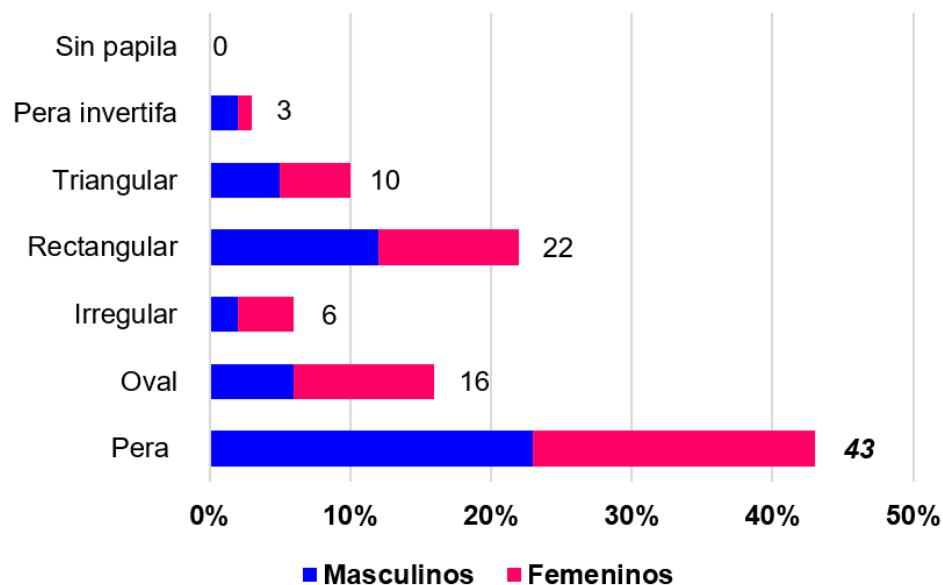


Figura 4. Forma de la papila incisiva por sexo.

Al analizar el tipo de rafe palatino, los datos más altos se reportaron en el tipo SMT con 55 casos, con valores más altos en el sexo masculino, seguidos sucesivamente

de los tipos PM y SR. No se observó una predisposición genérica en el tipo de rafe palatino, y se observó que en el tipo PP no hubo datos del sexo femenino, ver Figura 5. El tipo de rafe no se ha registrado en otros estudios, sin embargo junto con la forma del arco dental y de la papila incisiva tienen gran potencial para lograr una mejor individualización de cada sujeto lo cual permitiría aumentar la posibilidad de lograr la identificación personal mediante estos datos.

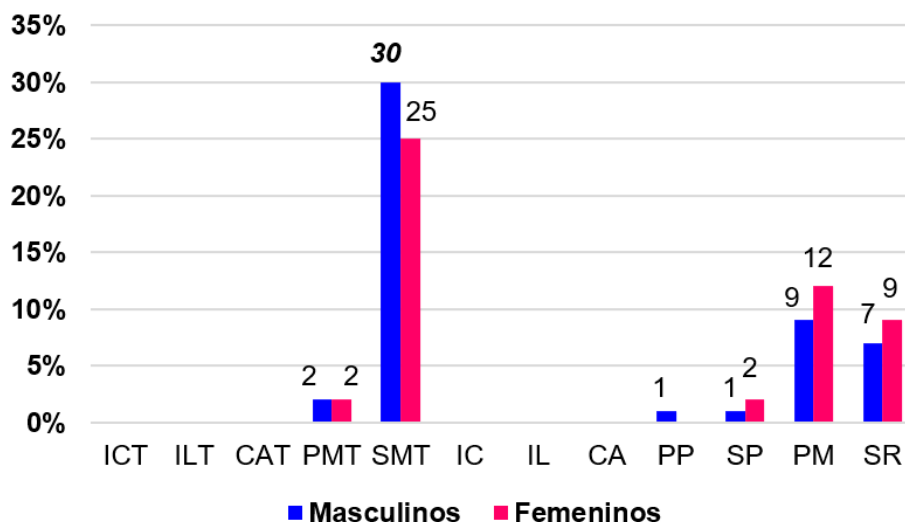


Figura 5. Tipo de rafe palatino por sexo.

El análisis de la distribución y frecuencia del tipo de ruga palatina presentó valores más altos en el sexo masculino, pero destaca que la diferencia entre las rugas compuestas y las rugas simples es alta, en ambos sexos se observó una razón de 10:1, esto es, de cada ruga palatina compuesta, existen 10 rugas palatinas simples, ver **Figura 6**. La clasificación de las rugas palatinas carece de una estandarización, y al existir diversidad de clasificadores como la de Lysell [9], Thomas y Kotze [10], Kapali [11] y algunas otras, dificulta la facilidad de registro y recolección de datos, por lo cual este estudio tomó como base la clasificación de Basauri modificada por Correa [8], ya que permite organizar mejor las rugas palatinas para su uso en la identificación personal, además de que al ser una clasificación que se apoya solo de la morfología de las rugas palatinas tiene una gran ventaja en la población infantil ya que esta no cambia a pesar de los años [8], [12], al contrario de clasificaciones que utilizan la longitud de las rugas palatinas ya que esta puede cambiar [13]. Ambos tipos se presentaron en este estudio sin embargo investigaciones anteriores no toman en cuenta esta división la cual es de apoyo para tener un mejor registro de individualización de cada sujeto.

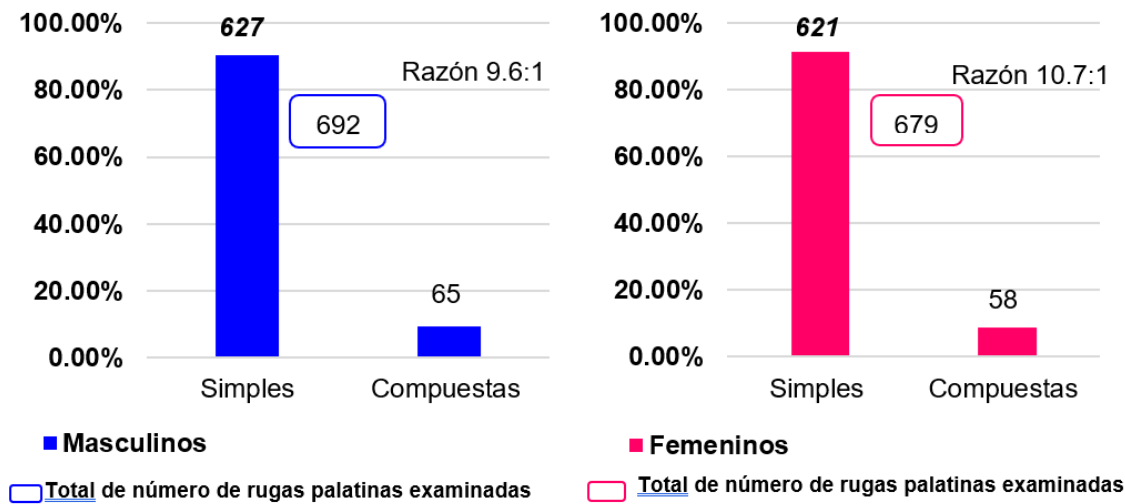


Figura 6. Tipo de ruga palatina por sexo.

En las formas de ruga palatina se observó que la forma sinuosa presentó los valores más altos, destacando el sexo masculino (193 vs. 175), seguidos de las formas rectas y de punto sucesivamente. No se observó una predisposición genérica en la forma de ruga palatina, ver **Figura 7**. En este estudio la forma sinuosa fue la más frecuente coincidiendo por lo reportado por Jibi [14], Rajan [15] y Thabitha [16] estudios realizados en la India, además de las investigaciones de Abdellatif [17] y Pakshir [18] las cuales fueron realizadas en Arabia Saudita e Irán respectivamente y de igual manera con Álvarez [19] y Barbo [20] en el continente americano, esto pudiera deberse a patrones genéticos y al linaje del origen del hombre en el continente americano. De igual manera la forma sinuosa fue la más frecuente en ambos sexos, sin embargo la ruga circular estuvo ausente en el sexo femenino contrastando con lo obtenido por Sherif [21] ya que la circular estuvo ausente en el sujetos malasio masculinos, y por Rajan [15] al ser la recta la que estuvo ausente en sujetos femeninos, es necesario realizar más estudios en poblaciones más grandes para considerar la morfología de las rugas palatinas como diferenciador de sexo.

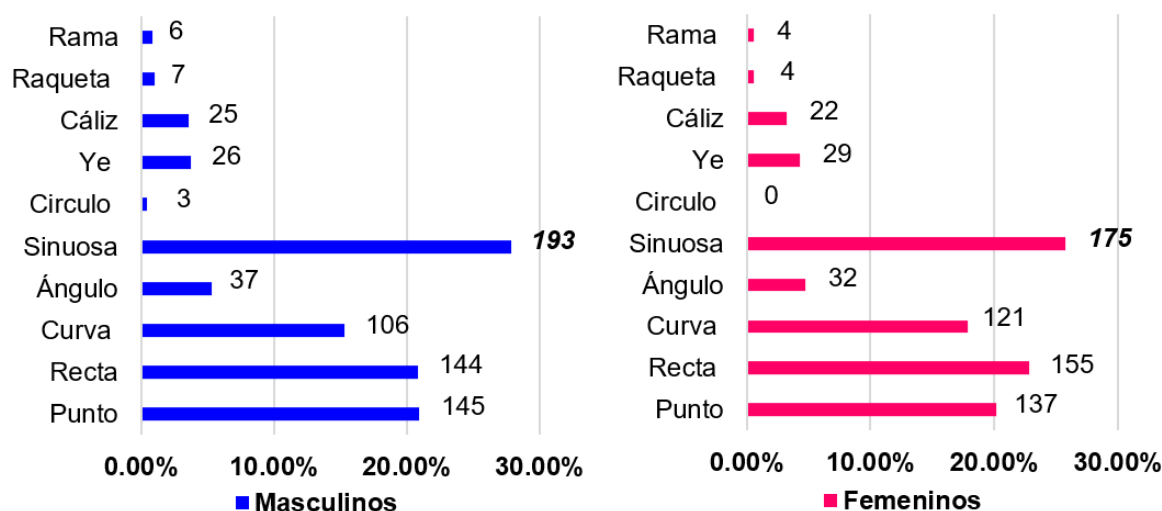


Figura 7. Forma de ruga palatina por sexo.

El análisis de la ubicación de las rugas palatinas, los valores más altos se presentaron en la zona 3, destacando en el sexo masculino (224 vs. 219), no obstante, la zona 4 presentó valores muy similares, ver **Figura 8**. Llama la atención que la zona 3 y 4 corresponden a la parte posterior del paladar, por lo cual se pudiera considerar que al tener la mayor cantidad de rugas palatinas, esta parte es la que tiene mayor potencial de identificación, sin embargo la zona 1 y 2 son de importancia debido a la información que presentan.

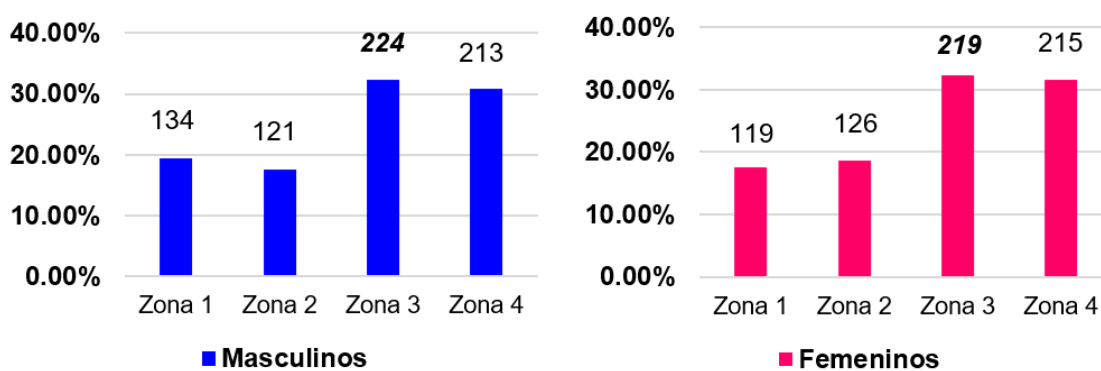
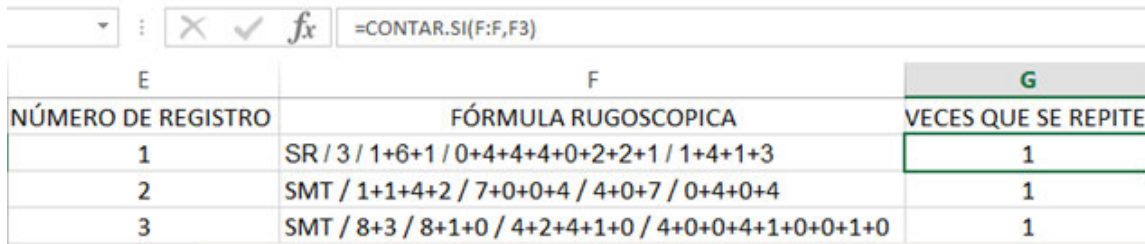


Figura 8. Ubicación por zonas de las rugas palatinas por sexo.

De las 100 fórmulas rugoscópicas obtenidas de los sujetos de estudio ninguna fue idéntica, esto se comprobó usando la fórmula de Excel CONTAR.SI, se obtuvo como resultado que cada fórmula rugoscópica se encontraba registrada solo una vez, por

lo cual se confirma la característica de que las rugas palatinas son diferentes entre cada sujeto, la cual las hace perfectas para la identificación personal, ver **Figura 9**.



E	F	G
NÚMERO DE REGISTRO	FÓRMULA RUGOSCOPICA	VECES QUE SE REPITE
1	SR / 3 / 1+6+1 / 0+4+4+4+0+2+2+1 / 1+4+1+3	1
2	SMT / 1+1+4+2 / 7+0+0+4 / 4+0+7 / 0+4+0+4	1
3	SMT / 8+3 / 8+1+0 / 4+2+4+1+0 / 4+0+0+4+1+0+0+1+0	1

Figura 9. Fórmulas rugoscópicas.

Conclusiones

La forma del arco dental, de la papila incisiva y el tipo de rafe palatino complementan los datos de individualización de un sujeto, además ninguna fórmula rugoscópica fue idéntica. Por lo tanto, la clasificación de las rugas palatinas tiene gran potencial para aplicarse como método de identificación personal en niños.

La estomatología forma parte fundamental para el apoyo al área forense ya que a través de modelos de estudio se podría brindar una base de datos para la identificación personal de niños o posteriormente como adultos en casos que se requiera (desapariciones, homicidios, delitos, etc.), pudiendo este ser usado inclusive después de varios años. Finalmente, esto impactaría en el logro de un método de identificación estandarizado que sea económico y fácil de aplicar en la fiscalía del estado de Puebla e incluso en el resto de las fiscalías del país.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Destacar la importancia y el papel fundamental que tienen las instituciones de atención dental para que se conserven los datos personales y registros dentales de todos aquellos sujetos pediátricos con la finalidad de realizar diversos estudios de tipo longitudinal que aporten información importante, además de ir agregando otras variables, lo cual es de gran relevancia cuando mediante métodos convencionales, no permite determinarla.

Agradecimientos

Agradecemos a las Dres. Carmen Velasco León, Abril García Damián, Diana Margarita Sánchez Cremades, María Rosa Verónica Aldúcin Ramírez y Gabriel Muñoz Quintana por su apoyo en la obtención de los modelos de estudio.

Referencias bibliográficas

- [1] N. A. Rodríguez Guajardo *et al.*, "Odontología y su aplicación en las ciencias forenses," *Context. Odontológico*, vol. 9, no. 17, pp. 31–37, 2019.
- [2] W. M. Krogman, *The human skeleton in forensic medicine*, 1 ed. Illinois: Charles C Thomas, 1962.
- [3] J. Hinchliffe, "Forensic odontology, part 1. Dental identification," *Br. Dent. J.*, vol. 210, no. 5, pp. 219–224, 2011.
- [4] J. Hinchliffe, "Forensic odontology, part 2. Major disasters," *Br. Dent. J.*, vol. 210, no. 6, pp. 269–274, 2011.
- [5] Comisión Nacional de Búsqueda de Personas, "Informe sobre fosas clandestinas y registro nacional de personas desaparecidas o no localizadas," 2020. <https://www.gob.mx/cnb/documentos/informe-sobre-fosas-clandestinas-y-registro-nacional-de-personas-desaparecidas-o-no-localizadas-enero-2020>.
- [6] G. M. Fonseca y C. D. Rodríguez Flóres, "Propuesta de codificación y análisis de rugosidades palatinas para su aplicación en odontología antropológica y forense," *Oral*, vol. 10, no. 31, pp. 518–523, 2009.
- [7] H. R. Ortman and D. H. Tsao, "Relationship of the incisive papilla to the maxillary central incisors," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 42, no. 5, pp. 492–496, 1979.
- [8] A. I. Correa Ramírez, *Odontología forense*, 3 ed. México: Trillas, 2018.
- [9] L. Lysell, "Plicae palatinae transversae and papilla incisiva in man; a morphologic and genetic study," *Acta Odontol Scand*, vol. 13, no. 18, pp. 135–137, 1955.
- [10] C. J. Thomas and T. J. Kotze, "The palatal rugae pattern: a new classification," *J Dent Assoc S Afr*, vol. 38, pp. 153–157, 1983.
- [11] S. Kapali, G. Townsend, L. Richards, and T. Parish, "Palatal rugae patterns in Australian Aborigines and Caucasians," *Aust. Dent. J.*, vol. 42, no. 2, pp. 129–133, 1997.
- [12] I. Morais Caldas, T. Magalhães, and A. Afonso, "Establishing identity using cheiloscopia and palatoscopia," *Forensic Sci. Int.*, vol. 165, pp. 1–9, 2007.
- [13] S. Braga and I. Morais Caldas, "Study of palatal rugae pattern following orthodontic treatment," *Aust. J. Forensic Sci.*, pp. 1–7, 2015.
- [14] P. M. Jibi, K. K. Gautam, N. Basappa, and O. S. Raju, "Morphological Pattern of Palatal Rugae in Children of Davangere," *J. Forensic Sci.*, vol. 56, no. 5, pp. 1192–1197, 2011.
- [15] V. P. Rajan, J. B. John, A. Stalin, G. Priya, and A. K. Syed Abuthagir, "Morphology of palatal rugae patterns among 5-15 years old children," *J. Pharm. Bioallied Sci.*, vol. 5, pp. 543–547, 2013.
- [16] R. S. Thabitha, R. E. Reddy, M. Manjula, N. Sreelakshmi, A. Rajesh, and V. L. Kumar, "Evaluation of palatal rugae pattern in establishing identification and sex determination in Nalgonda children," *J.*

Forensic Dent. Sci., vol. 7, no. 3, pp. 232–237, 2015.

- [17] A. M. Abdellatif, S. M. Awad, and S. M. Hammad, "Comparative study of palatal rugae shape in two samples of Egyptian and Saudi children," *Pediatr. Dent. J.*, vol. 21, no. 2, pp. 123–128, 2011.
- [18] F. Pakshir, S. Ajami, H. R. Pakshir, and A. R. Malekzadeh, "Characteristics of Palatal Rugae Patterns as a Potential Tool for Sex Discrimination in a Sample of Iranian Children," *J Dent Shiraz Univ Med Sci*, vol. 20, no. 1, pp. 1–9, 2019.
- [19] H. Alvarez Solarte, V. Sierra Alzate, J. Sánchez Garzón, and P. Botero Mariaca, "Palate shape and size and palatal rugae morphology of children with anterior open bite and normal vertical overbite," *J. Forensic Odontostomatol.*, vol. 36, no. 1, pp. 34–43, 2018.
- [20] B. N. Barbo, F. Azeredo, and L. Macedo de Menezes, "Assessment of Size, Shape, and Position of Palatal Rugae: A Preliminary Study," *Oral Heal. Dent. Stud.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- [21] A. F. Sherif, A. A. Hashim, M. A. Al Hanafy, and E. M. Soliman, "A pilot- cross sectional study of palatal Rugae shape and direction among Egyptians and Malaysians," *Egypt. J. Forensic Sci.*, vol. 8, no. 17, pp. 1–9, 2018.

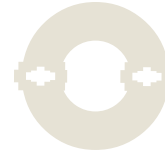


Combinación de masaje perineal con ejercicios de flexibilidad como método de prevención a episiotomía o desgarró al momento del parto

^aHernandez, Islas -Salma Lisset*, ^bPatricio, Rafael-Emmanuel

^aUniversidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Av. Universidad Tecnológica No. 1000 Tierra Negra, C.P. 73080, Xicotepec de Juárez Puebla, Puebla.

*hernandezsalma519@gmail.com,
emmanuel.patricio@utxicotepec.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El embarazo es un proceso mediante el cual la mujer va a sufrir diversos cambios estructurales y fisiológicos, dentro de los cuales se encuentran los traumas perineales durante el periodo expulsivo, es por esto por lo que con esta revisión se busca obtener información sobre los efectos del masaje perineal y así mismo de los ejercicios de flexibilidad durante el periodo de gestación.

Se sabe que el parto es el principal factor de riesgo para que ocurra el trauma perineal por consiguiente conlleva a una mayor morbilidad femenina a corto y largo plazo disminuyendo su calidad de vida, el masaje es

una técnica que se utiliza para incrementar y producir una distensión y ablandamiento del periné, lo cual nos habla de importantes beneficios en la musculatura, ya existen estudios que hablan de los beneficios del MP, sin embargo, cabe destacar que vivimos en una población donde los tabús son bastantes.

Los ejercicios van enfocados a aumentar el beneficio del masaje dado que ambos buscan tener una mejor distensión del periné e incluso la mejora en el rendimiento del embarazo, reducción de aparición de episodios de lumbalgia entre otros.

Palabras clave

Masaje perineal, desgarró, episiotomía.

Abstract

Pregnancy is a process by which a woman will undergo different structural and physiological changes, which are, the perineal changes during the labor period. This review looks to obtain information on the effects of perineal massage and flexibility exercises during the pregnancy period.

It is known that childbirth is the main risk factor for perineal trauma to occur, consequently, it leads to greater female morbidity in the short and long term, reducing her quality of life.

Massage is a technique used to increase and produce a perineum distention and softening, which tells us important benefits in the musculature of it some studies speak of the benefits of perineal massage, however, it should be noted that we lived in a place where taboos are quite numerous.

Exercises are focused on increasing the benefits of the massage and both focus on having a better perineum distention and even improving the performance of pregnancy, reducing the appearance of low back pain episodes among others.

Keywords

Perineal massage, tear, episiotomy.

Glosario de abreviaturas y símbolos

OMS, Organización Mundial de la Salud

FP, Fisioterapia pélvica

EMPP, Entrenamientos de los Músculos del piso pélvico

MP, Masaje perineal

Introducción

A lo largo de la historia se han generado diversos conceptos y creencias asociadas al proceso de gestación que lleva a cabo una mujer, Aristoteles en el siglo III a.C. atribuyó los partos complicados a un estilo de vida sedentario, pero cabe destacar que en la actualidad ya se sabe que los factores de riesgo en los partos son muchos como puede ser la edad materna, alguna enfermedad crónico-degenerativa o el tipo de musculatura perineal que presente la mujer.

El trauma perineal, desgarro perineal o episiotomía es un procedimiento que se define como un tipo de lesión o daño que sucede en el perineo en el momento expulsivo del parto vaginal, incluso considerándose un parto normal. El trauma más frecuente durante el periodo del embarazo es el desgarro perineal el cual sucede de manera espontánea en el periné y se da en 4 grados diferentes, que desde la Fisioterapia se pueden evaluar y atender previniendo complicaciones, pues esta lesión normalmente ocasiona molestias, dolor, incontinencia urinaria o dispareunia en las semanas posteriores al parto, lo que por consiguiente alarga el proceso de recuperación de la paciente puerpera.

La episiotomía igualmente es un trauma perineal, se define como una “incisión en el periné que se realiza para aumentar el tamaño del introito vaginal en el periodo expulsivo del parto”. Pueden ser de tres tipos según la dirección en la que se realice la incisión.

En los años 90 fue donde se comenzaron los estudios sobre el masaje perineal como método de prevención para el desgarro obstétrico, cuando el masaje se ha realizado en nulíparas si protege contra el trauma, pero no está indicado para mujeres múltiparas o al menos no se han visto beneficios previos.

El masaje perineal para la prevención de las lesiones durante el desarrollo del embarazo busca aportar una serie de beneficios a corto y largo plazo para la calidad de vida de las mujeres ya que pueden aumentar la elasticidad de los tejidos, favorecer la circulación sanguínea y disminuir la resistencia de los músculos facilitando la relajación de esta zona para poder distenderse mejor durante el parto, se habla de que el masaje durante el embarazo aumenta la flexibilidad de dichos tejidos y disminuye la resistencia muscular con lo que el periné puede extenderse durante el parto. En muchos casos se puede evitar la realización de episiotomías.

El masaje tiene como objetivo principal estirar el periné de lado a lado, se habla de que las ventajas de este masaje son reducción del estrés y de la presión, aumento de la vasodilatación y reducción del dolor percibido, estirando los tejidos vaginales y promocionando la relajación, el efecto global es que la paciente postparto es capaz de empujar al neonato más fácilmente para reducir el trauma perineal aunado a ejercicios terapéuticos nos pueden ayudar a prevenir lesiones, reducir los factores de riesgo de los traumas perineales o la episiotomía.

El ejercicio durante el embarazo tendrá múltiples beneficios tanto en la madre como en el feto, en el caso de la madre favorece el proceso del parto, controlan la ganancia de peso, lo cual también ayudará al concepto de imagen corporal, además se habla de que se obtiene una buena condición física y las que siguen manteniendo su actividad durante el embarazo tienen como beneficio el desarrollo psicomotor lo que hace al feto superior con mejor maduración nerviosa.

Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda de artículos en páginas como Scielo, Elsevier, IMSS, entre otras, donde para tener una búsqueda más eficaz se utilizaron palabras clave como: masaje perineal, ejercicio en la embarazada, desgarros perineales, episiotomía. Se trata de una revisión bibliográfica en la que se realizó un análisis de publicaciones previas que contuvieran las palabras clave previamente mencionadas.

Mediante la plataforma de Google Académico se colocó en el buscador las palabras clave, mismas que arrojaron resultados de artículos bibliográficos, tesis, guías de práctica clínica.

Se usaron palabras como masaje perineal, ejercicios de flexibilidad, traumas perineales, desgarro, episiotomía. en esta estrategia de búsqueda fue usada en las páginas anteriormente mencionadas.

La metodología de los estudios busca tener mayor fundamentación de los efectos y beneficios que tiene la fisioterapia pélvica como son el masaje perineal y los ejercicios de flexibilidad en pacientes embarazadas como técnicas preventivas a los traumas perineales específicamente el desgarro o episiotomía.

Criterios de inclusión

- Artículos que incluyan a mujeres nulíparas.
- Artículos que contemplen el masaje perineal durante el embarazo.
- Artículos que incluyan el masaje perineal como método preventivo a episiotomía o trauma perineal.
- Artículos que incluyeran las palabras clave: masaje perineal, trauma perineal, desgarro, episiotomía, ejercicios de flexibilidad en embarazadas.

Criterios de exclusión

- Artículos que incluyan partos por cesáreas.
- Artículos que exploren otros métodos para prevenir los traumas perineales diferentes al masaje perineal.

Resultados/Discusión de resultados

El trauma perineal es muy frecuente al momento del parto; el desgarro se considera el más frecuente considerándose como cualquier daño que sucede en los genitales durante el parto de manera espontánea, los 4 grados diferentes de desgarro son: [1]

1° grado: lesión de la piel.

2° grado: lesión de músculos del periné sin afectar el esfínter anal.

3° grado: lesión de esfínter anal.

- 3a Lesión del esfínter externo <50 %.
- 3b Lesión del esfínter externo >50 %.
- 3c Lesión de esfínter externo e interno.

4° grado: lesión del esfínter anal y la mucosa rectal.

En el 2017 se realizó un estudio de prevalencia de desgarro de alto grado en parto de adolescentes mexicanas y se determinó que el principal factor de riesgo es la primaridad, el 73 % presentó un desgarro perineal moderado y del 1 al 19 % tuvieron laceración esfinteriana involucrando en ese porcentaje los desgarros de tercer y cuarto grado. [2]. Por otro lado, la episiotomía también es considerada un trauma perineal pero también se habla de que se ha dejado de usar en la obstetricia moderna reconociendo que sus riesgos superan a los beneficios de esta, más que para proteger la pelvis se ha observado que ocasiona un aumento de dolor perineal en el postparto, dispareunia, pérdida de sangre, desgarro del esfínter, lesión rectal e incontinencia anal.

En México a pesar de tener dicha información sobre la episiotomía sigue siendo la intervención quirúrgica más frecuente al momento del parto, de la misma forma

en México las complicaciones del puerperio se localizan en el tercer lugar como la causa de mortalidad materna destacando la infección, la cual se presenta del 1 al 3 % de los partos [3].

La OMS creó una guía llamada Cuidados en el parto normal en la cual consideraba que “distrés fetal, progreso insuficiente del parto, amenaza de un desgarro de tercer grado” son factores que apoyan la realización de una episiotomía. El uso liberal de la episiotomía se asocia con índices más altos de daño perineal y más bajos de mujeres con periné intacto”. Por ello, la OMS concluye que no hay suficiente evidencia científica sobre los beneficios de un uso indiscriminado de la episiotomía, aunque sí existe cierto consenso sobre los daños que esta puede producir en las mujeres. [4] En la misma guía de la OMS nos habla en el apartado de métodos no farmacológicos para el alivio del dolor dice que estos métodos se deben iniciar en el periodo antenatal ofreciendo información a la gestante y a su compañero. Existen diversos métodos no invasivos como es el masaje, en este informe nos habla de que se debe realizar por su pareja o compañero, e incluso que estos métodos pueden ser en combinación con otros como son prácticas psicosomáticas, música, ejercicios de flexibilidad entre otras [4].

La FP se conoce desde los años cincuenta del siglo pasado cuando el conocido ginecólogo americano, Arnold Kegel [5], estableció los primeros ejercicios para restablecer toda la fuerza de los músculos del perineo, demostró la estrecha relación que existía entre los escapes de orina y la hipotonía o debilidad de la musculatura. Estos ejercicios son de gran utilidad en la prevención de los desgarros perineales, así como en una menor proporción de realización de episiotomías, siempre que se realicen de la forma y en el periodo correcto de la gestación.

La fisioterapia pélvica se ha considerado una estrategia de prevención primaria que se lleva a cabo para cambiar las prácticas de la obstetricia que aumentan las probabilidades de padecer una lesión en el perineo por ello es de suma importancia la restricción de las episiotomías.

El masaje perineal para la prevención de las lesiones durante el desarrollo del embarazo busca aportar una serie de beneficios a corto y largo plazo para la calidad de vida de las mujeres ya que pueden aumentar la elasticidad de los tejidos, favorecer la circulación sanguínea y disminuir la resistencia de los músculos facilitando la relajación de esta zona para poder distenderse mejor durante el parto [6].

Para la realización del masaje se tienen algunos puntos a considerar:

- Conocer el periné
- Lavado de manos
- Uñas cortas
- Vaciar la vejiga antes del masaje

Como precauciones al realizar el masaje debe tenerse en cuenta que no es favorable presionar la zona de la uretra para evitar infecciones urinarias, parar la técnica si se tiene dolor, y no realizar el masaje perineal si se presentan varices vulvares, infecciones en la vagina u orina, así como otras complicaciones del embarazo.

Como es evidente, no se recomienda en una cesárea programada debido a una ausencia de distensión de los músculos del periné.

Con base en una revisión narrativa sobre el masaje perineal se habla de que la técnica del masaje perineal consiste en: [7]

1. Se colocarán los dedos en el interior de la vagina a unos 3-4cm, se ejercerá un movimiento hacia abajo simulando una presión hacia abajo y los lados de esta, generando un movimiento similar al balanceo y estirando la piel del periné hasta que se experimente ligera sensación de escozor o quemazón. Entonces, se deslizará el dedo hacia el exterior y nuevamente se repetirá el proceso durante aproximadamente 2 minutos
2. Se pondrán los dedos a la entrada de la zona perineal y se presionará en la zona inferior durante 2 minutos mínimo o hasta que surjan molestias. Este ejercicio será útil para entrenar al periné sobre cómo será la presión que ejercerá la cabeza del bebé a su salida.
3. Con el pulgar y los dedos opuestos se sujetará la zona inferior de la entrada de la vagina generando una pinza junto con el periné, y se comenzará con un movimiento de vaivén estirando dicho tejido durante 2-3 minutos.



Ilustración 1 Como realizar el MP [8]

El masaje perineal en combinación con los ejercicios busca como objetivo prevenir traumas mediante una preparación física incluso a largo plazo después del parto como prolapsos e incontinencia urinaria, e incluso tener una vida sexual adecuada tras el parto.

En las décadas 1920 y 1930 es cuando aparecen los primeros programas de ejercicios prenatales con el objetivo de facilitar el parto y reducir la necesidad de medicamentos contra el dolor. Fue el doctor Read quien desarrolló un programa de ejercicios respiratorios y gimnásticos para disminuir el dolor durante el parto, para hacer del mismo un embarazo más activo. [9]. Para el parto es fundamental tener un tono adecuado en el suelo pélvico con los ejercicios de Kegel la mujer puede aprender a relajar y contraer la musculatura lo que de la misma forma nos ayudará en el momento de la expulsión.

El EMPP es de suma importancia para la prevención de disfunciones del suelo pélvico, dentro de los ejercicios perineales se utilizan técnicas, cuyo objetivo es mejorar la fuerza y resistencia de los músculos del suelo pélvico. Arnold Kegel [10] fue el primer ginecólogo que evidenció la importancia de la musculatura para la implicación de distintas funciones [11].

Las mujeres gestantes que previamente no presentan contraindicaciones médicas deben tener un embarazo físicamente activo, en el caso de contraindicaciones absolutas el ejercicio está contraindicado, mientras que si la contraindicación es relativa el profesional de la salud es el que debe valorar el riesgo beneficio de este. [12], [13]. Cuando los ejercicios son realizados durante el tercer trimestre ayudan a la preparación de la musculatura, ligamentos y fascias del suelo pélvico para el estiramiento que van a soportar durante el momento del parto, así mismo se va a preparar la musculatura abdominal para controlar el pujo durante el parto y así favorecer el descenso y salida del neonato [14].

Existen gran variedad de ejercicios que se pueden adaptar a las mujeres durante el embarazo como pueden ser los ejercicios con *fit-ball*. La *fit-ball* fue creada en 1963 por Aquilino Cosani, las pelotas son de origen italiano, pero se utilizaron por primera vez en Suiza, con el paso de los años se fueron utilizando en los demás países hasta llegara a México. Los beneficios de trabajar con estas pelotas es que adicionalmente nos ayudarán a trabajar propiocepción y coordinación, dado que su base inestable nos permitirá que se activen varios grupos musculares a la vez.

El uso de *fit-ball* cada vez es más frecuente en mujeres embarazadas esto puede ser porque es un lugar confortable para sentarse dado el que el nivel de la pelvis será por encima de las rodillas, se habla de que otra de las herramientas a utilizar puede ser el *physio roll* ya que nos puede brindar una mejor estabilidad lo cual le genera más confianza a la madre.

Estos ejercicios van a ir adaptados a cada mujer, no se podría hablar de tener un protocolo sistematizado, dado que cada embarazada tendrá necesidades diferentes para el trabajo. Para la realización del ejercicio se deben considerar varios factores entre los que destacan mantener una respiración sin dificultad, evitar la espiración forzada que reducen la oxigenación fetal [15].

En otros países como en Nigeria alrededor del 2013 se realizó un estudio en dos grupos de mujeres uno donde se practicó el masaje y otro donde no se realizó y determinaron que las que lo realizaron eran más propensas a tener un periné intacto tras el parto, por ello la incidencia de la episiotomía fue menor en este grupo [16].

Tras esta investigación se ha podido notar la discrepancia entre diferentes autores que hablan sobre este tema El masaje perineal se ha asociado de manera significativa para la reducción del trauma perineal durante el parto, si se realiza entre la semana 32 a la 34 de gestación. [17]Duarte, [18] García y Mejías constataron en una revisión bibliográfica que el masaje perineal es útil en la reducción de la probabilidad de padecer traumatismo perineal, así como diversas molestias o dolor durante la fase expulsiva del parto. Si el masaje se realiza solamente en el momento del parto no beneficia ni perjudica [19] [20].

Para la realización Gómez *et al* [21] argumentó que es fundamental mantener una constancia en el masaje para así aumentar la elasticidad del perineo y disminuir el número de episiotomías y desgarros en el parto.

“Su realización de forma adecuada y de manera rutinaria, aumenta la flexibilidad de los músculos del suelo pélvico, realizando esta técnica al final del embarazo consiguen una mayor distensión durante el alumbramiento y, por tanto, favorecen la ausencia de desgarros o la necesidad de episiotomías”

Un aspecto importante en el que los autores no tienen una resolución precisa es la frecuencia de la realización de esta técnica Beckhman y Stock hablan de la

frecuencia de la realización del masaje debe ser inversamente proporcional a la prevención del trauma que requiere sutura [22].

En contraposición León obtuvo datos diferentes diciendo que, si el masaje se realiza diariamente, existe mayor probabilidad de mantener un periné intacto durante el parto.

En base a una encuesta realizada en el mes de febrero en la sierra norte de Puebla (n=30) se pudo observar el impacto y necesidad de la implementación de Fisioterapia pélvica principalmente en mujeres jóvenes de entre 20 y 30 años que están embarazadas o tuvieron partos previos en los municipios de Xicotepec, Necaxa, Huauchinango.

Dentro de los principales impactos de la presente investigación es que el 35.5 % de las mujeres que respondieron la encuesta tuvieron una complicación durante el parto, dentro de este porcentaje el 29 % expresó que su complicación fue un desgarro perineal o una episiotomía.

Del 100 % de las mujeres encuestadas tan solo el 19.4 % realizaron algún tipo de ejercicio o terapia como método preventivo al parto.

Conclusiones

En la actualidad existen múltiples estudios que hablan sobre el MP como método de prevención a desgarros durante el proceso del parto, pero de igual forma no hay evidencias precisas sobre el uso del masaje de forma protocolizada.

El masaje perineal presenta una alta capacidad de prevención del trauma que requiere de sutura en el proceso del parto vaginal.

Además de que al momento de realizar el masaje la mujer puede liberar oxitocina mismo acto que nos ayudará a disminuir el dolor, la secreción de oxitocina produce contracción muscular en la musculatura perineal e incluso se pueden observar espasmos generalizados [23].

Villén [24] desarrolló una reflexión sobre el masaje perineal prenatal y la evidencia científica existente que se considera clave como conclusión de esta revisión narrativa: “Pese a sus reconocidos beneficios, serían necesario realizar más

investigaciones prácticas para determinar la frecuencia óptima, el tiempo de aplicación y el tipo de masaje. La bibliografía sobre este tema referida en México ha sido bastante escasa. Cabe preguntarse cuál es el motivo para que estas técnicas, sin efectos secundarios aparentes, no se estén practicando en nuestro país se busca que este trabajo contribuya al interés por el tema y se consiga así evitar el sufrimiento de nuestras pacientes”

Con base a la encuesta realizada en la sierra norte de Puebla se determinó que el 90.3 % de las mujeres embarazadas expresó que le hubiese gustado recibir atención fisioterapéutica para disminuir los factores de riesgo, de la misma forma se pudo determinar que el 51.6 % no sabía de la existencia del masaje perineal y los ejercicios de flexibilidad como prevención a traumas perineales.

De las que están cursando su primer embarazo el 80 % comentan que, si les gustaría recibir estas técnicas dado que no tenían el conocimiento de su existencia y les gustaría prevenir complicaciones previas durante el parto, lo que incrementa la necesidad de estudiar y hacer de conocimiento a las mujeres sobre la fisioterapia de suelo pélvico y no solo para el periodo de gestación si no para complicaciones post-parto, e incluso para prevenir algún tipo de degeneración patológica.

El 100 % de las encuestadas comenta que sería de ayuda a otras mujeres realizar fisioterapia pélvica, previa al parto. Sin embargo, se tendrían que buscar formas de que todas las mujeres se interesen más por su piso pélvico y sobre todo las que están cursando por su primer embarazo.

En conclusión, en cuanto a la revisión bibliográfica el masaje se ha relacionado con una disminución significativa del trauma perineal a consecuencia del parto a pesar de que no existe un consenso entre los autores, es por ello que se busca que las mujeres del estado de Puebla estén más informadas para decidir practicarlos y tener un menor riesgo. Si el masaje se aplica solo durante el parto no se tendrá un incremento en la probabilidad de tener un periné íntegro [25].

Cabe mencionar que la OMS recomienda no realizar el masaje, así como de realizar el uso restrictivo de la episiotomía y así mismo disminuirla. [4], dado que igual es mencionado en un estudio de Labrecque M, que la episiotomía aumenta el riesgo y severidad del trauma a partir del segundo parto [26].

Los ejercicios no tienen un protocolo definitivo, pero se ha demostrado que ayudan a tener menor número de complicaciones durante el parto, como ya se mencionó

el objetivo principal que se buscaba con esta combinación es mejorar la elasticidad del periné para así evitar traumas.

Agradecimientos

Este proceso llega a su fin y comenzaré agradeciendo a mis padres y hermano porque a pesar de cualquier adversidad siempre están para mí, porque realmente saben qué palabras me reconfortan.

A mi novio quien con su amor y paciencia me ha apoyado incondicionalmente para no darme por vencida y llegar a mi objetivo.

A mi asesor académico, por apoyarme en el proceso y guiarme para alcanzar los objetivos de esta.

Esta investigación es un escalón más para cumplir una meta, sin embargo, detrás de esto se encuentran tropiezos e incluso momentos de desesperación, pero a su vez momentos de alegría.

Pero principalmente esto va directo para el cielo porque allí se encuentra la persona que más amo y que más me hizo darme cuenta hasta donde puedo llegar.

Referencias bibliográficas

- | | |
|---|--|
| [1] López M, Palacio M, Ros C, Bataller E, Espuña M, Anglés S., «Protocolo: Lesiones perineales de origen obstétrico,» Cataluña:, 2014. | [4] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, «CUIDADOS EN EL PARTO NORMAL: UNA GUÍA PRÁCTICA ,» GINEBRA, 1969. |
| [2] Sanchez Avila M. T., Galvan Caudillo M., Cantú Pompa J. J., «Prevalencia de desgarro de alto grado en parto de adolescentes mexicanas,» Colombia Médica, p. 262, 2018. | [5] Uclés Villalobos, Vanessa, Sánchez Solera María Félix., «Rehabilitación del Piso Pélvico,» Revista clínica de la escuela de medicina UCR-HSJD, p. 12, 2017. |
| [3] I. M. d. S. Social, «IMSS,» 2013. [En línea]. Available: http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/608GER.pdf . [Último acceso: marzo 2021]. | [6] Beckmann M.M., Garrett A.J., «Masaje perineal antes del parto para la reducción del trauma perineal,» [En línea]. Disponible en: http://www.update-software.com . |

- [7] S. Colás- Carpallo, «Masaje perineal prenatal: revisión narrativa,» 2018.
- [8] M. Carmen, «Web consultas, Revista de salud y bienestar,» 3 abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.webconsultas.com/embarazo/vivir-el-embarazo/como-se-hace-el-masaje-perineal-12633>. [Último acceso: 10 marzo 2021].
- [9] Mataa, I., Chulvia, J., Roiga, J.R., Herediaa, F., Isidroa, J.D., Benítez Sillerob, M., Guillén del Castillob, «Prescripción del ejercicio físico durante el embarazo,» Elsevier, vol. 3, nº 2, 2010.
- [10] K. AH, «Progresive resistance exercise in the functional restoration of perineal muscle,» Am.J.Obstet.Gynecol.
- [11] Noa Pelier B. Y., Vila García J. N., «Rehabilitación física del suelo pélvico: ejercicios de Kegel y gimnasia abdominal hipopresiva,» 2020.
- [12] Mottola MF, Davenport MH, Ruchat SM, *et al*, « Canadian guideline for physical activity throughout pregnancy,» Sports Med , 2019.
- [13] Rubén Barakat, , A Díaz-Blanco, E Franco, Agustina Rollán-Malmierca, «Guías clínicas para el ejercicio físico durante el embarazo,» Progresos de Obstetricia y Ginecología, 2019.
- [14] Quironsalud, «La importancia de cuidar el suelo pélvico,» [En línea]. Available: <https://www.quironsalud.es/embarazomaternidad/es/etapas/embarazada/segundo-trimestre/semana-26-importancia-cuidar-suelo-pelvico#suelo>. [Último acceso: 20 marzo 2021].
- [15] A. (2002), «American College of Obstetricians and Gynecologists. Exercise during pregnancy and the postpartum period,» Andal Med deporte, pp. 68-79, 2010.
- [16] Tomás Cardiel M. Villalba Cubero L. Castellote Cólás B. , «Actualización sobre la influencia del masaje perineal antenatal en la tasa de desgarros perineales y episiotomías,» Portales médicos , 2018.
- [17] Beckmann MM, Stock OM, «Antenatal perineal massage for reducing perineal trauma (review).,» 1, 2013.
- [18] Duarte González L, García Gonzáles S, Mejías Panque MC, «Masaje perineal,» Nure investigación , vol. 1, pp. 1-4, 2013.
- [19] G. d. E. C. M. E., «Masaje perineal durante el embarazo,» Revista de enfermería C y L, 2009 .
- [20] - Mei-Dan E, Walfisch A , *et al.*, «Perineal massage during pregnancy: a prospective controlled trial.,» med assoc, 2008.
- [21] Gómez Coca S, Villamor Ruiz EM, Fernández Álvarez F, «efectividad del masaje perineal con aceite de rosa de mosqueta como medida preventiva del trauma perineal durante el parto,» vol. 1, p. 22, 2016.
- [22] Duarte González L, García González S, Mejías Paneque C., «Masaje perineal,» NURE Investigaciones, Enero-Febrero 2013. [En línea]. Available: http://www.fuden.es/FICHE-ROS_ADMINISTRADOR/PROTOCOLO/NURE62_protocolo_mperineal.pdf.
- [23] F. E. Giraldo, «eFisiooterapia.net,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.efisioterapia.net/articulos/estimulacion-secrecion-oxitocina-parto-traves-metodo-fnr-0#:~:text=Durante%20el%20parto%20es%20liberada,gl%C3%A1ndula%20mamaria%20en%20la%20lactancia.> [Último acceso: 2021].

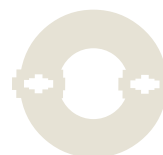
- [24] V. S. Ml., «Masaje perineal en fisioterapia obstétrica : revisión bibliográfica ,» Cuestiones de Fisioterapia, 2016.
- [25] Luque Bermudez M., Ruiz Liébanas G., Merino Torres I., «¿Es eficaz el masaje perineal antenatal y en el periodo expulsivo del parto,» Inquietudes, 2008. [En línea]. Available: <https://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/chjaen/files/pdf/1342088751.pdf>.
- [26] . Labrecque M. Eason E. y Marcoux, «Women's views on the practice of prenatal perineal massage .,» 2001.
- [27] Ministerio de Salud Pública y Bienestar social , «Atención prenatal en atención primaria de la salud,» Canadá , 11.

Consumo de nutrientes de las mujeres embarazadas de tres Centros de Salud públicos de la ciudad de Puebla 2020-2021

^aRamírez, Machorro-María del Rosario*, ^aRamírez, Machorro-Rosario Guadalupe*, ^aVázquez, Herrera- Alejandra*, ^aSilva, Pereira-Taisa Sabrina*, ^aAlba, Alba, Corina-Mariela*

^a Universidad de las Américas Puebla, Ex-Hacienda Santa Catarina Mártir S/N Ex-Hacienda Santa Catarina Mártir Ex-Hacienda Santa Catarina Mártir, 72810 San Andrés Cholula, Pue.

maria.ramirezmo@udlap.mx, rosario.ramirezmo@udlap.mx, alejandra.vazquezha@udlap.mx, taisa.silva@udlap.mx, corina.alba@udlap.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El estado nutricional deficiente es considerado como una de las principales características asociadas a la mortalidad materna en las mujeres gestantes más vulnerables, por este motivo, el objetivo de este proyecto fue evaluar el consumo de nutrientes en mujeres embarazadas de acuerdo con su trimestre actual. El diseño del presente estudio es cuantitativo, descriptivo, analítico y transversal. El cual se llevó a cabo en dos periodos, el primero se constó de enero a marzo 2020 y el segundo abarcó de octubre a febrero del

2021, se valoró el consumo de nutrientes en 102 mujeres embarazadas en tres centros de Salud de la ciudad de Puebla. Estudiantes de enfermería colectaron datos antropométricos, sociodemográficos y semanas de gestación. Asimismo, se ejecutó el recordatorio de 24 horas para examinar su dieta. Los resultados obtenidos muestran un análisis descriptivo realizado para su interpretación. Se encontró una mayor ingesta de nutrientes durante el tercer trimestre del embarazo.

Palabras clave

Mujer embarazada, dieta y nutrientes.

Abstract

Poor nutritional status is considered as one of the main characteristics associated with maternal mortality in the most vulnerable pregnant women, for this reason, the objective of this project was to evaluate the consumption of nutrients in pregnant women according to their current trimester. The design of the present study is quantitative, descriptive, analytical, and cross-sectional. Which was carried out in two periods, the First was from January to March 2020 and the second spanned from October to February 2021, the consumption of nutrients was assessed in 102 pregnant women in three health centers in the city of Puebla. Nursing students collected anthropometric, sociodemographic, and weeks of gestation data. Also, the 24-hour recall was run to examine your diet. The results showed a descriptive analysis carried out for their interpretation. Higher nutrient intake was found during the third trimester of pregnancy.

Keywords

Pregnant women, diet and nutrients.

Glosario de abreviaturas y símbolos

IMC, Índice de Masa Corporal

IOM, Instituto de Medicina MM, Mortalidad Materna SDG, Semanas de Gestación

Introducción

Durante el transcurso del embarazo, la mujer gestante experimenta una serie de cambios fisiológicos dentro de su organismo, los cuales tienen el objetivo de responder a las demandas que se presentarán en las próximas 40 SDG [1]. Estos cambios, se verán reflejados de manera diferente de acuerdo con el comportamiento de cada mujer y a la adaptación que cada una de ellas alcancen [2].

Estas modificaciones en las que la mujer gestante se verá involucrada desde los cambios cardiovasculares, observando un aumento en el gasto cardiaco [3], respiratorios en donde las capacidades, volúmenes y ventilaciones se verán afectados [2], la náusea y el vómito es lo más recurrente en el gastrointestinal [1], así como el cambio de peso que se observará en la mujer embarazada, de acuerdo con el Instituto de Medicina (IOM) esta ganancia debe ser de acuerdo con su IMC pregestacional [4].

En 2020, la Organización de las Naciones Unidas y la Agricultura, el Fondo Internacional de Desarrollo Agricultura, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa Mundial de Alimento y la Organización Mundial de la salud, menciona que la calidad de la dieta comprende de 4 aspectos clave, los cuales son: variedad y/o diversidad, adecuación, moderación y por último equilibrio general [5].

Un mal estado nutricional de la mujer gestante antes, durante y después del embarazo es de vital importancia, ya que la deficiencia de micronutrientes como el calcio, hierro, vitamina A o el yodo pueden generar resultados negativos para la gestante [6].

En el año 2015, murieron aproximadamente 303 000 mujeres y niñas adolescentes por complicaciones relacionadas con el embarazo y el parto [7]. Lamentablemente la mortalidad materna (MM) adquiere mayor incidencia en países en desarrollo como México o aquellos pertenecientes a América Latina, ya que son lugares con altas tasas de marginación [8].

En lo que respecta a nivel nacional, el estado de Puebla, la Secretaría de Salud (2021), menciona que Puebla se encuentra en tercer lugar a nivel nacional con más muertes MM registradas en el año 2020, alcanzando una cifra de 51 defunciones maternas, solo por debajo del Estado de México y Chiapas, en donde las principales causas de muerte fueron: COVID-19 confirmado, COVID-19 sin virus identificado,

enfermedad hipertensiva, edema y proteinuria en el embarazo, hemorragia obstétrica y complicaciones del embarazo [9].

La MM, puede estar ligado a ciertas características en las mujeres gestantes con más vulnerabilidad, entre las que entra: edad, nuliparidad o multiparidad, estado nutricional deficiente, baja escolaridad, ocupación estrato social bajo, lugar de residencia, estado civil y la carencia de seguridad social [10].

El presente trabajo pertenece a un proyecto de investigación realizado por una universidad privada del estado de Puebla para conocer el estado nutricional en las mujeres gestantes que se asocia a factores sociodemográficos, el cual es primer trabajo que expone a esta población, y así poder encontrar las limitantes en las que las mujeres embarazadas se encuentran para poder lograr un embarazo óptimo.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

El estudio es de carácter cuantitativo, descriptivo, analítico y transversal. La muestra se recabó en dos periodos; la primera fase abarcó de enero a marzo del año 2020 con un número de 68 mujeres embarazadas recolectadas en un solo establecimiento de salud. Sin embargo, debido a la contingencia mundial se suspendió hasta meses posteriores de ese mismo año. La segunda etapa de recolección fue a partir de octubre a febrero del 2021 obteniendo 58 participantes en los demás centros de salud de la capital poblana. El universo se conformó por un total de 121 gestantes, pero acorde a las limitaciones de la investigación la muestra se redujo a 102. Las participantes aceptaron la colaboración en la investigación por medio de un consentimiento informado, el cual se les proporcionó con el fin de proteger su información personal y usar sus datos exclusivamente para una contribución científica.

La selección del grupo que formó parte del estudio cumplió con los siguientes criterios: ser mayor de edad, encontrarse en cualquiera de los trimestres del embarazo, firmar de la respectiva autorización, comprensión del idioma español. Así como no estar en una gesta múltiple o padecer alguna enfermedad crónica degenerativa incluyendo la diabetes gestacional.

Datos antropométricos

Se obtuvo la talla, peso pregestacional y peso actual autorreferidos por la participante por medio de una ficha de identificación, asimismo en el caso del desconocimiento de los datos se accedió a los expedientes médicos de las clínicas para consultar y corroborar la información.

Datos sociodemográficos

Durante la entrevista se aplicó un cuestionario para conocer las principales características de las personas, incluyendo información de la edad actual, escolaridad, ocupación y situación conyugal.

Instrumento

En una ocasión se aplicó el recordatorio de 24 horas, el cual consistió en un formato impreso, en donde se observa una Tabla, con distintos apartados, comenzando con el tiempo de comida/hora, lugar, alimentos o preparación, ingredientes y finalmente las cantidades/medidas caseras o en gramos. La participante recordó y mencionó los alimentos consumidos durante las últimas 24 horas tratando de ser lo más específica posible. La duración fue variable dependiendo de la comprensión de la entrevistada, no obstante, el tiempo promedio aproximado del instrumento fue de 20 – 30 minutos por persona.

Evaluación dietética

El análisis del consumo de alimentos se llevó a cabo mediante el software denominado NUTRIMIND proporcionado por la universidad, que nos proporcionó el resultado total de los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas), micronutrientes (vitaminas y minerales) y grupos de alimentos (frutas, verduras, cereales y tubérculos, grasas y alimentos de origen animal). Se utilizó de la base de datos de la National Institutes of Health las recomendaciones dietéticas de los macronutrientes y micronutrientes durante la gestación con el fin de evaluar la ingesta dietética [11].

Análisis estadístico

Se utilizó el Statistical Package for the Social Sciences “SPSS” versión 25 con el fin de utilizar la prueba X^2 para comparar las diferencias por trimestre, con significancia estadística del 5 %.

Resultados

De las 102 participantes de este estudio, se encontró que la mayor parte de la muestra ($n=79$) pertenece a un rango de edad no mayor de los treinta años (24.5). De acuerdo con los datos sociodemográficos, a nivel educativo la mayoría de las mujeres asistió a la escuela secundaria (42.84 %), viven en unión libre (76.5 %), tienen de 2 a tres hijos (70.38 %), participan únicamente en labores del hogar (76.5 %), predicen la religión católica (88.74 %), hacen caminatas (91.8 %) y cuenta con seguro médico (66.3 %). Por otra parte, no reciben ningún programa de ayuda (94.86 %) o algún apoyo socioeconómico familiar (77.52 %).

Con base a los datos obtenidos de la ingesta de nutrientes, hubo un aumento elevado en el primer trimestre de vitamina A (502 mcg DE=92), vitamina D (134 mcg DE=13), azúcares (55 g DE=35) y colesterol (299 mg DE=284). En cambio, en el segundo trimestre se identificó un incremento de la Vitamina C (134 mg DE=134) en comparación con los otros trimestres. Finalmente se detectó que en el tercer trimestre la energía (1863 kcal DE=747) macronutrientes como hidratos de carbono (238 g DE=96) y micronutrientes como el calcio (891 mg DE=557), fósforo (1162 mg DE=601), magnesio (268 mg DE=127), potasio (2128 mg DE=1038), sodio (1266 mg DE=856) y zinc (14 mg DE=25) fueron quienes más sobresalieron en relación con el primer y segundo trimestre. No obstante, de acuerdo con las recomendaciones dietéticas que proporciona el Instituto Nacional de Salud, se presentó en los macronutrientes una ingesta elevada de carbohidratos, así como una deficiencia en los micronutrientes de vitamina A, E, B9, Calcio, Fe, Mg, K. y en la fibra en los tres trimestres de gestación.

Discusión

En las características sociodemográficas, uno de los hallazgos más relevantes fue la edad, ya que un número representativo de estudios prevaleció entre los 30 años, mientras que en nuestro estudio la población fue inferior a los 25 años. Así mismo,

se identificaron similitudes entre las investigaciones [12, 13, 14, 15, 17, 18] y nuestro estudio con el estado civil, debido a que se encontraban en una situación marital. Prosiguiendo por el grado de escolaridad, el promedio de la muestra de la población tiene grados académicos de nivel básico, así como características parecidas a los países de Malasia, India, China y México de lo contrario en los estudios que se realizaron en los países desarrollados de Estados Unidos, Canadá y España, en donde las mujeres presentaron grados universitarios. En la variable del desempeño laboral [17, 19] las participantes ejercen un trabajo, opuesto a esta investigación, así como en las gestantes de otro autor [20] que principalmente se desempeñan en las labores del hogar.

Las participantes de la presente investigación mantuvieron una alta ingesta de carbohidratos en los tres trimestres de gestación de acuerdo con lo recomendado por el Instituto Nacional de Salud, a diferencia de otros estudios que solo se muestra altos consumos en uno o dos periodos del embarazo [12, 17]. A diferencia de otras poblaciones se observó una disminución de los hidratos de carbono en su respectiva dieta [20, 21].

En los micronutrientes se mostró una deficiencia representativa en las mujeres embarazadas que formaron parte de la muestra como en la vitamina A [19, 21], vitamina E, vitamina B9 [13], Calcio, Fe y Magnesio [19, 21], K [21] y en la fibra [19, 21]

La principal limitación de este estudio fue la aplicación del Recordatorio de 24 horas, ya que solo se aplicó una sola vez en el momento que se entrevistó a la mujer embarazada, con lo cual no se logró un correcto análisis de la ingesta habitual. Por otro lado, se identificó una falta de memoria en el momento que la gestante refirió sus alimentos del día anterior. Además, en el primer bloque del estudio se observó que las gestantes no tenían la disposición del tiempo para responder el cuestionario debido a la contingencia sanitaria a nivel mundial se vio reducido el tiempo de entrevista con la gestante debido a los protocolos aplicados en las instituciones. Además, en el primer bloque del estudio se observó que las gestantes no tenían la disposición del tiempo para responder el cuestionario por motivos desconocidos. Mientras que, en el segundo bloque, nos encontrábamos en contingencia sanitaria a nivel mundial esto causó una alteración en el tiempo de entrevista con la gestante debido a los protocolos aplicados en las instituciones. Asimismo, se detectó que las medidas antropométricas referidas por las mujeres no eran del todo fiables, ya que algunas participantes solo daban un aproximado de las cifras.

Conclusión

Se encontró una mayor ingesta de nutrientes durante el tercer trimestre del embarazo, sin embargo, se encontraron varias deficiencias en la ingesta de los nutrientes que engloban los tres trimestres de la gestación. Es de vital importancia dar un papel protagonista a la nutrición durante el embarazo, ya que es la brecha de consecuencias a largo plazo tanto para la madre como para el hijo. Esto contribuirá a mejores planes de estrategia con el fin de disminuir la tasa de mortalidad materna en el estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El presente trabajo, tiene la finalidad de poder seguir perfeccionándose para poder alcanzar más adelante la publicación de un artículo científico que pueda contribuir a la implementación de una intervención de nutrición por parte del personal de enfermería en el primer nivel de atención de salud en las mujeres en edad reproductiva, así como en las mujeres gestantes durante y después del embarazo, para lograr una salud materna y perinatal más saludable en el estado de Puebla.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación se pudo realizar gracias al apoyo de los asesores, la Dra. Taisa y la Dra Corina, a quienes les agradecemos su asesoría en todo momento, así como a las participantes por su valiosa colaboración para poder elaborar este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] P. Carrillo, A. García, M. Soto, G. Rodríguez, J. Pérez, D. Martínez, "Cambios fisiológicos durante el embarazo normal," *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, vol. 69, no. 1, pp. 39-48, 2021.
- [2] M. Purizaca, "Modificaciones fisiológicas en el embarazo," *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, vol. 56, no. 1, pp. 57-69, 2010.
- [3] M. Hall, E. George, J. Granger, "The heart during pregnancy," *Revista Española de Cardiología*, vol. 64, no. 11, pp. 1045-1050, 2011. DOI: 10.1016/j.recesp.2011.07.009
- [4] Institute of Medicine. Weight Gain during pregnancy. Reexamining the guidelines. Rasmussen KM, Yaktine AL (ed); Committee to Reexamine IOM Pregnancy Weight Guidelines; Institute of Medicine: National Research Council. Washington: National Academies Press; 2009.
- [5] FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020*.
- [6] Roma, FAO, 2020.
- [7] OMS, "Nutrición de las mujeres en el periodo pregestacional, durante el embarazo y durante la lactancia",
- [8] Informe de la Secretaría, Rep. EB130/11, 2011.
- [9] OMS, "Essential nutrition actions: mainstreaming nutrition through the life-course", September 2019 [Online].
- [10] Available: <https://www.who.int/publications/item/9789241515856>
- [11] Recomendaciones de la OMS sobre atención prenatal para una experiencia positiva del embarazo. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2018. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- [12] I. Romero, G. Sánchez, E. Romero, M. Chávez, "Muerte materna: una revisión de la literatura sobre factores socioculturales," *Perinatología y Reproducción Humana*, vol. 24, no. 1, pp. 42-50, 2010.
- [13] Secretaría de Salud, "Informe Semanal De Notificación Inmediata de Muerte Materna", January 2021. [Online]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604103/MMAT_2020_SE53.pdf
- [14] National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements, "Nutrient Recommendations: Dietary Reference Intakes (DRI)" February 2021. [Online]. Available: https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/Dietary_Reference_Intakes.aspx
- [15] M. Ancira-Moreno, M. S. O'Neill, J. Á. Rivera-Dommarco, C. Batis, S. Rodríguez Ramírez, B. N. Sánchez, M. Castillo-Castrejón, and F. Vadillo-Ortega, "Dietary patterns and diet quality during pregnancy and low birthweight: The PRINCESA cohort", *Maternal & Child Nutrition*, vol. 16, no. 3, 2020.
- [16] N. Cano-Ibáñez, J. M. Martínez-Galiano, M. A. Luque-Fernández, S. Martín-Peláez, A. Bueno-Cavanillas, and
- [17] M. Delgado-Rodríguez, "Maternal Dietary Patterns during Pregnancy and Their Association with Gestational Weight Gain and Nutrient Adequacy", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 21, p. 7908, 2020.
- [18] K. A. Hirko, S. S. Comstock, R. S. Strakovsky, and J. M. Kerver, "Diet during Pregnancy and Gestational Weight Gain in a Michigan Pregnancy Cohort", *Current Developments in Nutrition*, vol. 4, no. 8, 2020.
- [19] H. Augustin, A. Winkvist, and L. Bärebring, "Poor Dietary Quality Is Associated with Low Adherence to Gestational Weight

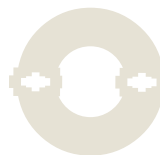
- Gain Recommendations among Women in Sweden”, *Nutrients*, vol. 12, no. 2, p. 317, 2020.
- [20] H. W. Parker, A. Tovar, K. Mccurdy, and M. Vadiveloo, “Associations between pre-pregnancy BMI, gestational weight gain, and prenatal diet quality in a national sample”, *PLOS ONE*, vol. 14, no. 10, p. e0224034, 2019.
- [21] Günther, Hoffmann, Spies, Meyer, Kunath, Stecher, Rosenfeld, Kick, Rauh, and Hauner, “Associations between the Prenatal Diet and Neonatal Outcomes—A Secondary Analysis of the Cluster-Randomized GeliS Trial”, *Nutrients*, vol. 11, no. 8, p. 1889, 2019.
- [22] R. J. Gamba, C. W. Leung, L. Petito, B. Abrams, and B. A. Laraia, “Sugar sweetened beverage consumption during pregnancy is associated with lower diet quality and greater total energy intake”, *PLOS ONE*, vol. 14, no. 4, p. e0215686, 2019.
- [23] Y. Zhang, H. Zhou, A. Perkins, Y. Wang, and J. Sun, “Maternal Dietary Nutrient Intake and Its Association with Preterm Birth: A Case-control Study in Beijing, China”, *Nutrients*, vol. 9, no. 3, p. 221, 2017.
- [24] K. G. Mishra, V. Bhatia, and R. Nayak, “Maternal Nutrition and Inadequate Gestational Weight Gain in Relation to Birth Weight: Results from a Prospective Cohort Study in India”, *Clinical Nutrition Research*, vol. 9, no. 3, p. 213, 2020.
- [25] L. Dubois, M. Diasparra, B. Bédard, C. K. Colapinto, B. Fontaine-Bisson, R. E. Tremblay, and W. D. Fraser, “Adequacy of nutritional intake during pregnancy in relation to prepregnancy BMI: results from the 3D Cohort Study”, *British Journal of Nutrition*, vol. 120, no. 3, pp. 335–344, 2018.

Desinformación sobre COVID-19 en Internet

^aCuan, Baltazar-Jose Yu Nam*, ^aSoto, Vega-Elena

^aUniversidad Anáhuac Puebla. Av Orion sn. Colonia Country club, San Andres Cholula, 72810

*jose.cuan68@anahuac.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El Internet se ha vuelto una importante fuente de información en salud. El nuevo coronavirus ha causado una pandemia de búsqueda de información que conlleva disseminación de información falsa. El objetivo de este estudio es evaluar la calidad de la información en Internet sobre COVID-19. El término “Wuhan Coronavirus” fue utilizado para realizar una búsqueda en Google (6 Febrero, 2020). Se realizó un análisis crítico de los primeros 110 sitios webs que aparecían en la búsqueda a través de las herramientas

HONcode, Segundos Molares Temporales SMT JAMA *benchmarks* e instrumento DISCERN. De los 110 sitios web analizados solo 1.8 % contaba con el sello de HONCode, 39.1 % de los sitios web no alcanzaban por lo menos un criterio de JAMA y solo el 10 % alcanzaba los cuatro criterios posibles. El instrumento DISCERN mostró que el 70 % de los sitios web fueron clasificados como de baja calidad. Para el momento de la búsqueda no existía información de calidad en Internet sobre COVID-19.

Palabras clave

COVID-19, desinformación, calidad, salud pública.

Abstract

The novel coronavirus caused a pandemic search for information with broad dissemination of false or misleading health information. This study aimed to evaluate the quality and readability of online information about the coronavirus disease (COVID-19), which was a trending topic on the Internet, using validated instruments and relating the quality of information to its readability. The search was based on the term "Wuhan Coronavirus" on the Google website. Critical analysis was performed on the first 110 hits using the Health on the Net Foundation Code of Conduct (HONcode), the Journal of the American Medical Association (JAMA) benchmark, the DISCERN instrument, and Google ranking. The first 110 websites were critically analyzed, and only 1.8 % (n=2) of the websites had the HONcode seal. The JAMA benchmark showed that 39.1 % (n=43) of the websites did not have any of the categories required by this tool, and only 10.0 % (11/110) of the websites had the four quality criteria required by JAMA. The DISCERN score showed that 70.0 % (n=77) of the websites were evaluated as having a low score and none were rated as having a high score. By February 6, 2020, no quality information was available on the Internet about COVID-19.

Keywords

COVID-19, misinformation, quality, public health.

Glosario de abreviaturas y símbolos

JAMA, Journal of American Medical Association

HON, Health on the Net

Introducción

La enfermedad del coronavirus (COVID-19) se está extendiendo a nivel mundial desde su epicentro en Hubei, China. La incidencia y la tasa de mortalidad han sido difíciles de calcular porque los casos más leves no están siendo diagnosticados; A pesar de esto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 5 de marzo de 2020, declaró que la última tasa mundial de mortalidad por la enfermedad fue del 3.4 %, y alrededor del 80 % de los casos de COVID-19 son leves. Los casos cambian a diario y se pueden rastrear en todo el mundo en tiempo casi real a través de diferentes sitios web como el respaldado por la Universidad Johns Hopkins [1]. Esta nueva enfermedad es causada por un virus de la familia Coronaviridae, identificado en personas expuestas a mariscos y animales salvajes en un mercado local en Wuhan, China. Algunos investigadores han sugerido que los pangolines, un mamífero utilizado por la medicina china tradicional, podría ser el vector intermedio entre los murciélagos y los humanos, porque la secuencia del genoma del coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS CoV-2) es 99 % similar al coronavirus del murciélago según Zhang *et al.* [2]

En la conferencia de seguridad de Munich que tuvo lugar el 15 de febrero de 2020, el director general de la OMS comentó: “No somos solo una lucha y una epidemia; estamos luchando contra una infodemia “. Es importante verificar la información en Internet para evitar el pánico y la información errónea asociados con la enfermedad. Las noticias falsas se propagan más rápido que los virus. Internet es la principal fuente de información a nivel mundial; Actualmente, 2 mil millones de personas tienen acceso a él. La información de salud en línea ha crecido desde la década de 1990, volviéndose popular entre los usuarios no relacionados con la salud; sin embargo, la mayor parte de la información en Internet no está regulada y su calidad sigue siendo cuestionable. Para los usuarios con educación no médica, es difícil juzgar la confiabilidad de la información de salud en Internet. Por tanto, la necesidad de una evaluación crítica ha tomado una nueva dimensión, y se han desarrollado indicadores de importancia y calidad del contenido.

La probabilidad de que una persona vea un sitio web en particular está influenciada por su orden de aparición en los principales motores de búsqueda y, en algunos casos, esto también puede verse afectado si se trata de sitios de pago. Muchos autores han demostrado que la mayoría de los usuarios no van más allá de las 2 primeras páginas de citas (20-40 enlaces) que encuentran [3]. El motor de búsqueda más popular en todo el mundo es Google, y clasifica sus resultados de búsqueda

según la popularidad de los enlaces, lo que significa que para cualquier sitio web, el número de hipervínculos que apuntan a él desde otras páginas web mejorará su clasificación en la búsqueda de Google [4].

Debido a la importancia que tienen las búsquedas de salud en Internet en la actualidad para el personal sanitario y no sanitario, se han desarrollado sistemas de puntuación o herramientas de evaluación de la calidad como un conjunto de indicadores aplicados a un sitio web para proporcionar una puntuación de calidad. Los sistemas de puntuación más utilizados en la actualidad son el Código de conducta de *Health on the Net Foundation (HONcode)*, el *Journal of the American Medical Association (JAMA)* y el instrumento DISCERN [5-7]. Eysenbach *et al* [8], informaron que el 70 % de los sitios web que presentan información sobre cuidados tenían problemas de calidad significativos[8].

El HONcode es una organización sin fines de lucro y no gubernamental que promueve información de salud transparente y confiable en línea. Es una certificación de los sitios web basada en un “estándar ético orientado a ofrecer información de salud de calidad”. El código HON fue fundado bajo los auspicios del Departamento de Empleo, Asuntos Sociales y Salud de Ginebra en 1995. Es un código utilizado y aprobado por el Consejo Económico y Social y la OMS. También es una de las primeras ONGs que se utiliza como guía para fuentes fiables de información sanitaria en Internet. El código HON consiste en un mecanismo mínimo para proporcionar información médica de calidad, objetiva y transparente a los usuarios de Internet. El sitio web puede mostrar el sello HONcode si acepta cumplir con los estándares enumerados y está sujeto a auditorías aleatorias para verificar su cumplimiento [9].

Los puntos de referencia de JAMA se publicaron en 1997. Según Silberg *et al* [10], es un conjunto de cuatro criterios diseñados para evaluar y evaluar la calidad de la información de salud en Internet. Estos puntos de referencia son autoría, atribución, divulgación y moneda. Esta herramienta permite al lector decidir fácilmente si el sitio tiene componentes básicos como transparencia y confiabilidad [11]. El instrumento DISCERN es una herramienta válida y confiable para evaluar la información sanitaria. Es el primer índice de calidad estandarizado y fue creado por la División de Salud Pública y Atención Primaria de Salud de la Universidad de Oxford, Londres. Es un cuestionario válido y confiable de 16 puntos para ayudar a los consumidores de salud y proveedores de información a evaluar la calidad de la información de salud en cualquier sitio web [12].

Actualmente, COVID-19 ha sido un tema de tendencia en todo el mundo. Alrededor del 10 de enero de 2020, la mayoría de las noticias en todo el mundo hablaban sobre una nueva cepa de coronavirus que comenzó en China y se estaba extendiendo rápidamente. Esto creó una avalancha de búsqueda de información en Internet llamada “infodemia”. En unos días, la red se llenó de información, a veces con contenido preciso y otras con contenido falso que apuntaba a la posibilidad de infectarse incluso después de recibir correo regular de China [13]. A fines de enero de 2020 (20 días después), esta infodemia aumentó, ya que la nueva enfermedad se había convertido en un tema de tendencia con la búsqueda máxima de un término reportado por Google según Google Trends, especialmente después de que la OMS declaró el COVID-19 como una emergencia de salud global en enero 31 de 2020[14].

En este trabajo, evaluamos la calidad de la información de salud en línea que los internautas encontraron sobre el COVID-19 al inicio de la epidemia desde enero hasta el 6 de febrero. La búsqueda se realizó usando “Wuhan” y “Coronavirus” como palabras clave porque, en ese momento, eran las palabras clave más populares, y el objetivo era evaluar lo que encontraban en la red los usuarios no sanitarios. Para el 6 de febrero de 2020, los términos COVID-19 o SARS-CoV-2 aun no estaban establecidos.

Materiales y métodos

Se utilizaron los términos de búsqueda “Coronavirus” y “Wuhan” (6 de febrero de 2020) en el motor de búsqueda de Google (google.com). La búsqueda se realizó utilizando un navegador actualizado de Google Chrome versión 79.0.3945.130. Accedimos a Google desde la Universidad Anáhuac Puebla en Tlaxcalancingo, Puebla, México antes de la búsqueda, se borraron todas las cookies existentes del navegador y se utilizó la configuración de Google para establecer como condición el idioma inglés.

Realizamos una búsqueda y los primeros 110 sitios web obtenidos se compartieron con los observadores, quienes trabajaron con cada sitio web. Se excluyeron los sitios web que no estaban en idioma inglés o español. Todos los instrumentos fueron evaluados por cuatro observadores para cada sitio web, y cualquier desacuerdo se resolvió por consenso antes del análisis final. El motor de búsqueda de Google en sí se evaluó como parte de la evaluación crítica y no solo como la página de destino de los resultados de Google Search. Por lo tanto, si se obtuvo más información en otra parte del sitio web a través de subtítulos, enlaces o páginas principales, esta

información se obtuvo como resultado de haber sido dirigida a ella, ya sea directa o indirectamente, a través de la búsqueda original de Google.

Instrumentos de evaluación de la calidad

Se han desarrollado herramientas de evaluación de la calidad para evaluar la información sobre salud utilizando varios criterios. Entre las herramientas disponibles, seleccionamos tres diferentes herramientas de evaluación validadas, HONcode, JAMA benchmarks y la herramienta DISCERN.

HONcode

El HONcode se basa en un código de conducta de 8 puntos que comprende autoridad, complementariedad, confidencialidad, atribución, justificabilidad, transparencia de autoría, divulgación financiera y política publicitaria. Cualquier sitio web que cumpla con este código tiene permiso para mostrar la insignia similar a HONaward en su sitio web. El certificado es válido solo por 1 año. HONcode es la herramienta de evaluación de la calidad más antigua que se utiliza hasta la fecha [9]. Para evaluar el HONcode, descargamos su software y, para cada enlace, buscamos el sello.

Puntos de referencia de JAMA

Los puntos de referencia de JAMA evalúan los siguientes puntos: autoría (se deben mostrar los autores y colaboradores, sus afiliaciones y credenciales relevantes), la atribución (se deben proporcionar referencias y fuentes claras para todo el contenido), la divulgación (propiedad del sitio web, el patrocinio, la publicidad), la suscripción, la financiación comercial o las fuentes de apoyo, y cualquier posible conflicto de intereses) y la moneda (se deben indicar las fechas de publicación inicial y actualización del contenido) [10]. Por cada criterio (autoría, atribución, moneda y divulgación), el sitio web recibió 1 punto; el rango fue de 0 a 4 puntos.

Instrumento DISCERN

El instrumento DISCERN consta de 3 secciones, las primeras 2 evalúan la confiabilidad y calidad de la información escrita y la tercera sección califica la publicación en su conjunto. Cada pregunta se puntúa en un rango de 1 (no definitivo) a 5 (sí definitivo). Una puntuación de 2 y 4 es un rango dado para los casos en los que el criterio se cumple parcialmente hasta cierto punto. La puntuación total máxima es 80, y la calidad de cada sitio web se clasifica como alta (≥ 65 puntos),

moderada (33-64 puntos) o baja (16-32 puntos) [12]. Para evaluar el puntaje DISCERN se diseñó una página de Microsoft Excel donde se asignó una fila a cada pregunta del instrumento. Se evaluó cada sitio web y el valor de cada pregunta se introdujo manualmente en la celda correspondiente; el puntaje para cada pregunta fue de 1 a 5. Para la pregunta 16, se usó la función de modo con las filas 1-15. La fila 17 fue la adición de las filas 1-16, y ese fue el valor DISCERNIR del sitio web.

Categorización

Los sitios web revisados se categorizaron según la afiliación (comercial, de noticias, universidad o centro médico, una organización sin fines de lucro o gobierno), el tipo de contenido (hechos médicos, ensayos clínicos, historias de interés humano y preguntas y respuestas) y la especialización del tema y el contenido (sitio web exclusivamente relacionado con el coronavirus o solo una parte del sitio web).

Estadística

Se realizó un análisis cuantitativo de la base de datos. Además de las comparaciones de los valores obtenidos en JAMA y DISCERN entre los primeros 50 sitios web, el resto de las comparaciones se determinaron mediante una prueba t para datos no apareados. El análisis estadístico se realizó utilizando el software GraphPad Prism.

Resultados/Discusión de resultados

Código HON El análisis del código HON mostró que, a partir de la encuesta de 110 sitios web, solo el 1, 8 % (2 sitios web) tenían el código HON.

JAMA: Revista de la Asociación Médica Estadounidense Puntos de referencia de JAMA El análisis de referencia de JAMA mostró que, de los 110 sitios web, el 39, 1 % (43 sitios web) no cumplía con ninguno de los criterios de referencia de JAMA, el 23, 6 % (26 sitios web) alcanzó solo 1 criterio, el 17, 3 % (19 sitios web) logró 2 criterios, 10.0 % (11 sitios web) logró 3 criterios y 10.0 % (11 sitios web) logró los 4 criterios (**Tabla 1**).

En promedio, todos los sitios web alcanzaron una media de 1, 28 (DE 1, 34) criterios; la primera mitad de los sitios web alcanzó una media de 1, 95 (DE 1, 35) y la segunda mitad alcanzó una media de 0, 68 (DE 0, 95) criterios. Hubo una diferencia significativa entre la primera mitad y la segunda mitad ($P < 0.001$). De los 43 sitios

web que no alcanzaron ninguno de los criterios de referencia de JAMA, 9 aparecieron en los primeros 50 sitios web. Además, de los 11 sitios web que alcanzaron cuatro criterios, 10 se encontraron en los primeros 50 sitios web, lo que sugiere que la calidad de la información puede reducirse después de los primeros 55 sitios web.

La puntuación DISCERN para los resultados de los sitios web analizados es la siguiente: De los 110 sitios web, ninguno de los sitios web logró una puntuación alta (65 o más puntos), el 30, 0 % ($n = 33$) de los sitios web logró una puntuación moderada (33-64) y una puntuación baja (16 -32 puntos) fue alcanzado por el 70, 0 % ($n = 77$) de los sitios web (**Tabla 1**). En promedio, todos los sitios web alcanzaron una puntuación media de 28, 91 (DE 10, 34). La primera mitad de los sitios web alcanzó una puntuación media de 24, 36 (DE 8, 36) y la segunda mitad alcanzó una puntuación media de 33, 43 (DE 10, 21). Hubo una diferencia significativa entre la primera y la segunda mitad ($p < 0, 001$).

Categorización del sitio web

El análisis de la categorización o afiliación del sitio web mostró que, de los 110 sitios web visitados, el 56, 4 % ($n = 62$) estaban en páginas de noticias generales, el 19, 1 % ($n = 21$) estaban en páginas comerciales, el 8, 2 % ($n = 9$) estaban en páginas asociadas con un gobierno, el 7.3 % ($n = 8$) estaban en páginas consideradas organizaciones sin fines de lucro, y solo el 0.9 % ($n = 1$) estaban en las páginas asociadas con universidades o sitios web médicos. De los 110 sitios web revisados, 44.5 % ($n = 49$) de ellos presentaba información exclusiva sobre el coronavirus, mientras que el 55, 5 % ($n = 61$) la presentaba como parte de las notas en el sitio web.

A pesar de que la mayoría de los sitios no estaban especializados en medicina, el 39, 1 % ($n = 43$) de la información presentada fue considerada información de salud; el resto de los sitios web presentaban datos epidemiológicos, historias sobre los pacientes o cómo las personas estaban viviendo la epidemia. El análisis de idiomas mostró que el 92, 7 % ($n = 102$) de las páginas tenían el inglés como idioma principal (**Tabla 1**).

Conclusiones

Es importante enfatizar que los usuarios de Internet son responsables de la calidad de la información que obtienen de los sitios web. Hoy en día, la desinformación es un problema importante; las personas no tienden a evaluar críticamente la información que leen y, a menudo, cuando toman decisiones importantes sobre su vida y salud. La desinformación está asociada con compras de pánico, compras de suministros médicos o medicamentos y, lo que es peor, tomar medicamentos sin receta médica. El impacto de la desinformación puede ser devastador, los proveedores de redes sociales están tratando de filtrar las noticias falsas, pero esto no ha detenido a los teóricos de la conspiración, los estafadores y los mentirosos en Internet. Los mercados financieros y los gobiernos buscan evitar el pánico. La información científica sobre COVID-19 fluye libremente en las redes como nunca antes, pero debe ir acompañada de una adecuada interpretación por parte de los medios de comunicación y los internautas. En los países donde los medicamentos se venden sin receta, las personas leen los ensayos clínicos en las redes sociales y van a la farmacia a comprar todos los medicamentos en existencia como si fuera papel higiénico.

Internet es la fuerza más poderosa que interrumpe las noticias; Internet transfiere el poder de los gobiernos a la sociedad, y es la sociedad la que está presionando a los gobiernos para que tomen decisiones, a veces basadas en noticias falsas. Durante la pandemia COVID-19, ha sido difícil para los gobiernos y los motores de búsqueda controlar la calidad y el flujo de información sobre las experiencias de esta pandemia. Está claro que tanto los gobiernos como las instituciones como la OMS deben trabajar juntos para crear pautas y mecanismos de control sobre el flujo de información en Internet y establecer códigos éticos globales bajo los cuales se pueda publicar la información de salud, ya que esto también afecta la política y la economía de los países.

También es importante tener en cuenta que una parte de la población puede preferir recibir información por otros métodos distintos a Internet, como la radio, la televisión o los periódicos. En 2019, se estimó que solo el 53,9 % de la población mundial tiene acceso a Internet, dejando al resto, principalmente en el tercer mundo, sin la herramienta de búsqueda de información [3]. Para evitar respuestas inadecuadas y miedos de la población, es importante que los gobiernos desarrollen una estrategia para enseñar a sus residentes a cómo verificar la calidad de lo que leen, especialmente en el caso de la información de salud. Cada día aumenta el

número de usuarios que buscan su diagnóstico y tratamiento en Internet, lo que convierte a Internet en una herramienta de doble filo para el sector de la salud. Las agencias gubernamentales deben considerar el uso de un mecanismo regulador para controlar la información de salud falsa o engañosa. La información de salud falsa puede causar un daño social significativo al alimentar conceptos falsos de enfermedad. Además, el personal de salud debe asumir un papel en la sociedad con estas 5 acciones recomendadas: (1) no compartir información si no se ha demostrado su veracidad; (2) participar en programas de medios masivos para compartir información legítima; (3) promover acciones de higiene y vacunación; (4) educar a los pacientes para que identifiquen los síntomas de alarma e instruirlos sobre qué hacer si aparecen estos síntomas; (5) producir contenido mediático y promover sitios web de instituciones académicas. Los gobiernos y las organizaciones de salud como la OMS deberían asumir un papel activo de información sobre casos como la pandemia COVID-19. Algunas de las acciones que deben considerarse para difundir información correcta y confiable en Internet entre sus poblaciones son compartir información confiable o sugerir algunas fuentes de información confiable en los sitios web del gobierno, subsidiar una mayor visibilidad de información confiable en motores de búsqueda masivos, subsidiar institutos u organizaciones científicas para compartir información confiable, desarrollar una herramienta donde el personal de salud pueda evaluar la calidad de la información en los sitios web y utilizar estas evaluaciones para encontrar información confiable.

Referencias bibliográficas

- [1] John Hopkins University. COVID-19 information URL: <https://hub.jhu.edu/novel-coronavirus-information> text] [doi: 10.4066/AMJ.2014.1900] [Medline: 24567763]
- [2] Zhang T, Wu Q, Zhang Z. Probable Pangolin origin of SARS-CoV-2 associated with the COVID-19 outbreak. *Curr Biol* 2020 Mar 19 [FREE Full text] [doi: 10.1016/j.cub.2020.03.022] [Medline: 32197085]
- [3] ITU Statistics. Individuals using the Internet 2005-2019 URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>
- [4] Fahy E, Hardikar R, Fox A, Mackay S. Quality of patient health information on the Internet: reviewing a complex and evolving landscape. *Australas Med J* 2014;7(1):24-28 [FREE Full text] [doi: 10.4066/AMJ.2014.1900] [Medline: 24567763]
- [5] Sobota A, Ozakinci G. The quality and readability of online consumer information about gynecologic cancer. *International Journal of Gynecological Cancer* 2015;25(3):537-541. [doi: 10.1097/igc.0000000000000362]
- [6] Moolla Y, Adam A, Perera M, Lawrentschuk N. 'Prostate cancer' information on the Internet: fact or fiction? *Curr Urol* 2020 Jan 7;13(4):200-208 [FREE Full text] [doi: 10.1159/000499271] [Medline: 31998052]
- [7] Shital Kiran DP, Bargale S, Pandya P, Bhatt K, Barad N, Shah N, et al. Evaluation of Health on the Net seal label and DISCERN

- as content quality indicators for patients seeking information about thumb sucking habit. *J Pharm Bioallied Sci* 2015 Aug;7(Suppl 2):S481-S485 [FREE Full text] [doi: 10.4103/0975-7406.163509] [Medline: 26538902]
- [8] Eysenbach G, Powell J, Kuss O, Sa E. Empirical studies assessing the quality of health information for consumers on the world wide web: a systematic review. *JAMA* 2002;287(20):2691-2700. [doi: 10.1001/jama.287.20.2691] [Medline:12020305]
- [9] HON code. HON code of conduct for medical and health Web sites. *Am J Health Syst Pharm* 2000 Jul 01;57(13):1283[FREE Full text] [doi: 10.1093/ajhp/57.13.1283a] [Medline: 10902071]
- [10] Silberg WM, Lundberg GD, Musacchio RA. Assessing, controlling, and assuring the quality of medical information on theInternet: Caveant lector et viewor--Let the reader and viewer beware. *JAMA* 1997 Apr 16;277(15):1244-1245. [Medline:9103351]
- [11] Cassidy JT, Baker JF. Orthopaedic patient information on the World Wide Web. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2016;98(4):325-338. [doi: 10.2106/jbjs.n.01189]
- [12] Rees CE, Ford JE, Sheard CE. Evaluating the reliability of DISCERN: a tool for assessing the quality of written patient information on treatment choices. *Patient Educ Couns* 2002 Jul;47(3):273-275. [doi: 10.1016/s0738-3991(01)00225-7] [Medline: 12088606]
- [13] World Health Organization. 2020 Feb 02. Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report-13 URL: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200202-sitrep-13-ncov-v3.pdf> [accessed 2020-02-05]
- [14] World Health Organization. 2020 Feb 09. Novel Coronavirus(2019-nCoV) Situation Report - 20 URL: https://www.who.int/docs/default-source/Coronaviruse/situation-reports/20200209-sitrep-20-ncov.pdf?sfvrsn=6f80d1b9_4 [accessed 2020-02-05]
- [15] SEO Review Tools. Website Authority Checker URL: <https://www.seoreviewtools.com/website-authority-checker/>
- [16] Serprobot Beta. SERP checker URL: <https://www.serprobot.com/serp-check.php>
- [17] Riou J, Althaus C. Pattern of early human-to-human transmission of Wuhan 2019 novel coronavirus (2019- nCoV), December2019 to January 2020. *Euro Surveill* 2020 Jan;25(4) [FREE Full text] [doi: 10.2807/1560- 7917.ES.2020.25.4.2000058] [Medline: 32019669]
- [18] Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet* 2020 Feb 15;395(10223):507- 513. [doi:10.1016/S0140-6736(20)30211-7] [Medline: 32007143]
- [19] Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. *N Engl J Med* 2020 Mar 26;382(13):1199-1207. [doi: 10.1056/NEJMoa2001316] [Medline:31995857]
- [20] Lu R, Zhao X, Li J, Niu P, Yang B, Wu H, et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet* 2020 Feb 22;395(10224):565-574. [doi:10.1016/S0140-6736(20)30251-8] [Medline: 32007145]
- [21] Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* 2020 Feb 07. [doi: 10.1001/jama.2020.1585] [Medline: 32031570]
- [22] Chan JF, Yuan S, Kok K, To KK, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet* 2020 Feb

- 15;395(10223):514-523[FREE Full text] [doi: 10.1016/S0140-6736(20)30154-9] [Medline: 31986261]
- [23] Hui DS, I Azhar E, Madani TA, Ntoumi F, Kock R, Dar O, *et al.* The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health-The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *Int J Infect Dis* 2020Feb;91:264-266 [FREE Full text] [doi: 10.1016/j.ijid.2020.01.009] [Medline: 31953166]
- [24] Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, *et al.* A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med* 2020 Feb 20;382(8):727-733. [doi: 10.1056/nejmoa2001017]
- [25] Dario T. ScienceAlert. WHO has finally named the new coronavirus URL: <https://www.sciencealert.com/who-has-finally-named-the-deadly-Coronavirus> [accessed 2020-02-05].

Tabla 1. Resultados del análisis de 110 sitios web

Variables	Número de sitios web		
HON Code		Gubernamental	9
Certificado	2	Universidad	0
No certificado	108	Centro médico	1
JAMA		Más de una categoría	13
0	43	Exclusividad	
1	26	Parcialmente exclusivo	61
2	19	Exclusivo	49
3	11	Subtipo	
4	11	Información médica	11
DISCERN score		Preguntas y respuestas	10
Alto (Igual o mayor a 65)	0	Historias de interés humano	43
Moderado (33 a 64)	33	Ensayos clínicos	0
Bajo (16 a 32)	77	Más de una categoría	46
Categoría		Idioma	
Noticias	61	Inglés	103
Comercial	21	Español	7
Organización sin fines de lucro	5		

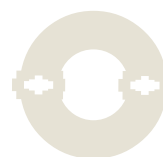
Detección de SARS-CoV-2 en el río Atoyac, Puebla

^aEspinosa, Hernández-Sofía*, ^b Baños, Lara-Ma. del Rocío

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Prol. 24 Sur, Cd. Universitaria, Cdad. Universitaria, C.P. 72570, Puebla, Puebla.

^bUniversidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 21 sur No.1103, Barrio de Santiago, C.P. 72410, Puebla, Puebla.

*sofiaespinosahdz@gmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El pasado 20 de marzo se cumplió un año del inicio de la epidemia causada por el SARS-CoV-2 en México. El diagnóstico molecular del virus se consigue detectando ARN o proteínas del virus, o anticuerpos producidos por el sistema inmunitario generados al combatir la COVID-19. A pesar de ser este un virus respiratorio, su ARN se ha detectado en heces fecales de personas infectadas, en consecuencia, el ARN viral se ha detectado en aguas residuales. Esto es útil en la vigilancia epidemiológica, ya que refleja la prevalencia real de la COVID-19 en la población.

El río Atoyac es el cuerpo de agua más importante de Puebla, y el más contaminado a nivel nacional, ya que recibe descargas de drenajes municipales de 42 industrias y 16 municipios.

En este trabajo, se detectó ARN del SARS-CoV-2 mediante RT-PCR, en muestras de agua del río Atoyac, colectadas en febrero del 2021. Los resultados sientan las bases de un sistema de vigilancia epidemiológica del SARS-CoV-2 en aguas residuales de Puebla.

Palabras clave

SARS-CoV-2, COVID-19, río Atoyac

Abstract

March 20, 2021, marked one year after the epidemic caused by SARS-CoV-2 began in Mexico. The molecular detection of the virus is through identifying the viral RNA or protein; also, it can be detected indirectly through the presence of antibodies produced by the immune system when fighting SARS-CoV-2. The virus is a respiratory pathogen however, the viral RNA has been detected in feces, therefore the RNA has been detected in sewage water; which is useful in epidemiological surveillance since it reflects the real prevalence of COVID-19 in the population.

The Atoyac river is the most important water body in Puebla, but the most contaminated, since it receives sewage discharges from 42 factories, and 16 municipalities.

In this work, we detected SARS-CoV-2 RNA, by RT-PCR, in water samples collected from the Atoyac river, in February of 2021. Our results mean a precedent for a system of epidemiological surveillance in the wastewater of Puebla.

Keywords

SARS-CoV-2, COVID-19, Atoyac river

Glosario de abreviaturas y símbolos

ARN – Ácido ribonucleico

cADN – Ácido desoxirribonucleico complementario.

COVID-19 – *Coronavirus disease-2019*, enfermedad por coronavirus del 2019

Ct – *Cycle threshold*, Umbral de ciclo

EPP-Equipo de Protección Personal

OMS – Organización Mundial de la Salud

RT-PCR – *Real Time- Polymerase Chain Reaction*, Reacción en cadena de la polimerasa, en tiempo real

SARS-CoV-2 – *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*,
Coronavirus 2 del síndrome agudo respiratorio severo

TBE – Tris, Borato y EDTA

Introducción

El 20 de marzo del 2021 se cumplió un año del inicio de la epidemia causada por SARS-CoV-2 en México [1]; el primer brote de este virus se dio en la ciudad de Wuhan, China en el 2019 [2].

Este es un coronavirus de la familia *Coronaviridae*, que causa la COVID-19, es perteneciente a la subfamilia *Orthocoronavirinae* y al subgénero *Sarbecovirus*, que incluye los beta-coronavirus. El genoma de SARS-CoV-2 está compuesto por 30 kb de ARN de una sola cadena de sentido positivo y los viriones son de tamaño de 80-160 nm [3]. Debido al mecanismo de corrección de ARN de su polimerasa, su tasa de mutación es baja. Los genes del virus codifican proteínas no estructurales, pertenecientes a el complejo replicasa transcriptasa, cuatro proteínas estructurales: espícula (S), envoltura (E), membrana (M) y nucleocápside (N); y proteínas accesorias [4]. El diagnóstico por laboratorio del SARS-CoV-2 puede hacerse a nivel molecular, detectando ARN o proteínas de la cápside del virus. La infección se detecta también mediante la presencia de anticuerpos producidos por el sistema inmune al combatir al virus [5]. En términos clínicos, la infección por SARS-CoV-2 puede manifestarse en la forma más grave de la enfermedad, presentar varios o un solo signo o síntoma e incluso presentarse de forma asintomática [6, 7].

La transmisión y diseminación del virus puede ocurrir por medio de las gotas o gotículas de saliva, al toser o estornudar [8]; las gotas o gotículas pueden ser emitidas por pacientes asintomáticos y sintomáticos. La presencia del SARS-CoV-2, se indaga solamente cuando los individuos presentan síntomas, pero hoy se sabe que hay individuos que cursan con infecciones asintomáticas [9]. Estos casos pasan desapercibidos, y no son por tanto estimados. A pesar de ser el SARS-CoV-2 un virus respiratorio, su ARN se ha detectado en heces fecales [10], además se ha encontrado ARN viral en aguas residuales [11]. Esto resulta importante, ya que el monitoreo del ARN del SARS-CoV-2 en aguas residuales puede ser un indicador de la prevalencia de la COVID-19 en la población [12].

Por otra parte, en Puebla el cuerpo de agua más importante, pero al mismo tiempo más contaminado a nivel nacional es el Río Atoyac, ya que recibe todas las descargas de los drenajes municipales, de aproximadamente 42 industrias y 16 municipios [13, 14], por consiguiente, permite la vigilancia epidemiológica en el estado.

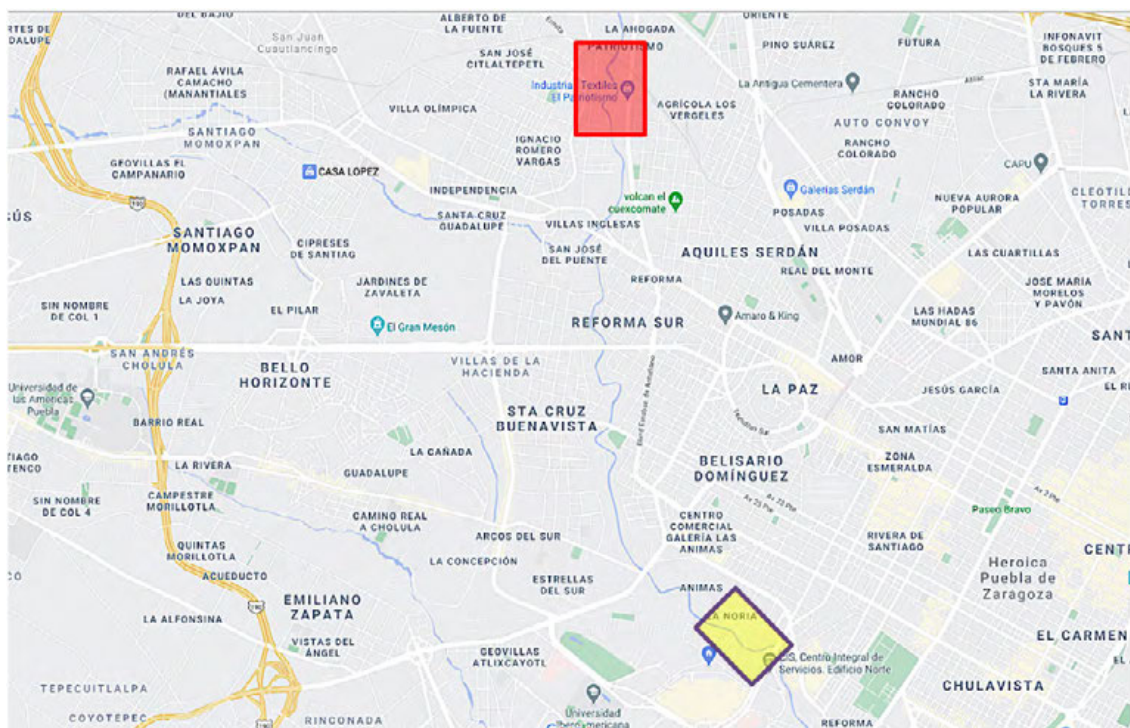
Una de las primeras investigaciones que mostraron la presencia del SARS-CoV-2 en aguas residuales fue la de Ahmed [10]. En México, monitorearon el ARN del virus en Querétaro desde el inicio de la epidemia hasta el mes de julio demostrando que el 36 % de sus muestras de afluentes fueron positivas para un gen de SARS-CoV-2 [15].

El principal objetivo del presente estudio fue detectar a SARS-CoV-2 en puntos específicos del río Atoyac por medio de RT-PCR. Paralelamente: 1) determinamos el mejor método de extracción de ARN para el control biológico (*Chlorella vulgaris*) utilizando extracto de espirulina, que pueda funcionar como control positivo de aislamiento de material genético del agua; 2) reproducimos la técnica de RT-PCR a partir de ARN extraído de una muestra clínica positiva para SARS-CoV-2, amplificando el gen N y utilizando dos protocolos reportados en la literatura (Sarbeco_N y NIID_19-nCoV_N); y 3) reproducimos la técnica de RT-PCR en ARN extraído de *Chlorella vulgaris* para el gen rbcL (Subunidad grande de ribulosa-1, 5-bisfosfato carboxilasa / oxigenasa).

Materiales y métodos

Muestreo

Se determinaron sistemáticamente 2 puntos estratégicos de recolección de muestra como se indica en la **Figura 1**, utilizando correctamente todo el Equipo de Protección Personal (EPP). El primer punto, en El Patriotismo, Puebla (19°04'44.9"N 98°14'28.3"W) se tomaron 2 muestras de 100 ml el 25 de enero y 2 muestras de 100 ml el 12 de marzo del 2021, todas se guardaron a -80 °C hasta su uso; para el segundo punto, en San Miguel la Rosa, Puebla (19°02'14.5"N 98°13'50.9"W) se tomaron 200 ml el 26 de febrero del 2021, divididas en dos ejemplares de 100 ml cada una, uno se mantuvo a 4 °C y el otro fue procesado el mismo día (**Tabla 1**).



Muestras	Ejemplares	Temperatura de almacenamiento	Lugar de toma de muestra	Fecha de la toma de muestra
1	0	-80 °C	El patriotismo, Puebla (19°04'44.9"N 98°14'28.3"W)	25/01/2021
2	0	-80 °C		
3	0	-80 °C		12/02/2021
4	0	-80 °C		
5	2	20 °C	San Miguel la Rosa, Puebla (19°02'14.5"N 98°13'50.9"W)	26/02/2021
		4 °C		

Figura 1. Puntos de muestreo, El Patriotismo, Puebla (19°04'44.9"N 98°14'28.3"W) en rojo y San Miguel la Rosa, Puebla (19°02'14.5"N 98°13'50.9"W) en amarillo.

Determinación del mejor método de extracción de ARN de espirulina

La determinación del mejor método de extracción de ARN se realizó con extractos de espirulina proporcionada por el Mtro. José María Cunill. Los extractos se concentraron a 3, 300 g por 20 min a 20 °C. Para la extracción de ARN se usaron tres kits siguiendo las instrucciones del fabricante: Kit *RNeasy® PowerMicrobiome™* Qiagen, *TRIzol® LS Reagent* y *RNeasy® Plus Mini Kit*. Se usaron diferentes kits con la finalidad de escoger el mejor para extraer ARN de *Chlorella vulgaris*; este es necesario para considerarlo como un control de extracción de ARN y de amplificación por RT-

PCR. Este control es importante para asegurar que el agua esté libre de elementos inhibidores de la RT-PCR.

Evaluación de la integridad del ARN

Se realizó un corrimiento electroforético en un gel de agarosa al 1 % usando para la corrida buffer TBE 1x. Se cargaron 3 µl de ARN más 2 µl de buffer de carga. Las condiciones de corrida fueron 85 minutos, a 110 volts. El gel se visualizó para analizar la integridad del ARN de los controles biológicos, extractos de cultivos de espirulina y *C. vulgaris*, así como de una muestra clínica positiva para SARS-CoV-2 que fue generosamente donada por la Dra. Elizabeth Bautista y el Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Centro Integral de Salud de la UPAEP.

Evaluación de la especificidad de los *primers* para los genes *rcbL* y *N* por RT-PCR

La evaluación de la especificidad de los *primers* se realizó con el ARN extraído de *C. vulgaris* y de la muestra clínica positiva al SARS-CoV-2.

Los *primers* y sondas se compraron a T4OLIGO, y se utilizaron a 0.8 µM y a 0.2 µM respectivamente (**Tabla 2**). Para el cADN se realizaron mezclas de reacción de 20 µl utilizando el kit *Maxima First Strand cADN Synthesis for RT-PCR* (Thermo); cada reacción contenía 4 µl del mix de buffer de reacción, 2 µl de transcriptasa reversa, el volumen necesario de la solución de ARN para igualar todas las reacciones a 100 ng, más agua libre de ARNsas hasta llegar a 20 µl. Para las mezclas de RT-PCR se utilizó el máster mix *QuantiNova™ Probe RT-PCR 0615-WW* (Qiagen), sin utilizar los siguientes componentes: *QN ROX Reference Dye* y *20x primer-probe mix 2*. Cada reacción de PCR se realizó por triplicado, por medio del *Rotor-Gene Q* (Qiagen) con los siguientes parámetros: 95 °C 10 min, 45 ciclos a 95 °C de 15s, 59 °C por 45s.

Concentración de las muestras de agua y extracción de ARN

Organismo	Gen	Secuencia (5'-3')	Referencia
<i>Chlorella vulgaris</i>	Subunidad grande de ribulosa-1, 5-bisfosfato carboxilasa / oxigenasa (<i>rbcl</i>)	Forward: CTTGGACGA CTGTATGGACTG Reverse: ATACCGTGAGGA GGACCTTG Sonda: FAM- ATGACATCGAGCCTGTTCCAGGTG	[16, 17]

SARS-CoV-2	N	Forward: CACATTGGCACCCGCAATC Reverse: GAGGAACGAGAAGAGGCTTG Sonda: FAM-ACTTCCTCAAGGAACAACA	[18]
	N	Forward: AAATTTTGGGGACCAGGAAC Reverse: TGGCACCTGTGTAGGTCAAC Sonda: FAM-ATGTCGCGCATTGGCA	[19]

Antes de comenzar con la concentración se descongelaron las muestras que se encontraban a -80°C , durante toda la noche a 4°C ; posteriormente las muestras se dividieron en dos tubos cónicos de 50 ml y se centrifugaron para eliminar restos de gran tamaño en la *Centrifuge 5702 RH* (Eppendorf). La concentración del volumen de la muestra de agua se hizo por ultracentrifugación con Amicon® Ultra-15 10K (Merck Millipore). Se colocaron 14 ml del sobrenadante recuperado en los tubos Amicon® y se centrifugó a 3, 000 g por 40 min, repitiendo hasta que todo el sobrenadante pasara por el Amicon®. Este proceso se siguió independientemente para cada muestra. Al final del proceso, el volumen de la muestra se concentró en el interior del dispositivo Amicon®, y resultó de 200-250 μl aproximadamente.

Para los ejemplares de la muestra 5 (**Tabla 1**), también se recolectó la pastilla formada después de la centrifugación de los tubos cónicos de 50 ml. La extracción de ARN viral a partir de los concentrados y la pastilla se llevó a cabo por medio del kit *RNeasy® PowerMicrobiome™* (Qiagen) de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Al final de cada extracción se cuantificó el material genético recuperado en el equipo QIAxpert® (Qiagen) y se evaluó la integridad de ARN mediante corrimientos electroforéticos en geles de agarosa.

Detección de SARS-CoV-2 en las muestras de agua por RT-PCR

La detección de SARS-CoV-2 por RT-PCR se realizó con el mismo programa descrito en la sección 3.4 amplificando también el gen *rbcl* de *C. vulgaris*. Este se usó como control biológico de amplificación, ya que esta microalga está presente en el río Atoyac (Comunicación personal del Mtro. José María Cunill, 2021). Para verificar que los productos de PCR fueran únicos y del peso esperado, se realizó un corrimiento electroforético en geles de agarosa al 1 % y con el marcador de bajo peso molecular ADN *pUC19/MspI* de (BioTecMol).

Resultados/Discusión de resultados

Evaluación de la integridad del ARN de *Espirulina*, *C. vulgaris* y SARS-CoV-2

Después de la extracción del ARN de espirulina con los diferentes kits y el corrimiento electroforético en geles de agarosa al 1 %, concluimos que el mejor es

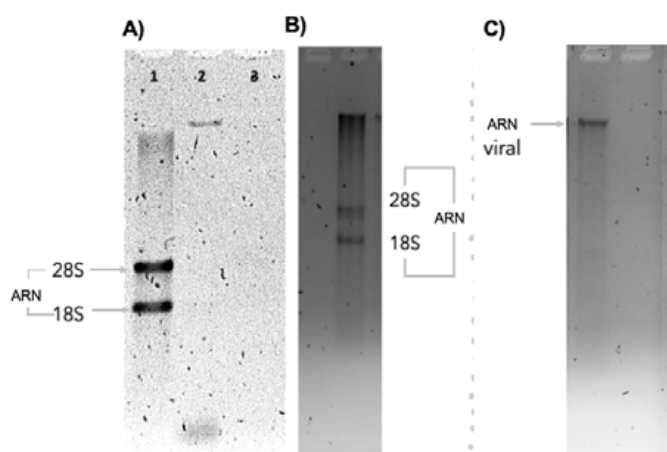


Figura 2. Evaluación de la integridad del ARN en un corrimiento electroforético en un gel de agarosa al 1 %. **A)** ARN de espirulina, utilizando diferentes kits: pocillo 1. Kit *RNeasy PowerMicrobiome*, Qiagen (50) (76.5 ng/ul); pocillo 2. TRIzol (104.8 ng/ul); pocillo 3. Kit *Rneasy Plus Mini*, Qiagen (250) (5.8 ng/ul). **B)** Extracción de ARN de *C. vulgaris* con el kit *RNeasy PowerMicrobiome*, Qiagen (50) – (50.3 ng/ul).

RNeasy® *PowerMicrobiome*™ (Qiagen), con el que se obtuvo una concentración de 76.5 ng/μl (Figura 2A). En concordancia se logró extraer ARN de buena integridad y concentración (50.3 ng/μl) de *C. vulgaris* (Figura 2B).

Evaluación de la especificidad de los *primers* para los genes *rcbL* y *N* por RT-PCR

Como se observa en las Tablas 3, 4 y en la **Figura 3**, la amplificación de los genes *rcbL* y *N* se logró exitosamente, demostrando la especificidad de los *primers*; con valores del umbral de ciclo (Ct) para *C. Vulgaris* de 23.34 a 23.75 y para SARS-CoV-2 de 26.69 a 27.4 (protocolo de Sarbeco_N), y de 23.17 a 23.56 (protocolo de NIID_19-nCoV_N).

Tabla 3. Resultados de la amplificación por RT-PCR del gen *rbcl* en *C. vulgaris*.

No.	Nombre	Ct
1	R-Chl-(1)	23.51
2	R-Chl-(2)	23.34
3	R-Chl-(3)	23.75

Ct: umbral de ciclo, R: gen *rbcl*; Chl: *C. vulgaris*; (#): Número de repetición

Tabla 4. Resultados de la amplificación por RT-PCR del gen N en SARS-CoV-2

No.	Nombre	Ct
1	SSARS(1)	27.4
2	SSARS(2)	26.69
3	SSARS(3)	27.28
4	NSARS(1)	23.33
5	NSARS(2)	23.56
6	NSARS(3)	23.17

Ct: umbral de ciclo, S: protocolo Sarbeco_N; N: protocolo NIID_19-nCoV_N; (#): Número de repetición

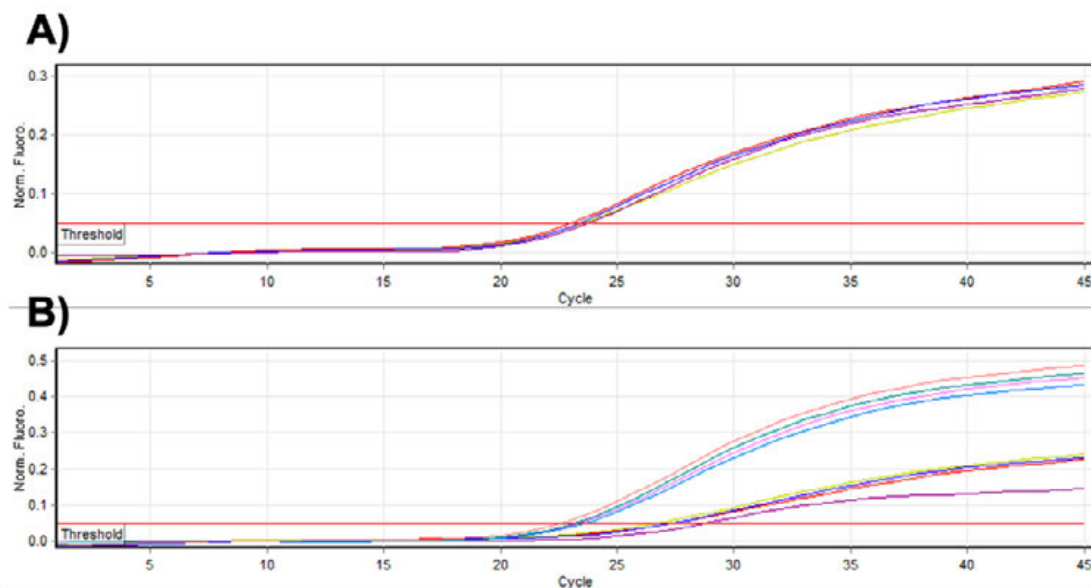


Figura 3. Evaluación de la especificidad de los *primers* para los genes *rbcl* y N por RT-PCR. **A)** Curva de amplificación de RT-PCR para el gen *rbcl* en *C. vulgaris*. **B)** Curva de amplificación de RT-PCR para el gen N en SARS-CoV-2 con los protocolos de Sarbeco_N y NIID_19-nCoV_N.

La obtención de material genético de un organismo biológico no relacionado con el SARS-CoV-2, es un importante control de que los métodos de obtención de ARN y de amplificación por RT-PCR son eficaces, y de que no hay elementos inhibitorios de la RT-PCR en el agua colectada. Por otra parte, en este trabajo se reprodujo exitosamente la RT-PCR para el gen *rbcL* a partir de ARN de un cultivo puro de *C. vulgaris*, y del gen N del SARS-CoV-2 a partir de una muestra clínica positiva. Con los controles dando los resultados esperados, se procedió con confianza a correr las RT-PCRs en muestras de agua del río Atoyac.

Evaluación de la integridad del ARN extraído de las muestras de agua

La evaluación de la integridad del ARN de cada muestra por medio de corrimientos electroforéticos en geles de agarosa demostró que únicamente existía material genético en los ejemplares de la muestra 5, tanto en el sobrenadante como en la pastilla, de modo que, solo se realizó RT-PCR a dichas muestras (**Figura 4**). El análisis de las muestras en cuanto a la concentración de ARN e integridad permitió seleccionar únicamente las mejores para continuar con el análisis posterior por RT-PCR.

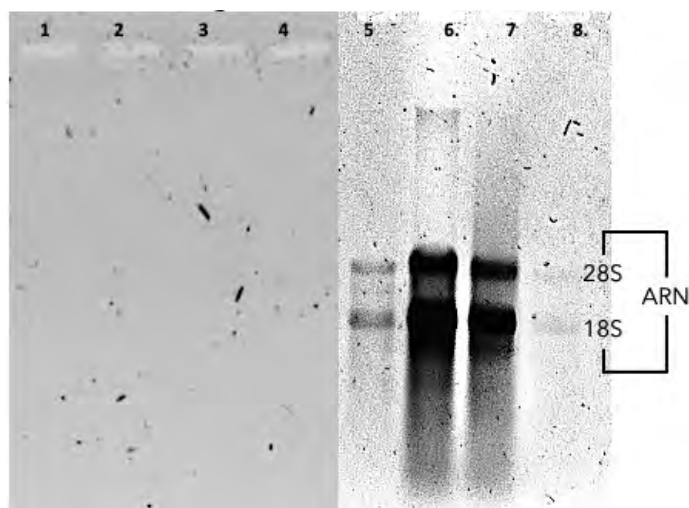


Figura 4. Evaluación de la integridad del ARN extraído de las muestras de agua en un corrimiento electroforético en un gel de agarosa al 1 %. **Pocillo 1.** M1SN (0.9 ng/ul); **pocillo 2.** M2SN (-0.9 ng/ul); **pocillo 3.** M3SN (0.9 ng/u); **pocillo 4.** M4SN (-1.3 ng/ul); **pocillo 5.** M5ejem1SN-(35.2 ng/ul); **pocillo 6.** M5ejem1P-(282.1 ng/ul); **pocillo 7.** M5ejem2P -(320.8 ng/ul); **pocillo 8.** M5ejem2SN (-11.5 ng/ul). M, muestra; SN, sobrenadante; P, pastilla y ejem, ejemplar.

RT-PCR de las muestras de agua

Los valores del umbral de ciclo (Ct) para el ejemplar 1 del río Atoyac demuestran la presencia de SARS-CoV-2 con el ensayo de NIID_2019-nCOV_N (**Tabla 5, Figura 5**), así como la amplificación del gen *rbcL* demostrando la presencia de *C. vulgaris*. Además, los controles positivos y negativos, que este caso fueron, una mezcla de

cADN de la muestra 071 positiva para SARS-CoV-2 con cADN de *C. vulgaris* y agua libre de ARNsas, respectivamente, amplificaron de acuerdo con lo esperado.

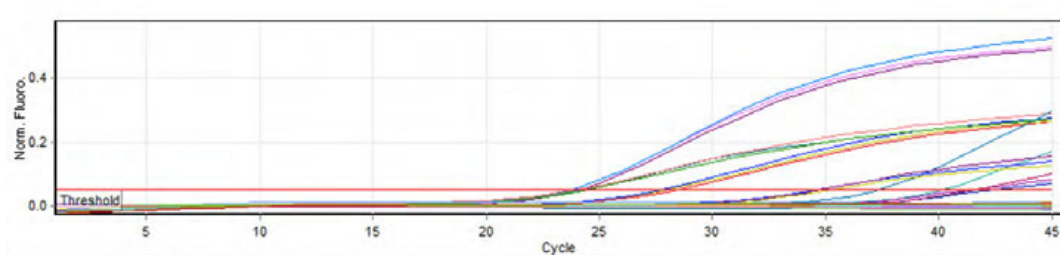


Figura 5. RT-PCR de las muestras de agua. Curva de amplificación de RT-PCR para los genes *rbcL* en *C. Vulgaris*, y N con los protocolos de Sarbeco_N y NIID_19-nCoV_N.

Tabla 5. Resultados de la detección de SARS-CoV-2 por RT-PCR en las muestras de agua.

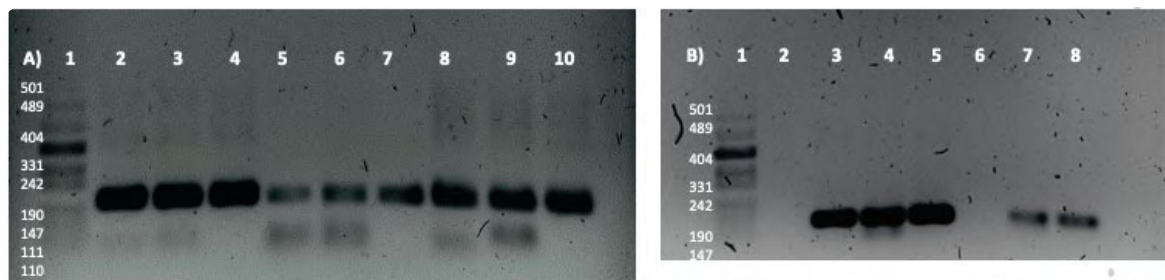
Muestra	Tipo de muestra	Gen	Protocolo	Organismo	Número de repetición	Ct
Control + (cADN de la muestra 071 positiva para SARS-CoV-2 y cADN de <i>C. vulgaris</i> .)	Mezcla de cADNs	N	Sarbeco	SARS-CoV-2	1	28.42
					2	27.99
			NIID_19-nCoV_N		3	27.68
		<i>rbcL</i> -		<i>C. vulgaris</i>	1	24.05
					2	23.7
					3	23.67
					1	24.23
					2	24.05
					3	24.46
Control -Agua libre de ARNsas		N	Sarbeco	SARS-CoV-2	1	ND
					2	ND
					3	ND
			NIID_19-nCoV_N		1	ND
					2	ND
					3	ND
		<i>rbcL</i> -		<i>C. vulgaris</i>	1	ND
					2	ND
					3	ND

M5-ejem1	Sobrenadante	N	Sarbeco	SARS-CoV-2	1	ND
					2	ND
					3	ND
		NIID_19-nCOV_N			1	ND
					2	40.13
					3	37.31
		rbcl	-	<i>C. vulgaris</i>	1	42.47
					2	41.34
					3	41.54
	Pastilla	N	Sarbeco	SARS-CoV-2	1	ND
					2	ND
					3	ND
		NIID_19-nCOV_N			1	ND
					2	ND
					3	ND
		rbcl	-	<i>C. vulgaris</i>	1	35.13
					2	34.63
					3	34.74
M5-ejem2	Sobrenadante	N	Sarbeco	SARS-CoV-2	1	ND
					2	ND
					3	ND
		NIID_19-nCOV_N			1	ND
					2	ND
					3	ND
		rbcl	-	<i>C. vulgaris</i>	1	ND
					2	ND
					3	ND
	Pastilla	N	Sarbeco	SARS-CoV-2	1	ND
					2	ND
					3	ND
		NIID_19-nCOV_N			1	ND
					2	ND
					3	ND
		rbcl	-	<i>C. vulgaris.</i>	1	ND
					2	ND
					3	ND

Ct: umbral de ciclo; ND: no detectado

Análisis del tamaño de los productos de RT-PCR de las muestras de agua

Los productos de amplificación de las RT-PCRs a partir de las muestras de agua, tienen el mismo peso molecular que los controles positivos (**Figura 6**), con esto se demuestra la presencia del ARN de SARS-CoV-2 en el río Atoyac.



agua. En el pocillo 1 de cada gel se encuentra el marcador de bajo peso molecular ADN *pUC19/MspI* de BioTecMol. **A)** Corrimiento electroforético de los productos de RT-PCR del gen *rbcL*, pocillos 2-4 control positivo, pocillos 5-7 M5ejem1SN, pocillos 8-10 M5ejem1P. **B)** Corrimiento electroforético de los productos de RT-PCR del gen N protocolo NIID, pocillos 3-5 control positivo, pocillos 6-8 M5ejem1SN-NIID_19.

Del total de cinco muestras analizadas, solamente la muestra recolectada el 26/02/2021, y específicamente el sobrenadante de la muestra procesada el mismo día de la recolección, fue positiva para el gen N de SARS-CoV-2. Una posible explicación para la detección solo en esta muestra es que la cantidad de casos acumulados al día de esa toma de muestra fue la mayor: 73, 757; a diferencia de la primera toma cuya tasa de casos acumulados fue de 63, 600 (**Tabla 6**) [20].

Tabla 6. Comparación del número de casos tanto acumulados como diarios en Puebla al momento de la toma de muestras y los valores de umbral de ciclo (Ct) para la RT-PCR.

Lugar de toma de muestra	Fecha de la toma de muestras	Casos acumulados	Casos diarios	Valor de Ct
El patriotismo, Puebla (19°04'44.9"N 98°14'28.3"W)	25/01/2021	63,600	580	NR
	12/02/2021	70,092	311	NR
San Miguel la Rosa, Puebla (19°02'14.5"N 98°13'50.9"W)	26/02/2021	73,757	350	40.13
				37.31

Simbología: Ct: umbral de ciclo, NR: No realizado, debido a que no se extrajo ARN.

Conclusiones

Los puntos geográficos del muestreo fueron críticos para el monitoreo dado que, la distancia entre ambos puntos recibe las descargas de aguas residuales tanto municipales como industriales. La detección de SARS-CoV-2 se consiguió solamente en las muestras que se colectaron el día que se registró el mayor número de casos acumulados en el estado de Puebla; sugiriendo que, a mayor número de casos confirmados, la presencia del virus en el agua es más probable. Con este trabajo, podríamos sentar las bases de una vigilancia epidemiológica basada en la búsqueda del SARS-CoV-2 en cuerpos de agua del estado de Puebla.

Líneas de trabajo futuras

El continuo análisis de las aguas residuales en el estado puede ser una herramienta que permita monitorear patógenos emergentes, y de esa manera contribuir al control epidemiológico.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la Dra. Estefanía Martínez Tavera adscrita a la Universidad Popular del Estado de Puebla (UPAEP), del Dr. Pedro Francisco Rodríguez Espinosa adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo-IPN, Mtro. José María Cunill Flores adscrito a la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla UPMP) y del Ing. Juan Carlos Rodríguez Espinosa colaborador de Una Nueva Esperanza. Este Proyecto es financiado por el Fondo de Investigación de la convocatoria 2020 de la UPAEP.

Referencias bibliográficas

- [1] Secretaría de Gobernación (2020, Mar. 20) *Acuerdo por el que se establece la suspensión y términos legales en la Secretaría de la Función Pública, como medida de prevención y combate de la propagación del coronavirus COVID-19.* [En línea] Disponible: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590059&fecha=20/03/2020
- [2] Organización Mundial de la Salud (2020) *Los nombres de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) y del virus que la causa.* [En línea] Disponible: [https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)

- [3] J. Reina (2020) "El SARS-CoV-2, una nueva zoonosis pandémica que amenaza al mundo". *Vacunas*. [En línea] 21 (1), pp. 17-22. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7270469/pdf/main.pdf>
- [4] P. Piña-Sánchez, A. Monroy-García, J.J. Montesinos, M. Gutiérrez-de la Barrera, E. Vadillo, A. Chávez-González, M. Ruiz-Tachinquin, R. López-Romero, M. Salcedo, A. Avilés y H. Mayani (2020) Biología del SARS-CoV-2: hacia el entendimiento y tratamiento de COVID-19. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.* [En línea] pp. 1-19. Disponible: http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/download/3722/3771
- [5] G. Pastrian-Soto (2020, Abr. 28) Bases Genéticas y Moleculares del COVID-19 (SARS-CoV-2). Mecanismos de Patogénesis y de Respuesta Inmune. In. *J. Odontostomat.* [En línea] 14(3), pp. 331-337. Disponible: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v14n3/0718-381X-ijodontos-14-03-331.pdf>
- [6] V. Noriega-Bravo, M.C. Pría, Barros, A. Corral-Martín, M. E. Álvares-Lauzarique y M. Bonet-Gorbea (2020, Ago. 29) La infección asintomática por el SARS-CoV-2: evidencias para un estudio poblacional en Cuba. *Rev. Cubana Salud Pública.* [En línea] 46(1), pp. 1-16. Disponible <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v46s1/1561-3127-rcsp-46-s1-e2707.pdf>
- [7] Organización Mundial de la Salud (2020, May. 27) Manejo Clínico de la COVID-19. [En línea] pp. 20-28 Disponible: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332638/WHO-2019-nCoV-clinical-2020.5-spa.pdf>
- [8] R.M. Martins-Pimentel, B.E. Guerrero-Daboin, A. Goncalves-de Oliveira y H. Marcedo-Jr (2020, Mar.) The dissemination of COVID-19: an expectant and preventive role in global health. *Rev. Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano.* [En línea] 30(1), pp. 135-140. Disponible: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/jhgd/article/view/9976>
- [9] D. Han, R. Li, Y. Han, R. Zhang, J. Li (2020, Aug, 27). COVID-19: Insight into the asymptomatic SARS-CoV-2 infection and transmission. *International journal of biological sciences*, [En línea]]pp. 2803–2811. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33061797/>
- [10] Y. Chen, L. Chen, Q. Deng, G. Zhang, K. Wu, Li. Ni, Z. Cheng, (2020, Abr, 3). The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of COVID-19 patients. *Journal of medical virology*, [En línea] pp. 833-840. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.25825>
- [11] D. L. Jones, M. Quintela-Bajula, D. W. Graham, A. Corbishley, J.E. McDonald, S.K. Malham, L.S. Hillary, T.R. Connor, W.H. Gaze, I.B. Moura, M.H. Wilcox, K. Farkas. (2020, Jul. 31) Shedding of SARS-CoV-2 in feces and urine and its potential role in person-to-person transmission and the environment-based spread of COVID-19. *Science of the Total Environment.* [En línea] pp.1-17. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7836549/pdf/main.pdf>
- [12] W. Ahmed, N. Angel, J. Edson, K. Bibby, A. Bivins, J.W. O'Brien, P.M. Choir, M. Kitajima, S.L. Simpson, J. Li, B. Tschärke, R. Verhagen, W.J.M. Smith, J. Zaugg, L. Dierens, P. Hugenholtz, K.V. Thomas, J.F. Mueller (2020, Ago. 1) First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Science of the Total Environment.* [En línea] pp. 1-8. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720322816>
- [13] A.M. Sandoval-Villasana, G. Pulido-Flores, S. Monks, A.J. Gordillo, Martínez, E.C. Villegas-Villareal (2009, Dic) Evaluación fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de la degradación ambiental del Río Atoyac, México. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.* [En línea] pp. 880-887. Disponible https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_Helminetos/Griselda_Pulido/sandoval2009a.pdf

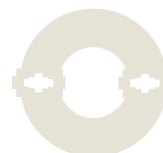
- [14] L.A. Bravo-Inclán, J.J. Sánchez Chávez, J.L. Izurieta-Dávila y A.C. Tomasini-Ortiz (2015) Evaluación toxicológica del río Atoyac, pue., y su relación con los parámetros fisicoquímicos. Presentado en 2 °Congreso Nacional AMICA [En línea] Disponible <http://www.amica.com.mx/issn/archivos/183.pdf>
- [15] J. Carrillo-Reyes, M. Barragán-Trinidad y G. Buitrón (2020, Nov. 27) Surveillance of SARS-CoV-2 in sewage and wastewater treatment plants in Mexico. *Journal of Water Process Engineering*. [En línea] pp. 1-6, Disponible <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214714420306929?token=525EB6AE4CE2D7EDCBAA2AAC07D16045E13A62DCAD2DB182559FBC6515C8D1928DB92445A70367D9C3D06A15C9FB693A&originRegion=us-east-1&originCreation=20210404185537>
- [16] G. Ozakman, S. Gamze-Yayman, C. Sezer-Zhmurov, E. Serdaroglu-Kasikci y T. Catal (2018, Mar. 20) The influence of selenium on expression levels of the rbcL gene in *Chlorella vulgaris*. *3Biotech* [En línea] Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-018-1212-4#citeas>
- [17] H. Qian, G.D. Sheng, W. Liu, Y. Lu, Z. Liu, Z. Fu (2009, Dec. 9) Inhibitory effects of atrazine on *Chlorella vulgaris* as assessed by real-time polymerase chain reaction. *Environmental Toxicology and Chemistry* [En línea] 27(1), pp. 182-187. Disponible: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1897/07-163.1>
- [18] V.M. Corman, O. Landt, M. Kaiser, R. Molenkamp, A. Meijer, D.KW Chu, T. Bleicker, S. Brünink, J. Schneider, M. L. Schmidt, D.GJC Mulders, B.L Haagmans, B. van der Veer, S. van den Brink, L. Wijsman, G. Goderski, J.L. Romette, J. Ellis, M. Zambon, M. Peiris, H. Goossens, C. Reusken, M.PG Koopmans y C. Drosten (2020, Ene. 23) Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Eurosurveillance* [En línea] 25(3), pp. 1-8. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6988269/pdf/eurosurv-25-3-5.pdf>
- [19] K. Shirato, N. Nao, H. Katano, I. Takayama, S. Saito, F. Kato, H. Katoh, M. Sakata, Y. Nakatsu, Y. Mori, T. Kageyama, S. Matsuyama y M. Takeda (2020, Feb. 18) Development of Genetic Diagnostic Methods for Detection for Novel Coronavirus 2019(nCoV-2019) in Japan. *Jpn J Infect Dis*. [En línea] 73, pp. 304-307. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32074516/>
- [20] CONACYT-CentroGeo-GeoInt-DataLab (2020) COVID-19 México. [En línea] Disponible: <https://datos.COVID-19.conacyt.mx/#COMNac>

Efecto del síndrome metabólico sobre la dinámica del lipidoma en el hipocampo de rata wistar

^aGonzález López Getsemani*, ^aTreviño Mora Samuel

^aFacultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 14 Sur y Av. San Claudio, Col. San Manuel, CP 72570, Puebla, PUE, México.

*getsemani.gonzalez@alumno.buap.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El consumo de alimentos con alta carga calórica se ha asociado con el síndrome metabólico, que se caracteriza por la co-ocurrencia de obesidad, hiperglucemia, dislipidemia y resistencia a la insulina que generan gran impacto en el metabolismo de carbohidratos y lípidos. Se ha puesto en evidencia que la dieta hipercalórica hiperglucida favorece la alteración del lipidoma sérico, estas modificaciones se han vinculado con deterioro cognitivo. El objetivo del trabajo fue evaluar los cambios en el lipidoma hipocampal y sérico ocasionados por el consumo crónico durante 3 meses de dieta hipercalórica hiperglucida. Los resultados mostraron incremento en la concentración sérica de triglicéridos, así como

lipoproteínas ricas en triglicéridos; por otra parte, el lipidoma hipocampal mostró incremento en la concentración de lípidos (triglicéridos, ácidos grasos y fosfolípidos), por lo que la evaluación de las enzimas lipogénicas ACC y FAS fue indispensable. Las enzimas mostraron incremento en su expresión, evidenciando que la dieta hipercalórica hiperglucida favorece la lipogénesis *de novo*. También se realizó la evaluación del resguardo de lípidos mediante la inmunoreactividad de PPAR, MTP y la tinción de rojo oleoso, mostrando que la acumulación de lípidos en droplets lipídicos en regiones límbicas, fue favorecida por el consumo de la dieta hipercalórica hiperglucida.

Palabras clave

Dieta hiperglucida, hipocampo, lipogénesis, deterioro cognitivo.

Abstract

The consumption of foods with a high caloric load has been associated with metabolic syndrome, which is characterized by the co-occurrence of obesity, hyperglycemia, dyslipidemia, and insulin resistance that generate a greater impact on carbohydrate and lipid metabolism. It has been shown that the hypercaloric diet favors the alteration of serum lipidemia, these modifications have been linked to cognitive deterioration. The objective of the study was to evaluate the changes in hippocampal and serum lipidemia caused by chronic consumption during 3 months of a hypercaloric diet. The results showed an increase in serum concentration of triglycerides, as well as lipoproteins rich in triglycerides; on the other hand, hippocampal lipidemia showed an increase in lipid concentration (triglycerides, fatty acids, and phospholipids), therefore the evaluation of the lipogenic enzymes ACC and FAS were indispensable. Enzymes showed an increase in their expression, showing that the hypercaloric diet favors de novo lipogenesis. Lipid retention was also evaluated by the inactivity of PPAR, MTP, and oily red staining, showing that the accumulation of lipids in lipid droplets in limbic regions was favored by the consumption of the hypercaloric diet.

Introducción

La sociedad ha experimentado cambios drásticos en los hábitos alimenticios durante las últimas décadas [1]. El perfil nutricional, rico en grasas y azúcares refinados, asociado con mayores porciones, que, en conjunto con menor actividad física, genera un estilo de vida altamente obesogénico que contribuye a la epidemia actual de trastornos metabólicos [2]. A nivel mundial, en 2015, 107.7 millones de niños y 603.7 millones de adultos en todo el mundo fueron clasificados con obesidad. Desde 1980 la prevalencia de la obesidad se ha duplicado en al menos 70 países, en un panorama general de obesidad en niños y adultos fue de 5.0 % y 12.0 % respectivamente. El exceso de peso corporal es un factor de riesgo importante de mortalidad y morbilidad. En México, el 75.2 % de los adultos mayores de 20 años presentan sobrepeso u obesidad, cifra que incrementó en comparación con lo mostrado en 2012, del 71.3 %, además la prevalencia de obesidad abdominal en hombres es del 64.5 % y en mujeres de 82.8 % lo cual reporta una prevalencia total de 73.9 % [3] [4]. Existe evidencia en la que se demuestra que el sobrepeso y la obesidad son signos invariables del desarrollo de síndrome metabólico (SMet).

El SMet es un estado fisiopatológico se define como una co-ocurrencia de obesidad, hiperglucemia, dislipidemia, hipertensión y se considera que la resistencia a la insulina (RI) es fundamental para la fisiopatología [5], se origina principalmente por un desequilibrio de la ingesta calórica y el gasto energético, pero también se ve afectado por la genética del individuo cuya expresión es mediada por factores externos [6]. En sujetos que cursan alteración metabólica se afecta metabolismo de lípidos, aumentando lipogénesis hepática y muscular, con lipólisis adipocitaria mediada por hormonas contrarreguladoras de las rutas insulínicas, incrementado el transporte de ácidos grasos libres a otros tejidos y con ello procesos esteatósicos.

La lipogénesis es un proceso bioquímico en el que se sintetizan lípidos a partir de intermediarios de la vía glucolítica y el metabolismo de carbohidratos, se presume que las dietas altas en carbohidratos favorecen la síntesis de lípidos *de novo* en el hígado, pues proporciona gran cantidad de sustrato [7]. La expresión de enzimas clave, incluida la acetil-CoA carboxilasa (ACC) y la ácido graso sintasa (FAS), sugieren que diversos tipos celulares, son capaces de generar ácidos grasos (AG) y triglicéridos (TG) mediante la síntesis *de novo*, no solo se da en hepatocitos. Los lípidos son moléculas complejas sintetizadas a partir de componentes más simples por mecanismos enzimáticos, se componen de un grupo que puede esterificarse, en la “cabeza”, y “colas” hidrófobas compuestas por cadenas de ácidos grasos o

esfenoides. A la composición total de lípidos en las células, así como al contenido y distribución de lípidos en lipoproteínas se le ha denominado, lipidoma.

En las últimas dos décadas se ha vinculado al SMet con la demencia. Las regiones más sensibles a cambios en la lipogénesis son las neuronas localizadas en el hipocampo, CA1 y CA3, y la región neocortical [8]. En el Alzheimer, el primer síntoma es la pérdida de memoria episódica, asociado con la afección del hipocampo. Recientemente se ha informado que la alteración en la señalización de la insulina durante el SMet incrementa la probabilidad de padecer enfermedad de Parkinson [9], esta enfermedad se caracteriza por bradicinesia, temblor en reposo, rigidez e inestabilidad postural.

El hipocampo es una estructura en el área media temporal del cerebro; conformado por subregiones, entre ellas el giro dentado (GD), con neuronas piramidales principalmente y por CA1 y CA3 compuestos por neuronas granulares [10]. El hipocampo establece conexiones aferentes y eferentes con la corteza cerebral, la vía principal de comunicación, son las conexiones con la corteza entorrinal, formando un circuito trisináptico con el GD, CA1 y CA3. Estas proyecciones neuronales están involucradas en el proceso de adquisición y almacenamiento de información [11]. El giro dentado en el hipocampo de mamíferos es, además de la zona subventricular, una región que tiene la capacidad de producir neuronas durante la edad adulta, que son capaces de integrarse a circuitos preexistentes.

Materiales y métodos

Animales

Se utilizaron de la cepa Wistar, los cuales fueron proporcionados por “Bioterio Claude Bernard” de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con acceso a comida y agua “Ad libitum”. Se monitoreo el peso de cada rata cada tercer día hasta alcanzar 100 gramos, una vez cumplida esta condición se conformaron los grupos experimentales dieta normocalórica (NCD) y dieta hipercalórica (HCD). El grupo NCD consumió una dieta base pellet balanceada LabDiet 5001, los animales del grupo HCD fueron alimentados con dieta hipercalórica hiperglúcida (MX/E/2013/047377), durante 90 días, para inducir el SMet.

Curva de tolerancia a la glucosa y respuesta de insulina.

Tres días antes de concluir el tiempo de corte se obtuvieron muestras sanguíneas de cada uno de los animales mediante punción cardiaca para la determinación de la curva de tolerancia oral a la glucosa y la respuesta de insulina.

Sacrificio

Después de la eutanasia se realizó punción cardiaca de la que se obtuvieron aproximadamente 5 mL de muestra sanguínea, después de la punción cardiaca, se realizó la perfusión de los órganos con solución salina isotónica. Posteriormente se decapitaron los animales y se extrajo el cerebro, la mitad de los cerebros obtenidos se almacenó en formalina bufferada al 4 %, para fijar el tejido. En los cerebros restantes de cada grupo fueron disectadas las regiones de interés y se congelaron en ultracongelación a -70 °C hasta su análisis.

Determinaciones bioquímicas séricas

Prueba de tolerancia oral a la glucosa

Esta prueba evaluó concentraciones de glucosa en 0, 30, 60 y 90 minutos después de una carga de glucosa con dosis 1.75 g de glucosa por kg de peso. Las concentraciones se determinaron por el método de Trinder (oxidasa-peroxidasa).

Insulina sérica

Se realizó por el método de inmunoensayo enzimático (ELISA) tipo sándwich, en el pozo se inmoviliza el anticuerpo durante la interacción de la estreptavidina con el anticuerpo de insulina monoclonal biotinilado, el suero contiene el antígeno y se genera una reacción Ag-Ac.

Determinación colesterol total y de triglicéridos séricos

Esta determinación se realizó por química líquida mediante reacciones acopladas, corresponde a una reacción coloreada que se evalúa por espectrofotometría, en la cual los triglicéridos se hidrolizan mediante una lipasa y se obtiene glicerol y AGL que por una serie de reacciones generan una coloración roja. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de triglicéridos presentes en

la muestra. El colesterol presente en la muestra origina un compuesto coloreado mediante la acción de las enzimas colesterol esterasa y colesterol oxidasa.

Determinación del colesterol y triglicéridos HDL reactivo precipitante

Las VLDL y las LDL presentes en la muestra se hacen precipitar con fosfotungstato en presencia de iones de magnesio. Después de la centrifugación el sobrenadante que contiene las HDL es cuantificado por método espectrofotométrico al hacerlo reaccionar con el reactivo de colesterol que contiene enzimas. Para la determinación de triglicéridos se hace reaccionar con LPL para liberar el glicerol y ácidos grasos libres que por una serie de reacciones generan una coloración roja. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de triglicéridos presentes en la muestra.

Determinación del Colesterol y triglicéridos LDL reactivo precipitante

Las lipoproteínas no LDL presentes en la muestra, precipitan en presencia de polivinil, del sobrenadante se toma una muestra, el colesterol se cuantifica espectrofotométricamente a 505 nm frente al blanco, mediante las reacciones acopladas, para los triglicéridos se hace reaccionar con LPL para liberar el glicerol y AGL que por una serie de reacciones generan una coloración roja. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de triglicéridos presentes.

Determinación de ácidos grasos libres

El método se basa en la formación de sales metálicas y la posterior estimación del metal en jabones extraídos con un reactivo de color adecuado. La extracción se realiza con cloroformo.

Determinación de fosfolípidos

Los fosfolípidos son hidrolizados por la fosfolipasa D y la colina liberada es secuencialmente oxidada por la colina oxidasa a betaína, con la simultánea producción de peróxido de hidrógeno. En presencia de peroxidasa, el peróxido de hidrógeno acopla oxidativamente a la 4-aminofenazona y al diclorofenol formando una quinonamina coloreada, la intensidad del color formado es proporcional a la concentración de fosfolípidos presentes en la muestra ensayada.

Determinación de sdLDL-C

El ensayo se realizó con reactivos de la marca Randox, que consta de dos pasos, se basa en el uso de tensoactivos y enzimas bien caracterizadas que reaccionan selectivamente con ciertos grupos de lipoproteínas.

Determinaciones bioquímicas en tejidos

Las determinaciones bioquímicas (colesterol, triglicéridos, fosfolípidos, ácidos grasos y actividad de lipoprotein lipasa) en el cerebro se realizaron a partir de un sobrenadante obtenido mediante la homogeneización e 100 mg de tejido y 800µL de solución salina isotónica.

Inmunohistoquímica

La técnica inmunohistoquímica se basa en la especificidad de anticuerpo primario para el antígeno diana. El anticuerpo se detecta directamente, a través de una etiqueta que se conjuga directamente con el anticuerpo primario, o indirectamente, usando un anticuerpo secundario marcado que se ha generado contra el anticuerpo primario. El anticuerpo se visualiza con una enzima, unida al anticuerpo secundario, que convierte un sustrato soluble en un producto cromogénico insoluble.

Tinción de rojo oleoso

En cortes histológicos de 40 µm de grosor se realizó la tinción con rojo oleoso al 0.5 % (Sigma-Aldrich) y contratinción con hematoxilina. Los lípidos son teñidos de color rojo y los núcleos de color azul.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con ayuda del programa PrismGraph versión 7.0. Las variables fueron expresadas como la media $\pm$ el error estándar de la media (SEM). Se realizó la comparación entre el grupo dieta normocalórica y el grupo dieta hipercalórica utilizando la prueba de inferencia t-Student. Considerando un nivel de significancia del 95 % ($P < 0.05$) y una dócima bilateral. Para el análisis de las pruebas histológicas se realizó la comparación entre grupos usando la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. Considerando un nivel de significancia del 95 % ($P < 0.05$) y una dócima bilateral.

Resultados/Discusión de resultados

Se analizó la tolerancia oral a la glucosa y su respuesta de insulina. Los resultados mostraron que la concentración de glucosa basal, a los 30, 60 y 90 minutos aumentó en comparación con el grupo NCD (Figura 1A). Del mismo modo, la respuesta de insulina mostró aumento significativo en cada uno de los tiempos de análisis (Figura 1B). El cálculo de los índices HOMA-S % y HIS evidenció decrementos, mientras que, el índice HOMA-IR mostró un aumento (**Tabla 1**), los resultados mostraron una alteración bioquímica severa, clásica del fenotipo SMet en el grupo HCD. En este sentido, el grupo HCD observó datos de hiperglicemia con hiperinsulinemia compensatoria, tanto en ayuno como poscarga de glucosa (**Figura 1**). Estos elementos son biomarcadores que evalúan la respuesta pancreática con relación a los niveles de glucemia, y es un reflejo de la recaptura del carbohidrato por tejidos periféricos y centrales. La hiperinsulinemia compensatoria crónica conlleva a la pérdida del efecto de la hormona, lo cual puede ser por una baja sensibilidad o el desarrollo de RI [12].

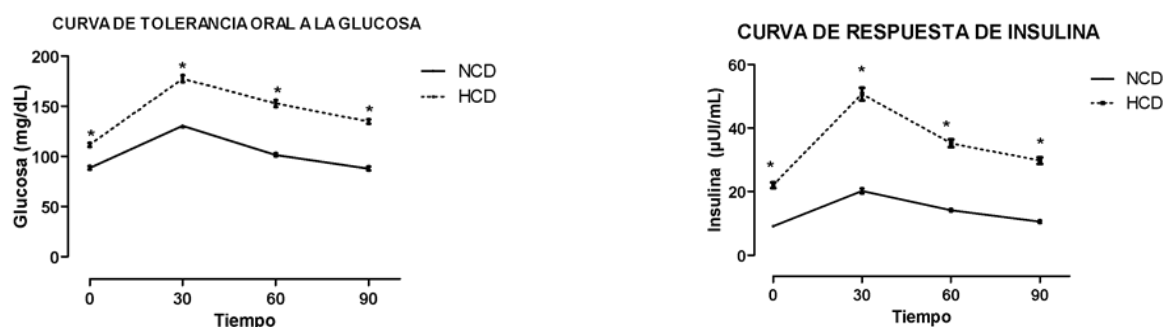


Figura 1. Tolerancia oral a la glucosa y respuesta de insulina. A. Curva de tolerancia oral a la glucosa. B. Curva de respuesta de insulina. Los resultados son el promedio de 10 sujetos experimentales ± el error estándar de la media (EEM). El análisis estadístico se realizó por la prueba ANOVA de dos vías (*) indica diferencias significativas P<0.0001.

Los resultados del panel lipídico sérico mostraron cambios significativos, incrementando el colesterol contenido en LDL, pero disminuyendo el contenido en HDL. Asimismo, se presentó un incremento en TG totales y su distribución en las lipoproteínas presentándose más TG en HDL, LDL y VLDL, en comparación con el grupo NCD (**Tabla 1**). Estas alteraciones son características del SMet y RI. De manera natural, un incremento en el consumo de carbohidratos estimula una mayor síntesis de AG, y por ende de TG movilizados en VLDL, que a su vez son hidrolizadas por la LPL en diferentes tejidos, lo que provoca la liberación de AG, como mostraron nuestros resultados con incremento en la concentración de AG.

También se determinó la concentración de fosfolípidos, cuyos resultados muestran disminución, mientras que, las LDL pequeñas y densas (sdLDL-C) aumentaron significativamente respecto al grupo NCD (**Tabla 1**), las VLDL ricas en TG en estados de RI y SMet disminuyen su catabolismo generando LDLsd. Además, en el SMet existe una mayor actividad de la proteína transferidora de esteres de colesterol (CETP), dando como resultado HDL ricas en triglicéridos, como se puede observar en nuestros resultados.

La deslipidación de lipoproteínas es una acción de la lipoproteína lipasa (LPL), es una enzima multifuncional que desempeña un papel importante en el metabolismo y el transporte de lípidos en los tejidos periféricos, está presente en todo el sistema nervioso, incluido el cerebro, la médula espinal y el nervio periférico [13], se reconoce que es la enzima limitante en la hidrólisis de TG contenidas en lipoproteínas [14] y se sugiere que la LPL posiblemente puede desempeñar un papel en la diferenciación de neuronas, estas observaciones son particularmente relevantes porque el giro dentado una región del hipocampo, pues es una de las pocas regiones del cerebro adulto que sufre neurogénesis nuestros resultados muestran que el consumo de la dieta hipercalórica hiperglucida durante tres meses incrementó la actividad de LPL, por lo que se sugiere que la liberación de AG proveniente de lipoproteínas está favorecida (**Figura 2A**).

Tabla 1. Panel bioquímico sérico.

	NCD	HCD
Colesterol total	105.70 ± 3.49	106.8 ± 4.49
Colesterol HDL	59.26 ± 2.16	33.68 ± 1.91 ▼
Colesterol LDL	32.55 ± 3.74	53.29 ± 3.88 ▲
Colesterol VLDL	13.89 ± 0.35	19.82 ± 0.22 ▲
Triglicéridos	69.45 ± 1.79	124.91 ± 1.44 ▲
Triglicéridos HDL	3.41 ± 0.12	19.63 ± 0.46 ▲
Triglicéridos LDL	15.99 ± 1.69	44.17 ± 0.57 ▲
Triglicéridos VLDL	50.05 ± 2.36	61.11 ± 0.53 ▲
Fosfolípidos	109.90 ± 1.10	104.10 ± 1.36
AGL	1.96 ± 0.05	5.79 ± 0.26 ▲
LDL-sd	1.18 ± 0.06	3.83 ± 0.25 ▲
HOMA-IR	0.33 ± 0.01	1.01 ± 0.14 ▲

HOMA-S%	305.05 ± 14.56	100.76 ± 4.61 ▼
HIS	12.55 ± 0.59	4.14 ± 0.18 ▼

Los datos presentados son el resultado del promedio de 10 sujetos experimentales ± (EEM). El análisis estadístico se realizó por la prueba t-Student, (▼/▲) indica diferencia significativa a $p < 0.05$. NCD=Dieta normocalórica. HCD=Dieta hipercalórica.

Posterior a la actividad de LPL se liberan AG y monoacilgliceroles para su absorción por el tejido cerebral [15] es indispensable la presencia de transportadores de AG como CD36. De esta manera se captan AG. El transporte de AG a través de la barrera hematoencefálica se basa en dos mecanismos distintos: difusión pasiva a través de la bicapa lipídica llamada flip-flop de AG, debido a las propiedades lipofílicas de los AG y el transporte facilitado de AG que requiere la presencia de transportadores de AG saturables, se han identificado FATP, CD36 y FABP. Particularmente, CD36 o FAT, presenta diversos ligandos y funciones críticas en cerebro, por lo que actualmente es un punto de interés. Determinamos la inmunorreactividad del transportador CD36 (Figura 2B), este transportador no se ha estudiado de forma exhaustiva en el cerebro. Sin embargo, nuestros resultados ponen en evidencia que es expresado en el hipocampo, en las tres regiones evaluadas, giro dentado, CA1 y CA3, aunque no se mostraron cambios estadísticamente significativos, la expresión de CD36 en el cerebro parece estar en consonancia con sus dos funciones principales, a saber, captación de lípidos y adhesión/transducción de señales y fagocitosis (microglía). Además de los transportadores de AG, en el cerebro se expresan diversos transportadores asociados a colesterol debido a que es el lípido más estudiado en el cerebro. En este órgano, la BHE necesita que la homeostasis del colesterol se mantenga mediante síntesis local [16]

Se realizó la determinación del lipidoma en regiones en hipocampo, que comprendió la cuantificación de la concentración de colesterol, TG, fosfolípidos y AG, los resultados mostraron cambios significativos, la concentración de colesterol disminuyó, sin embargo, TG, fosfolípidos y AG incrementaron respecto al grupo control (**Figura 2C**). La vida media del colesterol derivado del cerebro es mayor en comparación con la de escasos días en la periferia, con una redistribución y transporte extensos a través de transportadores ABCA1 y lipoproteínas similares a HDL, respectivamente, como principal mecanismo para mantener la homeostasis [17], cabe destacar que alteraciones en la homeostasis de los esteroides son componentes críticos de muchos trastornos cerebrales de neurodesarrollo y/o neurodegenerativos [18], en este sentido, nuestros resultados mostraron que la concentración de colesterol disminuyó en el hipocampo (Figura 2C), sin embargo, nuestra determinación fue de colesterol esterificado, es decir, de colesterol

proveniente de lipoproteínas, por lo que se sugiere que existe recaptura de colesterol desde la circulación hacia el tejido cerebral.

Además, el cerebro es uno de los tejidos más ricos en términos de contenido de fosfolípidos. Los fosfolípidos son moléculas importantes que forman las bicapas lipídicas de la membrana de las neuronas, la glía y las células cerebrovasculares. Proporcionan integridad estructural para las proteínas de la membrana intracelular y de la superficie celular. Nuestros resultados mostraron incremento en la concentración de fosfolípidos (Figura 2C), un desequilibrio en la coordinación del metabolismo de los fosfolípidos ha sido bien documentado en varias afecciones neurológicas y psiquiátricas, lo que resulta en diversos fenotipos y estados patológicos. El lipidoma en cualquier tejido deriva tanto de la distribución lipídica proveniente de lipoproteínas circulantes y de complejos AG-proteína, como de la síntesis *de novo* en cada tejido. Nuestros resultados mostraron la elevación en la concentración de AG en el hipocampo (Figura 2C), concentración de AGL séricos puede ser una explicación a este incremento pues los transportadores de AG en el endotelio podrían propiciar un mayor transporte desde la circulación a las regiones cerebrales. Sin embargo, también se sabe que durante el proceso de RI periférica, se regula positivamente la expresión de enzimas lipogénicas, incrementando la síntesis *de novo* de AG. Adicionalmente evidenciamos que, la concentración de TG en regiones cerebrales incrementó en el hipocampo, se sabe poco sobre la distribución de TG en las regiones cerebrales, sin embargo, se ha identificado que la generación y acumulación de estos, puede propagar procesos inflamatorios [19].

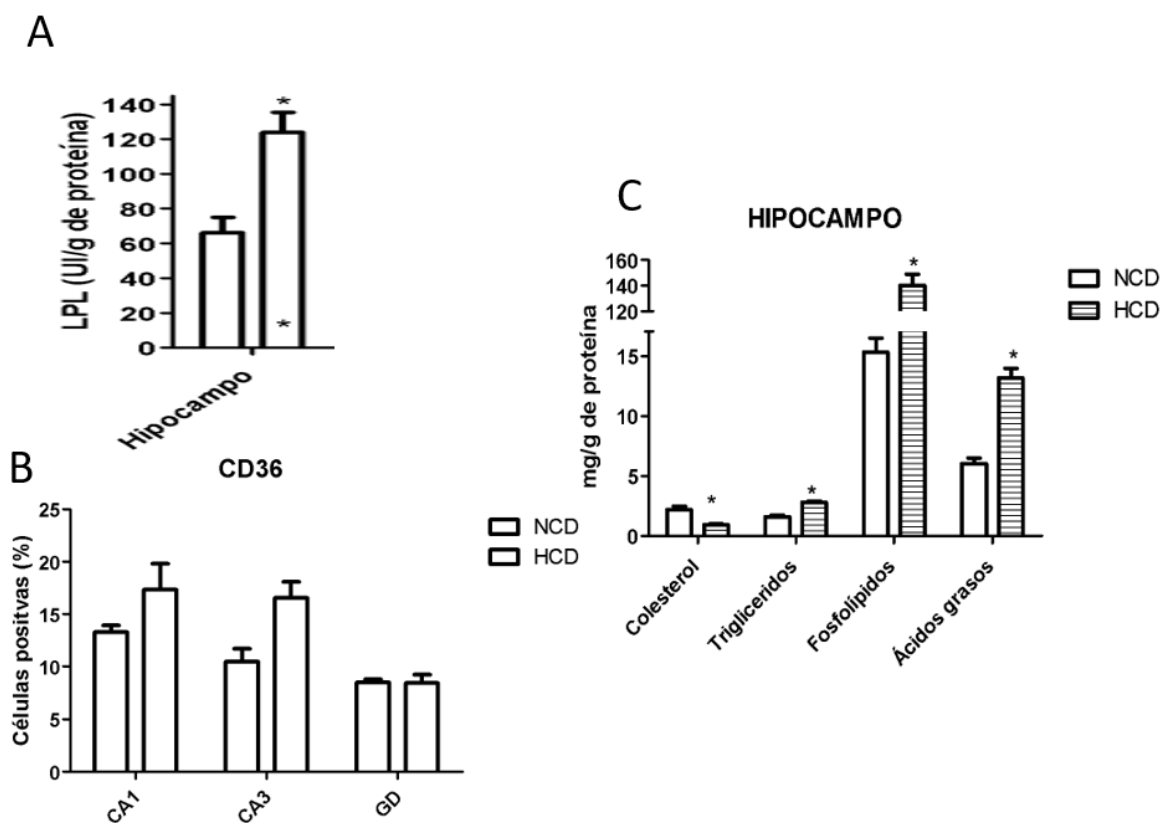


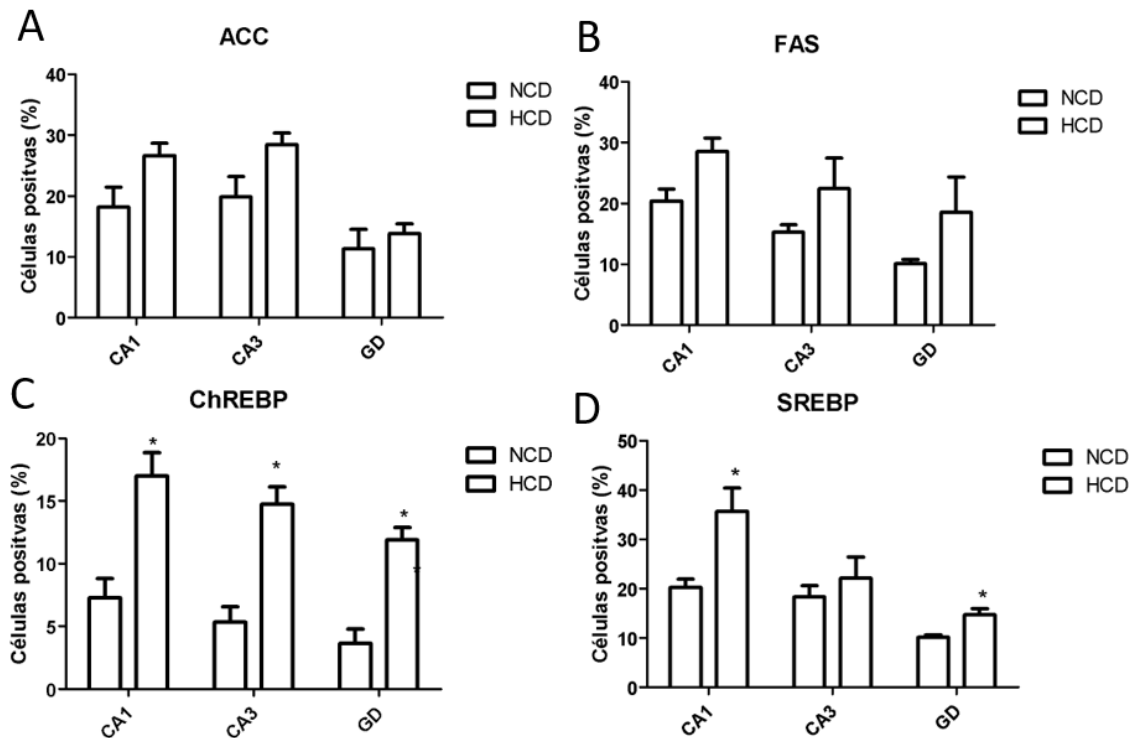
Figura 2. Actividad de LPL (A), inmunorreactividad de CD36 (B) y panel lipídico en el hipocampo (C).

Los datos presentados son el resultado del promedio de 10 sujetos experimentales $\pm$ (EEM). El análisis estadístico se realizó por la prueba t-Student, (*) indica diferencia significativa a $p < 0.05$. NCD=Dieta normocalórica. HCD=Dieta hipercalórica.

En conjunto nuestros resultados evidenciaron cambios en la dinámica del lipidoma hipocampal, por lo que fue indispensable evaluar si el incremento en la concentración de lípidos era proveniente la vía de síntesis *de novo*, así evaluamos la inmunorreactividad de las enzimas encargadas de esta vía. El primer paso en la biosíntesis de AG es la carboxilación de acetil CoA, por la ACC que limita la velocidad de la síntesis *de novo* de lípidos, pues cataboliza la síntesis de malonil CoA [20], nuestros resultados mostraron incremento en la expresión de ACC (Figura 3A) esta tendencia al incremento ha sido poco estudiada en cuanto a enfermedades neurodegenerativas, sin embargo, algunos estudios la vinculan con cambios en la dinámica lipídica y progresión en el desarrollo de Alzheimer. Por lo que su inhibición ha mostrado un efecto neuroprotector.

Para conocer el significado del resultado observado en la ACC, se analizó la expresión de FAS, que es otra enzima clave en la síntesis de AG. La FAS cataliza todos los pasos necesarios para la reacción de conversión de acetil-CoA y malonil-CoA en AG, que

se pueden utilizar para el almacenamiento de energía, el ensamblaje y reparación de membranas o síntesis de TG. Los resultados obtenidos en el presente trabajo mostraron incremento en la expresión de FAS (Figura 3B), la evidencia obtenida hasta este momento indica que las diferentes regiones límbicas cerebrales son capaces de generar AG, y exacerbar estas condiciones ante un consumo crónico de dietas hipercalóricas hiperglúcidas.



La expresión de las dos enzimas evaluadas anteriormente es regulada por los factores de transcripción ChREBP y SREBP, por lo que evaluamos su inmunorreactividad. Nuestros resultados mostraron incremento en ambos factores de transcripción (Figura 3C y 3D), la actividad de estos factores es regulada por las concentraciones de glucosa e insulina respectivamente, por lo que el incremento en las concentraciones de glucosa generados por la dieta alta en carbohidratos y su respuesta de insulina favorecen su actividad.

El destino final del AG ya sea recapturado de la circulación lipoproteica o *novo* sintetizado es diverso. Como ya hemos discutido puede entrar a vías de obtención energética, ser parte de los componentes de membrana o fungir como intermediario

en procesos de señalización o inflamación. Un regulador maestro de estos procesos es la proteína asociada a receptores activados por proliferadores de peroxisomas tipo alfa (PPAR α) [20]. PPAR α regula el metabolismo de las mitocondrias, incluida la vía de oxidación β de los ácidos grasos, los procesos energéticos, el metabolismo de la glucosa, el estado redox y la neurotransmisión glutamatérgica, colinérgica-dopaminérgica. Además, PPAR α participa en el metabolismo de la proteína precursora beta amiloide (APP) en el cerebro y, directa o indirectamente a través de A β , también puede influir en la fosforilación de la proteína Tau [21]. Sin embargo, el consumo de la dieta hipercalórica hiperglúcida no generó cambios en el número de células inmunorreactivas para PPAR α (Figura 4A). Por lo que se sugiere que la expresión de PPAR α en las regiones cerebrales evaluadas es independiente de la dieta, al menos al tiempo evaluado, y que el mantenimiento de la expresión confiere cierto grado de neuroprotección [20].

Siguiendo la ruta biosintética de TG, la adición secuencial de AG, una reacción conducida por la DGAT, esta es una enzima que cataliza el paso final de la síntesis de TG, que implica la esterificación del diacilglicerido por esteres de acil-CoA de cadena larga. En los animales del grupo HCD se observó una sobreexpresión de DGAT en todas las regiones evaluadas (Figura 4B). Lo que indica que la generación de triglicéridos es favorecida en los animales alimentados con una dieta hipercalórica hiperglúcida, evidenciando que la vía lipogénica es dependiente de las condiciones nutricionales y está claramente establecido que la transcripción de sus enzimas requiere tanto de glucosa como de insulina para ser inducidas.

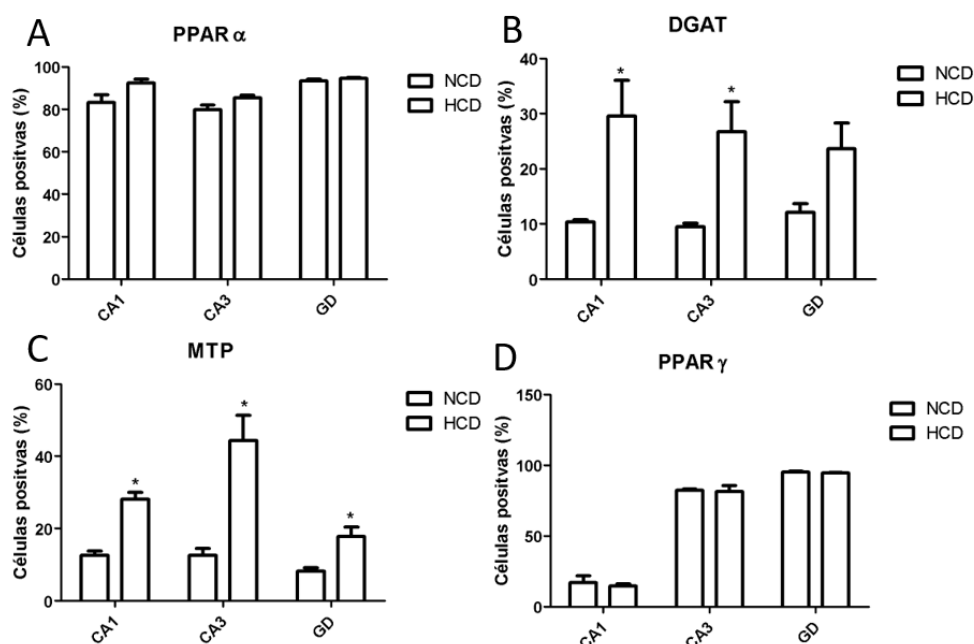


Figura 4. Inmunorreactividad de PPAR α (A), DGAT (B), MTP (C) y PPAR γ (D). Los datos presentados son el resultado del promedio de 10 sujetos experimentales $\pm$ (EEM). El análisis estadístico se realizó por la prueba t-Student, (*) indica diferencia significativa a $p < 0.05$. NCD=Dieta normocalórica. HCD=Dieta hipercalórica.

Se ha evidenciado que el incremento de la actividad de DGAT en cerebro favorece el desarrollo y acumulación de gotas lipídicas (DL). La generación de DL en parte es una actividad de la proteína de transferencia de triglicéridos microsomales (MTP), nuestros resultados mostraron incremento en la expresión de MTP en las regiones que componen el hipocampo, CA1, CA3 y giro dentado (Figura 4C), por lo que sugiere que en el hipocampo se realiza mayor producción, después del consumo de dieta hipercalórica hiperglúcida durante 3 meses. Asimismo se apunta a que el incremento en la concentración de TG en el hipocampo favorece la expresión de esta enzima. El resguardo, pero no la movilización es una acción regulada por el PPAR γ , el consumo de la dieta hipercalórica hiperglúcida no generó cambios en el número de células inmunorreactivas para los PPAR γ en el grupo HCD en comparación con el grupo control (Figura 4D).

En el contexto del resguardo lipídico o formación y acumulación de DL, evaluamos la acumulación de lípidos neutros, mostrando que la dieta hipercalórica hiperglúcida genera acumulación de estos lípidos (**Figura 5**). Los DL se han identificado como marcadores estructurales de inflamación en dependencia de la edad. Su presencia indica senescencia celular, particularmente al hipocampo [22]. Se ha expuesto que la acumulación lipídica en el cerebro envejecido es una característica inequívoca del desarrollo de enfermedades neurológicas como EA y Parkinson [23]. De acuerdo con lo mencionado el consumo crónico de dieta hipercalórica hiperglúcida puede estar relacionado con microambientes de envejecimiento neuronal temprano y condicionar la inducción de enfermedades neurodegenerativas.

Conclusiones

El consumo crónico de dieta hipercalórica hiperglúcida desarrolla SMet, que modifica el lipidoma sérico generando lipoproteínas ricas en triglicéridos y LDL cortas y densas, además incrementa la hidrólisis y transporte de TG al hipocampo. El SMet aumenta la lipogénesis *de novo* y el resguardo de TG en el hipocampo lo que modifica el lipidoma de regiones límbicas, incrementando el contenido de TG, fosfolípidos y AG. Las modificaciones en el lipidoma hipocampal es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas, por lo que conocer el mecanismo por el cual se llevan a cabo estas modificaciones resulta de gran importancia pues pueden surgir nuevos blancos terapéuticos para las enfermedades neurodegenerativas asociadas a desordenes metabólicos, de igual manera, es importante establecer nuevas medidas en la Estrategia Estatal para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes del Estado de

Puebla, pues Puebla es el sexto estado con mayor incidencia de enfermedades neurodegenerativas las cuales pueden estar asociadas a cambios en la conducta alimentaria y sus consecuencias.

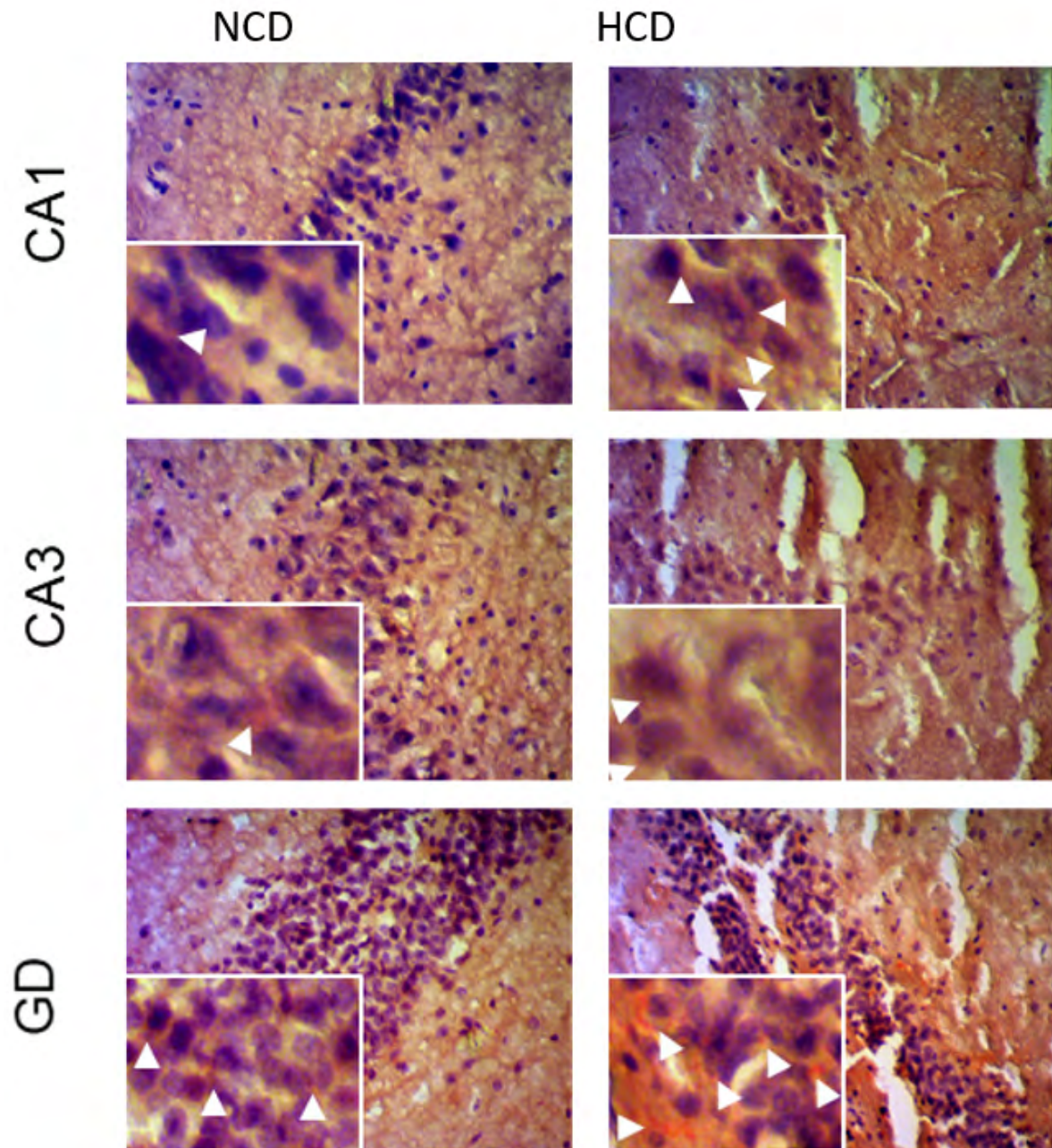


Figura 5. Tinción de rojo oleoso

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

- Implementar el uso de fármacos para disminuir el impacto del SMet sobre el lipidoma hipocampal.
- Realizar la evaluación del lipidoma en otras regiones cerebrales.
- Evaluar el impacto generado por el cambio del lipidoma hipocampal sobre funciones cognitivas.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del doctor Samuel Treviño Mora y al laboratorio de Investigaciones Químico Clínicas de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP.

Referencias bibliográficas

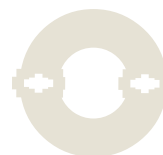
- [1] Nutrition Society, vol. 71, no. 4, pp. 478-487, 2012. Disponible en: 10.1017/s0029665112000602
- [2] H. Berthoud, "The neurobiology of food intake in an obesogenic environment", *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 71, no. 4, pp. 478-487, 2012. Disponible en: 10.1017/s0029665112000602
- [3] ENSANUT 2012
- [4] ENSANUT 2018
- [5] *Diabetic Medicine*, vol. 16, no. 5, pp. 442-443, 1999. Disponible en: 10.1046/j.1464-5491.1999.00059.x.
- [6] M. Saklayen, "The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome", *Current Hypertension Reports*, vol. 20, no. 2, 2018 Disponible en: 10.1007/s11906-018-0812-z
- [7] J. Schwarz, R. Neese, S. Turner, D. Dare and M. Hellerstein, "Short-term alterations in carbohydrate energy intake in humans. Striking effects on hepatic glucose production, de novo lipogenesis, lipolysis, and whole-body fuel selection.", *Journal of Clinical Investigation*, vol. 96, no. 6, pp. 2735-2743, 1995. Disponible en: 10.1172/jci118342
- [8] S. Payabvash *et al.*, "Regional Ischemic Vulnerability of the Brain to Hypoperfusion", *Stroke*, vol. 42, no. 5, pp. 1255-1260, 2011. Disponible en: 10.1161/strokeaha.110.600940
- [9] D. Bosco *et al.*, "Dementia is associated with Insulin Resistance in patients with Parkinson's Disease", *Journal of the Neurological Sciences*, vol. 315, no. 1-2, pp. 39-43, 2012. Disponible en: 10.1016/j.jns.2011.12.008
- [10] L. Jarrard, "What does the hippocampus really do?", *Behavioral Brain Research*, vol. 71, no. 1-2, pp. 1-10, 1995. Disponible en: 10.1016/0166-4328(95)00034-8
- [11] S. Treviño *et al.*, "Metabolic syndrome causes recognition impairments and reduced hippocampal neuronal plasticity in rats", *Journal of Chemical Neuroanatomy*,

- vol. 82, pp. 65-75, 2017. Disponible en: 10.1016/j.jchemneu.2017.02.007
- [12] M. Gadgil, L. Appel, E. Yeung, C. Anderson, F. Sacks and E. Miller, "The Effects of Carbohydrate, Unsaturated Fat, and Protein Intake on Measures of Insulin Sensitivity: Results from the OmniHeart Trial", *Diabetes Care*, vol. 36, no. 5, pp. 1132-1137, 2012. Disponible en :10.2337/dc12-0869
- [13] O. Ben-Zeev, M. Doolittle, N. Singh, C. Chang and M. Schotz, "Synthesis and regulation of lipoprotein lipase in the hippocampus.", *Journal of Lipid Research*, vol. 31, no. 7, pp. 1307-1313, 1990. Disponible en: 10.1016/s0022-2275(20)42640-9.
- [14] M. Doolittle, N. Ehrhardt and M. Péterfy, "Lipase maturation factor 1: structure and role in lipase folding and assembly", *Current Opinion in Lipidology*, vol. 21, no. 3, pp. 198-203, 2010. Disponible en: 10.1097/mol.0b013e32833854c0
- [15] K. D. Bruce, M. Tang, P. Reigan and R. H. Eckel, "Genetic Variants of Lipoprotein Lipase and Regulatory Factors Associated with Alzheimer's Disease Risk", *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 21, no. 21, p. 8338, 2020. Disponible en: 10.3390/ijms21218338
- [16] G. Quan, C. Xie, J. Dietschy and S. Turley, "Ontogenesis and regulation of cholesterol metabolism in the central nervous system of the mouse", *Developmental Brain Research*, vol. 146, no. 1-2, pp. 87-98, 2003. Disponible en: 10.1016/j.devbrainres.2003.09.015.
- [17] H. Wang *et al.*, "Deficiency of Lipoprotein Lipase in Neurons Modifies the Regulation of Energy Balance and Leads to Obesity", *Cell Metabolism*, vol. 13, no. 1, pp. 105-113, 2011. Disponible en: 10.1016/j.cmet.2010.12.006
- [18] R. Loera-Valencia, J. Goikolea, C. Parrado-Fernandez, P. Merino-Serrais and S. Maioli, "Alterations in cholesterol metabolism as a risk factor for developing Alzheimer's disease: Potential novel targets for treatment", *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, vol. 190, pp. 104-114, 2019. Disponible en: 10.1016/j.jsbmb.2019.03.003
- [19] A. Khatchadourian, S. Bourque, V. Richard, V. Titorenko and D. Maysinger, "Dynamics and regulation of lipid droplet formation in lipopolysaccharide (LPS)-stimulated microglia", *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, vol. 1821, no. 4, pp. 607-617, 2012. Disponible en: 10.1016/j.bbalip.2012.01.007
- [20] A. Boone, R. Brownsey, J. Elliott, J. Kulpa and W. Lee, "Regulation of acetyl-CoA carboxylase", *Biochemical Society Transactions*, vol. 34, no. 2, p. 223, 2006. Disponible en: 10.1042/bst20060223
- [21] S. Wójtowicz, A. Strosznajder, M. Jeżyna and J. Strosznajder, "The Novel Role of PPAR Alpha in the Brain: Promising Target in Therapy of Alzheimer's Disease and Other Neurodegenerative Disorders", *Neurochemical Research*, vol. 45, no. 5, pp. 972-988, 2020. Disponible en: 10.1007/s11064-020-02993-5
- [22] J. Marschallinger *et al.*, "Lipid-droplet-accumulating microglia represent a dysfunctional and proinflammatory state in the aging brain", *Nature Neuroscience*, vol. 23, no. 2, pp. 194-208, 2020. Disponible en: 10.1038/s41593-019-0566-1
- [23] S. Fanning, D. Selkoe and U. Dettmer, "Parkinson's disease: proteinopathy or lipidopathy?", *npj Parkinson's Disease*, vol. 6, no. 1, 2020. Disponible en: 10.1038/s41531-019-0103-7

Enfermedades desmielinizantes como secuela de COVID-19

¹Getzemany Tuxpan Pérez, ²Rita Judit Zavaleta Garcia

Medicina y Biotecnología respectivamente en la Universidad Popular del Estado de Puebla, Calle 21 Sur 1103, Barrio de Santiago, 72410 Puebla, Pue.



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La enfermedad COVID-19 causada por SARS-CoV-2, representa actualmente una pandemia, generando daños a la salud, a la economía y a la estabilidad social. Se han reportado diferentes secuelas en pacientes que padecieron COVID-19; destacando las neurológicas, siendo Síndrome de Guillain Barré (SGB), de la más reportada. El objetivo de la presente revisión fue reunir casos de enfermedades neurológicas desmielinizantes en pacientes recuperados de COVID-19 como secuelas. Se realizó una búsqueda de artículos originales, reportes de casos, en inglés o español, sobre pacientes recuperados de COVID-19, usando palabras clave: “SARS-CoV-2 and demyelination”, “COVID-19 AND neurological diseases” y “enfermedades desmielinizantes a consecuencia de COVID-19”. Uno de los criterios a considerar fue si la enfermedad se presentó después

de recuperarse de COVID-19 o que presentarán una Prueba de Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR) negativo. Se seleccionaron 15 artículos con 19 casos que cumplieron con los criterios, la mayoría de casos reportaron una primera y PCR (siendo el segundo PCR, negativo), la mayoría fueron de Europa, las enfermedades desmielinizantes fueron; SGB, Encefalomiелitis Diseminada Aguda (EDA), Encefalomiелitis Desmielinizante (ADEM) y Polirradiculoneuropatía Desmielinizante Inflamatoria Aguda (AIDP), algunas estructuras del sistema nervioso se reportaron afectadas a través de estudios de imagen. Las enfermedades neurológicas desmielinizantes parecen ser un secuela COVID-19, se necesitan más artículos con casos de personas de distintas nacionalidades, con pruebas y estudios que evidencien la presencia de estas secuelas.

Palabras clave

SARS-CoV 2, COVID-19, desmielinización neurológica.

Abstract

The COVID-19 disease caused by SARS-CoV-2 currently represents a pandemic, causing damage to health, the economy, and social stability. Different sequelae have been reported in patients who suffered from COVID-19; highlighting the neurological, Guillain Barré Syndrome (GBS), the most reported. The present review aimed to collect cases of demyelinating neurological diseases in patients who recovered from COVID-19 as sequelae. A search was carried out for original articles, and case reports, in English or Spanish, on recovered COVID-19 patients, using keywords: "SARS-CoV 2 and demyelination", "COVID-19 AND neurological diseases" and "demyelinating diseases as a result of COVID-19 ". One of the criteria to consider was if the disease presented after recovering from COVID-19 or if they will present a negative Polymerase Chain Reaction Test (PCR). 15 articles were selected with 19 cases that met the criteria, the majority of cases reported a first and CRP (the second being CRP, negative), most were from Europe, demyelinating diseases were; GBS, Acute Disseminated Encephalomyelitis (EDA), Demyelinating Encephalomyelitis (ADEM) and Acute Inflammatory Demyelinating Polyradiculoneuropathy (AIDP), some structures of the nervous system were reported affected through imaging studies. Demyelinating neurological diseases seem to be a COVID-19 sequel, more articles are needed with cases of people of different nationalities, with tests and studies that demonstrate the presence of these sequelae.

Keywords

SARS-CoV 2, COVID-19, neurological demyelination.

Glosario de abreviaturas y símbolos

SGB: Síndrome de Guillain- Barré.

EDA: Encefalomielitis Diseminada Aguda.

ADEM: Encefalomielitis Desmielinizante.

AIDP: Polirradiculoneuropatía Desmielinizante Inflamatoria Aguda.

RM: Resonancia Magnética.

LCR: Líquido Ceforraquídeo.

TC: Tomografía Computarizada (en todos los casos expuesto, fue de tórax).

PA: Potencial de Acción.

NASMA: Neuropatía axonal sensitivo- motora aguda.

MRC: Evaluación de la fuerza muscular.

EEG: Electroencefalograma.

SGB: Síndrome de Guillain Barré.

PCR: Prueba de Reacción en Cadena de Polimerasa.

SARS-CoV 2: Síndrome respiratorio agudo severo.

ARN: Ácido ribonucleico.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

SNC: Sistema Nervioso Central.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

GMCSF: Factor Estimulante de Colonias de Granulocitos y Macrófagos

Introducción

El Síndrome respiratorio agudo severo es ocasionado por la infección de coronavirus 2, (SARS-CoV 2), este pertenece a la familia de los β -coronavirus, los cuales son virus de ácido ribonucleico (ARN) de cadena simple, polaridad positiva, envueltos, no segmentados, con genoma de 27 a 32 kb y tamaño de 80-160 nm. Son los virus de ARN más grandes hasta ahora descubiertos y pertenecen al grupo IV de la clasificación de Baltimore. Se conocen hasta ahora cuatro géneros y se distinguen por el huésped al que infectan: α -coronavirus: mamíferos, β -coronavirus (subdivididos en los grupos A-D):mamíferos, γ -coronavirus: aves, peces, y por último δ -coronavirus: aves. En la actualidad, existen siete coronavirus que infectan al humano. Identificado por primera vez en el 2019 en la ciudad de Wuhan, capital de la provincia de Hubei, China[1] causante de la enfermedad por coronavirus (COVID-19), la cual en 2020 dejó una cifra de 1.8 millones de muertes, a nivel mundial [2], por otro lado, para el estado de Puebla 8936 muertes, 68, 523 casos y 59, 587 personas recuperadas [3].

El virus del SARS- CoV 2 ataca principalmente a las vías respiratorias provocando tos, fiebre, falta de aire e insuficiencia respiratoria [4]. Un conjunto de estudios realizados sugieren que además de atacar a los pulmones, también puede incluir una gama de manifestaciones neurológicas; cómo anosmia, convulsiones, accidente cerebrovascular, confusión, encefalopatía y parálisis total [5]. La enfermedad cerebrovascular parece ser predominantemente isquémica y afecta grandes vasos. En Abril del 2020 el equipo de trabajo de Hua Zhao junto al departamento de neurología del Hospital Central de Jingzhou, China, informaron el primer caso de SARS- CoV 2 asociado a SGB [6], siendo este un síndrome muy fuertemente relacionado a enfermedades por infección respiratoria o gastrointestinales [7]. SGB es una enfermedad desmielinizante, definida así por causar un daño en la cubierta protectora (vaina de la mielina) que rodea las fibras nerviosas del cerebro, los nervios ópticos y la médula espinal. Se ha enfatizado que esta enfermedad afecta a pacientes de edad avanzada infectados por SARS-CoV 2 [8].

La historia de los coronavirus hacen más fuerte la hipótesis de que hay posibilidades de secuelas neurológicas. Los mecanismos neuro invasivos de los CoV se han documentado en casi todos los β CoV, incluidos el SARS-CoV, MERS-CoV. Estudios realizados a pacientes con enfermedad aguda por SARS-CoV demostraron presencia del virus en el líquido cefalorraquídeo (LCR), siendo este un antecesor la barrera hematoencefálica, por lo que al no lograr contener el virus provoca que

este acceda a los tejidos neurales. Se cree que el ARNm al codificar varias otras proteínas, el virus utiliza la proteína de la espícula S1 (presente en la superficie viral) permite la unión del virión a la membrana celular logrando así la interacción con el receptor ACE2 del huésped. Este receptor es producido por el cerebro y se ha detectado en células gliales y neuronas, convirtiéndose en un objetivo de COVID-19, una evidencia de esto son los estudios que se han realizado en ratones, donde la infección por SARS-CoV causa la muerte de estos animales al invadir el cerebro por la vía de la nariz llegando al epitelio olfatorio. Se cree que la afinidad de unión del receptor ACE2 del ectodominio de la proteína de la espícula de COVID-19 tiene mayor afinidad con respecto a los de otros SARS-CoV. La presencia del virus COVID-19 en la circulación general, le permite pasar a la circulación cerebral donde el movimiento de la sangre dentro de la microcirculación podría ser uno de los factores que puede facilitar la interacción de la proteína del espícula del virus SARS COV con la ECA2 expresada en el endotelio capilar. Una vez dentro del medio de los tejidos neuronales, su interacción con los receptores ACE2 expresada en las neuronas puede iniciar un ciclo de gemación viral acompañado de daño neuronal sin inflamación sustancial como se ha visto con los casos de SARS-CoV en el pasado [9].

Otro factor importante además de la salud es el hecho que el distanciamiento social implementado en México para contener la propagación del virus, sumergieron al estado de Puebla en una crisis económica más severa que la registrada en 1995 y que solo podría tener comparación con la que se vivió en la década de 1930, durante la Gran Depresión. Datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señalan que se perdieron cerca de 32 mil 120 empleos formales que se tenían antes de la emergencia sanitaria en marzo del 2020.

Las cifras no consideran el impacto que tendrá la segunda suspensión de actividades no esenciales, decretada por el gobierno de Puebla para evitar el colapso del sistema de salud del estado ante el incremento de los contagios. En este artículo de revisión discutiremos algunos artículos originales y reportes de casos sobre cómo el SARS-CoV 2 puede ser una detonante para enfermedades desmielinizantes.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación exhaustiva de artículos originales, reportes de casos, en inglés y/o español, publicados en revistas indexadas utilizando las bases de datos NCBI en PubMed, PubMed Central, SciELO y Google Scholar entre Marzo 2020 y Marzo 2021, los motores de búsqueda fueron: “SARS-CoV 2 AND demyelination”, “COVID-19 AND neurological diseases” y “enfermedades desmielinizantes a consecuencia de COVID-19”.

Para considerar la enfermedad neurológica de tipo desmielinizante como secuela se consideró el criterio de que la enfermedad desmielinizante apareciera una vez que el paciente se recuperara o resolviera la infección por SARS COV 2 o que el caso reportara un PCR negativo secundario al de diagnóstico.

Dos autores realizaron la búsqueda, selección y análisis de los artículos y extrajeron los datos de cada uno generando una base de datos con la siguiente información: autor, enfermedad neurológica asociada, tipo de estudio, estructura afectada del Sistema Nervioso Central (SNC), evidencia (prueba neurológica, estudio de gabinete o ambos), prueba de PCR, país donde se realizó el estudio y respecto a cada paciente; edad, género y factor de riesgo. Posteriormente se realizó la validación de datos por un tercer autor.

Resultados/Discusión de resultados

Inicialmente fueron seleccionados 19 artículos, todos reportes de caso, se eliminaron 4 artículos los cuales no cumplieron con el criterio de que la afección neurológica fuera secuela o bien que no presentará un segundo PCR negativo indicativo de la recuperación del paciente. Los 15 artículos reportaron 19 casos; 13 presentaron SGB, 3 Encefalomiелitis Diseminada Aguda (EDA), 2 Polirradiculoneuropatía Desmielinizante Inflamatoria Aguda (PDIA), una persona Síndrome de Miller Fisher e igualmente una persona polineuritis craneal, **Tabla 1**.

Tabla 1. Datos obtenidos en la búsquedas; autor y año, país, estructura afectada del sistema nervioso, enfermedad neurológica desmielinizante asociada, evidencia de prueba neurológica y/o estudio de gabinete. Se resume la información más importante y detallada. **SGB:** Síndrome de Guillain- Barré. **EDA:** Encefalomielitis Diseminada Aguda. **ADEM:** Encefalomielitis Desmielinizante. **AIDP:** Polirradiculoneuropatía Desmielinizante Inflamatoria Aguda. **RM:** Resonancia Magnética. **LCR:** Líquido Cefalorraquídeo. **TC:** Tomografía Computarizada (en todos los casos expuesto, fue de tórax) **PA:** Potencial de Acción. **NASMA:** Neuropatía axonal sensitivo- motora aguda. **MRC:** Evaluación de la fuerza muscular. **EEG:** Electroencefalograma.

Autor y año	País	Estructura afectada del Sistema Nervioso y/o síntomas identificados en el estudio	Enfermedad neurológica	Evidencia (prueba neurológica o estudio de gabinete o ambos)
Giovanni Nivo, Septiembre 2020 [10]	Italia	Lesión en T8	EDA	Revisión neurológica y oftalmológica, RM, prueba de gadolinio.
Micheala McCuddy, Julio 2020 [11]	Estados Unidos	Lesiones hiperintensas en T2	ADEM	RM, TC.
Edoardo Agosti, Julio 2020 [12]	China	Debilidad de las extremidades, de pares craneales, pérdida de reflejos tendinosos profundos, síntomas sensoriales y disautonómicos debido a nervios periféricos	AIDP y SGB	Examen neurológico, evaluación LCR, estudios electrofisiológicos
Bertrand, Marzo 2020	China	Bloqueos de conducción en los nervios peroneo y tibial.	SGB y Neuropatía desmielinizante	TC, RM, examen neurológico y pruebas de electrodiagnóstico.
Ross Reichard, Mayo 2020 [13]	Estados Unidos	Lesiones axonales asociadas.	ADEM	TC, autopsia y examen microscópico post mortem.
Kevin Bigaut, Septiembre 2020 [14]	Suiza	Paciente 1: Plexitis braquial y lumbar	SGB	TC, examen neurológico, prueba de frotis, RM, estudios de conducción nerviosa.
		Paciente 2: Parálisis facial periférica izquierda	SGB	TC, examen neurológico, estudios de conducción.

Mohammad, Junio 2020	Irán	Ausencia de sensibilidad del tibial derecho y de PA de músculos inervados por los nervios peroneos (CMAP).	Polineuropatía de patrón de desmielinización y SGB	TC, RM, examen neurológico, electromiografía
Agustín Sancho, 2020 [15]	España	Parálisis bilateral del nervio facial.	SGB	RM y análisis de LCR
Martha Enguita, 2020 [16]	España	Arreflexia global e hipoestesia en ambas piernas, de rodilla hacia distal.	SGB	TC
Salomon Abril 2020 [17]	España	Parálisis de los nervios facial periférico derecho y facial bilateral.	SGB	TC, examen neurológico y RM
Palao M, Mayo 2020 [18]	España	Lesiones desmielinizantes periventriculares supratentoriales y corticales	SGB	Examen neurológico y de fundoscopia, RM cerebral y análisis LCR.
Consuelo G, Abril 2020 [19]	España	Paciente 1: Ausencia de reflejos tendinosos profundos en el miembros superiores e inferiores, limitaciones a la aducción y parálisis oculomotora fascicular derecha	SMF y polineuritis craneal	Exámenes neurológico y neuro oftalmológico, análisis de LCR, RM.
	España	Paciente 2: Todos los reflejos tendinosos profundos ausentes, además inestabilidad de la marcha o ataxia del tronco.		Examen neurológico, neuro oftalmológico y análisis LCR, RM y la TC.
Camdessanche, abril 2020 [20]	Francia	NASMA, hipotonía, arreflexia y señales bilaterales positivas de Lasegue	SGB	Evaluación de fuerza MRC, TC y análisis LCR.
Lucas S, Abril 2020 [21]	Italia	Lesiones en la unión bulbo-medular, tanto en la cervical y médula espinal dorsal hasta la T6.	SGB	Examen neurológico, neuro oftalmológico y de análisis LCR, RM, TC y EEG.
Mateo C, Abril 2020 [22]	Alemania	Polineuropatía desmielinizante sensoriomotora con "patrón de preservación sural"	SGB	Examen neurológico, neuro oftalmológico, y de LCR, radiografía de tórax y TC.

Una característica importante a resaltar son los síntomas que padecían los pacientes, estos empezaban con una debilidad de las extremidades o de los pares craneales, pérdida de reflejos tendinosos profundos, síntomas sensoriales, en

algunos otros casos disminución de velocidad motora en los nervios peroneo y tibial, neuritis craneal múltiple (en los nervios III, V, VI, VII y VIII) y plexitis tanto en el plexo braquial como en el lumbar, casos más avanzados o donde la infección del virus atacó con mayor gravedad, presentaron ausencia de reflejos tendinosos profundos en el miembros superiores e inferiores, hipertrofia derecha, severa, limitaciones a la aducción y parálisis oculomotora fascicular derecha [23]. La mayoría de estos síntomas fueron reportados por otros autores.

Para indagar si estos síntomas fueron resultado de una secuela posterior a la infección por COVID-19 se buscó en los artículos si se había realizado PCR de seguimiento posterior a COVID-19, además del PCR de diagnóstico.

En el gráfico 1, se observa que solo 11 casos se realizaron un primer y segundo PCR (siendo el segundo PCR, negativo), [24] [16] [19] no realizaron un segundo PCR solo mencionan que la enfermedad neurológica se presentó cuando el paciente estaba recuperado y un caso [18] solo presentó una segunda prueba PCR negativa para comprobar que este se encontraba infectado.

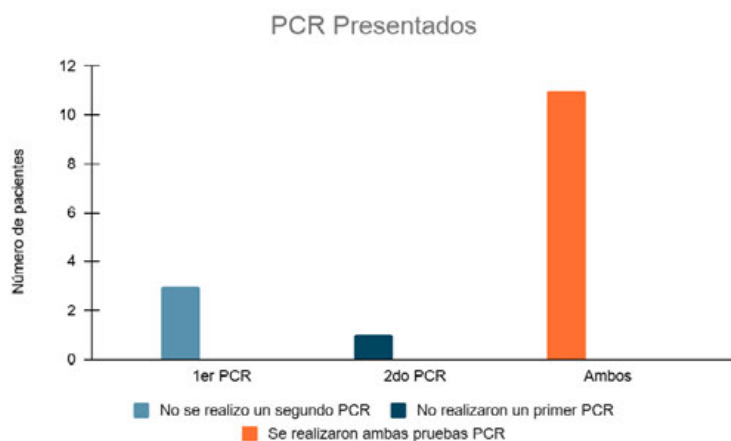


Gráfico 1. Número de casos en los que se realizaron PCR de diagnóstico y de seguimiento.

Por otra parte, la **gráfica 2**, muestran 17 pacientes recuperados y 2 presentaron hallazgos neuropatológicos y fallecieron por complicaciones de COVID-19 [18], en uno de ellos la autopsia reveló una variedad de lesiones neuropatológicas, con características de desmielinización.

Dentro de los reportes de casos se observó mayor tendencia de encontrar la enfermedad desmielinizante en el sexo masculino, siendo 11 pacientes, mientras que para el sexo femenino fueron 7 pacientes y solo 1 no especificaba el sexo, cómo lo muestra el *gráfico 3*.



Gráfico 2. Pacientes recuperados de COVID-19.

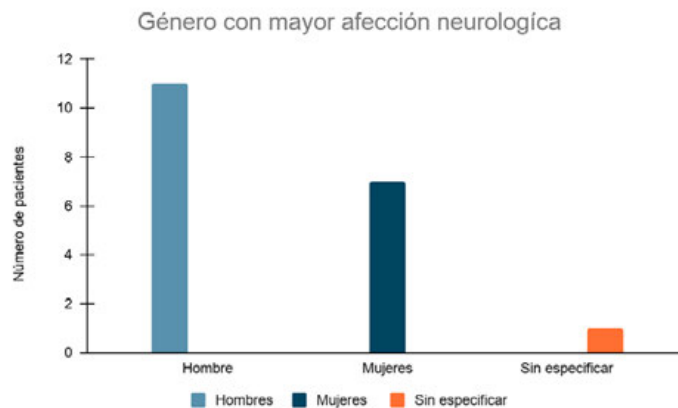


Gráfico 3. Sexo con mayor afección neurológica.

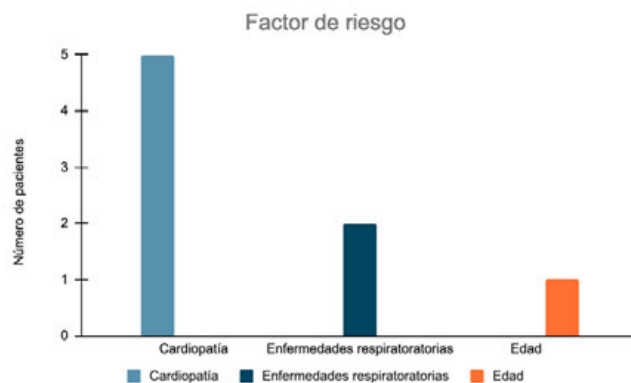


Gráfico 4. Factores de riesgo de los pacientes recuperados por COVID-19.

Además se analizaron los factores de riesgo que presentaron los pacientes, 8 de ellos tuvieron un factor de riesgo, de los cuales 5 fueron por alguna cardiopatía, 1 por edad y 2 por enfermedades respiratorias; con estos factores de riesgo se descarta que los pacientes tuvieran el inicio o padecieran de alguna enfermedad neurológica, cómo lo muestra el gráfico 4.

Se analizó el país de procedencia de cada uno de los reportes de caso, encontrando la mayor incidencia en España con 5 reportes de caso, seguido de Italia, China y Estados Unidos, cómo lo muestra el gráfico 5.

De acuerdo a la edad, se reportó el mayor número de casos se encuentra en el rango de edad arriba de 60 años, además un caso donde la edad de 29 años [18] se encuentra fuera del rango usualmente reportado para SARS-COV 2, cómo lo muestra el *gráfico 6*.

Se registró la fecha de publicación de cada reporte de caso, encontrando el mayor número en el mes de abril [19] [20]. Muchas cosas aun son desconocidas para esta enfermedad, hasta el momento se siguen buscando casos que cumplan con las

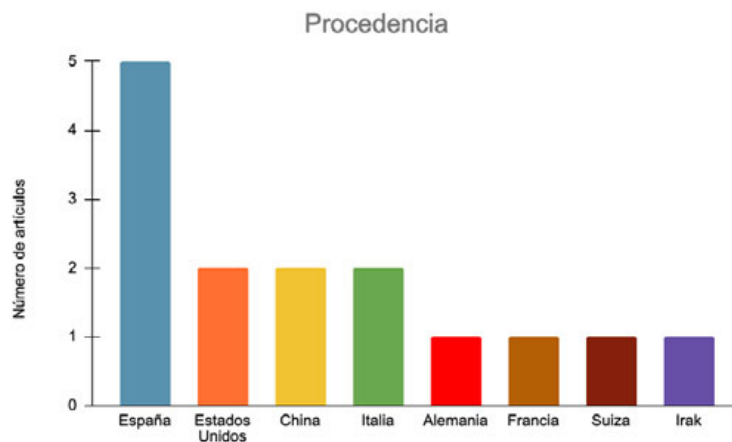


Gráfico 5. Procedencia.

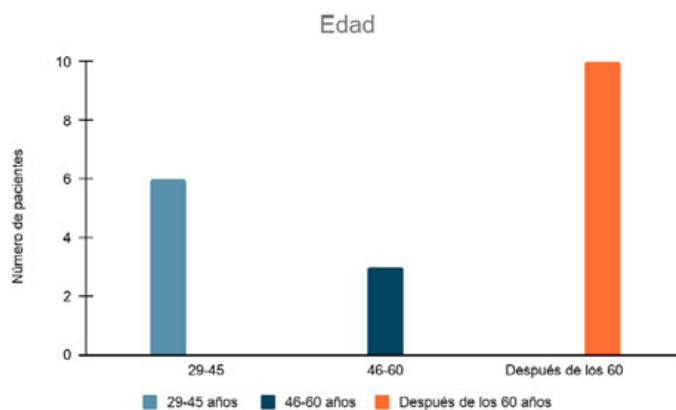


Gráfico 6. Edad. [22]

especificaciones ya antes mencionadas, para comprender o indagar las causas de las secuelas neurológicas desmielinizantes en el comportamiento del SARS- COV 2, cómo lo muestra el *gráfico 7*.

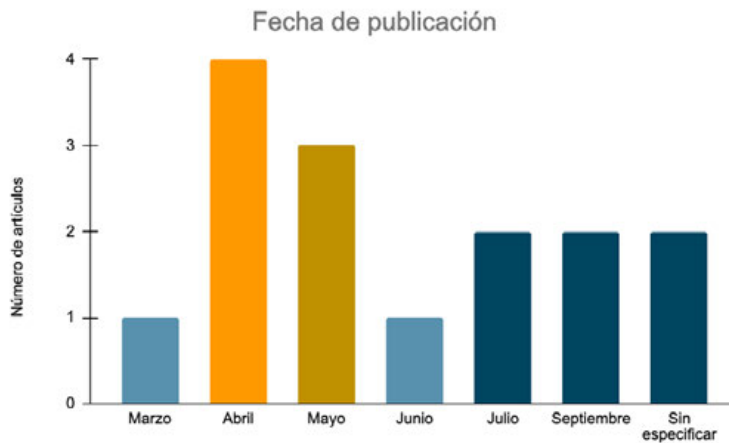


Gráfico 7. Fecha de publicación de cada artículo revisado todos del año 2020.

Discusión de resultados

Con la llegada del virus SARS-COV 2 desde diciembre 2019 a la actualidad marzo 2021 ha dejado 2.72 millones de muertes, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), han surgido además muchas interrogantes, la aparición de diversos síntomas, nuevas cepas y secuelas en diferentes órganos. La mayoría de las personas que contraen la COVID-19 presentan síntomas leves o moderados y pueden recuperarse con medidas de apoyo, sin embargo un cuadro clínico grave puede llegar a causar grandes afectaciones, principalmente al sistema pulmonar, reportándose algunos casos con falla multiorgánica. Una de las secuelas frecuentemente reportadas es el daño neurológico en los pacientes recuperados, la presente revisión está enfocada en las de tipo desmielinizante.

15 artículos cumplieron con los criterios de inclusión, en los cuales la mayoría de los casos presentaron SGB, al respecto una de las teorías en las que se basan los investigadores para entender el mecanismo neuro invasor del SARS-CoV 2, es que comparte un 90 % identidad con SARS COV, el cual se ha reportado ser neuro invasivo.

Como se ha demostrado, la entrada de SARS-COV-2 a la célula humana es a través del receptor ECA2, el cual es expresado en cerebro, neuronas, astrocitos y oligodendrocitos, tanto en animales como humanos, la presencia de SARS-COV 2 en sistema nervioso ha sido explicado por la expresión de ECA2 y TMPRSS2 en el bulbo olfatorio y las células sustentaculares teniendo como punto final el cerebro [25]

La evidencia de otros CoV como SARS-COV 1, MERS-COV y HCoV-OCR43 refuerza lo anterior, puesto que se ha visto su entrada por las neuronas olfativas. La expresión

de ACE2 en la membrana neuronal y el citoplasma también proporciona un mecanismo para la transferencia trans-sináptica de SARS-CoV-2. Añadiendo a esto, los reportes de casos analizados hablan sobre lesiones en T2, T1, en plexos [14], en pares craneales, lesiones axonales asociadas [11], diversos síntomas característicos de fallas en el SNC, siendo sensibilidad de las piernas, partes motoras, parálisis bilateral fácil entre otras [12]. En los 15 artículos se encontró que el daño fue una desmielinización o lesiones hiperintensas reflejadas en los diferentes estudios como RM o TC.

La mayor cantidad de reportes de caso fue encontrada en Europa, específicamente España, lo cual pudiera ser entendible por que la pandemia tuvo presencia previa en ese continente, llama la atención que no sea China, que fue el sitio de partida de diseminación del virus.

La presencia de partículas virales de SARS-COV 2 en SN se han reportado en LCR de un paciente con meningoencefalitis [26] y en lóbulo frontal de un paciente con enfermedad de Parkinson [27], una ruta desde el bulbo olfatorio al tallo cerebral a través de la corteza piriforme se ha demostrado en ratones transgénicos que expresan el receptor ECA2 de humano que fueron inoculados intranasalmente por SARS-COV 1 [28], además de otros estudios que evidencian la diseminación de los coronavirus al cerebro vía transporte transneuronal hacia el cordón espinal [29].

La neuroinflamación en pacientes con COVID-19 se ha postulado por la tormenta de citocinas, al respecto concentraciones elevadas de IL6, IL8 y GMCSF, además de proteínas quimioatrayentes de monocitos se han detectado en el LCR de pacientes infectados con HCoV [30], mientras niveles sanguíneos de estas citocinas fueron normales en los controles, por lo que el autor sugiere que la infección por HCoV pueda resultar en la inflamación a nivel cerebral, sin embargo los mecanismos subyacentes no han sido aclarados.

Se ha reportado que a nivel agudo, una de las secuelas de la infección por CoV pueden incluir esclerosis múltiple (EM) en pacientes con predisposición genética [31], el análisis post-mortem de pacientes con EM demostró que la presencia del ARN de HCoV-OC43 es relativamente común en estos pacientes comparado a controles [32] la desmielinización podría ser causada por la muerte de oligodendrocitos, la intensa respuesta inmune o la liberación de moléculas inflamatorias por neuronas infectadas.

Conclusiones

La enfermedad de COVID-19 nos ha dejado secuelas económicas y de salud graves, y es que a la fecha en el estado de Puebla se han registrado 76, 153 infectados y 10, 267 defunciones. Esta revisión de artículo nos hace tener un especial cuidado, al analizar una de las posibles secuelas neurológicas desmielinizantes COVID-19. Aun no está claro sobre si SARS-COV 2 realmente ocasiona una secuela de enfermedades desmielinizantes o resulta ser un detonante para la enfermedad neurológica. Los estudios continúan, neurólogos, investigadores, científicos y personal del área de salud buscan entender lo que está pasando, la hipótesis más fuerte es su transporte por las células endoteliales, que se encuentran formando la barrera hematoencefálica la cual protege al cerebro de los daños o por las neuronas olfativas que expresan con el receptor ECA2. Los 15 artículos revisados tienen diferentes teorías que resultaría muy interesante analizar en laboratorio para poder encontrar las respuestas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Con ayuda de esta revisión podemos empezar a buscar las respuestas que aun no se logran encontrar, la enfermedad de COVID-19 sigue sorprendiendo en diferentes ámbitos. Encontrar el mecanismo fisiopatológico de las secuelas neurológicas desmielinizantes y la identificación de las mismas ayudará a los clínicos a un mejor manejo del paciente. La búsqueda de secuelas neurológicas desmielinizantes en el estado de Puebla sería de gran beneficio para la propuesta de tratamientos eficaces.

Agradecimientos

Un agradecimiento total a la dra. Virginia Sedeño Monge, por motivarnos a enamorarnos de la neurología, de buscar soluciones a los problemas que ya existen y sobre todo por hacernos creer en la ciencia.

De igual forma a nuestra alma mater UPAEP, que nos impulsa a seguir creyendo a hacer ciencia y nos da su entera capacitación para realizar las actividades de investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] W. X. L. L. R. J. Z. Y. H. L. Z. G. F. J. X. a. X. G. C. Huang Y., «Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China», TL, p. p. 3., 2020.
- [2] D. Grasso., «2020: 1.8 millones de muertos por covid en todo el mundo». EP: La crisis del coronavirus,» El País, 2020.
- [3] D. H. G. L. Dong E., «An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time,» *Lancet Inf Dis*, pp. 20(5):533-534, 2020.
- [4] M. M. A. M. S. & R. C. Fotuhi, «Neurobiología de COVID-19,» *Revista de la enfermedad de Alzheimer: JAD*, vol. 76 (1), pp. 3-19, 2020.
- [5] J. H. W. M. Mao L., «Neurologic Manifestations of Hospitalized Patients With Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China,» *JAMA Neurol*, vol. 77(6), p. 683-690, 2020.
- [6] H. S. D. Z. H. L. J. y. C. S. Zhao, «Síndrome de Guillain-Barré asociado a infección por SARS-CoV-2: ¿casualidad o coincidencia?,» *La lanceta. Neurología*, vol. 19 (5), p. 383-384, 2020.
- [7] «MayoClinic,» s.f. [En línea]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/guillain-barre-syndrome/symptoms-causes/syc-20362793>. [Último acceso: 12 Febrero 2021].
- [8] I. J. & T. K. L. Koralnik, «COVID-19: A Global Threat to the Nervous System,» *Annals of neurology*, vol. 88, n° 1, pp. 1-11, 2020.
- [9] A. M. K. A. A. U. & S. H. Baig, «Evidence of the COVID-19 Virus Targeting the CNS: Tissue Distribution, Host-Virus Interaction, and Proposed Neurotropic Mechanisms,» *ACS chemical neuroscience*, vol. 11(7), p. 995-998. 2020, 2020.
- [10] G. R. T. P. E. S. L. R. C. R. L. I. M. & F. D. Novi, «Acute disseminated encephalomyelitis after SARS-CoV-2 infection,» *Neurology(R) neuroimmunology & neuroinflammation*, vol. 7(5), p. e797, 2020.
- [11] K. P. Z. Y. y. W. D. McCuddy M., «Acute Demyelinating Encephalomyelitis (ADEM) in COVID-19 infection: A Case Series,» *medRxivmedRxiv*, 2020.
- [12] E. G. A. D. F. V. G. B. S. & L. D. Agosti, «Is Guillain-Barré syndrome triggered by SARS-CoV-2? Case report and literature review,» *Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, vol. 42(2), p. 607-612., 2021.
- [13] R. R. K. K. B. B. N. A. C. E. G. Y. & L. C. F. Reichard, «Neuropathology of COVID-19: a spectrum of vascular and acute disseminated encephalomyelitis (ADEM)-like pathology,» *Acta neuropathologica*, vol. 140(1), pp. 1-6, 2020.
- [14] K. M. M. B. S. N. B. M. P. B. F. G. A. V. P. K. L. C. J. B. & d. S. J. Bigaut, «Guillain-Barré syndrome related to SARS-CoV-2 infection,» *Neurology(R) neuroimmunology & neuroinflammation*, vol. 7(5), p. e785, 2020.
- [15] A. L.-G. Á. L. J. C. M. G. M. H. C. D. R. & S.-P. M. Sancho-Saldaña, «Guillain-Barré syndrome associated with leptomeningeal enhancement following SARS-CoV-2 infection,» *Clinical medicine (London, England)*, vol. 20(4), p. 93-94, 2020.
- [16] R.-B. I. G.-Z. I. Marta-Enguita J., «Fatal Guillain-Barre syndrome after infection with SARS-CoV-2,» *Neurología*, vol. 35, pp. 265-267, 2020.
- [17] & A. B. R. Juliao Caamaño D. S., «Facial diplegia, a possible atypical variant of Guillain-Barré Syndrome as a rare neurological complication of SARS-CoV-2,» *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, vol. 77, p. 230-232, 2020.

- [18] F.-D. E. G.-G. J. R.-S. C. D.-M. I. & S. T. Palao M., «Multiple sclerosis following SARS-CoV-2 infection. Multiple sclerosis and related disorders.,» *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, vol. 45, 2020.
- [19] C. M.-G. A. R.-R. S. S. P.-M. E. B.-G. L. G.-M. R. d. A.-G. F. & B.-L. J. Gutiérrez-Ortiz, «Miller Fisher syndrome and polyneuritis cranialis in COVID-19,» *Neurology*, vol. 95(5), p. 601–605, 2020.
- [20] J. P. M. J. P. B. P. S. T. Y. & B.-N. E. Camdessanche, «COVID-19 may induce Guillain-Barré syndrome,» *Revue neurologique*, vol. 176(6), p. 516–518, 2020.
- [21] L. S. G. P. P. P. R. G. S. L. M. K. & F. M. M. Zanin, «SARS-CoV-2 can induce brain and spine demyelinating lesions,» *Acta neurochirurgica*, vol. 162(7), p. 1491–1494, 2020.
- [22] J. G. A. C. A. Coen M., «Guillain-Barré syndrome as a complication of SARS-CoV-2 infection,» *B.B.*, vol. 87, pp. 111–11, 2020.
- [23] K. M. M. B. S. N. B. M. P. B. F. G. A. V. P. K. L. C. J. B. & d. S. J. Bigaut, «Guillain-Barré syndrome related to SARS-CoV-2 infection,» *Neurology(R) neuroimmunology & neuroinflammation*, vol. 7(5), p. 785, 2020.
- [24] R. R. K. K. B. B. N. A. C. E. G. Y. & L. C. F. Reichard, «Neuropathology of COVID-19: a spectrum of vascular and acute disseminated encephalomyelitis (ADEM)-like pathology,» *Acta neuropathologica*, vol. 140(1), pp. 1–6, 2020.
- [25] F. K. R. y. S. Wang, «Secuelas respiratorias y neurológicas a largo plazo de COVID-19,» *Monitor de ciencias médicas: revista médica internacional de investigación clínica y experimental*, vol. 26, p. e928996, 2020.
- [26] T. H. N. G. J. H. D. S. H. T. J. e. a. Moriguchi, «A first Case of Meningitis/Encephalitis associated with SARS-Coronavirus-2.,» *Int. J. Infect. Dis.*, 2020.
- [27] A. B. C. G. Z. G. R. R. J. L. J. e. a. Paniz-Mondolfi, «Central nervous system involvement by severe acute respiratory syndrome coronavirus -2 (SARS-CoV-2),» *J. Med. Virol.*, 2020.
- [28] J. M. D. M. S. C. M. P. S. Netland, «Severe acute respiratory syndrome coronavirus infection causes neuronal death in the absence of encephalitis in mice transgenic for human ACE2,» *J. Virol*, vol. 82, p. 7264–7275, 2008.
- [29] J. J. H. D. M. V. A. F. F. T. P. St-Jean, «Human respiratory coronavirus OC43: genetic stability and neuroinvasion.,» *J. Virol*, vol. 78, p. 8824–8834, 2004.
- [30] Y. L. H. F. R. W. B. Z. J. C. X. e. a. Li, «Coronavirus infections in the central nervous system and respiratory tract show distinct features in hospitalized children,» *Intervirology*, vol. 59, p. 163–169, 2016.
- [31] J. D. B. J. L. G. J. Burks, «Two coronaviruses isolated from central nervous system tissue of two multiple sclerosis patients.,» *Science*, vol. 209, p. 933–934..
- [32] N. D. R. N. J. T. P. Arbour, «Neuroinvasion by human respiratory coronaviruses,» *J. Virol.*, vol. 74, p. 8913–8921, 2020.

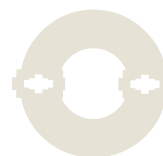


Evaluación de la correlación entre la alteración propioceptiva y las posturas forzadas mantenidas por enfermeras con dolor lumbar crónico durante su jornada laboral en una unidad de atención de primer nivel en Puebla

^aTepox Bruno-Rodrigo*, ^bGonzález Mondragón-Ángel Eduardo, ^cQuechol Tecuatl-Patricia Mayeli

^aPasante en Fisioterapia, ^bMédico Cirujano y Partero, ^cMaestra en Ciencias Fisiológicas; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina, Calle 13 sur #2702, Col. Los Volcanes, C.P. 72420, Puebla, México.

*rodrigotepoxbruno8@gmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El dolor lumbar crónico (DLC) es un desorden musculoesquelético común en enfermeras que realizan posturas forzadas; sin embargo, se desconoce si este factor de riesgo está asociado con la alteración de la propiocepción lumbar, por lo que se buscó conocer esta correlación mediante un estudio cuantitativo, descriptivo, analítico, unicéntrico y transversal, realizado en una unidad de atención de primer nivel; se utilizó un muestreo no probabilístico con criterios de selección, valorando la propiocepción mediante la prueba de reposicionamiento lumbar y el tiempo en posturas forzadas con el Método L.E.S.T, aplicando posteriormente el coeficiente de Spearman. Se incluyeron a 15

enfermeras con una media de edad de 37, 6 años ($\pm 11, 7$) y antigüedad laboral de 7, 7 años (± 7). El 33 % ($n=5$) no presentó alteración del reposicionamiento lumbar, mientras que el 67 % ($n=10$) sí, mostrando correlación significativa con las posturas mantenidas por más de 35 min/hora. A partir de estos resultados se concluye que existió correlación positiva entre la alteración propioceptiva lumbar con el tiempo mantenido en las posturas sentado normal, sentado inclinado y de pie normal, realizadas por las enfermeras durante su jornada laboral, por lo que dicha alteración sería un marcador diagnóstico útil para prevenir factores de riesgo y DME.

Palabras clave

Propiocepción; Posturas forzadas; Dolor Lumbar Crónico; Enfermeras.

Abstract

Chronic low back pain (CLP) is a common musculoskeletal disorder in nurses who perform awkward postures; however, it is unknown whether this occupational risk factor may be associated with the altered low back proprioception, so this correlation was sought with a quantitative, descriptive, analytical, single-center and cross-sectional study, carried out in a primary health center; non-probabilistic sampling was used with selection criteria, assessing proprioception through the low back repositioning test and the time in awkward postures with the L.E.S.T. Method; Spearman's coefficient was used. Fifteen nurses were included, with a mean age of 37.6 years (± 11.7) and working seniority of 7.7 years (± 7). The 33 % (n=5) did not present altered low back repositioning, while 67 % (n=10) did, showing a significant correlation with postures held for more than 35 min/hour. From these results, it is concluded that there was a positive correlation between the low back proprioceptive alteration with the time maintained in normal sitting, inclined sitting, and normal standing postures, carried out by nurses during the working day, so this alteration would be a useful diagnostic marker to prevent occupational risk factors and musculoskeletal disorders.

Keywords

Proprioception; Awkward postures; Chronic Low back Pain; Nurses.

Glosario de abreviaturas y símbolos

DLC: Dolor Lumbar Crónico

DME: Desórdenes Musculoesqueléticos de origen laboral

Método L.E.S.T.: Método del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail

COVID-19: Enfermedad por Coronavirus 2019

Introducción

El trabajo y el movimiento corporal humano están íntimamente relacionados al ser ambos aportadores de salud y sustento económico; sin embargo, debido a ciertos factores como la demanda física en el trabajo y la capacidad física del trabajador esta relación puede alterarse, conllevando a desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral (TME), los cuales aumentan los gastos en tratamientos para las instituciones de salud y los índices de incapacidad y ausentismo laboral [1], [2].

Debido al impacto que generan los DME se han elaborado diferentes modelos fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos para su estudio, coincidiendo en que la carga física de trabajo, que es el conjunto de respuestas fisiológicas producto de la interacción entre la demanda exigida por una actividad y la capacidad física del trabajador, puede ser la causa de la aparición de estos DME [3], [5], tal como se observa en el modelo de Westgard y Winkel representado en la **Figura 1**.

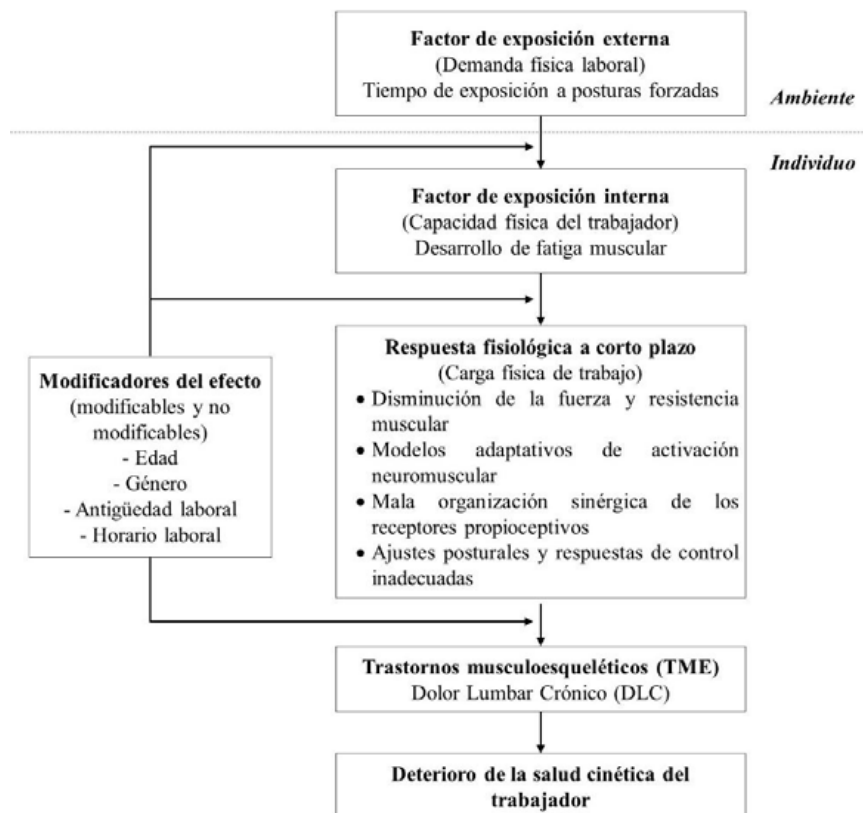


Figura 1. Modelo de Westgard y Winkel para la carga física de trabajo.

Este modelo muestra que dentro de las demandas laborales más comunes se encuentran las posturas forzadas, las cuales implican mantener la misma posición corporal en contracción isométrica por un tiempo prolongado, originando fatiga muscular a corto plazo en trabajadores constantemente expuestos a este factor de riesgo [6], [7], [8], tal como ocurre en el personal de enfermería, dadas las características de sus actividades laborales influenciadas por la situación sanitaria actual. [9], [10].

La fatiga muscular se puede manifestar con signos clínicos como hipertermia, parestesia o dolor [11], [12], y disminuye a medida que los tejidos comprometidos tienen un periodo de reposo de acuerdo con su capacidad viscoelástica [13], pero si este no es suficiente se pueden generar cambios en la función muscular [14], desarrollando modelos de activación incorrectos por la modificación de la respuesta neuromoduladora de los grupos musculares estabilizadores a estímulos de baja carga, aumentando en los grupos musculares movilizadores [15], [17], y dejando vulnerables a aquellas zonas articulares de mayor movilidad, como es el caso de la columna lumbar [18].

Esta alteración en la coordinación intermuscular, provocada posiblemente por una mala organización sinérgica de los receptores propioceptivos ubicados a nivel periférico así como ajustes posturales incorrectos, tendería a mostrarse en déficits de la propiocepción [19], [22] y aumentaría el riesgo de desarrollar dolor lumbar crónico (DLC) como una respuesta de alarma ante la exposición constante a un estresor generado por el propio movimiento [5], [23], [24], deteriorando la salud cinética de las enfermeras y disminuyendo su capacidad funcional [25].

Actualmente los sistemas de salud a nivel nacional e internacional se han visto vulnerables ante la excesiva afluencia de pacientes relacionados con la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19), propiciando una disminución de la cantidad de personal de salud disponible debido a que se han tenido que ausentar por las enfermedades preexistentes que los sitúan en un mayor riesgo de contagio y deceso, o que en muchos de los casos se ven obligados a laborar en áreas COVID por más tiempo haciéndose cargo de una gran cantidad de pacientes, todo esto generando posturas forzadas durante las actividades que realizan con el consecuente desgaste físico y presencia de DLC que incrementa las incapacidades laborales.

Según información generada por la Secretaría General de Gobierno y la Secretaría de Salud del Estado desde el 17 de marzo de 2020, fecha en la que se firmó el acuerdo

para implementar las medidas de protección frente a la actual pandemia por COVID-19, en el Estado de Puebla se ha observado una gran cantidad de personal que ha tenido que ausentarse de sus áreas laborales por ser mayores de 60 años, presentar comorbilidades que ponen en riesgo su integridad física o infectarse por el virus y presentar secuelas; todo ello ha propiciado que en algunas áreas no se cuente con el suficiente personal que permita la distribución adecuada de las tareas de atención, diagnóstico y tratamiento tanto de los pacientes del área respiratoria como de la consulta externa, cirugía, laboratorios y rehabilitación entre otras; encuestas realizadas a personal de salud de enfermería, médicos, fisioterapeutas y químico-farmacobiólogos que laboran en hospitales públicos y privados dentro del estado, muestran que más del 91.5 % ha presentado dolor lumbar durante el último año, 31 % lo ha padecido por más de 6 meses, a más del 30 % le ha impedido realizar sus actividades y 9.8 % ha tenido que incapacitarse por dicho motivo; la mayor parte de dicho personal (42 %) laboraron durante el último año en áreas COVID o relacionadas, todos ellos con jornadas de entre 8 – 12 horas. Con la información recabada es importante enfatizar la necesidad de dar seguimiento a esta población de riesgo para presentar DLC a corto y largo plazo debido a la alta carga de trabajo y a las extenuantes jornadas en sus centros hospitalarios.

En función de lo comentado, este estudio plantea una herramienta accesible, de bajo costo y fácil aplicación que se complementa con una escala de percepción de la carga física de trabajo, permitiendo identificar los factores que intervienen en el desarrollo del DLC, así como establecer las estrategias adecuadas que ayuden a prevenir su aparición, mejorar la calidad de vida de esta población, disminuir el ausentismo laboral y el impacto económico que genera la atención de este trastorno en el sistema de salud, tanto público como privado.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio cuantitativo de tipo descriptivo y analítico con corte transversal unicéntrico durante el periodo de diciembre 2019 a febrero 2020 en la Unidad de Medicina Familiar no.7 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la ciudad de Puebla, México, teniendo como población al personal de enfermería. Se utilizó un muestreo no probabilístico, aplicando los siguientes criterios de selección: se incluyeron a aquellos sujetos con dolor lumbar mayor a 6 meses, continuo o intermitente, que laboraran en el turno matutino, vespertino o nocturno, en los servicios de urgencias, preventiva o estomatología; se excluyeron a aquellos con dolor lumbar menor a 6 meses o mayor a este tiempo asociado a un

traumatismo directo o patología subyacente (vestibular, neurológica, radicular, metabólica, infecciosa, cardiopulmonar o reumatológica), que se encontraran en periodo vacacional o con incapacidad durante el último mes, y que decidieran no participar en el estudio ni firmaran el consentimiento informado; se eliminaron a quienes no acudieran a la valoración ni llenaran el cuestionario de posturas forzadas o no concluyeran en su totalidad las pruebas de evaluación vestibular y propioceptiva.

Este estudio se llevó a cabo en 4 etapas:

1. Primero se les explicó a los participantes el objetivo general de la investigación, y si estaban de acuerdo en participar firmaron un consentimiento informado con no. de registro 784 previamente aprobado por el consejo de bioética e investigación de la Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, posteriormente se les solicitaron algunos datos personales patológicos, no patológicos y semiología del dolor mediante una ficha de identificación e historia clínica;
2. En la segunda etapa se valoró la integridad de la vía vestibular mediante el test de Rinne utilizando un diapasón de 512 Hz para ambos conductos auditivos, y la vía visual con la prueba de Romberg modificada posicionando al sujeto en tándem con ojos abiertos y cerrados; siendo positivas ambas pruebas, es decir que no había alteración en ninguna de estas dos vías, se procedía a evaluar la propiocepción mediante la prueba de reposicionamiento lumbar con el menor sesgo posible, en la cual se le realizó una marca a cada uno en la apófisis espinosa de L4 y se les solicitó que tomaran asiento en un banco de exploración previamente colocado a 1 metro de distancia de un nivel láser marca Fixit con tripie y burbuja de nivelación que apuntaran al centro de la marca, se les mantuvo 30 segundos en sedestación y se les solicitó que realizaran 3 intentos de 5 flexo-extensiones de columna lumbar, al final de cada intento se tomó la distancia (cm) horizontal y vertical entre la marca y el nivel láser con una regla, se promediaron los 3 y se obtuvo un índice de error entre la posición inicial y final (error posicional) (**Figura 2**);
3. En la tercera etapa se identificó el tiempo mantenido en posturas forzadas con el apartado de carga física estática del método L.E.S.T., desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail, para la evaluación general de puestos de trabajo: para ello se solicitó a cada participante que indicara de una serie de 13 posturas las que realizaba durante sus actividades laborales, así como los minutos que llegaba a mantener cada una de forma continua en una hora de trabajo y las veces que las repetía;

4. Una vez obtenidos los datos de todos los participantes, se vaciaron en una tabla de Excel para su posterior análisis con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 24. Se aplicó estadística descriptiva con medidas de tendencia central, porcentajes y desviación estándar, y estadística analítica mediante gráficas de dispersión; se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para el cálculo de la distribución de las medias de las variables, no obteniendo una distribución normal, por lo que se realizó un análisis no paramétrico con la prueba de correlación de Spearman.

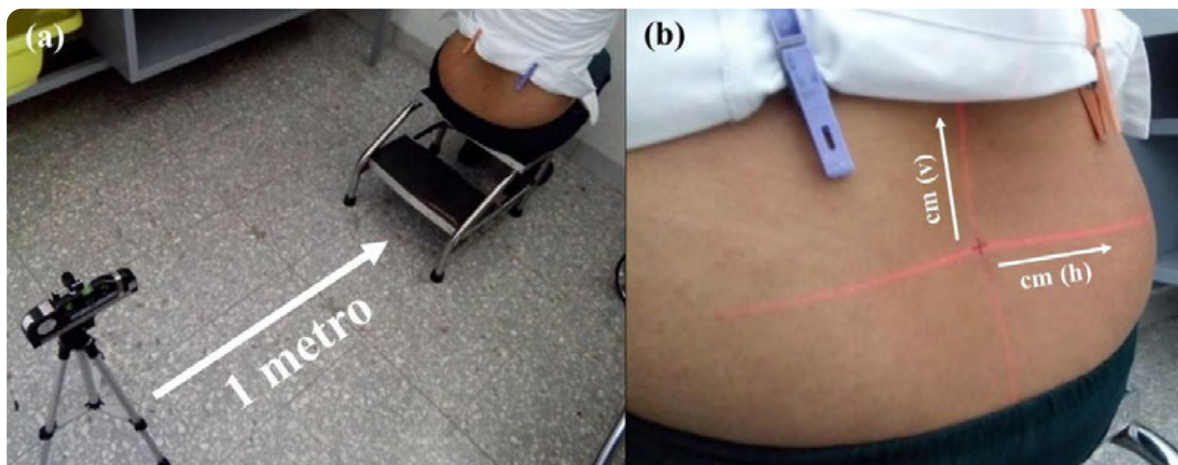


Figura 2. Posicionamiento del sujeto (a) y medición del error posicional (b).

Resultados/Discusión

Se identificaron a 26 enfermeras pertenecientes a la clínica, de las cuales 15 cumplieron con los criterios de inclusión y firmaron el consentimiento informado; todas pertenecían al género femenino y contaban con una media de edad de 37, 6 ± 11 , 7 años, antigüedad laboral de 7, 7 ± 7 años y trabajaban 8 horas diarias. En la prueba de reposicionamiento lumbar, la cual tiene un punto de corte de 0, 36 cm, se encontró que el 67 % ($n=10$) tuvo un índice de error posicional mayor a 0, 36 cm, indicativo de alteración en el reposicionamiento, mientras que el 33 % ($n=5$) presentó un índice de error menor o igual a 0, 36 cm, es decir que no tuvo alteración en el reposicionamiento.

Con respecto al apartado de carga física estática del método L.E.S.T. se halló que las posturas más realizadas por las enfermeras fueron sentado normal, sentado inclinado, de pie normal, de pie con brazos en extensión frontal, de pie inclinado

y agachado normal, y el tiempo que llegaban a mantener de forma continua una misma postura fue de mínimo 35 min/hora; considerando los datos respecto al tiempo y las posturas más realizadas por las enfermeras con DLC, solo aquellas posturas más realizadas y que llegaban a mantener por más de 35 min/hora tuvieron correlación positiva significativa con el aumento del índice del error posicional, siendo estas sentado normal ($p < 0,05$) ($r_{Ho} = 0,608$) (**Figura 3**), sentado inclinado ($p < 0,01$) ($r_{Ho} = 0,657$) (**Figura 4**) y de pie normal ($p < 0,01$) ($r_{Ho} = 0,764$) (**Figura 5**).

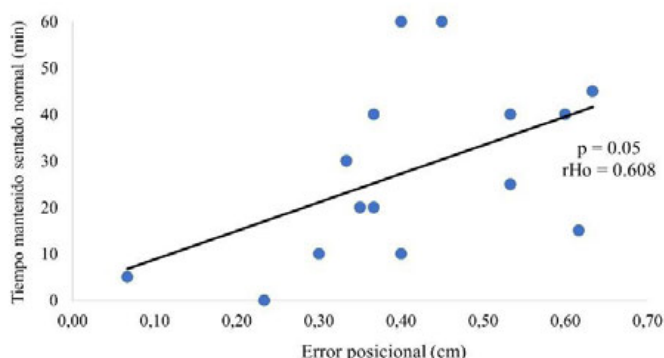


Figura 3. Correlación entre el aumento del error posicional y el tiempo mantenido en la postura sentado normal.

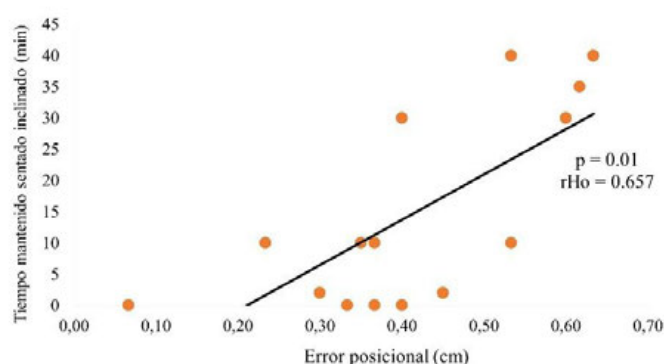


Figura 4. Correlación entre el aumento del error posicional y el tiempo mantenido en la postura sentado inclinado.

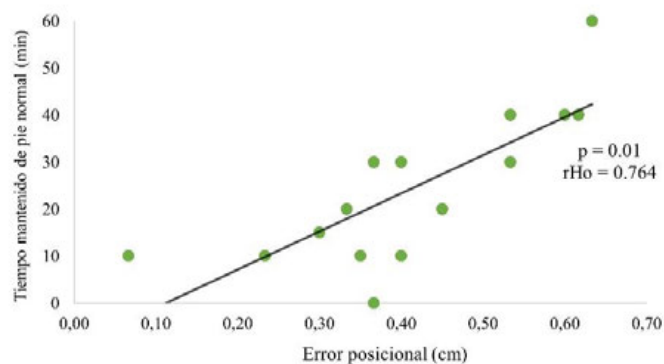


Figura 5. Correlación entre el aumento del error posicional y el tiempo mantenido en la postura de pie normal.

Los resultados obtenidos muestran que el género femenino fue el dominante entre el personal de enfermería de esta clínica, teniendo como característica ser una población joven, tanto en edad como en antigüedad laboral, y económicamente

activa que ya presentaba DLC sin causa patológica o asociada a un trauma reciente, lo cual indicaría que las condiciones del trabajo pueden influir en la presencia de este DME; este aspecto es relevante ya que se ha estudiado que las actividades realizadas por las enfermeras en una unidad de atención primaria pueden llegar a generar sobreesfuerzo físico, principalmente por las posturas involucradas, las cuales en su mayoría implicaban flexión de tronco, tanto en sedestación como en bipedestación, por al menos 35 minutos continuos, considerando así que el tiempo mantenido en estas posturas pueden generar sobreesfuerzo físico por traumas acumulativos en aquellas zonas articulares con mayor vulnerabilidad, como es el caso de la columna lumbar, reportada tanto en incidencia y prevalencia de dolor para esta población, lo cual pudiera indicar que muchos de los casos que se reportan año con año sobre dolor lumbar o lumbalgia inespecífica no estén asociados al déficit de una estructura corporal, sino más bien a la función y los sistemas de retroalimentación corporal que se puedan ver alterados a causa de estos traumas acumulativos de origen cinesipatológico.

Lo anterior se ve reflejado en los resultados obtenidos por la prueba de reposicionamiento lumbar, donde la alteración de la propiocepción lumbar fue un hallazgo común en el 67 % de las enfermeras con dolor lumbar crónico, probablemente por la disminución de la sensibilidad de los receptores propioceptivos ubicados en músculos, tendones y cápsula articular para percibir adecuadamente el posicionamiento de la columna lumbar, generando una percepción errónea del movimiento a nivel del sistema nervioso central y dando como resultado respuestas neuromotoras incorrectas, permitiendo considerar a las alteraciones en la propiocepción como un marcador diagnóstico para detectar a tiempo procesos de sensibilización central que conlleven a la acentuación del DLC en poblaciones constantemente expuestas a posturas forzadas en el trabajo; es por ello que se recomienda prevenir déficits posturales y propioceptivos para evitar la aparición de este tipo de desórdenes musculoesqueléticos relacionados con alteraciones en el sistema de movimiento corporal humano.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo establecen que existe correlación positiva entre el incremento del déficit de la propiocepción lumbar en enfermeras con DLC y el tiempo que estas mantienen en las posturas sentado normal, sentado inclinado y de pie normal durante su jornada de trabajo; es importante recalcar que estas posturas fueron las más repetidas y también las que llegaban a mantener por más de 35 min/

hora de forma continua durante su jornada laboral, lo cual sugiere que el tiempo que se mantenga una postura de forma estática puede ser un factor determinante para la aparición de alteraciones propioceptivas, las cuales se han asociado con el desarrollo o acentuación de desórdenes musculoesqueléticos en los sitios de trabajo como el DLC; en este estudio se encontró que el 67 % de las enfermeras presentaron este tipo de alteraciones medidas con una prueba de reposicionamiento lumbar, la cual podría servir como un marcador para la evaluación, diagnóstico y prevención de este tipo de desórdenes musculoesqueléticos relacionados con la demanda física laboral, y que podría brindar datos importantes para los programas de salud ocupacional que buscan mejorar las condiciones ergonómicas de los trabajadores expuestos constantemente a factores de riesgo laboral.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Se requieren estudios prospectivos con un mayor tamaño muestral de tipo multicéntricos que permitan identificar estos déficits en el sistema de movimiento corporal asociados a las características del lugar de trabajo, teniendo en consideración que el género y las medidas antropométricas tienen un papel fisiológico y epidemiológico relevante para entender mejor esta correlación encontrada, logrando incluso traspolar la metodología utilizada a otras poblaciones o sectores laborales que impliquen posturas forzadas durante tiempos prolongados, como pueden ser el industrial, el automotriz, el comercial y el administrativo, mismos que representan gran parte del sector económico activo importante del estado de Puebla, permitiendo así la evaluación de las funciones corporales relacionadas con el movimiento en los sitios de trabajo y la implementación del rol del fisioterapeuta laboral.

Estas mejoras en los programas preventivos de salud ocupacional pueden lograr a mediano y largo plazo disminuir la cantidad de incapacidades y ausentismo laboral debido al DLC y otros TME, aumentar la productividad empresarial y permitir al trabajador contar con los recursos económicos necesarios para una mejor calidad de vida, brindándole herramientas preventivas en salud para un mejor desarrollo en su trabajo a futuro.

Agradecimientos

Agradecemos al personal de enfermería de la Unidad de Medicina Familiar no.7 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la ciudad de Puebla, México, por su colaboración para poder llevar a cabo este trabajo de investigación, y a los diversos asesores internos y externos que con su apoyo y guía lograron llevar a término este trabajo.

Referencias bibliográficas

- [1] B. R. Da Costa, E. R. Vieira, "Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies", *Am J Ind Med*, vol. 53(3), pp. 285–323, 2010. doi:10.1002/ajim.20750
- [2] K. Alvis-Gómez, C. A. Castro, A. L. Forero, "Fisioterapia y salud ocupacional: acciones profesionales en promoción y prevención", *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol*, vol. 2(3), pp. 118–143, 1999. Disponible en <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fisioterapia-salud-ocupacional-acciones-profesionales-13010392>
- [3] S. Pinto-Concha, F. Araya-Quintanilla, H. Gutiérrez-Espinoza, "Consideraciones y reconceptualización de teorías del dolor crónico asociado a disfunciones músculo esqueléticas y su implicancia en la plasticidad y reorganización cerebral: una revisión de la literatura", *Rev Mex Neuroci*, vol. 18(5), pp. 64–74, 2017.
- [4] M. Márquez-Gómez, "Modelos teóricos de la causalidad de los trastornos musculoesqueléticos", *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. 4(14), pp. 85–102, 2015.
- [5] S. Sahrman, *Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento*, 1ra ed, Badalona, España: Editorial Paidotribo, 2006.
- [6] C. Fernández de las Peñas y A. Melián, *Cinesiterapia: Bases fisiológicas y aplicación práctica*, 1ra ed, Barcelona, España: Editorial Elsevier, 2013.
- [7] J. Daza-Lesmes, *Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano*, 1ra ed, Bogotá, Colombia: Editorial Médica Internacional, 2007.
- [8] S. M. McGill y S. Brown, "Creep response of the lumbar spine to prolonged full flexion", *Clin Biomech* (Bristol, Avon), vol. 7(1), pp. 43–46, 1992. doi:10.1016/0268-0033(92)90007-Q.
- [9] A. Kozak, S. Freitag, A. Nienhau, "Evaluation of a Training Program to Reduce Stressful Trunk Postures in the Nursing Professions: A Pilot Study", *Ann Work Expo Health*, vol. 61(1), pp. 22–32, 2017. doi:10.1093/annweh/wxw002
- [10] D. Kee y S. R. Seo, "Musculoskeletal disorders among nursing personnel in Korea", *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 37(3), pp. 207–212, 2007. doi:10.1016/j.ergon.2006.10.020.
- [11] D. Sánchez-Zuriaga, M. A. Adams, P. Dolan, "Is activation of the back muscles impaired by creep or muscle fatigue?", *Spine*, vol. 35(5), pp. 517–525, 2010. doi:10.1097/BRS.0b013e3181b967ea
- [12] G. Shin, C. D'Souza, Y. H. Liu, "Creep and fatigue development in the low back in static

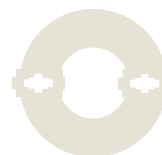
- flexion", *Spine*, vol. 34(17), pp. 1873–1878, 2009. doi:10.1097/BRS.0b013e3181aa6a55
- [13] M. Solomonow, "Neuromuscular manifestations of viscoelastic tissue degradation following high and low risk repetitive lumbar flexion", *J Electromyogr Kinesiol*, vol. 22(2), pp. 155–175, 2012. doi:10.1016/j.jelekin.2011.11.008.
- [14] G. Shin, G. A. Mirka, "An in vivo assessment of the low back response to prolonged flexion: Interplay between active and passive tissues", *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, vol. 22(9), pp. 965–971, 2007. doi:10.1016/j.clinbiomech.2007.06.003
- [15] M. Solomonow, "Sensory-motor control of ligaments and associated neuromuscular disorders", *J Electromyogr Kinesiol*, vol. 16(6), pp. 549–567, 2006. doi:10.1016/j.jelekin.2006.08.004
- [16] C. J. Colloca y R. N. Hinrichs, "The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: A review of literature", *J Manipulative Physiol Ther*, vol. 28(8), pp. 623–631, 2005. doi:10.1016/j.jmpt.2005.08.005.
- [17] T. A. Beach, R. J. Parkinson, J. P. Stothart, J. P. Callaghan, "Effects of prolonged sitting on the passive flexion stiffness of the in vivo lumbar spine", *Spine J*, vol. 5(2), pp. 145–154, 2005. doi:10.1016/j.spinee.2004.07.036
- [18] F. Alessa, X. Ning, "Changes of lumbar posture and tissue loading during static trunk bending", *Hum Mov Sci*, vol. 57, pp. 59–68, 2018. doi:10.1016/j.humov.2017.11.006
- [19] F. Tarantino-Ruiz, *Entrenamiento propioceptivo: principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas*, 1ra ed, Madrid, España: Editorial Médica Panamericana, 2017.
- [20] A. K. Rausch-Osthoff, M. J. Ernst, F. M. Rast, D. Mauz, E. S. Graf, J. Kool, C. M. Bauer, "Measuring lumbar reposition accuracy in patients with nonspecific low back pain: Systematic review and meta-analysis", *Spine*, vol. 40(2), pp. E97–E111, 2015. doi:10.1097/BRS.0000000000000677
- [21] U. Häfelinger y V. Schuba, *La coordinación y el entrenamiento propioceptivo*, 1ra ed, Badalona, España: Editorial Paidotribo, 2010.
- [22] G. J. Lehman, "Biomechanical assessments of lumbar spinal function. How low back pain sufferers differ from normals. Implications for outcome measures research. Part I: Kinematic assessments of lumbar function", *J Manipulative Physiol Ther*, vol. 27(1), pp. 57–62, 2004. doi:10.1016/j.jmpt.2003.11.007
- [23] G. Ebenbichler, R. Habenicht, S. Ziegelbecker, J. Kollmitzer, P. Mair, T. Kienbacher, "Age and sex specific effects in paravertebral surface electromyographic back extensor muscle fatigue in chronic low back pain", *GeroScience*, vol. 42(1), pp. 251–269, 2020. doi:10.1007/s11357-019-00134-7
- [24] P. W. McClure, M. Esola, R. Schreier, S. Siegler, "Kinematic analysis of lumbar and hip motion while rising from a forward, flexed position in patients with and without a history of low back pain", *Spine*, vol. 22(5), pp. 552–558, 1997. doi:10.1097/00007632-199703010-00019
- [25] G. R. Ebenbichler, L. I. Oddsson, J. Kollmitzer, Z. Erim, "Sensory-motor control of the lower back: Implications for rehabilitation", *Med Sci Sports Exerc*, vol. 33(11), pp. 1889–1898, 2001. doi:10.1097/00005768-200111000-00014

Evaluación del perfil de interleucinas en pacientes que cursaron con infección por SARS-CoV-2

Bautista, Rodriguez- Elizabeth, Sedeño, Monge-Virginia, Ruiz, Muñoz-
Laura Emilia

^aUniversidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 21 Sur 1103, Col. Santiago,
Puebla. CP. 72410.

*informes@upaep.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

SARS-CoV-2 el causante de la actual pandemia, un virus ARN positivo de cadena sencilla, que afecta principalmente al sistema respiratorio causando SDRS; que puede complicarse a Síndrome de falla multiorgánica. Ingresa a las células blanco a través del receptor de ECA2 activando la población TH1 que promueve la liberación de citocinas proinflamatorias. La desregulación de ECA2 asociada a SARS-CoV-2, promueve la liberación de IL-6, TNF-alfa, IL-8 y NFKB. El estudio del perfil de citocinas ayudaría a entender el nivel de inmunidad adquirida una vez que se ha resuelto la infección y aclarado el virus. El objetivo de este trabajo

es evaluar el perfil de interleucinas pro y antiinflamatorias mediante citometría de flujo en plasma/suero de pacientes que cursaron con COVID-19, para ello se invitará a participar de manera voluntaria a pacientes que cursaron con COVID-19 que cuenten con diagnóstico por RT-qPCR, de al menos un mes previo. Se les dará una carta de consentimiento informado y se tomará una muestra de sangre para la cuantificación de citocinas en plasma/suero mediante citometría de flujo. Los datos de los pacientes se resguardarán de manera confidencial. Una vez obtenidos los niveles de citocinas y los datos se realizará el análisis estadístico.

Abstract

SARS-CoV2, the cause of the current pandemic, is a single-stranded positive RNA virus, which mainly affects the respiratory system causing SRDS; which can be complicated to Multiple Organ Failure Syndrome. It enters target cells through the ECA2 receptor activating the TH1 population that promotes the release of pro-inflammatory cytokines. The dysregulation of ECA2 associated with SARS-CoV2 promotes the release of IL-6, TNF-alpha, IL-8, and NFKB. The study of the cytokine profile would help to understand the level of acquired immunity once the infection has resolved and the virus cleared. The objective of this work is to evaluate the pro and anti-inflammatory interleukin profile through flow cytometry in plasma/serum of patients who had COVID 19, for this purpose, patients who had COVID 19 who have a diagnosis will be invited to participate voluntarily by RT-qPCR, of at least one previous month. They will be given an informed consent letter and a blood sample will be taken for the quantification of cytokines in plasma/serum by flow cytometry. Patient data will be kept confidential. Once the cytokine levels and the data have been obtained, the statistical analysis will be carried out.

Glosario de abreviaturas y símbolos

SDRS: Síndrome de dificultad respiratoria

ECA2: Enzima convertidora de angiotensina 2.

IFN: Interferon gamma

TH1: Linfocitos T helper 1

IL-6: Interleucina 6

TNF-alfa: Factor de necrosis tumoral alfa.

IL-8: Interleucina 8

NFKB: Factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B

PCR: Reacción de polimerasa en cadena:

CONCYTEP: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

RT-qPCR: Reacción de polimerasa en cadena en tiempo real

GM-CFS: Factor estimulante de colonias de macrófagos y granulocitos.

ARN: Ácido ribonucleico

LDH: Lactato deshidrogenasa

ECA2: Enzima convertidora de angiotensina 2

Introducción

En Diciembre del 2019, casos de neumonía severa y muerte fueron reportados en la Ciudad de Wuhan, China. Poco después, el número de casos empezó a aumentar dramáticamente esparciéndose en China y alrededor del mundo [1]. El primer caso o caso índice de COVID-19 en México se detectó el 27 de febrero de 2020 en la Ciudad de México [2]. Desde el inicio de la pandemia al 1 de marzo de 2021 se han reportado 2, 137, 884 casos confirmados en México y 191, 789 defunciones. A la misma fecha en el estado de Puebla se han reportado 72, 082 casos confirmados y 9, 301 defunciones. Estos datos fueron recopilados de la Dirección general de epidemiología [3].

Los coronavirus son virus grandes, con envoltura y ARN monocatenario que se encuentran en humanos y otros mamíferos; como perros, gatos, gallinas, vacas, cerdos y pájaros. Estos tipos de virus afectan el sistema respiratorio, gastrointestinal y neurológico. El SARS-CoV-2, pertenece a la familia de los coronavirus, este tiene un diámetro de 60 a 140 nm y picos que miden de 9 nm a 12 nm, que dan al virus la apariencia de corona. A través de la variación y recombinación genética, los coronavirus pueden adaptarse para infectar nuevos hospederos. Los murciélagos son el principal hospedero para el SARS-CoV-2. Recientemente se ha sugerido que los humanos se infectaron a través de un hospedero intermediario, como el pangolín. El principal blanco del virus son las células del tracto respiratorio, razón por la cual causa síntomas como fiebre, tos seca, fatiga y disnea [4]. La enfermedad evoluciona a una forma severa en un 10-20 % de los pacientes, los cuales requieren de atención intrahospitalaria o de cuidados intensivos. Los factores de riesgo, para presentar complicaciones, son edad avanzada, sexo masculino y comorbilidades como obesidad, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades respiratorias crónicas [5].

La forma más común de transmisión es por medio de las gotitas respiratorias que son expiradas al momento de hablar, toser o estornudar. Otra forma de contraer el virus es a través del contacto con superficies contaminadas por el virus. Se ha observado que este persiste en niveles más altos en superficies impermeables, como acero inoxidable y plástico, que en superficies permeables como el cartón. De igual forma, las personas pre sintomáticas o asintomáticas son capaces de transmitir el virus. En un estudio modelado en China y Singapur, se estimó que el porcentaje de transmisión de una persona que se encuentra pre sintomática a otra es del 48 % al 62 % [5].

Presentación clínica

El periodo medio de incubación para COVID-19 es de aproximadamente 5 días. Aproximadamente los pacientes que presenten síntomas lo harán en un periodo de 11.5 días después de haber sido infectados. Los síntomas más comunes presentes en pacientes son: fiebre, tos seca, disnea, fatiga, náusea, vómito, diarrea o mialgias. De igual forma pueden presentar síntomas menos comunes como, síntomas gastrointestinales aislados, anosmia o ageusia. Datos de laboratorio incluyen linfopenia, niveles elevados de proteína C reactiva, LDH elevada y AST elevada. En la tomografía computarizada podemos encontrar el signo de vidrio despulido en ambos lados, consistente de afectación pulmonar [5].

Las complicaciones causadas por el COVID-19 incluyen una mala función cardíaca, cerebral, pulmonar, hepática, renal y alteración en el proceso de coagulación. Estas complicaciones pueden causar miocarditis, cardiomiopatías, arritmias ventriculares e inestabilidad hemodinámica. Pacientes con enfermedad severa pueden presentar enfermedad cerebrovascular aguda y encefalitis. Se ha observado que en un 31 % a 59 % de pacientes, que se encuentran en la unidad de terapia intensiva, llegan a presentar trastornos tromboembólicos arteriosos y venosos. El diagnóstico para COVID-19, principalmente es mediante la prueba de PCR [5].

Respuesta inmune

El Síndrome respiratorio agudo producido por SARS-CoV, se caracteriza por acompañarse de respuestas inmunitarias asociadas a cantidades elevadas de citocinas proinflamatorias, inflamación y daño pulmonar extenso, desarrollo de síndrome de dificultad respiratorio, además síndrome de activación macrofágica y desregulación [6]. El reconocimiento de ácidos nucleicos (ARN o ADN) conocidos como patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP) por receptores *like Toll* en macrófagos infectados activan rutas que conducen a la liberación de IFN tipo I, el cual inhibe la replicación viral, por su parte las células NK son inducidas en las células infectadas por el virus son capaces de matar las células infectadas, además procesan el virus y presentan antígenos a las células T, conduciendo a su activación y diferenciación y producción de citocinas. La respuesta inmune adaptativa converge en dos rutas para combatir la infección viral, 1) la inmunidad generada por anticuerpos y 2) a través de linfocitos T citotóxicos (CTL) que destruyen células infectadas. Los anticuerpos neutralizantes que se desarrollan a partir de la infección o de la vacunación, son efectivos solo cuando el virus se encuentra en el líquido extracelular. CTLs, específicamente linfocitos T CD8+ son responsables

de eliminar los virus intracelulares reconociendo péptidos virales presentados por moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (MCMH) sobre células dendríticas infectadas o que han fagocitado células infectadas.

Se postula que en la infección por SARS-CoV, el retraso en la respuesta IFN tipo 2 compromete el control de la replicación viral lo que provoca la afluencia de neutrófilos y monocitos-macrófagos; el aumento y activación persistente de estas células derivaría en daño pulmonar [6].

La respuesta de células T y B contra SARS-CoV-2 son detectadas en la sangre después de una semana de haber presentado síntomas por COVID-19. Las células T CD8+ son importantes para el ataque directo y destruir a las células infectadas por el virus. Por otro lado, las células T CD4+ son cruciales para activar las células T CD8 y las células B. De igual forma, las células T CD4+ son responsables de la producción de citocinas para impulsar el reclutamiento de células inmunes. Las células T CD4 + específicas de SARS-CoV expresan IFN γ , TNF e IL-2, lo que sugiere que los pacientes con infección por SARS-CoV exhiben una respuesta de células TH1 y utilizan principalmente inmunidad celular para controlar la infección [7].

Por otra parte, las respuestas de células B en pacientes con COVID-19 ocurren de manera concomitante con las respuestas de las células auxiliares foliculares T, aproximadamente una semana después de la aparición de los síntomas. En pacientes con infección por SARS-CoV, las respuestas de las células B generalmente surgen primero contra la proteína de la nucleocápside (N). Dentro de 4 a 8 días después de la aparición de los síntomas, se encuentran respuestas de anticuerpos a la proteína S. Las respuestas de anticuerpos neutralizantes, probablemente a la proteína S, comienzan a desarrollarse en la semana 2 y la mayoría de los pacientes desarrollan anticuerpos neutralizantes en la semana 3 [7].

Tormenta de citocinas

La tormenta de citocinas por SARS-CoV-2 puede ser considerada como una red compleja, una serie de redes sobrelapantes, cada una con un grado de redundancia y con rutas alternas. Una vez que el virus ingresa a las células epiteliales respiratorias, induce una respuesta inmune generando la producción de citocinas acompañada por una débil respuesta de IFN. SARS-CoV-2 puede rápidamente activar células TH1 patogénicas para que secreten citocinas proinflamatorias; como factor estimulante de colonias de macrófagos y granulocitos (GM-CSF) e IL6. GM-CSF activa a los monocitos CD14+CD16+ los cuales producen grandes cantidades

de IL6, factor de necrosis tumoral (TNF- α) y otras citocinas [8]. Se ha propuesto además que la tormenta de citocinas es causada por la vía angiotensina II [9]. En un proceso equilibrado, la activación del eje ECA/Ang II/ATIR es compensado por el eje ACE/MasR y producción de Ang (1-7) que reduce la expresión de p39 MAPK y NF-B, además de factores inflamatorios como IL6, TNF- α e IL8 [10], sin embargo la desregulación de ACE2 asociada a SARS-CoV-2 suprime estos efectos inmunomoduladores, conduciendo a acentuar liberación de citocinas, a través de la activación del eje ACE/ANG II/AET1R y a una hiperactivación de NF kB por el eje IL6 STAT, además induce TNF- α y la forma soluble de IL6Ra (sIL-6Ra) vía desintegrina y metaloproteasa 17 (ADAM17) [11], IL6 se une a sIL-6Ra a través de gp130 para formar el complejo IL-6-sIL-6R, el cual activa STAT3 en células no inmunes. Ambos NF-kB y STAT3 son capaces de activar el amplificador IL6 (IL6 Amp) para inducir varias citocinas proinflamatorias y quimiocinas incluidos el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), la proteína quimioatrayente (MCP-1), IL8 e IL6 [12]. Ésta última no solo se enlaza a sIL6R para activar la señalización in cis, también se enlaza al receptor IL6 unido a la membrana (mIL-6R) para activar la señalización in trans, la cual puede inducir efectos pleiotróficos sobre células de la respuesta innata y adquirida; de manera colectiva, la respuesta inmune adquirida deteriorada y la respuesta inflamatoria no controlada a SARS-CoV-2 puede causar la llamada tormenta de citosinas [13]. Los receptores Fc y Toll pueden contribuir a la generación de una respuesta inmune desequilibrada, y la débil inducción de IFN-g puede ser un importante amplificador en la producción de citocinas [14]. Las trampas extracelulares de neutrófilos y las redes extracelulares liberadas por neutrófilos pueden contribuir a la liberación de citocinas [15]. La tormenta de citocinas en COVID-19 se caracteriza por la alta expresión de IL6 y TNF- α .

Por otra parte, DABK, un factor inflamatorio pulmonar cuya desactivación por ECA2 es alterado por la reducción de la actividad de ECA2 inducida por COVID-19. Este trastorno es seguido por la del eje ECA2/ DABK / bradicinina Receptor 1, que crea un efecto sinérgico proinflamatorio para SARS-CoV-2 asociado a la activación del eje ACE/Ang II/ATIR. El efecto resultante sería un estado inflamatorio, el reclutamiento de neutrófilos e incremento de cambios pulmonares patológicos que son observados en el síndrome de dificultad respiratoria de la forma severa de COVID-19.

Además hay evidencia de la contribución de la proteína N de SARS-CoV-2 en la activación de la cascada del complemento en pulmones de pacientes expirados por COVID-19, se encontraron altos niveles de C3, C3a y C5b-9 en autopsias, además de altos niveles de C5a en casos severos de COVID-19. C5a es el más potente mediador de inflamación del sistema de complemento en respuesta a infecciones,

incrementando la producción de IL6 e IL1 a partir de la activación receptores like Toll (TLR2, 4 y 9 de macrófagos) [16].

Justificación

El nuevo coronavirus SARS-CoV-2, causante de la actual pandemia, es transmitido principalmente por medio de gotitas respiratorias expiradas al hablar, toser o estornudar, o bien por contacto de superficies infectadas, causante de SDRS (síndrome de dificultad respiratoria severa) y alteraciones en sistemas gastrointestinal y nervioso. Se ha reportado que la enfermedad evoluciona a una forma severa en un 10-20 % de los pacientes, los cuales requieren de atención intrahospitalaria o de cuidados intensivos, los principales factores de riesgo son edad avanzada, sexo masculino, índice de masa corporal elevado y comorbilidades como obesidad, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades respiratorias crónicas. En un 31 % a 59 % de pacientes se encuentran en la unidad de terapia intensiva, COVID-19 reportado inicialmente en diciembre de 2019 representa hoy un problema de salud a nivel mundial, por lo tanto el estudio de los mecanismos inmunológicos desencadenados por el virus es un tema de estudio fundamental.

Planteamiento del problema

La tormenta de citocinas es conocida como una red de eventos desencadenados cuando el virus infecta la célula e inicia una respuesta inmune, en la cual células TH1 secretan citocinas proinflamatorias; como GM-CSF e IL6, la activación de monocitos CD14+CD16+ producen grandes cantidades de IL6 y factor de necrosis tumoral (TNF- α). Otro mecanismo implicado es la desregulación de ECA2 asociada a SARS-CoV-2 que conduce a mayor liberación de citocinas, a través de la activación del eje ECA/ANG II/AET1R y a una hiperactivación de NF κ B por el eje IL6 STAT y la inducción de TNF- α .

Por otra parte, un factor inflamatorio pulmonar alterado por la reducción de la actividad de ECA2 inducida por COVID-19 resulta en un estado inflamatorio, además la participación de algunos elementos del sistema del complemento ha sido evidenciados en autopsias en casos severos por COVID-19. El curso natural de la infección con el aclaramiento viral se ha observado a las 4 semanas postinfección, tiempo en el que las interleucinas estarían restableciendo sus niveles normales, sin embargo, no es claro porque la infección puede avanzar a SDRA o SDM (síndrome

de fl-1) falla multiorgánica) con resultados fatales en un subgrupo de pacientes. Por lo que se ha planteado lo siguiente: i.

¿Los niveles de interleucinas pro (IL-2, interferón gamma, IL-6 y IL-1) y antiinflamatorias (IL-4, IL-10, TNGF-beta, TNF), se restablecen a un nivel normal en pacientes que cursaron con una infección activa por SARS-CoV-2 que han resuelto la infección?

Hipótesis

Los pacientes que cursaron con una infección activa por SARS-CoV-2 restablecen su perfil de interleucinas a niveles fisiológicos normales.

Objetivo general

Evaluar el perfil de interleucinas por citometría de flujo en pacientes que cursaron con COVID-19.

Objetivos específicos

1. Seleccionar solo a los pacientes posCOVID-19 seropositivos a anti SARS-CoV-2 y negativos al ARN viral.
2. Obtener la curva estándar de las interleucinas a cuantificar por citometría de flujo.
3. Cuantificar los niveles de interleucinas en saliva/suero mediante citometría de flujo.
4. Correlacionar el estado actual del paciente con el perfil de interleucinas.

Definición de la población

Pacientes que hayan cursado con infección activa y comprobada por RT- qPCR de SARS-CoV-2, que a partir del primer síntoma referido hayan pasado por lo menos 5 semanas.

Definición del grupo testigo

Personas clínicamente sanas con prueba de RT-qPCR negativo a SARS-CoV-2, sin datos de enfermedad inflamatoria previa, pareados en edad y género al grupo de pacientes.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

Pacientes de ambos géneros que acepten participar, edad de 18 a 65 años, con diagnóstico de COVID-19 por RT-qPCR positivo con al menos un mes de a la fecha de inicio del estudio.

Criterios de exclusión

Pacientes que no acepten participar en el estudio o que no acepten donar su muestra.

Coinfectados con otros tipos de virus, como virus de hepatitis B o virus de inmunodeficiencia adquirida, que presenten trastornos neurológicos: demencia, crisis convulsivas, accidente cerebro-vascular o antecedentes de daño al sistema nervioso central previos a la infección con SARS-CoV-2, que refieran consumo de sustancias de abuso, con infecciones o padecimientos que presenten cuadros inflamatorios crónicos o agudos previos a SARS-CoV-2, que presenten un diagnóstico actual positivo por RT-qPCR a SARS-CoV-2.

Criterios de eliminación

Pacientes cuyas muestras presenten hemólisis por almacenamiento, que no deseen continuar con el estudio.

Materiales y métodos

A través de las páginas web de UPAEP y de CONCYTEP se invitará de manera voluntaria a pacientes poscovid que tengan diagnóstico por RT-qPCR de SARS-CoV-2 con al menos un mes previo a participar en el estudio. Se les dará una carta de consentimiento informado. Se les tomará una muestra de saliva/sangre para la cuantificación de las citocinas mediante la citometría de flujo. Se recopilarán datos de los pacientes, lo cuales se guardarán de manera confidencial. Una vez obtenidos los niveles de citocinas y los datos se realizará el análisis estadístico.

Selección de pacientes

Un total de 90 pacientes que hayan cursado con infección por SARS-CoV-2 con diagnóstico confirmado por RT-qPCR con 5 semanas previos, seropositivos a SARS-CoV-2 y seleccionados por los criterios de selección mencionados serán invitados a participar durante el periodo de noviembre del 2020 a diciembre del 2022 de forma voluntaria, una vez que hayan aceptado y firmada la carta de consentimiento informado, serán reclutados mediante una cuestionario auto-administrado denominado efectos neuropsicológicos en pacientes que cursan o recuperados de COVID-19 el cual está diseñado por neuropsicológicos. En la página web de UPAEP y de CONCYTEP se realizará la convocatoria describiendo los objetivos, beneficios y el enlace al sitio web del estudio donde se publicarán las preguntas demográficas y elementos de cada herramienta. Se pedirá a los participantes aceptar el aviso de privacidad y dar por enterado que han leído el consentimiento informado en donde se les indicará que sus respuestas serán confidenciales y que podría salir del estudio en cualquier momento. Todas las respuestas se mantendrán confidenciales (anexo 1 carta de consentimiento informado). Los datos serán resguardados bajo un número de folio para mantener la confidencialidad de los mismos. Las encuestas que contienen datos personales serán destruidas. Los investigadores responsables se comprometen a mantener en resguardo los datos personales de los participantes.

Obtención de las muestras

Una muestra de sangre será obtenida de los grupos de pacientes y control que acepten participar en el estudio. Las muestras sanguíneas serán obtenidas en el Laboratorio de diagnóstico molecular de la clínica UPAEP bajo los protocolos de bioseguridad pertinente relacionados al manejo de materiales biológicos de pacientes COVID-19 y por el personal capacitado. La obtención de la muestra de sangre periférica deberá ser en ayuno, con previa asepsia de la región, esto se realizará en el laboratorio Farmacobiólogo (de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 003-SSA2-1993, 4.6).

Detección de SARS-CoV-2 por RT-qPCR

La extracción de ARN se realizará por columna con el kit ARN viral QIAamp (QIAGEN, cat. 52904), según las instrucciones del fabricante para 200 µl de exudado nasofaríngeo/orofaríngeo en Medio Viral de Transporte. La RT-qPCR se elaborará mediante el kit de Logix Smart Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)

kit (CO-DIAGNOSTICS, cat. 731334) utilizando el protocolo indicado por el kit para el termociclador CFX96 de BIO-RAD, así como la interpretación y análisis de los resultados por las especificaciones recomendadas del fabricante. (Esta detección se realizará por personal capacitado del laboratorio de diagnóstico Molecular de la clínica UPAEP).

Detección de IgM e IgG contra SARS-CoV-2

Como prueba confirmatoria de que los individuos humanos que fueron infectados se realizará la detección de IgG/IgM en sangre mediante el kit (scov-2 Detect™ IgG/IgM ELISA INBIOS) de acuerdo con las instrucciones del fabricante (FDA /OMS AUTORIZACIÓN).

Estadística

El análisis estadístico se realizará con software STATGRAPHIC. La normalidad de la distribución de los datos se determinará con la prueba de Kolmogórov-Smirnov. Para estimar si hay diferencias significativas entre la concentración sérica de interleucinas, los tipos de tratamiento y el grupo control se utilizarán las pruebas Kruskal-Wallis y U Mann-Whitney. Para valorar la correlación entre las diferentes variables se utilizará el coeficiente r de Pearson. Se realizará regresión lineal solo en aquellos casos donde se encuentre una fuerza de asociación media, grande y significativa.

Bioética

El presente trabajo sigue los lineamientos de la Ley General de Salud de México, promulgada en 1986 y del código de Helsinki de 1975 y modificado en 1975, respecto al resguardo de confidencialidad de los participantes en el estudio; por lo que se solicitará su consentimiento informado.

Recursos

Recursos materiales

La UPAEP cuenta con el material, instrumentos, e instalaciones para poder llevar a buen término el proyecto.

Recursos Financieros

El proyecto cuenta con financiamiento aprobado por el CONCYTEP y la propuesta está siendo evaluada por el CONACYT para obtener un monto extra con el No. de solicitud: SC-SMD1_3-20200909172724738-3211.

Resultados preliminares

19 pacientes con antecedente de haber presentado infección por SARS-CoV-2 fueron seleccionados, 15 fueron mujeres y 4 fueron hombres, con un rango de edad de 20-62. De los 19 pacientes, 4 tienen el antecedente de presentar una enfermedad crónica, 1 presenta diabetes, 2 hipertensión, 1 asma, 1 enfermedad autoinmune.



Figura 1 Índice de masa corporal.

De los 19 pacientes 5 presentaron un índice de masa corporal dentro de los parámetros normales, 10 presentaron sobrepeso y 4 obesidad.

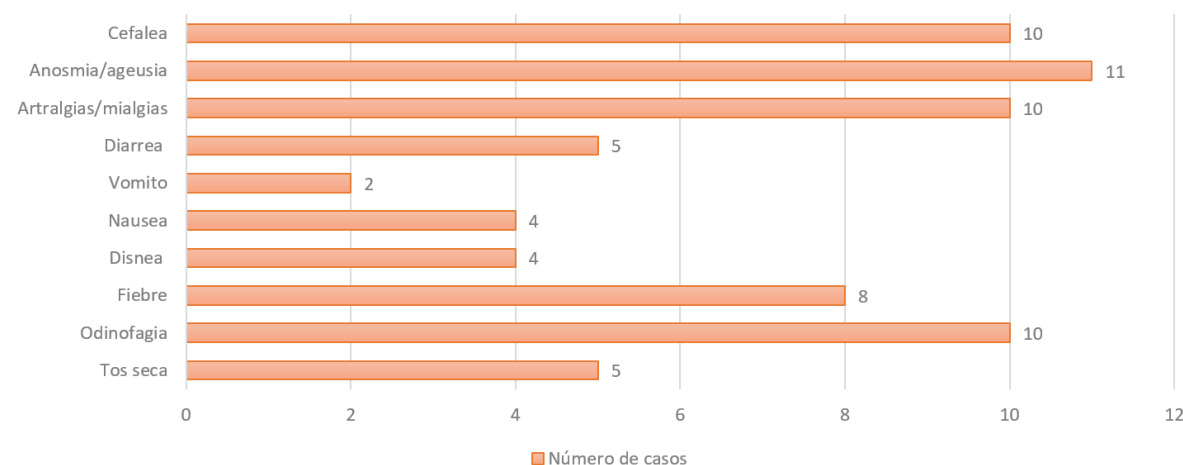


Figura 2. Sintomatología presentada por los pacientes.

De los 19 pacientes a los que se les realizó la historia clínica se encontró que los síntomas más comunes fueron anosmia y ageusia (N=11), seguido por artralgias y mialgias(10), 8 presentaron fiebre, 5 presentaron diarrea y tos seca, 4 náusea y disnea. De igual forma igual refirieron sensación de dolor en pecho, insomnio, taquicardia, tinnitus y rinorrea.

Requirió oxígeno suplementario

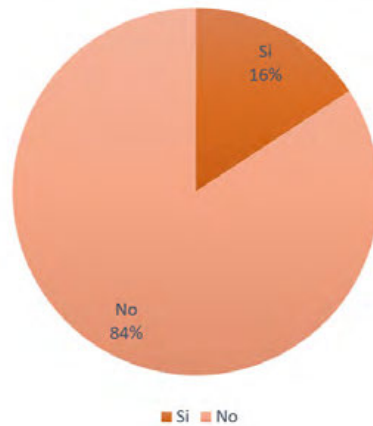


Figura 3. Utilización de oxígeno suplementario.

De los 19 pacientes solo 3 pacientes necesitaron oxígeno suplementario, de los 3 pacientes 2 utilizaron el oxígeno en casa y 1 fue hospitalizado. Un hallazgo encontrado entre los 3 pacientes que requirieron oxígeno fue que su índice de masa corporal fue de 27.1, 27.1 y 34. Además uno de ellos presenta obesidad.

Actualmente se está realizando la estandarización para la medición de interleucinas por citometría de flujo.

Conclusiones

El presente estudio aportará información acerca del estado inmunológico de las personas que cursaron con la infección por SARS-CoV-2, ya que con la medición de interleucinas se podrán proponer biomarcadores de la inmunidad adquirida.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Con los resultados y muestras obtenidas se buscará más adelante las mutaciones y nivel de expresión del receptor ECA2 en la misma población.

Agradecimientos

Al Fondo Editorial y de investigación de UPAEP.

Referencias bibliográficas

- [1] D. Ahn *et al.*, “Current Status of Epidemiology, Diagnosis, Therapeutics, and Vaccines for Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)”, *PubMed*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32238757/>. [Visto en: 10- Mar- 2021].
- [2] V. Suárez, M. Suarez Quezada, S. Oros Ruiz and E. Ronquillo De Jesús, “Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020”, *ScienceDirect*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014256520301442><https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014256520301442>. [Visto en: 10- Mar- 2021].
- [3] “COVID-19 Tablero México”, *Información sobre COVID-19*, 2021. [Online]. Disponible en: <https://datos.COVID-19.conacyt.mx/#DOView>. [Visto en: 10- Mar- 2021].
- [4] W. Wiersinga, A. Rhodes, A. Cheng, S. Peacock and H. Prescott, “Pathophysiology, Transmission, Diagnosis, and Treatment of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)”, *PubMed*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32648899/>. [Visto en: 10- Mar- 2021].
- [5] A. Bourgonje *et al.*, “Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2), SARS-CoV -2 and the pathophysiology of coronavirus disease 2019 (COVID -19)”, *PubMed*, 2021. [Online]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32418199/>. [Visto en: 10- Mar- 2021].
- [6] A. García-Salido, “Revisión narrativa sobre la respuesta inmunitaria frente a coronavirus: descripción general, aplicabilidad para SARS-CoV-2 e implicaciones terapéuticas”, *Anales de pediatría*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.analesdepediatría.org/es-revision-narrativa-sobre-respuesta-inmunitaria-articulo-S1695403320301727>. [Visto en: 10- Mar- 2021].
- [7] M. Tay, C. Poh, L. Rénia, P. MacAry and L. Ng, “The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention”, *Nature*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41577-020-0311-8>. [Visto en: 16- Mar- 2021].
- [8] A. coronavirus., “Aberrant pathogenic GM-CSF+ T cells and inflammatory CD14+CD16+ monocytes in severe pulmonary syndrome patients of a new coronavirus. — Immunology”, *Immunology.ox.ac.uk*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.immunology.ox.ac.uk/COVID-19/literature-digest-old/aberrant-pathogenic-gm-csf-t-cells-and-inflammatory-cd14-cd16-monocytes-in-severe-pulmonary-syndrome-patients-of-a-new-coronavirus>. [Visto en: 17- Mar- 2021].
- [9] T. Hirano and M. Murakami, “COVID-19: A New Virus, but a Familiar Receptor and Cytokine Release Syndrome”, *ScienceDirect*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1074761320301618>. [Visto en: 17- Mar- 2021].
- [10] X. Yu *et al.*, “Angiotensin-converting enzyme 2-angiotensin (1-7)-Mas axis prevents pancreatic acinar cell inflammatory response via inhibition of the p38 mitogen-activated protein kinase/nuclear factor-KB pathway”, *PubMed*, 2018. [Online]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29138810/>. [Visto en: 17- Mar- 2021].
- [11] S. Eguchi, T. Kawai, R. Scalia and V. Rizzo, “Understanding Angiotensin II Type 1 Receptor Signaling in Vascular Pathophysiology”, *PubMed*, 2018. [Online]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29581215/>. [Visto en: 17- Mar- 2021].

- [12] M. Murakami, D. Kamimura and T. Hirano, "Pleiotropy and Specificity: Insights from the Interleukin 6 Family of Cytokines", *PubMed*, 2019. [Online]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30995501/>. [Visto en: 17- Mar- 2021].
- [13] J. Moore and C. June, "Cytokine release syndrome in severe COVID-19", *Science*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/368/6490/473>. [Visto en: 17- Mar- 2021].
- [14] J. Hussman, "Cellular and Molecular Pathways of COVID-19 and Potential Points of Therapeutic Intervention", 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7406916/>. [Visto en: 17- Mar- 2021].
- [15] Y. Zuo *et al.*, "Neutrophil extracellular traps in COVID-19", *JCI Insight*, 2021. [Online]. Disponible en: <https://insight.jci.org/articles/view/138999>. [Visto en: 17- Mar- 2021].
- [16] T. Gao, "Highly pathogenic coronavirus N protein aggravates lung injury by MASP-2-mediated complement over-activation | BioGRID", *Thebiogrid.org*, 2020. [Online]. Disponible en: <https://thebiogrid.org/221112/publication>. [Visto en: 17- Mar- 2021].



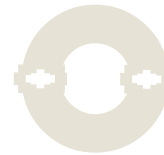
Factores pronósticos asociados a eficacia en el trasplante de células hematopoyéticas autólogas en pacientes con esclerosis múltiple

^aMandujano, Adame-Gibrana, ^aPérez, Limón-Liliana, ^bMurrieta, Álvarez-Iván*

^aEscuela de Ciencias de la Salud, Universidad Anáhuac Puebla, Avenida Orión S/N, Colonia Magisterio 2000, C.P. 72810, Tlaxcalancingo, Puebla.

^bCentro de Hematología y Medicina Interna de Puebla, Clínica Ruiz, Calle 8B Sur No. 3710, Colonia Anzures, C.P. 72530, Puebla, Puebla.

*imurrieta@hsctmexico.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad autoinmunitaria del sistema nervioso central (SNC) causada por inflamación sostenida que provoca desmielinización multifocal degenerativa, entre otros procesos patológicos. Esta condición afecta con mayor frecuencia a adultos jóvenes del sexo femenino. El abordaje terapéutico que se estudia en este trabajo, consiste en la reconstitución del sistema inmunológico por medio de un trasplante de células hematopoyéticas autólogas (TCHA) que sigue un procedimiento riguroso con quimioterapia, factores estimulantes de colonias granulocíticas (G-CSF), anticuerpos monoclonales y antimicrobianos de forma profiláctica. Se

realizó un estudio longitudinal, cuasi-experimental entre mayo 2015 y abril 2021 en pacientes con EM utilizando un método no mieloablativo, el cual fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Centro. Los análisis factoriales a 12 y 24 meses, demostró un grado de significancia entre el sexo masculino y el empeoramiento o progresión de la enfermedad. En cuanto a la respuesta clínica, el EDSS basal tiene mayor asociación post TCHA a los 12 meses y el tiempo de evolución de la enfermedad a los 24 meses. De igual forma, la magnitud de respuesta a 12 y 24 meses, demostró significancia para las mismas variables posterior al TCHA respectivas a cada intervalo de tiempo.

Palabras clave

Esclerosis múltiple, trasplante de células hematopoyéticas autólogas, células madre hematopoyéticas, EDSS (expanded status scale score).

Abstract

Multiple sclerosis (MS) is an autoimmune disease that affects the central nervous system (CNS), caused by sustained inflammation that induces degenerative multifocal demyelination, which most often affects middle-aged women. The therapeutic approach is analyzed in this paper consists of the reconstitution of the immune system through an autologous hematopoietic cell transplant (AHCT) that follows a rigorous procedure with chemotherapy, granulocyte colony-stimulating factor (G-CSF), anti-monoclonal antibodies and antimicrobial prophylaxis. A longitudinal, quasi-experimental study was carried out between May 2015 and April 2021 in patients with MS using a non-myeloablative method, which was approved by the Research Ethics Committee of the Center for Hematology and Internal Medicine of the Ruiz Clinic. The univariate and multivariate analysis at 12 and 24 months demonstrated a degree of significance between the male sex and the worsening or progression of the disease. Regarding the clinical response, the baseline EDSS has a greater association after AHCT at 12 months and the time of evolution of the disease at 24 months. Moreover, the magnitude of response at 12 and 24 months showed significance for the same variables post-AHCT for each.

Keywords

Multiple Sclerosis, Autologous hematopoietic cell transplantation, Hematopoietic stem cells, EDSS

Glosario de abreviaturas y símbolos

EM, Esclerosis múltiple	SARS-CoV-2, Virus
SNC, Sistema nervioso central	COVID-19, Enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2
EMRR, Esclerosis múltiple remitente recurrente	RT-PCR, Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real
EMPP, Esclerosis múltiple progresiva primaria	ACD, anticoagulante utilizado en procedimiento de aféresis
EMPS, Esclerosis múltiple progresiva secundaria	CD34+, Receptor o marcador celular presente en células progenitoras hematopoyéticas
TCHA, Trasplante de células hematopoyéticas autólogas	TME, Terapia modificadora de la enfermedad
CPH, Células progenitoras hematopoyéticas	INL, Índice neutrófilos linfocitos
EDSS, Expanded disability status scale	MS, Multiple sclerosis
G-CSF, Factor estimulante de colonias de granulocitos	CNS, Central nervous system
VHB, Virus hepatitis B	RRMS, Relapsing-remitting multiple sclerosis
VHC, Virus hepatitis C	PPMS, Primary-progressive multiple sclerosis
VIH, Virus de inmunodeficiencia humana	SPMS, Secondary-progressive multiple sclerosis
CMV, Citomegalovirus	AHCT, Autologous hematopoietic cell transplant

Introducción

La esclerosis múltiple (EM) es la enfermedad con componente autoinmune inflamatorio más frecuente del sistema nervioso central (SNC) la cual requiere de un manejo multidisciplinario. Es la causa más frecuente de discapacidad permanente en adultos jóvenes, además de los traumatismos. La EM afecta más al sexo femenino; entre 1955 al 2000, la proporción de mujeres y hombres aumentó de 1.4:1 a 2.3:1. La edad media de aparición va de entre 28 a 31 años de edad, sin embargo, los primeros síntomas pueden ocurrir entre los 15 y 45 años de edad [1]. La prevalencia de EM en México ha crecido de 1.6 a 18 casos por cada 100 mil habitantes entre los años 1970 a 2017, según el coordinador de Neurología en la División de Posgrado de la UNAM Felipe Vega Boada; afecta a más de 20 000 personas y se ha observado que esta predomina principalmente en mujeres, con una diferencia de 3:1 En Puebla se reportan más de 1 000 personas con este padecimiento [2]. En la EM ocurre un proceso desmielinizante multifocal con neurodegeneración progresiva por la respuesta autoinmune en personas genéticamente predispuestas; existen más de 200 polimorfismos asociados, entre ellos el locus HLA-DRB1 [1]. El patrón y el curso de la enfermedad se clasifica en fenotipos o subtipos remitente recurrente (EMRR), que es el más frecuente, primario progresivo (EMPP), secundario progresivo (EMPS) y síndrome clínico aislado (SCA) [3, 4]. El diagnóstico de la EM se realiza mediante criterios clínicos como la diseminación espacial que son síntomas y signos que indiquen la existencia de dos lesiones independientes en el SNC y de dispersión temporal con 2 o más episodios de disfunción neurológica [5].

Existen distintos abordajes terapéuticos para la EM los cuales son el tratamiento sintomático, tratamiento agudo de brotes y el tratamiento modificador de la enfermedad. Por otro lado, existe un abordaje terapéutico prometedor que consiste en un trasplante de células hematopoyéticas autólogas (TCHA), el cual se ha llevado a cabo desde 1996 [5]. El TCHA es un procedimiento que habilita la destrucción del sistema inmune y su reconstrucción con células troncales hematopoyéticas que originalmente se utiliza para procesos hematológicos malignos como la leucemia o el linfoma, sin embargo, ha sido adoptado como una opción terapéutica para enfermedades inmunológicas [6]. El procedimiento consiste en 4 pasos: la movilización de células progenitoras hematopoyéticas (CPH), la recolección de CPH, la terapia ablativa y la reinfusión o trasplante de CMH. En primer lugar, se realiza la movilización de CMH de la médula ósea a la sangre periférica lo cual implica la administración de un factor estimulante de colonias de granulocitos (G-CSF) como la ciclofosfamida, después se lleva a cabo la recolección de CPH por aféresis; las

células recolectadas son criopreservados y almacenadas hasta el día del trasplante, luego se lleva a cabo la ablación con dosis altas de quimioterapia y finalmente se realiza el trasplante para llevar a cabo la repoblación de la médula, recuperación de la hematopoyesis y reconstitución inmunitaria. Todo el procedimiento dura entre 5 a 15 días de acuerdo al protocolo empleado [6]. La terapia con células hematopoyéticas autólogas como tratamiento para la EM, es un área de alto interés en la de investigación que puede darse como una opción adicional al tratamiento, lo que lleva a una remisión eficaz de esclerosis múltiple, integrando los criterios de bloqueo en la progresión de la enfermedad y la regeneración de los sitios dañados, de igual forma muestra tener efectos positivos a largo plazo y las personas que padecen los subtipos más agresivos muestran tener una respuesta más efectiva [7].

Materiales y métodos

Diseño del estudio y participantes

Estudio longitudinal, cuasi-experimental de intervención sobre trasplante de células hematopoyéticas autólogas en pacientes con EM, utilizando un régimen de acondicionamiento no mieloablativo, CPH recolectadas por vía periférica en un contexto ambulatorio. Todos los pacientes consecutivos remitidos a nuestro centro para un TCHA, entre mayo 2015 y abril 2021 se incluyeron de forma prospectiva en el estudio. Los pacientes con los siguientes fenotipos fueron incluidos en el estudio: EMRR, EMPP, EMPS, el estado funcional de Karnofsky tenía que ser mayor que 60 % y puntaje de la escala de estado de discapacidad ampliada (EDSS) de 8 o menos. Para ser incluidos en el estudio, todos los pacientes tuvieron que haber suspendido medicamentos mielotóxicos ni inmunomoduladores al menos 3 meses antes (periodo de lavado). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado después de haber entendido los riesgos y beneficios de todos los procedimientos relacionados al estudio.

Evaluación de pacientes

Todos los pacientes fueron sujetos a una evaluación clínica previa. Los exámenes de laboratorio realizados fueron citometría hemática completa con eritrosedimentación, serología de VHB, VHC, VIH, CMV, grupo sanguíneo y factor Rh, química sanguínea, perfil de coagulación, examen general de orina, gonadotropina coriónica humana en suero en caso de mujeres, prueba serológica

de COVID-19, prueba molecular RT-PCR de SARS-CoV-2 (en pacientes trasplantados después de marzo de 2020). Dentro de las pruebas de gabinete realizadas previo al inicio del trasplante, se encuentran una radiografía posteroanterior de tórax, un ECG, espirometría forzada simple y resonancia magnética de SNC.

Dentro de la valoración inicial por hematología, se registró peso y talla, signos vitales, comorbilidades y factores de riesgo. De igual manera se le otorgó al paciente consejería sobre riesgos asociados a tratamiento, riesgo de recaída y pronóstico, así como la solicitud de la firma de consentimiento informado. Asimismo, se realizó una valoración por parte del servicio de cardiología y hemaféresis. La valoración neurológica fue realizada por un neurólogo entrenado en esclerosis múltiple, e incluyó cálculo de EDSS en todos los pacientes antes del trasplante. La evaluación longitudinal de los pacientes se llevó a cabo cada 3 meses mediante un cuestionario estandarizado para calcular su EDSS [8].

Régimen de acondicionamiento, movilización, recolección e infusión celular

Después de completar la evaluación clínica, todos los pacientes recibieron ciclofosfamida (50 mg/kg de peso) en cuatro sesiones diferentes (días -11, -10, -2 y -1), acompañada de MESNA (1000 mg) en cada una de las sesiones con el fin de reducir el riesgo de cistitis hemorrágica y dexametasona (40 mg). A partir del día -9 y hasta el día -2, se administró filgrastim (G-CSF) para estimular la movilización de las CPH (CD34+) a sangre periférica. El día -3 se colocó un catéter central (Mahurkar) para ser utilizado en la recolección de las CPH mediante aféresis [7]. La extracción de las CPH fue realizada mediante el protocolo Spin-Nebraska, utilizando ACD (750 mg) como anticoagulante. Los pacientes con conteos iguales o superiores a 4000 leucocitos/ μ L, fueron sujetos a extracción mediante aféresis, en los casos en que no se alcanzó dicha meta, se retrasó el procedimiento por 48 horas. Las CPH recolectadas fueron almacenadas en refrigeración por 48 horas, antes de ser reinfundidas en el día 0, siguiendo las observaciones hechas en otros tipos de enfermedades [11]. Al momento de la recuperación hematológica (conteo absoluto de neutrófilos $>500/\mu$ L), se infundió rituximab a una dosis fija de 1000 mg. La terapia anti-infecciosa de profiláctica se inició desde el día 6 con aciclovir, trimetoprim-sulfametoxazol e itraconazol. El apoyo transfusional eritrocitario y plaquetario se realizó de acuerdo a los siguientes criterios: hemoglobina <8 g/dL y presencia de síndrome anémico, y conteo plaquetario $<20,000$ plaquetas/ μ L en presencia de fiebre y $<10,000$ plaquetas/ μ L en ausencia de fiebre. Los pacientes

que experimentaron complicaciones asociadas al trasplante fueron ingresados a hospitalización de acuerdo a criterio médico individualizado.

Análisis estadísticos

Todas las variables cualitativas fueron expresadas en frecuencia y porcentaje (%). Mientras que las variables cuantitativas fueron descritas en promedio y desviación estándar (DE) o mediana y rango intercuartíleo (RI), correspondiendo a su comportamiento de dispersión. De acuerdo al objetivo del estudio, se utilizó el EDSS basal (pre-trasplante) y EDSS posterior (12 y 24 meses) como las variables primarias de resultado de eficacia y como la variable dependiente de los análisis factoriales. De modo que, el resultado se clasificó como respuesta positiva si el puntaje de EDSS del paciente había disminuido o permanecido igual en el periodo del estudio (12 o 24 meses) y como respuesta negativa el puntaje de EDSS había incrementado (≥ 0.5). No se realizaron procedimientos de imputación de datos, por lo tanto, todos los pacientes que contaban con datos incompletos de respuesta fueron retirados del análisis. Las diferencias entre el EDSS pre y postrasplante fueron evaluados con la prueba pareada U de Mann-Whitney en los periodos establecidos (12 y 24 meses).

Resultados/Discusión de resultado

Características demográficas, clínicas y respiratorias

La población del estudio está formada por 213 pacientes con EM, de forma que 141 (66 %) fueron de sexo femenino y 72 (34 %) masculino. La mediana de edad fue de 46 (RI 40-54) años. El EDSS basal promedio de los pacientes fue de 5.5, de los cuales, 97 (45 %) cursan con RRMS, 40 (19 %) con PPMS y 76 (36 %) con SPMS. El resto de las características sociodemográficas y clínicas se encuentran resumidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes.

Sexo	Femenino	141 (66)
	Masculino	72 (34)
Edad, años		46 (13)
Peso, kg		73 (23)
Estatura, m		1.7 (0.1)

IMC, kg/m ²		24.6 (6.7)
Historial de tabaquismo	Si	64 (30)
	No	149 (70)
Duración, años		9 (11.7)
Fenotipo de EM	EMRR	97 (45)
	EMPP	40 (19)
	EMPS	76 (36)
Historia con TME	Si	150 (70)
	No	63 (30)
Número de medicamentos utilizados para TME		1 (2)
EDSS basal		5.5 (3)
EDSS 3 meses		5 (3.25)
EDSS 12 meses		6 (3)
Células CD34+, x106/kg		6.06 (6.7)
Conteo mínimo granulocítico, x109/L		52.8 (132)
Hemoglobina, g/dL		14.1 (1.5)
Hematocrito, %		42.9 (45.4)
CGB, x109/L		6.2 (2.2)
Conteo plaquetario, x109/L		249.5 (77)
Linfocitos, %		28 (10.7)
Monocitos, %		7.6 (2.2)
Neutrófilos, %		61.5 (12.2)
Relación Neutrófilos-linfocitos		2.25 (1.3)
Relación Monocitos-linfocitos		0.3 (0.2)

Diferencias entre el EDSS pretrasplante y postrasplante a 12 y 24 meses

Se identificaron diferencias significativas entre el EDSS basal y EDSS posterior al trasplante a 12 (5.5 vs 5.0, IC 95 % -0.6--0.3, $p = <0.0001$) y 24 meses (5.5 vs 5.5, IC 95 % -0.5--0.1, $p = 0.008$).

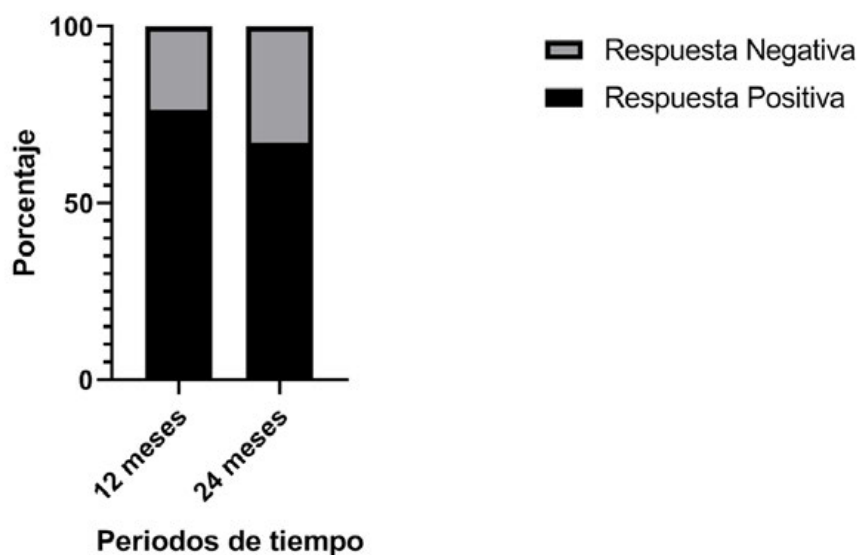


Figura 1.

Análisis factorial de la respuesta clínica a 12 y 24 meses

El análisis factorial univariado y multivariado demostró que el sexo masculino tiene una asociación significativa (OR 2.07, IC 95 % 1.2 – 3.5, $p = 0.008$) con la respuesta clínica (empeoramiento o progresión) a los 12 meses posteriores al trasplante (ver **Tabla 2**). El antecedente de TME, tiempo de evolución, tipo de EM, las células CD34+, el conteo de Granulocitos o el antecedente de tabaquismo, no se asociaron significativamente con la respuesta clínica a los 12 meses posteriores al trasplante (consultar **Tabla 2**). Sin embargo, observamos que el edss basal de los pacientes, si demostró significancia (OR 0.83, IC 95 % 0.7-0.9 $p = 0.03$) en la respuesta clínica posterior a trasplante.

Tabla 2. Análisis factorial de respuesta clínica a 12 meses.

	Análisis univariado			Análisis multivariado		
	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p
Sexo (masculino)	2.09	1.2 – 3.5	0.005	2.07	1.2 – 3.5	0.008
Antecedente de TME	0.83	0.4 – 1.4	0.4	0.62	0.3 – 1.1	0.1
Tiempo de evolución	0.99	0.9 – 1.0	0.5	0.99	0.9 – 1.0	0.7
EDSS basal	0.95	0.8 – 1.0	0.2	0.83	0.7 – 0.9	0.03

	EMRR	-	-	-	-	-
Tipo de EM	EMPP	1.29	0.6 – 2.5	0.4	1.53	0.6 – 3.3
	EMPS	1.23	0.6 – 2.2	0.4	1.49	0.7 – 2.9
Células CD34+ (x106/kg)	0.97	0.9 – 1.0	0.2	0.97	0.9 – 1.0	0.2
Conteo mínimo de granulocitos	1.0	0.9 – 1.0	0.1	1.0	0.9 – 1.0	0.4
Antecedente de tabaquismo	1.1	0.6 – 1.8	0.7	1.0	0.6 – 1.8	0.7

De la misma forma, el análisis factorial univariado y multivariado a los 24 meses demuestra una asociación significativa hacia el sexo masculino (OR 2.07, IC 95 % 1.2-3.5, $p = 0.008$) con la respuesta clínica (empeoramiento) (ver **Tabla 3**). El antecedente de TME, el edss basal, el tipo de EM, las células CD34+, el conteo de Granulocitos, así como el antecedente de tabaquismo, no muestran asociación significativa hacia la respuesta clínica posterior a trasplante a los 24 meses, sin embargo, el tiempo de evolución si (OR 0.94, IC 95 % 0.8- 0.9 $p = 0.02$).

Tabla 3. Análisis factorial de respuesta clínica a 24 meses.

	Análisis univariado			Análisis multivariado		
	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p
Sexo (masculino)	2.09	1.2 – 3.5	0.005	2.07	1.2 – 3.5	0.008
Antecedente de TME	0.71	0.3 – 1.4	0.3	0.67	0.3 – 1.4	0.3
Tiempo de evolución	0.95	0.9 – 0.9	0.03	0.94	0.8 – 0.9	0.02
EDSS basal	0.94	0.8 – 1.1	0.4	0.82	0.7 – 1.0	0.2
	-	-	-	-	-	-
Tipo de EM	1.03	0.4 – 2.3	0.9	1.55	0.5 – 4.1	0.3
	1.22	0.6 – 2.4	0.5	1.80	0.7 – 4.3	0.1
Células CD34+ (x106/kg)	1.02	0.9 – 1.0	0.2	1.02	0.9 – 1.1	0.5
Conteo mínimo de granulocitos	0.99	0.9 – 1.0	0.7	0.99	0.9 – 1.0	0.5
Antecedente de tabaquismo	1.24	0.6 – 2.3	0.5	1.25	0.6 – 2.4	0.5

Análisis factorial de la magnitud de la respuesta a los 12 y 24 meses

El análisis factorial univariado y multivariado de la magnitud de la respuesta clínica a 12 meses demostró un coeficiente de correlación significativo con el EDSS basal (B -0.19, IC 95 % -0.29--0.09, $p= 0.001$). Por otro lado, el antecedente de TME, el tiempo de evolución, el tipo de EM, las células CD34+, el conteo mínimo de granulocitos y el antecedente de tabaquismo no demostraron tener un coeficiente de correlación significativo.

Tabla 4. Análisis factorial de la magnitud de la respuesta clínica a 12 meses.

	Análisis univariado			Análisis multivariado		
	B	IC 95 %	p	B	IC 95 %	p
Edad	0.006	-0.10 - 0.02	0.4	0.01	-0.005 - 0.03	0.1
Área de superficie corporal	0.33	-0.32 - 0.99	0.3	-0.10	-0.84 - 0.63	0.5
Tiempo de evolución	-0.006	-0.03 - 0.018	0.5	0.01	-0.006 - 0.03	0.1
EDSS basal	-0.10	-0.18 - -0.03	0.006	-0.19	-0.29 - -0.09	0.0001
INL	-0.01	-0.06 - 0.02	0.4	-0.006	-0.04 - 0.04	0.9
Células CD34+	-0.01	-0.03 - 0.01	0.4	-0.01	-0.03 - 0.01	3
Conteo mínimo de granulocitos	0.0002	.00001 - 0.004	0.057	0.0001	-0.00005 - 0.0003	0.1

Asimismo, el análisis factorial univariado y multivariado de la magnitud de la respuesta clínica a 24 meses demostró un coeficiente de correlación muy fuerte en cuanto al tiempo de evolución (B -0.01, IC 95 % -0.006--0.03, $p= 0.01$). Por otro lado, el antecedente de TME, el EDSS basal, el tipo de EM, las células CD34+, el conteo mínimo de granulocitos y el antecedente de tabaquismo no demostraron tener un coeficiente de correlación significativo.

Tabla 5. Análisis factorial de la magnitud de la respuesta clínica a 24 meses.

	Análisis univariado			Análisis multivariado		
	B	IC 95 %	p	B	IC 95 %	p
Edad	-0.006	-0.02 - 0.01	0.5	-0.003	-0.03 - 0.02	0.7
Área de superficie corporal	-0.17	-1.06 - 0.71	0.6	-0.30	-1.2 - 0.68	0.5
Tiempo de evolución	-0.006	-0.03 - 0.01	0.05	-0.01	-0.006 - -0.03	0.01
EDSS basal	-0.03	-0.1 - 0.07	0.4	-0.07	-0.2 - 0.08	0.3
INL	-0.03	-0.1 - 0.09	0.5	-0.05	-0.1 - 0.08	0.4
Células CD34+	0.007	-0.03 - 0.05	0.7	0.006	-0.03 - 0.05	0.7
Conteo mínimo de granulocitos	0.0008	-0.00002 - 0.0003	0.5	0.0007	-0.0002 - 0.0003	0.6

Discusión

Este estudio aporta datos de 213 pacientes que se sometieron a TCHA por EM, 141 (66 %) mujeres y 72 (34 %) hombres con edad media de 46 años de edad. Este método implica el uso de un régimen no mieloablativo con CPH recolectadas por vía periférica ambulatoriamente en donde se identificaron diferencias significativas entre el EDSS basal y EDSS posterior al trasplante a 12 y 24 meses. De igual forma, se identificó una asociación significativa en la respuesta clínica de empeoramiento o progresión posterior al trasplante a 12 meses al sexo masculino y al EDSS basal, así como, una asociación significativa en la respuesta clínica de empeoramiento o progresión posterior al trasplante a 24 meses al sexo masculino y al tiempo de evolución. Además, se identificó un coeficiente de correlación significativo en la magnitud de respuesta a los 12 meses en el EDSS basal, asimismo, un coeficiente de correlación significativo a los 24 meses en el tiempo de evolución.

Diferentes estudios inmunológicos han demostrado que el TCHA ocasionan un reseteo inmune con efectos terapéuticos positivos que duran más tiempo que la recuperación del número de células inmunitarias, asimismo, se ha demostrado que la TCHA puede suprimir por completo la EM en 4 o 5 años en un 70-80 % de pacientes debido a los cambios cualitativos del sistema inmunológico. Los pacientes con alta

probabilidad de beneficiarse del TCHA son jóvenes, ambulatorios y con actividad inflamatoria y desde el 2005 existe una mortalidad relacionada al tratamiento de 0.3 %. Por otro lado, es necesario realizar más estudios para probar la eficacia del TCHA en conjunto de fármacos para la EM [6].

A diferencia de las terapias modificadoras de la enfermedad o supresoras del sistema inmunológico, la terapia con ablación y TCHA para la EM es una alternativa terapéutica cada vez más estudiada que otorga el beneficio de la supresión radical de la actividad inflamatoria de la EM a los pacientes. Existe evidencia que demuestra que el TCHA es más efectivo para detener la actividad inflamatoria de la EM comparada con las terapias actuales. Los pacientes que obtienen un mayor beneficio del TCHA son los adultos jóvenes que padecen del subtipo EMRR, alta frecuencia de recaídas, inflamación observada en la RM y una enfermedad de corta duración [5].

La reconstitución del sistema inmunológico requiere el uso de inmunosupresores para destruir todas las células autorreactivas y lograr la remisión duradera. De acuerdo a [5], de 500 pacientes tratados con TCHA, del 60 al 70 % de los casos muestran ausencia de progresión de la enfermedad a corto plazo [5]. El uso del TCHA está indicado en casos de alta actividad de la enfermedad en fases no muy avanzadas y pacientes ambulatorios en los que han fracasado otros abordajes terapéuticos; el TCHA debe ser realizado en centros con suficiente experiencia en trasplantes hematopoyéticos asegurando una baja tasa de morbilidad [5].

Conclusiones

Este trabajo reporta un análisis univariado y multifactorial a 12 y 24 meses, de 213 pacientes con EM sometidos a TCHA, gracias al cual se logró identificar una gran significancia del sexo masculino hacia el empeoramiento o progresión de la enfermedad. En cuanto a la respuesta clínica podemos concluir que el EDSS basal tienen una mayor asociación hacia la respuesta post TCHA a los 12 meses, sin embargo, a los 24 meses el tiempo de evolución cobra una mayor importancia. De igual manera, gracias al análisis realizado hacia la magnitud de dicha respuesta, resultaron significativos los mismos factores dentro de los mismos meses, lo cual nos proporciona una mejor visión de los criterios a tomar en cuenta en cuanto a la oferta de dicho tratamiento para los pacientes, y así garantizar mejores resultados en el mayor plazo posible.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

La terapia celular en trastornos autoinmunitarios es una indicación de tratamiento poco estudiada en México, los próximos proyectos involucrarán el uso de nuevas técnicas de evaluación de la enfermedad y estudio de biomarcadores potenciales que puedan ser útiles para clasificar a pacientes de acuerdo al beneficio que pueden obtener de la terapia. Específicamente, se plantea un proyecto de caracterización de subpoblaciones de linfocitos, particularmente de linfocitos inducidos durante la remielinización (CD49a⁺ CD154⁺), mediante citometría de flujo, de modo se pueda determinar el papel de estas células en la respuesta del trasplante hematopoyético. Esta información podrá ser complementaria a los resultados clínicos que hemos descrito en este trabajo, de modo que mediante una evaluación clínica y citómica, se pueda obtener mejor información sobre el uso de trasplante hematopoyético en esta población.

Agradecimientos

Agradecemos a todo el equipo de trabajo del Centro de Hematología y Medicina Interna por la realización de este trabajo.

Referencias bibliográficas

- [1] M. Olek and E. Mowry, "Pathogenesis and epidemiology of multiple sclerosis", *UpToDate*, 2020. [Online]. Disponible en: [https://www.uptodate.com/contents/pathogenesis-and-epidemiology-of-multiple-sclerosis?search=multiple %20 sclerosis %20epidemiology&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H548441045](https://www.uptodate.com/contents/pathogenesis-and-epidemiology-of-multiple-sclerosis?search=multiple%20sclerosis%20epidemiology&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H548441045). [Visto en: 24- Apr- 2021].
- [2] F. Vega, "Mujeres jóvenes, las más afectadas por la esclerosis múltiple", *Dgcs.unam.mx*, 2021. [Online]. Disponible en: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2021_449.html. [Visto en: 29- Sep- 2021].
- [3] M. Olek y J. Howard, "Clinical presentation, course, and prognosis of multiple sclerosis in adults", *UpToDate*, 2021. [Online]. Disponible en: [https://www.uptodate.com/contents/clinical-presentation-course-and-prognosis-of-multiple-sclerosis-in-adults?search=multiple %20 e s c l e r o s i s & s o u r c e = s e a r c h _ r e s u l t & s e l e c t e d T i t l e = 2 ~ 1 5 0 & u s a g e _ t y p e = d e f a u l t & d i s p l a y _ r a n k = 2 # H 6 0 5 0 0 9 5 7 3](https://www.uptodate.com/contents/clinical-presentation-course-and-prognosis-of-multiple-sclerosis-in-adults?search=multiple%20esclerosis&source=search_result&selectedTitle=2~150&usage_type=default&display_rank=2#H605009573). [Visto en: 23- Apr- 2021].
- [4] Rio y X. Montalbán, "Descripción actual de la esclerosis múltiple", *Medicina Clínica*, vol. 143, pp. 3-6, 2015. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025775315300026>. [Visto en 21 April 2021].
- [5] O. Fernández, V. Fernández y M. Guerrero, "Esclerosis múltiple", *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditada*, vol.

- 11, no. 77, pp. 4618-4619, 2015. Disponible en: 10.1016/j.med.2015.04.002 [Visto en 22 April 2021].
- [6] P. Muraro, R. Martin, G. Mancardi, R. Nicholas, M. Sormani and R. Saccardi, "Autologous haematopoietic stem cell transplantation for treatment of multiple sclerosis", *Nature Reviews Neurology*, vol. 13, pp. 391-405, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2017.81> [Visto en 21 April 2021].
- [7] G. Ruiz-Argüelles and D. Gomez-Almaguer, "Hematopoietic stem cell transplants for persons with multiple sclerosis: Is this the best therapeutic option?", *Medicina Universitaria*, pp. 208-209, 2017. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-medicina-universitaria-304-articulo-hematopoietic-stem-cell-transplants-for-S1665579617300832>. [Visto en 20 April 2021].
- [8] D. Cadavid, Y. Tang and G. O'Neill, "Sensibilidad de la escala ampliada del estado de discapacidad (EDSS) a la progresión de la enfermedad y la intervención terapéutica en las formas progresivas de la esclerosis múltiple / Responsiveness of the Expanded Disability Status Scale (EDSS) to disease progression and therapeutic intervention in progressive forms of multiple sclerosis", *Revista de Neurología*, vol. 51, no. 6, pp. 321-329, 2010. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-8673>. [Visto en 28 April 2021].
- [9] Ruiz-Argüelles, G., Olivares-Gazca, J., Olivares-Gazca, M., Leon-Peña, A., Murrieta-Alvarez, I., Cantero-Fortiz, Y., Gomez-Cruz, G., Ruiz-Argüelles, A., Priesca-Marin, M. and Ruiz-Delgado, G., 2019. Self-reported changes in the expanded disability status scale score in patients with multiple sclerosis after autologous stem cell transplants: real-world data from a single center. *Clinical & Experimental Immunology*, 198(3), pp.351-358.
- [10] Ruiz-Argüelles, G., León-Peña, A., León-González, M., Nuñez-Cortes, A., Olivares-Gazca, J., Murrieta-Alvarez, I., Vargas-Espinosa, J., Medina-Ceballos, E., Cantero-Fortiz, Y., Ruiz-Argüelles, A., Ruiz-Delgado, M., Ruiz-Delgado, R., Ruiz-Reyes, G., Priesca-Marín, M., Torres-Priego, M., Blumenkron-Marroquin, D. and Ruiz-Delgado, G., 2017. A Feasibility Study of the Full Outpatient Conduction of Hematopoietic Transplants in Persons with Multiple Sclerosis Employing Autologous Non-Cryopreserved Peripheral Blood Stem Cells. *Acta Haematológica*, 137(4), pp.214-219.
- [11] Kardduss-Urueta, A., Gale, R., Gutierrez-Aguirre, C., Herrera-Rojas, M., Murrieta-Álvarez, I., Perez-Fontalvo, R., Ruiz-Delgado, G., Ruiz-Rojas, G., Jaimovich, G., Feldman, L., Labastida-Mercado, N., Endara, A., Castro, M., Galindo-Becerra, S., Cardona-Molina, M., Gomez-Almaguer, D. and Ruiz-Argüelles, G., 2018. Freezing the graft is not necessary for autotransplants for plasma cell myeloma and lymphomas. *Bone Marrow Transplantation*, 53(4), pp.457-460.
- [12] Murrieta-Álvarez, I., Cantero-Fortiz, Y., León-Peña, A., Olivares-Gazca, J., Priesca-Marín, J., Ruiz-Delgado, G., Gómez-De-León, A., Gonzalez-Lopez, E., Jaime-Pérez, J., Gómez-Almaguer, D. and Ruiz-Argüelles, G., 2021. The 1, 000th Transplant for Multiple Sclerosis and Other Autoimmune Disorders at the HSCT-México Program: A Myriad of Experiences and Knowledge. *Frontiers in Neurology*, 12.

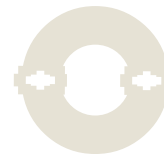
Identificación de disfunción renal temprana en pacientes con Diabetes Tipo 2

^aCruz, Fuentes-Sara Inés*, ^bHernández, Hernández- Maria Elena*, ^a,
^bPérez, Fuentes- Ricardo,

^a Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina, 13 Sur 2702,
Col. Los Volcanes, C.P.
72420, Puebla, Puebla.

^b Centro de Investigación Biomédica de Oriente UMF No. 2 IMSS, Av. 9 Ote. 404, Col.
Centro. C.P. 72000, Puebla, Puebla.

*saracf_1496@outlook.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Las enfermedades crónicas no transmisibles han mostrado mayor magnitud, frecuencia y ritmo de crecimiento. La DT2 se caracteriza por la presencia de hiperglucemia crónica y su evolución se describe por su carácter subclínico, asintomático y crónico, que eventualmente conduce al desarrollo de complicaciones vasculares crónicas. La enfermedad renal diabética (ERD) sobreviene por la falta de control de la enfermedad y se ha convertido en la causa más común de enfermedad renal crónica, lo que conduce a enfermedad renal terminal y muerte prematura. Se diseñó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo y unicéntrico. En el análisis

de la población se encontró que los pacientes incluidos en este estudio tenían una media de 2 años de diagnóstico, de acuerdo con el promedio del IMC (30 kg/m²) cursan con sobrepeso u obesidad y más del 50 % tiene diagnóstico de hipertensión arterial. El análisis de los marcadores de funcionalidad renal demostró alteraciones en cuanto a la microalbuminuria en orina de 24 horas (29.5 %) y la TFG (más del 25 %). Los resultados demostraron que existe disfunción renal temprana en pacientes con DT2, por lo que es importante evaluar y dar seguimiento a la valoración de funcionalidad renal desde el momento del diagnóstico.

Palabras clave

diabetes tipo 2, enfermedad renal diabética, marcadores de disfunción renal.

Abstract

The non-transmissible chronic diseases have shown greater magnitude, frequency, and rate of growth. Type 2 diabetes is characterized by the presence of chronic hyperglycemia and its evolution is best described by its subclinical, asymptomatic, and chronic character eventually leading to the development of chronic vascular complications. Diabetic kidney disease is due to the lack of control of the disease and has become the major cause of chronic kidney disease which leads to end-stage kidney disease and premature death. An observational, descriptive, prospective, and unicentric study was designed. While analyzing the population we encountered that the patients included in this study have an average time since diagnosis of 2 years, they all are in the overweight or obese categories defined by the BMI (30 kg/m^2) and almost 50 % of them have a concomitant diagnosis of hypertension. The analysis of the kidney function markers showed alterations in the form of 24-hour urine sample microalbuminuria (29.5 %) and the eGFR (more than 25 %). Results have proven the existence of early kidney dysfunction in patients with type 2 diabetes which highlights the importance of evaluation and continuous follow-up of kidney function from the moment diagnosis is made.

Keywords

Type 2 diabetes, diabetic kidney disease, markers of kidney dysfunction.

Glosario de abreviaturas y símbolos

DT2: Diabetes Tipo 2

ERD: Enfermedad Renal Diabética

ND: Nefropatía Diabética

TFG: Tasa de Filtrado Glomerular

RI: Resistencia a la Insulina

GD: Glomerulopatía Diabética

IMC (kg/m^2): Índice de Masa Corporal (kilogramos/metro²)

IDF: Federación Internacional de Diabetes

OMS: Organización Mundial de la Salud

BUN: Nitrógeno de Urea en sangre

CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration

MDRD4: Modification of Diet in Renal Disease

Introducción

Antecedentes generales

Las enfermedades crónico-metabólicas como obesidad, hipertensión, enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (DT2), han sido consideradas problemas prioritarios de salud a nivel nacional e internacional, por su incidencia y repercusiones socioeconómicas; sumado a que afecta a individuos en edades productivas, y genera costos elevados para el sector salud. De acuerdo con los reportes internacionales y nacionales, la DT2 representa uno de los problemas de salud más importantes. Esta enfermedad es considerada una patología en donde se engloba a aquellos individuos en los que predomina la pérdida progresiva de la secreción de insulina y resistencia periférica a la insulina, caracterizada por la presencia de hiperglucemia crónica [1].

La DT2 es considerada como una pandemia debido al gran número de personas que padecen esta enfermedad en diversos países del mundo, tanto en zonas urbanas como rurales. La prevalencia de DT2 ha ido en aumento dramático durante estos últimos años, tan solo en 1964 había 31 millones de diabéticos a nivel mundial, para el 2019 la Federación Internacional de Diabetes (IDF) marca una prevalencia de 463 millones de diabéticos en edad de 20-79 años y se estima que para el 2040 este dato será de 700 millones de personas [2]. De acuerdo con el reporte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2016, la diabetes ocupó el séptimo lugar entre las principales causas de muerte en ambos géneros, provocando 1, 6 millones de muertes; además se incrementaron los riesgos de enfermedades cardiovasculares debido al descontrol glucémico ocasionando otros 2, 2 millones de muertes, por lo que la DT2 provocó el 14 % del total de muertes que ocurrieron en el 2016 [3]. En la encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2018 se estimó una prevalencia de 10.3 % de diabetes en adultos de 20 años o más. En la misma encuesta para el estado de Puebla se estimó una prevalencia de 9.0 % de pacientes diabéticos [4], [5].

Existen diversas medidas de prevención para el desarrollo de DT2, donde se señala la presencia de factores que conducen hacia su existencia, los factores de riesgo se pueden dividir en dos grupos; los no modificables como el grupo étnico, el aspecto genético y la edad; en el otro grupo encontraremos a aquellos factores de riesgo modificables y que son potenciales para ser cambiados o eliminados, tal como la dieta, adiposidad, actividad física, factores ambientales e intolerancia a la glucosa en el embarazo [2]. La obesidad (índice de masa corporal [IMC] $\geq 30 \text{ kg/m}^2$) es el

factor de riesgo más importante de DT2 y se asocia con anomalías metabólicas que provocan RI. Existe una relación lineal inversa entre el IMC y la edad en el momento del diagnóstico de DT2 [6].

Respecto a la fisiopatología de la DT2 no se ha entendido completamente los mecanismos involucrados en el desarrollo de esta, pero, se ha aceptado que el estrés oxidativo, la inflamación, factores genéticos y ambientales juegan un papel significativo en los procesos que desencadenan la enfermedad [7]. La resistencia a la insulina juega un papel temprano en la fisiopatología de la enfermedad, que eventualmente lleva a defectos en la secreción de insulina por parte de las células β del páncreas y progresión hacia la hiperglucemia [8]. La disfunción de las células β se ha asociado tradicionalmente con la muerte de las células β . Sin embargo, evidencia reciente sugiere que la disfunción de las células β en la DT2 podría deberse a una red más compleja de interacciones entre el medio ambiente y las diferentes vías moleculares implicadas en la biología celular. En un estado nutricional excesivo, similar al que se encuentra en la obesidad, suele presentarse hiperglucemia e hiperlipidemia, favoreciendo la RI y la inflamación crónica. En estas circunstancias, las células β , debido a las diferencias en su susceptibilidad genética, están sujetas a presiones tóxicas que incluyen inflamación, estrés inflamatorio, estrés metabólico / oxidativo, estrés amiloide, con el potencial de conducir en última instancia a una pérdida de la integridad de los islotes [6].

La sensibilidad de los tejidos a la insulina afecta la magnitud de la respuesta de las células β ; si hay resistencia a la insulina, las células β mantienen una tolerancia normal a la glucosa aumentando la producción de insulina, si estos niveles de insulina son crónicamente altos, la expresión de GLUT4 disminuye, debido a que los altos niveles de señalización de la insulina producen un efecto negativo sobre la presencia de GLUT4 en la membrana; creando un fuerte ciclo de retroalimentación positiva que asegura que las células β aumenten la producción de insulina para mantener una tolerancia normal a la glucosa, si las células β son incapaces de aumentar la producción de insulina en presencia de resistencia a la insulina, el resultado es el desarrollo de concentraciones elevadas de glucosa, que de forma temprana se manifiesta como alteración de la tolerancia a la glucosa; posteriormente cuando la disfunción de la célula β llega al grado de que no pueda liberar insulina suficiente en presencia de resistencia a la insulina aparecerá la hiperglucemia e hiperinsulinemia [9], [10]. En condiciones patogénicas, el mecanismo descrito anteriormente puede conducir en última instancia a la interrupción de la integridad / organización de los islotes, afectando la comunicación óptima de célula a célula dentro de los islotes pancreáticos, contribuyendo a una mala regulación

de la liberación de insulina y glucagón y, en última instancia, exacerbando la hiperglucemia. El páncreas humano es incapaz de renovar las células β después de los 30 años, por lo tanto, la pérdida de estas no es sustituida [11]. Todos los factores genéticos y ambientales inducen inflamación, autoinmunidad y el estrés metabólico que provocan destrucción y disfunción de las células β pancreáticas, llevando a que los niveles de insulina sean finalmente incapaces de responder a las demandas de glucosa, lo que lleva a niveles de hiperglucemia y diabetes [12].

Se ha observado que la dieta occidental rica en calorías contiene grandes cantidades de grasas y carbohidratos que elevan la glucosa en sangre y las lipoproteínas circulantes de muy baja densidad (VLDL), quilomicrones (CM) y sus remanentes (CMR) que son ricos en triglicéridos (TG). Esto induce un aumento en las concentraciones de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que a su vez conduce a una generación anormal de moléculas inflamatorias. Dado que la inflamación es un inductor reconocido de estrés oxidativo, se produce una interacción sinérgica entre los dos procesos después de una comida copiosa, con la consiguiente amplificación de los efectos posprandiales nocivos. El aumento sostenido y marcado de los niveles en estado estacionario de ROS contribuye significativamente a la patogénesis de DT2 y resistencia a la insulina (RI). Por lo tanto, un ambiente prooxidante conduce a disfunción mitocondrial, activación de NADPH oxidasa (NOX) y producción de superóxido (O_2^-). El aumento en la producción de O_2^- activa las cinco vías principales involucradas en la patogénesis de las complicaciones de la diabetes: vía de los polioles, aumento de la formación de productos finales de glicación avanzada (AGE), aumento de la expresión del receptor AGE y sus ligandos activadores, activación de la proteína quinasa Isoformas C (PKC) e hiperactividad de la vía de la hexosamina. A través de estas vías, el aumento de ROS intracelulares provoca una angiogénesis defectuosa en respuesta a la isquemia, activa una serie de vías proinflamatorias y provoca cambios epigenéticos de larga duración que impulsan la expresión persistente de genes proinflamatorios incluso después de que se normaliza la glucemia [6].

Antecedentes específicos

La DT2 se caracteriza por ser asintomática, sin embargo, a través del tiempo, la hiperglucemia crónica no controlada en el paciente puede evolucionar al desarrollo de complicaciones vasculares crónicas, tales como la enfermedad vascular periférica que a su vez genera hipertensión arterial sistémica y daño renal, en etapas más avanzadas nefropatía y fallo renal que incrementa la mortalidad y costos por atención médica.

Se sabe que las manifestaciones clínicas renales en los diabéticos inician 5 años después del diagnóstico, de tal manera que son catalogadas como complicaciones crónicas de la DT2, sin embargo, existe evidencia que las alteraciones que preceden a las manifestaciones clínicas están presentes mucho tiempo antes del diagnóstico, así que detectarlas de manera temprana y dar seguimiento a su evolución permitirá dar un manejo oportuno, evitando su progresión a daños más severos que afecte la calidad de vida del paciente.

Los costos anuales promedio de atención médica son más altos entre las personas con diabetes y nefropatía clínica que entre los pacientes sin nefropatía. De tal manera que estos, pueden disminuir tras realizar un tamizaje adecuado y completo en poblaciones con factores de riesgo para desarrollar ERC, permitiendo que las alteraciones renales se detecten en etapas iniciales así como el inicio temprano del tratamiento, logrando el retraso en la progresión de la enfermedad en aquellos pacientes que lo presenten, teniendo como consecuencia una mejoría significativa en el control de la enfermedad, calidad de vida, economía familiar y en los gastos nacionales y estatales empleados para el tratamiento de la Diabetes y sus complicaciones.

Dentro de las primeras diez causas de la mortalidad general en el último decenio se encuentra la enfermedad renal crónica (ERC) [13]. Esta complicación se define por la presencia durante al menos 3 meses de una tasa de filtrado glomerular (TFG) inferior a 60 ml/min/1,73 m² o por alteración en los marcadores de daño renal como albuminuria, alteraciones en el sedimento urinario o en pruebas de imagen o estructurales como alteraciones histológicas en la biopsia renal que puedan provocar potencialmente un descenso de la Tasa de filtrado Glomerular (TFG) [14]. La Enfermedad Renal Diabética (ERD) o tradicionalmente llamada «Nefropatía Diabética» (ND), se define como el daño predominantemente de tipo glomerular, con compromiso intersticial en pacientes diabéticos [15]. Se ha utilizado el término ERD comprobada por biopsia, porque se dice que la biopsia renal es necesaria para diagnosticar definitivamente la glomerulopatía diabética (GD), sin embargo, en la mayoría de los casos, una evaluación completa de la función renal en los pacientes diabéticos puede identificar a las personas con ERD sin necesidad de una biopsia renal [14].

La incidencia de la ERC etapa 5 es hasta 10 veces más alta en los adultos que tienen diabetes que en los que no la tienen, considerándose que por lo menos el 80 % de los casos de ERC etapa 5 obedece a la diabetes, la hipertensión o una combinación de ambos trastornos, siendo la proporción de los casos de esta atribuible solo a la

diabetes del 12 % al 55 % [16]. Entre el 25-40 % de los pacientes diabéticos presentarán algún grado de nefropatía a lo largo de su evolución, prevalencia que dependerá de numerosos factores de riesgo implicados en su patogenia (genéticos, grado de control de la glucemia, manejo adecuado o no de la presión arterial, dislipemia, tabaquismo, aparición de microalbuminuria y progresión hacia macroalbuminuria, lo que marcará la evolución hacia la nefropatía establecida. [16] La ADA estima que la prevalencia de nefropatía es del 10 al 40 % en individuos con DT2 [17].

México se encuentra a la vanguardia con la epidemia de la diabetes, considerándose como uno de los motivos principales de consulta de primer contacto como de urgencias debido a las complicaciones a las que los diabéticos se enfrentan, tanto en el sector privado como público, además que se ha considerado como la segunda causa de mortalidad. A pesar de los tratamientos implementados en los pacientes que la padecen, no se ha logrado evitar la progresión de esta, hasta llegar al desarrollo de complicaciones tanto agudas como crónicas, considerándose deficiente el control de la DT2. La ERD sobreviene por esta falta de control de la enfermedad e impulsada por la prevalencia cada vez mayor de DT2, se ha convertido en la causa más común de enfermedad renal crónica, lo que conduce a enfermedad renal terminal, eventos cardiovasculares y muerte prematura. La evidencia muestra que, con el paso del tiempo, la proporción de pacientes diabéticos con presencia de microalbuminuria y tasa de filtrado glomerular alterada ha incrementado, esto es un signo de daño endotelial que aumenta el riesgo de morbilidad, causando daños severos a la salud y la calidad de vida del paciente y sus familiares, así como una carga económica de grandes dimensiones para el sistema nacional y estatal de salud.

Se ha observado que los pacientes con DT2 presentan alteraciones tempranas en el funcionamiento renal y la evidencia muestra que el sobrepeso, obesidad, disglucemia e hipertensión son los principales factores de riesgo relacionados a daño renal. Lo anterior sugiere la necesidad de realizar estudios que permitan seguir el comportamiento del desarrollo de la disfunción y alteración renal en estudios poblacionales y la aplicación de métodos de diagnóstico temprano en el paciente con diabetes tipo 2 y en sujetos con riesgo alto.

Por lo que nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Existe disfunción renal temprana en pacientes diabéticos Tipo 2?

Hipótesis

Los pacientes con diabetes tipo 2 de menos de 5 años de diagnóstico presentan disfunción renal.

Objetivos

Objetivo General

Identificar de forma temprana la disfunción renal en el paciente con diabetes tipo 2.

Objetivos Particulares

- a). Caracterizar clínica (edad, género, años de diagnóstico, tensión arterial), antropométrica (talla, peso, IMC, PCi, PCa y % grasa corporal) y metabólicamente (glucosa en ayuno, HbA1C, insulina, HOMA- β , IR e IS y QUICKI) en la población de estudio.
- b). Determinar la función renal por medio del BUN, urea, creatinina sérica, ácido úrico, microalbuminuria en orina de 24 horas y tasa de filtrado glomerular estimada con las fórmulas CKD-EPI, Cockcroft-Gault y MDRD-4.
- c). Evaluar el daño renal de acuerdo con los criterios de la guía clínica GPC-IMSS-335-19: disfunción renal por microalbuminuria >30 mg y TFG < 90 ml/min. [18].

Materiales y métodos

Diseño de estudio: Se diseñó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo y unicéntrico.

Universo de trabajo y tamaño de la muestra: El cálculo fue realizado por medio del Software Estadístico “Epi Info” para epidemiología desarrollado por los Centros para el control y la Prevención de Enfermedades en Atlanta, Georgia Versión 7.2.2.6/2 de febrero de 2018 considerando en una frecuencia esperada del 50 % y un límite de confianza del 5 %. El tamaño de la población esperada es de 132 pacientes.

Selección de la muestra: Se seleccionarán a pacientes con DT2 de hasta 5 años de diagnóstico bajo los siguientes criterios.

Criterios de inclusión

1. Ambos géneros
2. Edad de 30 a 65 años
3. Paciente con Diabetes Tipo 2 de hasta 5 años de diagnóstico
4. Paciente con DT2 con tratamiento oral hipoglucemiante.

Criterios de exclusión

1. Pacientes con insulino terapia
2. Pacientes con patología inflamatoria no relacionada con DT2
3. Pacientes diabéticos con diagnóstico de enfermedad renal crónica.

Criterios de eliminación

Pacientes que no completen las evaluaciones que conforman el estudio.

Estrategia de trabajo

Para este proyecto se propone la siguiente estrategia de trabajo:

Etapa 1. Selección, invitación y firma de la carta de consentimiento informado de la población de estudio.

Etapa 2. Caracterización clínica (edad, género, años de diagnóstico, tensión arterial), antropométrica (talla, peso, IMC, PCi, PCa y % grasa corporal) y metabólica (glucosa en ayuno, HbA1c, insulina, HOMA- β , IR e IS, y QUICKI) de la población de estudio.

Etapa 3: Evaluación renal por medio de la urea, creatinina, BUN, ácido úrico, microalbuminuria en orina de 24 horas y tasa de filtrado glomerular estimada con las fórmulas CKD-EPI, Cockcroft-Gault y MDRD-4.

Etapa 4. Evaluación del daño renal de acuerdo con los criterios de la guía clínica GPC-IMSS-335-19: disfunción renal por microalbuminuria >30 mg y TFG < 90 ml/min. [18].

Resultados/Discusión de resultados

Los siguientes resultados describen el comportamiento clínico, antropométrico, metabólico y renal de 80 pacientes con diagnóstico de DT2, es importante marcar que aun faltan pacientes para ser incluidos y alcanzar el número de muestra requerido para este proyecto.

De los resultados obtenidos la media de edad fue de 48 años y el tiempo de diagnóstico de la enfermedad, fue de 2 años, también podemos observar que más del 50 % de nuestra población cursa con hipertensión arterial y sexo predominante fue el femenino. El IMC nos indica que nuestra población presenta sobrepeso u obesidad y por medio de la hemoglobina glucosilada observamos que los pacientes se encuentran en control metabólico deficiente (**Tabla 1**). Como se ha descrito en la literatura, las complicaciones crónicas de la diabetes tipo 2 están relacionadas con un descontrol metabólico por diversos mecanismos fisiopatológicos. Analizando los resultados podemos ver que existen pacientes con menos de 5 años de diagnóstico de DT2, en quienes predomina el pobre control metabólico, además cursan con sobrepeso y obesidad y más de la mitad de los sujetos participantes tienen hipertensión arterial. Tomando en cuenta las características de nuestra población, se considera que poseen factores de riesgo importantes para el desarrollo de disfunción renal.

Tabla 1. Características demográficas, clínicas, antropométricas y metabólicas de la población de estudio.

Variables	Pacientes con DT2 (n=80)
Edad (años)	48.5 $\pm$ 8.8
Edad de diagnóstico (años)	46.5 $\pm$ 8.8
Diagnóstico (años)	1.9 $\pm$ 1.6
Sexo	
Femenino n(%)	54 (67.5%)
Masculino n(%)	26 (32.5%)
Hipertensión	
Negativa n(%)	38 (47.5%)
Positiva n(%)	42 (52.5%)

TAS (mmHg)	122.3 ± 18.2
TAD (mmHg)	77.8 ± 10.4
IMC (Kg/m ²)	30.0 ± 4.6
GC (%)	34.6 ± 8.3
PCa (cm)	100.0 ± 8.3
PCi (cm)	99.6 ± 11.0
Hb1Ac (%)	7.6 ± 1.8
GA (mg/dL)	155.7 ± 63.6
IA (μU/mL)	20.1 ± 15.5
HOMA-β (%)	83.8 (37.4-159.5)
HOMA-IR	5.2 (3.4-9.9)
HOMA-IS (%)	19.2 (10.1-29.8)
QUICKI	0.298 ± 0.027

Los resultados son presentados como frecuencia para variables cualitativas, media ± desviación estándar para variables cuantitativas con distribución normal, mediana (rango intercuartílico) para variables cuantitativas que no cumplen distribución normal. **Abreviaturas:** HTA: Hipertensión arterial; TAS: Tensión Arterial Sistólica; TAD: Tensión arterial diastólica; IMC: Índice de Masa Corporal; GC: Grasa Corporal; PCa: Perímetro de Cadera; PCi: Perímetro de Cintura; Hb1Ac: Hemoglobina glucosilada; GA: Glucosa d e Ayuno; IA: Insulina de Ayuno; HOMA-β: Evaluación de la Homeostasis Beta; HOMA-IR: Modelo de evaluación de la Homeostasis de Resistencia a la Insulina; HOMA-IS: Modelo de evaluación de la Homeostasis de sensibilidad a la insulina; QUICKI: Índice cuantitativo de verificación de sensibilidad a la insulina

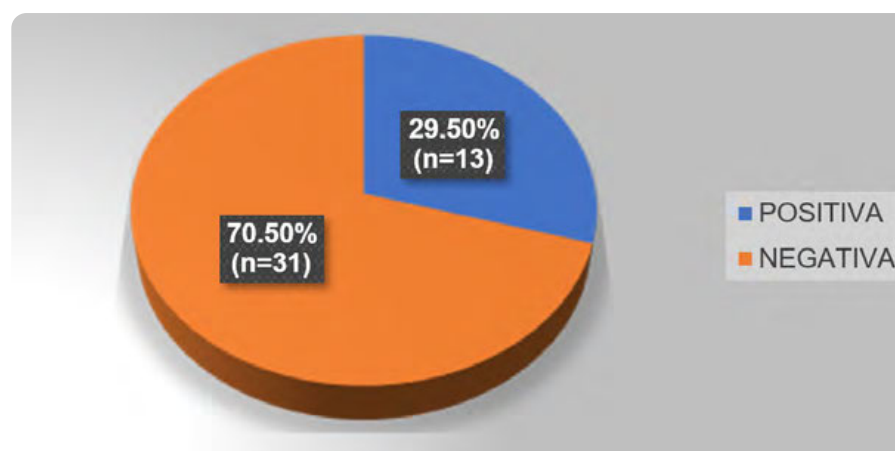
Respecto a la evaluación de la función renal podemos observar que los valores de urea, BUN, ácido úrico y creatinina no mostraron ninguna alteración respecto a los valores de referencia, no obstante, se observa que la media de nuestra población se encuentra en valor límite para microalbuminuria. La estimación de la TFG mediante las 3 fórmulas empleadas demostró que ya existe disminución de la funcionalidad renal, considerando menos de 90 ml/min como punto de referencia (**Tabla 2**). De acuerdo con un estudio publicado en la revista del Consejo de Investigación Sanitaria de Nepal se ha demostrado que la obesidad se asocia con un aumento en la resistencia a la insulina, lo que incrementa aun más el nivel de glucosa en sangre, y esto a su vez acelera la esclerosis arteriolar glomerular promoviendo la microalbuminuria de inicio temprano; al encontrarse sujetos con sobrepeso y obesidad en nuestra población, lo anterior podría explicar la microalbuminuria positiva como dato de disfunción renal [19]. Ya se ha demostrado que la presión arterial alta puede originar microalbuminuria, aumentando la presión de filtración glomerular y conduciendo posteriormente a

daño renal, lo cual se demuestra en la alteración de la TFG y la microalbuminuria en nuestra población [20]. La evidencia existente hasta el momento indica que las manifestaciones clínicas de daño renal en los pacientes con DT2 aparecen hasta 5 años después del diagnóstico, sin embargo, con los resultados obtenidos en esta Tabla podemos fundamentar que existe disfunción renal en pacientes de menos de 5 años de diagnóstico, y que influyen los factores de riesgo inherentes a nuestra población y a la patología. Finalmente, actualmente existe evidencia que demuestra la relación que existe entre el pobre control metabólico y el desarrollo de complicaciones crónicas como lo es la ERD.

Tabla 2. Evaluación de la funcionalidad renal en la población de estudio.

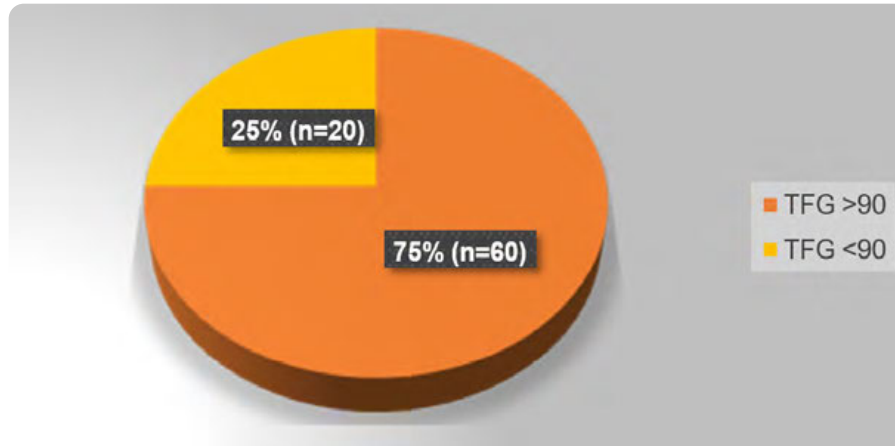
Variables	Pacientes con DT2 (n=80)	Valores de Referencia
Urea (mg/dl)	29.4 ± 9.2	12-54mg/dl.
BUN (mg/dl)	13.9 ± 4.2	7-20 mg/dL
Ácido úrico (mg/dl)	5.1 ± 1.2	M:2.4 – 6.0 mg/dL H:3.4 – 7.0 mg/dL
Creatinina (mg/dl)	0.7 ± 0.1	0.84-1.21 mg/dL
MALBO (mg/24 h.)	30.1 ± 4.5	<30 mg/24 h.
CKD-EPI (ml/min/1.73 m ²)	98.8 ± 18.1	>90 ml/min/ 1.73m ²
COCKROFT-GAULT (ml/min/1.73 m ²)	120.3 ± 36.2	>90 ml/min/ 1.73m ²
MDRD4 (ml/min/1.73 m ²)	102.9 ± 27.4	>90 ml/min/ 1.73m ²

Los resultados son presentados como media ± desviación estándar para variables cuantitativas con distribución normal y mediana (rango intercuartílico) para variables cuantitativas que no cumplen distribución normal. Abreviaturas: BUN: Nitrógeno ureico en sangre; MALBO: Microalbuminuria en orina. CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration; MDRD: Modification of Diet in Renal Disease.



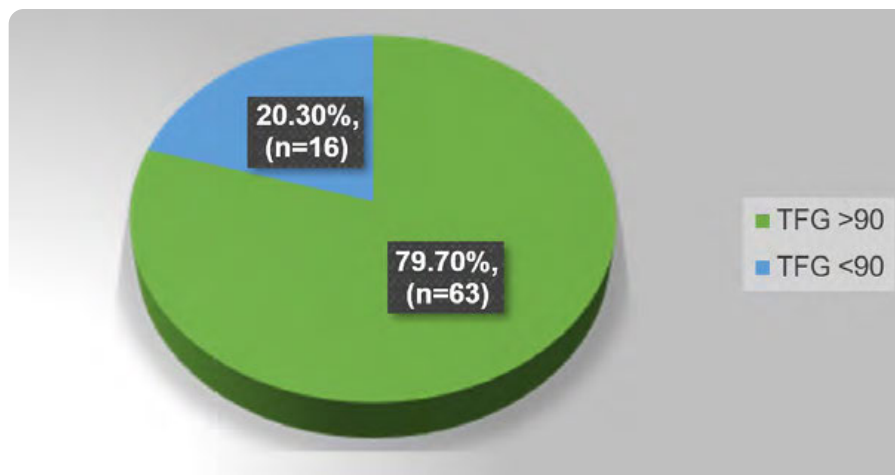
Gráfica 1. Frecuencia de microalbuminuria en la población de estudio.

En la evaluación de la funcionalidad renal de acuerdo con los valores de MALBO, se muestra que el 70.5 % (n=31) presenta valores normales (<30 mg/24 h.), mientras que el 30 % (n=13) presentan microalbuminuria (MALBO ≥ 30 mg/24 h.) (**Gráfica 1**). Está descrito que la magnitud de albuminuria puede ser vista como un marcador de progresión y pérdida acelerada de la función renal.



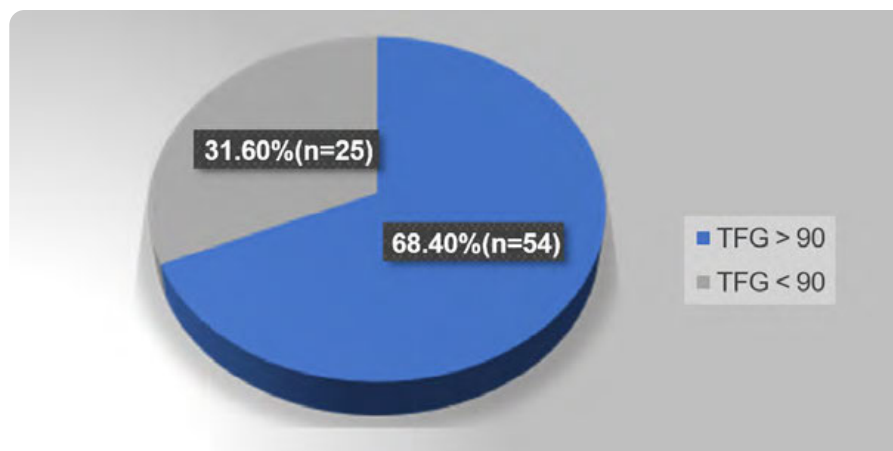
Gráfica 2. Evaluación de la tasa de filtrado glomerular (TFG) por medio de la fórmula CKD-EPI en la población de estudio.

Por otra parte, al clasificar el valor de la TFG determinada por medio de la fórmula CKD-EPI y utilizando la GPC-IMSS-335-19. Nuestros datos muestran que el 75 % (n=60) una funcionalidad normal, mientras que el 25 % (n=20) de los pacientes presentaron una funcionalidad renal disminuida (**Gráfica 2**). Se sabe que la TFG disminuye 1 ml/min/ 1.73 m² por año a partir de los 40 años, no obstante, la media de edad de nuestra población es de 48 años, por lo que no se esperaría que existiera una disminución de la TFG a menos de 90 ml/min/1.73 m².



Gráfica 3. Evaluación de la tasa de filtrado glomerular (TFG) por medio de la fórmula Cockcroft-Gault en la población de estudio

Ahora bien, utilizando la formula Cockcroft-Gault nos permite observar que el 79.7 % (n=63) tuvieron un TFG > 90 min/mL/1.73 m²), mientras que el 20 % (n=16) de la población con funcionalidad renal disminuida (**Gráfica 3**).



Gráfica 4. Evaluación de la tasa de filtrado glomerular (TFG) por medio de la fórmula MDRD4 en la población de estudio.

Finalmente, al evaluar la funcionalidad renal por medio de la fórmula MDRD4, nuestros resultados muestran que el 68.4 % (n=54) presentaron un valor TFG > 90 min/mL/ 1.73 m², mientras que el 31.6 (n=25) tuvieron funcionalidad renal disminuida (**Gráfica 4**).

Es importante mencionar que cuando los pacientes con daño renal progresan hasta la enfermedad renal crónica en etapas terminales necesitan recibir terapia de reemplazo renal como Diálisis Peritoneal o Hemodiálisis. El número de personas que necesitaron Terapia de Reemplazo Renal (TRR) se estimó entre 4.9 a 9 millones y se recalca que se espera que para el año 2030, el número de personas que recibirán TRR se incremente a 5.4 millones. En el IMSS el costo de Terapia de Reemplazo Renal (TR) en su primer mes corresponde a \$389, 846 [21]. Todo estos gastos pueden evitarse al realizar una tamizaje adecuado y completo en la población con factores de riesgo para desarrollar ERC, esto realizado con marcadores que se elevan de forma temprana, permitiendo que las alteraciones renales se detecten de forma oportuna y en etapas tempranas provocando el inicio temprano del tratamiento lo que retrasaría la progresión de alteraciones de la función renal en aquellos pacientes que lo presenten lo que repercutiría positivamente en su calidad de vida, en la economía familiar y en los gastos nacionales empleados para el tratamiento de la ERC.

Conclusiones

A pesar de que la evidencia nos indica que las complicaciones de la DT2 se presentan hasta 5 años después del diagnóstico, en este estudio se logró demostrar que existe disfunción renal temprana en estos pacientes y que existe una relación estrecha con el control metabólico deficiente, así como con la presencia de sobrepeso y obesidad. Cabe destacar que, por los factores de riesgo modificables, este desenlace es prevenible si se cuenta con algoritmos de detección oportuna que se apoyen de estudios de laboratorio para lograr el manejo adecuado de esta patología y prevenir las complicaciones. Con esta investigación se pretende establecer la pauta inicial para la detección temprana de disfunción renal en los pacientes con DT2, mejorando así la calidad de vida de los pacientes y logrando contribuir en la reducción de los costos de atención en salud que genera la enfermedad renal terminal. Se espera contribuir a la mejora del sistema de salud y generar un impacto final que influya directamente en el bienestar social y promueva una adecuada toma de decisiones en primer nivel de salud mediante el empleo de herramientas que surjan de la medicina basada en evidencias y con ello incidir en el desarrollo científico de México.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

En la siguiente etapa de este trabajo se pretende incrementar el número de pacientes al estudio para lograr la obtención de resultados certeros que nos permita poder extrapolar nuestra propuesta a poblaciones más grandes, logrando incrementar el impacto a futuro que el trabajo podría tener en el desarrollo científico y la contribución social para la prevención de complicaciones crónicas de la DT2 como la ERD, y lograr la reducción de costos en atención en salud. Con lo anterior pretendemos establecer el inicio de nuevas propuestas de investigación en enfermedades crónico-metabólicas no transmisibles.

Agradecimientos

Externamos nuestro agradecimiento la Unidad de Medicina Familiar No. 2 del Instituto Mexicano del Seguro Social en Puebla, y al área asignada al Laboratorio de Investigación en Fisiopatología de Enfermedades Crónicas LIFEC-CIBIOR ubicado en dicha unidad por proporcionar la infraestructura y los recursos humanos con alta experiencia en el estudio de las enfermedades crónico-metabólicas como línea principal de investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] “American Diabetes Association. *Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes*” Diabetes Care. 2018; 41:13–27. México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2020.
- [2] Rhys Williams. “Atlas de la Diabetes de la IDF”. Novena edición. International Diabetes Federation. 2019
- [3] Organización Mundial de la Salud. (21 de Abril de 2016) Informe mundial sobre la Diabetes. Disponible en: <https://www.who.int/diabetes/global-report/en/>
- [4] Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Romero-Martínez M, Mojica-Cuevas J, Cuevas-Nasu L, Santaella-Castell JA, Rivera-Dommarco J. “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales.” Primera Edición. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2020.
- [5] Instituto Nacional de Salud Pública. “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Resultados de Puebla.” Primera edición. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2020.
- [6] U. Galicia-Garcia, S. Jebari, A. Larrea-Sebal, H. Siddiqi, KB. Uribe, U. Ostolaza, & C. Martín. (2020). “Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus.” *Int. J. Mol. Sci.* Vol. 21. No.6275, pp. 1–34. Agosto de 2020.
- [7] S. Kahn. “Pathophysiology and treatment of type 2 diabetes: perspectives on the past, present, and future.” *Lancet*. Vol. 383. No. 9922 pp:1068–1083. 2014.

- [8] J. Skyler. "Differentiation of Diabetes by pathophysiology, natural history, and prognosis". *Diabetes*. Vol. 66. pp:241–255. 2017.
- [9] E. Walton. "Oxidative stress and diabetes: Glucose response in the cROSfire." *Biom Jour*. Vol. 40, No. 5. Pp: 241–244. 2017.
- [10] D. Riddy. "G Protein–Coupled Receptors Targeting Insulin Resistance, Obesity, and Type 2 Diabetes Mellitus". *Pharmacol Rev* Vol. 70. Pp: 39–67. 2018
- [11] J. Fomusi. "Resistencia a la insulina, diabetes tipo 1 y tipo 2 y enfermedades relacionadas". *Journal of Diabetes Research* Vol. Article ID 1478294, pp: 1–3. 2017.
- [12] S. Hurrle. "La etiología del estrés oxidativo en la resistencia a la insulina." *Biomed J*. Vol. 40. No. 5. Pp:257–262. Octubre 2017
- [13] "American Diabetes Association. *Standards of medical care in diabetes*". *Diabetes Care*. Vol. 42. No. 1. 2019
- [14] National Kidney Foundation. "KDOQI *Clinical Practice Guideline for Diabetes and CKD: 2012 update*". *Am J Kidney Dis*. Vol. 60. No. 5. Pp: 850–886. 2012.
- [15] J. Tamayo. "La enfermedad renal crónica en México, hacia una Política Nacional para enfrentarla." Mesa Directiva de la Academia Nacional de Medicina de México 2014–2016. Intersistemas. 1–83. 2016
- [16] ES. Schellenberg., DM. Dryden, B. Vandermeer, et al. "Lifestyle interventions for patients with and at risk for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis." *Ann. Intern. Med* Vol.159 pp 543–551. 2013
- [17] D. Holguin. "Prevalencia de microalbuminuria en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2." *Rev.Medica. Sanitas*. Vol.18. No. 1. pp: 15–20. 2015
- [18] Instituto Mexicano del Seguro Social. "Guía de Práctica Clínica de Prevención Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica" México D.F. Coordinación Técnica de Excelencia Médica, Instituto Mexicano del Seguro Social. 2019
- [19] S. Kumar, S. Purush, S. Parajuli, et. al. «Microalbuminuria and its risk factors in type 2 diabetic patients.» *J Nepal Health Res Counc*. Vol. 17. No. 1. pp: 61–65. 2019
- [20] V. Indriani, T. Lestari, V. Dewantari. «Duration of diabetes as an important risk factor of microalbuminuria in type 2 diabetes». *Univ Med*. Vo. 39. No. 1 pp: 42–46. 2020
- [21] L. Cortés, "Impacto económico de la enfermedad renal crónica: Perspectiva del Instituto Mexicano del Seguro Social." *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. Vol. 55 Supl 2: S124–32. 2017



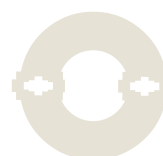
Intervenciones educativas en redes sociales sobre el uso del condón en adolescentes: Revisión sistemática

^a Gómez Flores-Miguel Iván*, ^b Landeros Olvera-Erick Alberto

^a Facultad de Enfermería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Becario de la Dirección General de Educación en Salud.

^b Facultad de Enfermería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Profesor investigador de tiempo completo. Edificio de posgrado. Ubicado en Avenida 25 poniente 1304, colonia Los Volcanes, C.P. 72404 Puebla, Pue.

miguel.go.flo@gmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Debido al confinamiento social por la pandemia, los adolescentes corren el riesgo de adquirir infecciones de transmisión sexual o embarazo no deseado por desinformación. Las redes sociales, son una alternativa que enfermería puede utilizar para realizar intervenciones a distancia sobre educación sexual, pero se desconoce las mejores alternativas que refuercen el uso del condón. Pregunta de investigación: ¿Qué intervenciones para reforzar la confianza en el uso del condón se han realizado en los últimos 4 años en adolescentes mediante el uso de las tecnologías de información de la comunicación?

Objetivo. Analizar la evidencia científica disponible sobre las intervenciones educativas digitales del buen uso del preservativo

a fin de disminuir prácticas de riesgo en adolescentes.

Metodología. Revisión sistemática, se consultaron bases de datos con palabras clave en tres idiomas. Resultados: de 802 intervenciones publicadas, se excluyeron 760 por título, resumen, y una vez analizados a texto completo por inconsistencias o poca claridad en los procedimientos, se incluyeron 6 estudios. Las principales intervenciones fueron videos interactivos sobre el uso del condón. Se utiliza la tecnología móvil para captar participantes y recordatorios por mensajes WhatsApp.

Conclusión. Los hallazgos pueden ser utilizados como un medio alternativo para dar continuidad de cuidados aun bajo confinamiento social a través de las redes sociales.

Palabras clave

Red social, tele-enfermería, autoeficacia, condón.

Due to the social confinement caused by the pandemic, adolescents are at risk of acquiring sexually transmitted infections or unwanted pregnancies due to misinformation. Social networks are an alternative that nurses can use to carry out distance interventions on sexual education, but the best alternatives to reinforce condom use are unknown.

Research question: What interventions to reinforce confidence in condom use have been carried out in the last 4 years in adolescents through the use of information and communication technologies?

Objective: To analyze the available scientific evidence on digital educational interventions on good condom use in order to reduce risk practices in adolescents.

Methodology: In the systematic review, databases were consulted with keywords in three languages.

Results: out of 802 published interventions, 760 were excluded due to title, abstract, and once analyzed in the full text due to inconsistencies or lack of clarity in the procedures, 6 studies were included. The main interventions were interactive videos on condom use. Mobile technology is used to recruit participants and WhatsApp message reminders.

Conclusion: The findings can be used as an alternative means to provide continuity of care even under social confinement through social networks.

Keywords

Social network, tele-nursing, self-efficacy, condom.

Introducción

La crisis sanitaria a raíz de la pandemia de la COVID-19, ha puesto al descubierto la desigualdad educativa y tecnológica en el mundo (García-Cabrero, 2020). Para contener los contagios, los diferentes gobiernos han establecido el confinamiento social, pero con esta acción no solo han puesto en desventaja a los diferentes programas de educación, también se ha afectado la movilización de los educadores de salud, limitando las intervenciones presenciales en los centros escolares sobre diversas temáticas como la educación sexual (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019), al no atenderlo, trae como consecuencias embarazo no deseado, muerte perinatal o infecciones de transmisión sexual (ITS), que en conjunto representan un problema de salud rezagado (OMS, 2020). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), 16 millones de mujeres de entre 15 a 19 años de edad dan a luz cada año y sus complicaciones son la segunda causa de muerte (OMS, 2020). De los 34 países que integran la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), México ocupó el primer lugar de nacimientos de madres adolescentes (OCDE, 2021). El Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), identifica que el 16.2 % de los nacimientos, correspondieron a mujeres adolescentes (INEGI, 2020). En el mismo orden de ideas, según datos de la Secretaría de Salud (SS), las ITS acumularon 882, 907 casos hasta diciembre del 2020, entre las que destacaron SIDA, candidiasis, vulvovaginitis, VPH y sífilis (Boletín epidemiológico de la Secretaría de Salud, 2020). Sin embargo, los datos incluyen varios grupos etarios, y no especifican el grupo de adolescentes, por lo tanto se desconoce la magnitud del problema en este grupo, que indiscutiblemente requiere intervenciones para un desarrollo sexual sano, porque representan un grupo vulnerable para adquirir cualquiera de las ITS mencionadas.

Ante la situación de confinamiento social debido a la pandemia de la COVID-19, el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), representan una oportunidad para reforzar el modelo educativo (García-Cabrero, 2020). Estas intervenciones tele-dirigidas, se pueden aplicar en redes sociales, y dado que los adolescentes ocupan gran parte de su tiempo en WhatsApp, Facebook, YouTube (por ejemplo), parece oportuno aprovechar la atención de los adolescentes a través de estos medios digitales, dado que el confinamiento social ha exacerbado su uso (Reolid-Martínez *et al*, 2020). Es aquí donde cobra importancia el uso de las intervenciones digitales conocidas como tele-salud, de donde emanar las intervenciones de diferentes profesionales, como la disciplina del cuidado que puede hacer uso de la tele-enfermería, recurso tecnológico que se puede utilizar para incentivar las conductas

de salud sexual (Hernandez J, Jimenez A, Perez, 2020). A pesar de la importancia de la tele-enfermería, es necesario investigar sobre las mejores intervenciones publicadas de salud sexual en diferentes disciplinas que tengan como objetivo incrementar el uso del condón para poder replicarse o mejorarse dentro del contexto paradigmático de enfermería. La literatura muestra una variedad de estrategias educativas para abordar a los adolescentes a través de las TIC, con técnicas que se pueden adaptar a un ambiente digital (Landeros, Villa, 2019).

Objetivo

Analizar la evidencia científica disponible sobre las intervenciones educativas digitales del buen uso del preservativo a fin de disminuir prácticas de riesgo en adolescentes.

Materiales y métodos

Con el objetivo de analizar la evidencia científica sobre las mejores intervenciones educativas en adolescentes sobre el uso del condón a través de las tecnologías de la información y comunicación, se realizó una revisión sistemática con base a los lineamientos de la declaración PRISMA (Moher, Liberati, 2009). Pregunta de búsqueda con el formato PICOT-D: ¿Qué intervenciones para reforzar la confianza en el uso del condón y salud sexual han realizado profesionales de la salud en los últimos 4 años en una población adolescente mediante el uso de las TIC?

Tabla 1. Pregunta PICOT-D.

P. Población	I. Intervención	C. Comparación	O. Outcom/ Resultados	T. Tiempo	D. Datos
Adolescentes	Intervenciones sobre el uso del condón y salud sexual mediante el uso de la Tele-enfermería en redes sociales	Realizar una comparación entre las intervenciones, congruencia metodológica y científica en el mundo.	Intervenciones fiables para establecer tele cuidados de calidad.	2016-2020	Bases de datos en la Internet

Fuente. Propia, con base en los lineamientos de la declaración PRISMA.11

Se incluyeron artículos publicados entre el año 2016 al 2020. La búsqueda de información se delimitó a los idiomas español, portugués e inglés. Palabras clave en

español: red social, tele-enfermería, autoeficacia, condón, adolescente, salud sexual. Para el idioma portugués: *rede social, telenfermagem, autoeficácia, preservativo, saúde sexual*. Para el idioma inglés: *social networking, telenursing, self-efficacy, adolescent, sexual health*. Se excluyeron artículos que no contuvieran intervenciones educativas sobre sexualidad o que no consideren intervenciones para el uso del condón a través de las TIC. Se eliminaron artículos a texto completo que no expusieron suficiente información sobre los procedimientos en las intervenciones. Las fuentes de información se consultaron en PUBMED, COCHRANE Library, EBSCO, DIALNET, SCIENCE DIRECT, REDALyC, MEDLINE y Scielo.

Los procedimientos para la selección de artículos fue la siguiente: 1) Búsqueda por palabras clave DeCS (Health Sciences Descriptors, 2017) y MeSH (Sorondo BM, 2015) para los diferentes idiomas. 2) Operadores booleanos para la búsqueda en base de datos en inglés: “((((“ Telenursing ”) AND (“ Adolescents ”) AND (“ Condom”) AND (“Self Efficacy”) AND(“Social Networking”) “) OR (“Telenursing”) OR (“Social Networking”)) AND (“Adolescents”) OR (“Condom”) OR (“Self Efficacy”))) NOT (“Sexual Health”) NOT (“Contraceptive Devices”))”. Se utilizaron los mismos operadores como estrategia de búsqueda en los idiomas español y portugués. 3) Lectura de títulos. 4) Lectura y revisión del resumen. 5) Análisis del texto completo.

Los artículos fueron analizados acorde a los diseños de estudio; por ejemplo, para las revisiones sistemáticas y meta-análisis se utilizó los lineamientos del PRISMA (PRISMA (Moher, Liberati, 2009). Para los ensayos clínicos aleatorizados, bajo la declaración del grupo CONSORT (Moher D, Hopewell S, 2010). Para los estudios de caso, se utilizó la lista de la biblioteca del National Heart, Lung, and Blood Institute (NIH) (Benedetti J-A, 2013). Los otros diseños de estudio fueron analizados bajo el formato IMRyD (Introducción, Metodología, Resultados y discusión) (Orozco M, 2018), e incluyó la evaluación de los videos interactivos (Landeros, 2015).

Resultados/Discusión de resultados

Se identificaron 802 artículos, de los cuales se eliminaron 760, por título 531, por resumen 129, y 100 por otras razones, dando un total de 42 artículos. Para valorar su elegibilidad, se eliminaron 20, 12 por título, 5 por resumen y 3 por otras inconsistencias. De los 22 artículos restantes se eliminaron 16, 5 por título, 5 por resumen y 6 por otras razones, dando un total de 6 artículos incluidos.

En la **Figura 1** se muestra el cribado de los artículos.

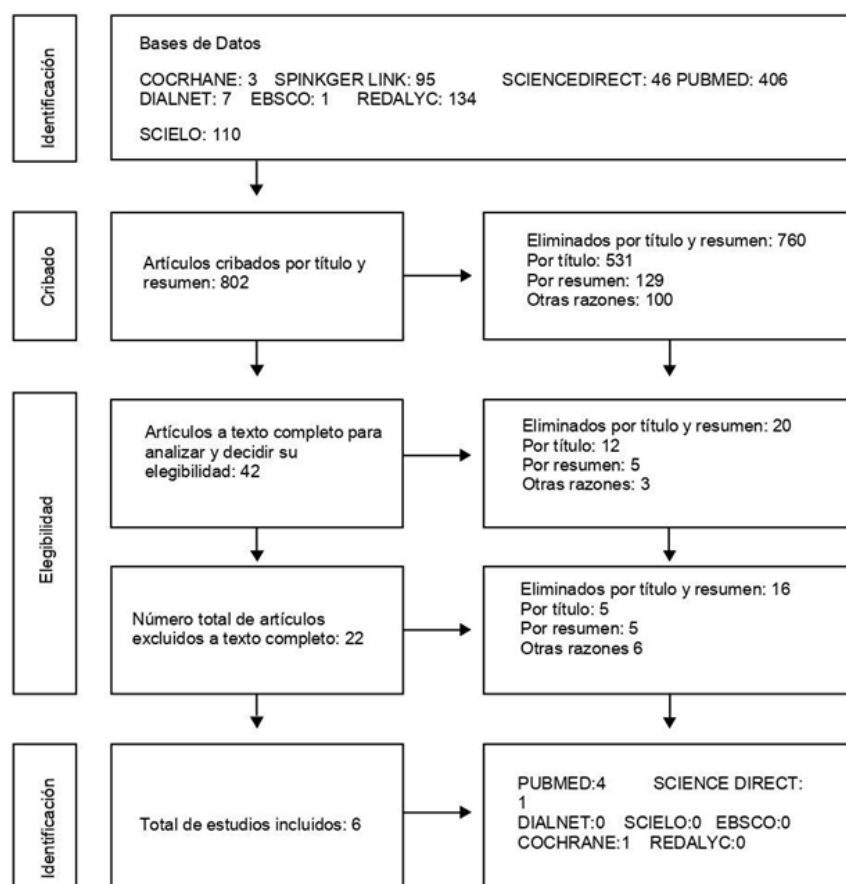


Figura 1. Cribado de artículos.

Las principales disciplinas que publicaron intervenciones para el uso correcto del condón en adolescentes fueron: medicina (49.8 %), psicología, medicina, enfermería como equipos multidisciplinarios de salud (49.8 %), enfermeros y psicólogos (.4 %).

En la Tabla 2 se presenta la síntesis analítica de cada artículo.

Tabla 2. Síntesis de la literatura seleccionada para análisis.

1. Downs, et al. 2018. Disciplina: Medicina y psicología. País: EE.UU. Base: PUBMED, SCIELO, Science Direct. Diseño: Ensayo controlado aleatorio.	
Limitaciones, posibles sesgos y fortalezas.	Intervenciones dirigidas únicamente a mujeres adolescentes. El desgaste general de la aleatorización limitó la generalidad de los hallazgos.
Participante y dosis de intervención.	1317 adolescentes de 14 a 19 años, reclutadas a través de 20 clínicas de salud. Dosis: 17 sesiones en 17 días, cada sesión con duración de 35 minutos.
Resumen de intervenciones y conclusiones	Evaluar el efecto del video interactivo sobre la autoeficacia en el uso del condón. Temáticas: natalidad, riesgo de embarazo, documentales sobre anatomía y funciones reproductivas femeninas, información y obtención de diferentes tipos de anticonceptivos, riesgos de los comportamientos de riesgo, para diversas ITS. Resultados y conclusiones. Aumento significativo de la autoeficacia en la adquisición de preservativos ($p = .025$).
2. Hernández et al., 2019. Disciplina: Enfermería y psicología. País: Colombia. Base: SCIELO. Diseño: Pensamiento de diseño	
Limitaciones, posibles sesgos y fortalezas.	Limitaciones: muestra pequeña pero calculada. No especifica tiempo de la intervención. Fortalezas. Uso de una App móvil (no publica), creada a partir de las necesidades de los participantes.
Participante y dosis de intervención.	Un grupo de 15 jóvenes de 18 a 25 años, que hayan iniciado su vida sexual activa. Dosis: 4 sesiones con duración de 30 minutos cada una.
Resumen de intervenciones y conclusiones	Desarrollar y evaluar una aplicación móvil (App), para el uso del condón, con enfoque de pensamiento de diseño centrado en usuario. Esta aplicación consta de 6 videos: 1-2) uso correcto y consistente del condón masculino, 3) tipo de condones (Juego interactivo), 4) información sobre VIH/sida (Juego interactivo), 5) experiencias de jóvenes y 6) reporte de avances (en línea). Resultados y conclusiones. Este enfoque ofreció una solución práctica para el desarrollo de un prototipo de App móvil para fomentar el uso del condón en jóvenes.
3. Mesheriakova Veronika y Tebb Kathleen, 2017. Disciplina: Medicina. País: EE.UU. Base: Science Direct, PUBMED. Diseño: Estudio prospectivo	
Limitaciones, posibles sesgos y fortalezas.	Limitaciones y sesgos: Muestra pequeña, fue un pilotaje, no se utilizó grupo de comparación para evaluar eficacia de materiales y el conocimiento adquirido. Fortalezas. El uso de esta plataforma digital (Health-E-You, dirección web: https://healthyouinfo.ucsf.edu/), es una intervención aceptable para los adolescentes.
Participante y dosis de intervención.	Mujeres adolescentes de 12 a 18 años, latinas y de diferentes etnias, reclutadas en 3 centros de salud. Dosis: 6 meses de intervención mediante el uso de una tableta, donde se utiliza un modelo test, post test para evaluar las capacidades y el aprendizaje adquirido mediante la plataforma digital.
Resumen de intervenciones y conclusiones	Mujeres adolescentes de 12 a 18 años, latinas y de diferentes etnias, reclutadas en 3 centros de salud. Dosis: 6 meses de intervención mediante el uso de una tableta, donde se utiliza un modelo test, post test para evaluar las capacidades y el aprendizaje adquirido mediante la plataforma digital.

4. Carvalho et al., 2016. Disciplina: psicología, ciencias sociales. País: Portugal, Brasil, Australia y Polonia. Base: PUBMED, Science Direct, Spink link. Diseño: Ensayo controlado aleatorio

Limitaciones, posibles sesgos y fortalezas.	Limitaciones: muestra conformada por hombres adolescentes y adultos jóvenes. No hubo cegamiento en la intervención. Fortalezas: La intervención con las TIC son una estrategia para promover cambios conductuales de salud para mejorar la intención de uso del condón y la autoeficacia.
Participante y dosis de intervención.	Muestra de 159 hombres (18 a 25 años), reclutados de varios centros de formación profesional. Grupo Experimental (GE), n=144 participantes y para el Grupo Control (GC), n=203 participantes Dosis: 3 mediciones, cada 2 semanas por 1 mes.
Resumen de intervenciones y conclusiones	El GE, tuvo información a través de una pantalla en donde leían expectativas de resultados positivos para el uso del condón. Temas: variedad de condones (sabores, colores y texturas), compra y mantenimiento de los mismos y lo divertido que puede ser usarlos en las relaciones sexuales, protección contra VIH e ITS. Las intervenciones incluyeron expresar logros de ejecución para desencadenar ideas sobre la autoeficacia y acciones de mantenimiento. Por último se impulsó el conocimiento mediante enlaces privados de internet para obtener más información sobre el uso del preservativo. Resultados y conclusiones. El uso del preservativo fue mayor en el GE que en el GC y resultó estadísticamente significativo ($p=.03$).

5. Burns et al., 2016. Disciplina: Medicina. País: Australia. Base: COCRHANE. Diseño: Revisión sistemática

Limitaciones, posibles sesgos y fortalezas.	Limitaciones: La mayoría de los ensayos clínicos aleatorios (ECA) identificados no aplicaron riesgo de sesgo COCHRANE. No se realizó meta-análisis, Fortalezas. Las intervenciones realizadas con tecnología móvil pueden proporcionar beneficios en cuanto al aumento de conductas de salud sexual más seguras.
Participante y dosis de intervención.	Diez ECA fueron elegibles e incluidos dentro los resultados, y evalúan la intención del uso del condón utilizando telefonía móvil. Dosis: Búsqueda de artículos en un intervalo de 1999- 2015. Dosis de intervención en promedio de cada ECA: 1 a 2 meses, con 3 sesiones de tiempo menor a 1 hora.
Resumen de intervenciones y conclusiones	Las intervenciones a través de móvil fueron mensajes de texto informativos y motivacionales con recordatorios sobre sesiones. Se informó mediante el uso de videos el uso correcto del condón. Resultados y conclusiones. Cuatro ECA mostraron cambios significativos en el comportamiento de salud sexual ($p < .05$). También se exploró el uso de SMS para aumentar el conocimiento de salud sexual lo cual resultó significativo (IC del 95%; 1,11 a 2,77). Dos ECA compararon la eficacia de los mensajes de texto enviados a través del móvil, informando también sobre VIH mediante un video informativo, sin diferencia significativa ($p=.39$) en 12 semanas. Dos ECA evaluaron el efecto de una intervención de mensajes de texto durante 3 meses para mejorar el uso de condones entre los jóvenes. El 87.5 % de los participantes informaron que los mensajes de texto son útiles en la decisión de usar o no condón.

Fuente: Propia, con base en la evidencia seleccionada.

Síntesis de resultados

Se observa en conjunto que las principales intervenciones fueron: a) videos informativos con temáticas como uso correcto del condón, tipos de anticonceptivos, tipos de condones, sabores, texturas, precios, dónde comprar y resguardo correcto; b) videos interactivos sobre las consecuencias que conlleva no usar un condón como dispositivo anticonceptivo, barreras de uso del condón y formas para prevenir cualquier ITS; c) uso de la tecnología móvil para captar a los participantes, capturar datos sociodemográficos y evaluar mediante encuestas e instrumentos de medición para llegar al resultado; d) recordatorios por vía mensaje de texto, ya sea por SMS o por Whatsapp, esto para recordar al sujeto que la intervención está a punto de empezar y enviar mensajes para motivar la utilización del condón, e) uso de aplicaciones móviles, que son descargadas de tiendas digitales o construcción de App diseñadas por los propios investigadores para enseñar a los participantes sobre salud sexual.

Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la evidencia científica disponible sobre las intervenciones digitales del buen uso del condón a fin de disminuir prácticas de riesgo en adolescentes, el análisis de la información que resultó de la revisión sistemática, se plantea a continuación. La organización y rigurosidad de la búsqueda de literatura por medio de las palabras clave y los operadores booleanos dio pauta a un número amplio de artículos publicados y sus respectivas intervenciones, lo cual se corroboró mediante el cribado de los artículos. En todos ellos, se observó el uso de las plataformas digitales y App para teléfono móvil y sus variantes electrónicas, para enseñar el uso correcto del condón; así mismo, Burns *et al.*, realizaron una revisión de la literatura con el objetivo de identificar intervenciones de salud sexual realizadas por tecnologías móviles para sustentar su fiabilidad. Sin embargo, se identificó que solo un artículo usó listas de cotejo del CONSORT, por lo tanto, los ensayos clínicos identificados, no están libres de sesgos metodológicos. Por otro lado, Hernández, Benavides, González y Onofre, realizaron un prototipo de aplicación móvil centrado en las necesidades del usuario, bajo un diseño cualitativo, abarcó varios escenarios o temas de sexualidad, sus resultados fueron significativos, y su fortaleza versa en la personalización del cuidado a través del dispositivo móvil, tecnología ahora muy común entre los adolescentes para mantenerse comunicados. Mesheriakova y Tebb tuvieron éxito con la implementación de una intervención interactiva basada en el iPad para mejorar las

intenciones del uso del condón mediante un juego interactivo de verdad o mito. Su fortaleza es que el programa está abierto en un sitio web interactivo, sin embargo no consideró un grupo control para realizar evaluación de contraste, situación que limita la confiabilidad de los resultados, se considera un área de oportunidad para mejorar los procedimientos en intervenciones futuras.

En contraste, Calvalho *et al.*, contrastaron dos grupos de intervención, examinaron el aumento del uso de preservativos mediante el tratamiento psicológico, esto con apoyo de computadoras donde se impartieron las estrategias de aprendizaje. Los niveles de autoeficacia incrementaron significativamente en comparación con el grupo control. En el mismo orden de ideas, Downs Julie *et al.*, realizaron un ensayo controlado en adolescentes mediante videos educativos para aumentar la autoeficacia percibida por mujeres sobre el uso de preservativos, la intervención tuvo un efecto positivo, las participantes informaron que percibían una mayor autoeficacia en la adquisición de condones después de un tiempo determinado, en comparación con el grupo control, este programa de videos es una promesa para poder mejorar la autoeficacia percibida y puede ser un precursor importante en el cambio de comportamiento.

Conclusiones

Conocer las estrategias educativas tele-dirigidas utilizando las TIC en adolescentes, es una herramienta valiosa y alternativa, pero útil para contribuir al sector salud con otras estrategias basadas en evidencia científica, que contribuyan a prevenir problemas de salud pública durante el confinamiento social por la COVID-19 y en el futuro tomarse como un mecanismo que refuerce las clases presenciales en los programas escolares de sexualidad de adolescentes, utilizando la tele-enfermería como una herramienta de trabajo en futuras pandemias que impidan el cuidado personalizado.

Referencias bibliográficas

- [1] García-Cabrera. (2020). COVID-19: impacto, desafíos y oportunidades para la Educación. 2020, de Universidad Autónoma de México. <https://unamglobal.unam.mx/COVID-19-impacto-desafios-y-oportunidades-para-la-educacion/>
- [2] Organización Mundial de la Salud. (2019) Infecciones de transmisión sexual. 2020, OMS. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-\(stis\)#:~:text=todo%20el%20mundo.,Cada%20d%C3%ADa%2C%20m%C3%A1s%20de%20un%20mill%C3%B3n%20de%20personas%20contraen%20una,y%20tricomoni%C3%A1s%20\(156%20millones\).](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-(stis)#:~:text=todo%20el%20mundo.,Cada%20d%C3%ADa%2C%20m%C3%A1s%20de%20un%20mill%C3%B3n%20de%20personas%20contraen%20una,y%20tricomoni%C3%A1s%20(156%20millones).)
- [3] Organización Mundial de la Salud (2020). El embarazo en la adolescencia. 2020. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-pregnancy#:~:text=Tasas%20de%20natalidad&text=En%20las%20Estad%C3%ADsticas%20Sanitarias%20Mundiales,altas%20las%20del%20%C3%81frica%20Subsahariana.>
- [4] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2021) Tasas de fertilidad. 2021. OCDE. <https://data.oecd.org/pop/fertility-rates.htm>
- [5] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. (2021). Natalidad y Fecundidad. INEGI. 2021. <https://www.inegi.org.mx/temas/natalidad/>
- [6] Boletín epidemiológico de la Secretaría de Salud. Número 52, (22 a 28 de diciembre del 2020). Infecciones de transmisión sexual. 2020 <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-231750>
- [7] Reolid-Martínez, Flores Copete, López-García. (2016) Frecuencia y características de uso de Internet por adolescentes españoles. Un estudio transversal. Arch. argent. Pediatr. Vol-2, no.4. pp. 6-13. 2020. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752016000100003&lang=es
- [8] Hernández J, Jiménez A, Pérez I. (2020) La comunicación espectral en el cuidado de enfermería y los riesgos de la virtualidad. RCyS. Vol-10, no.2. pp. 625-635. 2020. [Online] Disponible en: <http://www.revistadecomunicacionysalud.es/index.php/rcys/article/view/242/198>
- [9] Carvajal Flores L, Vasquez Vargas L. (2016). Conocimiento, práctica y percepción de enfermeras respecto a tele-enfermería como estrategia de continuidad del cuidado. Enfermería. Vol-5, no. 2. pp. 25-33. 2016. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2393-66062016000200004&lang=pt
- [10] Villa A, Landeros E, Manjarres N, Benavides R. (2019). Adaptation, acceptability, and piloting of “Usando Condón”. An intervention for increasing perceived male condom use self-efficacy among Mexican adolescents. Nova Scientia. Vol-12, no. 25. pp. 1-25. 2019 https://www.researchgate.net/profile/Alma_Villa3/publication/344501319_Adaptacion_aceptabilidad_y_pilotaje_de_Usando_Condon_Una_intervencion_para_incrementar_la_autoeficacia_percibida_del_uso_del_condon_masculino_en_adolescentes_mexicanos/links/5f7cdb16299bf1b53e1307ac/Adaptacion-aceptabilidad-y-pilotaje-de-Usando-Condon-Una-intervencion-para-incrementar-la-autoeficacia-percibida-del-uso-del-condon-masculino-en-adolescentes-mexicanos.pdf
- [11] Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group. (2009). Elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis: la declaración PRISMA. J Clin Epidemiol 2020. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0895435609001796>
- [12] Health Sciences Descriptors: DeCS. ed. (2017). São Paulo (SP): BIREME / PAHO / WHO. 2020. <http://decs.bvsalud.org/I/homepagei.htm>

- [13] Sorondo BM. (2015). PubMed Guide/Guía de PubMed. U.S. Florida International University Libraries. 2020. <http://libguides.fiu.edu/PubMed/pubmedspanish>
- [14] Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, Elbourne D, Egger M, Altman DG. CONSORT 2010 explicación y elaboración: guías actualizadas para informar ensayos aleatorios de grupos paralelos. *J Clin Epi* 2010; 63 (8): e1-e37.
- [15] Benedetti J-A. (2013). "Evaluating Health Web Sites". (Del curso: "From Snake Oil to Penicillin: Evaluating Consumer Health Information on the Internet"). Sitio web de la Red Nacional de Bibliotecas de Medicina. 2020 <https://nnlm.gov/mar/guides/consumer-health>
- [16] Orozco M. (2018). Recomendaciones para escribir un artículo científico: principios y estructura general. *RIADS*. Vol-2, no.2, pp. 8-9. 2020. https://www.researchgate.net/publication/330180183_RECOMENDACIONES_PARA_ESCRIBIR_UN_ARTICULO_CIENTIFICO_PRINCIPIOS_Y_ESTRUCTURA_GENERAL
- [17] Landeros E. (2015). Escribir para la ciencia del cuidado: un reto metodológico. *Research*. Vol-2, no. 2, pp. 6-9. 2020. https://www.researchgate.net/publication/277247583_Escribir_para_la_ciencia_del_cuidado_un_reto_metodologico
- [18] Romero-Luis, Carbonell-Alcocer, Gertrudix Barrio. (2020). Interactive multimedia video article, an innovative format for scientific communication. *Eumed*. Vol. 18, no. 18, pp. 90-110. 2020. https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Gertrudix/publication/343351332_El_video_articulo_multimedia_interactivo_un_formato_innovador_para_la_comunicacion_cientifica/links/5f24b07992851cd302ce932e/El-video-articulo-multimedia-interactivo-un-formato-innovador-para-la-comunicacion-cientifica.pdf
- [19] Downs J, Ashcraft A, Murray P, Berlan E, de Bruin B, Fischhoff B. *et al.* (2018). Video Intervention to Increase Perceived Self-Efficacy for Condom Use in a Randomized Controlled Trial of Female Adolescents. *J Pediatr Adolesc Gynecol*. Vol-31. No. 3, pp. 291-298. 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5938151/pdf/nihms941414.pdf>
- [20] Hernández Torres J, Benavides Torres R, Gonzáles y González V. y Onofre Rodríguez Dora. (2016). Mobile Prototype for the Promotion of Condom Use in Mexican Youth: a Case Study. *ECIMED*. Vol- 11, no. 2, pp. 65-79. 2020. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinfmed/cim-2019/cim192g.pdf>
- [21] Mesheriakova V. y Tebb K. Effect of an iPad-Based Intervention to Improve Sexual Health Knowledge and Intentions for Contraceptive Use Among Adolescent Females at School-Based Health Centers. *Clinical Pediatrics*. 2017;50 (13): 1227-1234.
- [22] Carvalho T, Joao M., Pereira C. y Schwarzer R. Stage-Based Computer-Delivered Interventions to Increase Condom Use in Young Men. *International Journal of Sexual Health*. 2016; 28(2): 176-186
- [23] Burns K, Keating P. y Free C. (2018). A systematic review of randomized control trials of sexual health interventions delivered by mobile technologies. *BMC Public Health*. Vol. 16, no. 2, pp. 778-791. 2020. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4982424/pdf/12889_2016_Article_3408.pdf
- [24] Bailey J, Webster R, Griffin M, Freemantle N, Hunter R, Rait G. *et al.* (2016) The Men's Safer Sex Trial: A feasibility randomized controlled trial of an interactive digital intervention to increase condom use in men. *DIGITAL HEALTH*. Vol- 2, no. 1, pp. 1-12. 2020 <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/205520761667900z>

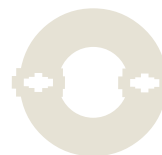
Las microvesículas secretadas de *Klebsiella pneumoniae* son inmunogénicas: posible aplicación como nano-plataformas para el desarrollo de vacunas

^aSánchez, Palacios-Dulce María*, ^bGonzález, Vázquez-María Cristina,
^bLozano, Zaráin-P, ^{a,b}Carabarán, Lima-Alejandro

Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla, Edificio EMA-6, Ciudad Universitaria, Colonia San
Manuel, Puebla, Puebla, C.P. 7257.

Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edif. IC11, Ciudad Universitaria. Col. San
Manuel, Puebla, Puebla. C.P. 72570.

*dulce.mbb71@gmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Actualmente, las infecciones intrahospitalarias representan uno de los principales problemas de salud pública, según estimaciones de la OMS, en México hay 450, 000 infecciones relacionadas con la atención sanitaria y 32 muertes por cada 100, 000 habitantes cada año. Una de las bacterias más importantes a la que se le atribuye este tipo de infecciones es *Klebsiella pneumoniae*, patógeno causante de infecciones en tracto urinario, respiratorio y septicemias. *K. pneumoniae* pertenece al grupo de bacterias denominado “ESKAPE” caracterizados por su multidrogorresistencia. Por otra parte, se ha documentado que las bacterias gramnegativas producen microvesículas de membrana externa (OMV) como un mecanismo de

secreción de factores de virulencia que favorecen la patogénesis bacteriana. En este trabajo se purificaron e inmunizaron las OMVs secretadas de *K. pneumoniae* con la finalidad de evaluar su inmunogenicidad, los resultados obtenidos demostraron su capacidad para inducir anticuerpos del tipo IgG, específicamente IgG2b e IgG3, lo que indica una activación específica de la respuesta inmune humoral. Las propiedades inmunogénicas de estas OMVs de *K. pneumoniae* las proyectan como excelentes candidatas para el desarrollo de una vacuna experimental contra *K. pneumoniae* y más aun, poder evaluarlas como plataformas acarreadoras para el desarrollo de vacunas contra otros microorganismos como los virus.

Palabras clave

Red social, tele-enfermería, autoeficacia, condón.

Abstract

Currently, hospital infections represent one of the main public health problems. According to WHO estimates, in Mexico, there are 450, 000 healthcare-related infections and 32 deaths per 100, 000 inhabitants each year. One of the most important bacteria that contribute to this type of infection is *Klebsiella pneumoniae*, a pathogen that causes infections in the urinary and respiratory tract and septicemia. *K. pneumoniae* belongs to the group of bacteria called “ESKAPE” characterized by its multidrug resistance. On the other hand, it has been documented that gram-negative bacteria produce outer membrane microvesicles (OMV) as a secretion mechanism of virulence factors that promote bacterial pathogenesis. In this work the secreted OMVs of *K. pneumoniae* were purified and immunized to evaluate their immunogenicity, the results obtained demonstrated their ability to induce IgG antibodies, specifically IgG2b and IgG3, which indicates a specific activation of the humoral immune response. The immunogenic properties of these OMVs *K. pneumoniae* allow us to propose them as excellent candidates for the development of an experimental vaccine against *K. pneumoniae* and even more, to be able to evaluate them as carrier platforms for the development of vaccines against other microorganisms such as viruses.

Keywords

Microvesículas, *Klebsiella pneumoniae*, vacunas.

Glosario de abreviaturas y símbolos

μl, microlitro (0.001 ml)

nm, medida de absorbancia

CENAVECE, Centro Nacional De Vigilancia Epidemiológica y Control De Enfermedades

ESKAPE, grupo de bacterias multidrogoresistentes donde se nombran *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter cloacae*

IAAS, Infecciones asociadas a la atención de la salud

IDSA, Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas

IIH, Infecciones intrahospitalarias

MDR, multidrogoresistentes

OMV, vesícula de membrana externa (outer membrane vesicle)

OMS, Organización Mundial de la Salud

RHOVE, Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica

Introducción

Infecciones intrahospitalarias y la resistencia a antibióticos: problemas de salud pública

Las infecciones intrahospitalarias (IIH), también conocidas como infecciones nosocomiales, son aquellas que aparecen durante el ingreso a un hospital y afectan a diversos grupos de personas entre los que destacan principalmente personas sanas sin antecedentes de padecimientos relacionados con estas y pacientes hospitalizados inmunocomprometidos [1]. No obstante, este tipo de infecciones no se limita formalmente a aquellas que son adquiridas en un hospital, por el contrario, también se referencian como infecciones asociadas a la atención de la salud (IAAS) debido a que pueden ser contraídas en todos aquellos espacios donde se brinda atención y tratamiento médico como centros de rehabilitación o en clínicas y laboratorios de diagnóstico [2].

El inicio formal de las infecciones intrahospitalarias se remonta al comienzo mismo de los hospitales en el año 325 de nuestra era, cuando estos son creados como expresión de caridad cristiana para los enfermos [3]. Durante más de 1000 años los hospitales mezclaron toda clase de pacientes en sus salas y como resultado las epidemias existentes en ese entonces como tifus, cólera, viruela, fiebre tifoidea, puerperal por mencionar algunas, fueron introducidas y propagadas a los enfermos afectados de procesos quirúrgicos y de otra índole [4].

Con la evolución de la humanidad y el desarrollo de nuevos conocimientos se comenzaron a implementar diversas medidas que permitieron un control parcial del avance de estas enfermedades, entre los hombres que destacaron por sus aportes al conocimiento inicial de las IIH se puede mencionar a Sir John Pringle, quien fue el primero que defendió la teoría del contagio animado como responsable de las infecciones nosocomiales y el precursor de la noción de antiséptico [5]; James Simpson, que realizó el primer estudio ecológico sobre las IIH, donde relacionó cifras de mortalidad por gangrena e infección posterior a una amputación, con el tamaño del hospital y su masificación; Joseph Lister estableció en 1885 el uso del ácido carbólico, o fenol, para realizar la aerosolización de los quirófanos, lo que se considera el origen propiamente dicho de la asepsia, además de ser quien introdujo los principios de la antisepsia en cirugía [4], [5].

En nuestro días, diversos estudios de la etiología de estas infecciones han permitido conocer con exactitud todos aquellos factores que favorecen la aparición de estas infecciones y que en su mayoría están relacionados con el entorno clínico. Estos abarcan transmisión por el personal médico, la utilización de equipos e instrumentos contaminados entre los que destacan aquellos asociados a ventilación mecánica o sondaje uretral; el ingreso de microorganismos oportunistas después de una cirugía o procedimiento que compromete la barrera cutánea como infección de las incisiones quirúrgicas o lesiones de la piel y de las membranas mucosas; inhalación de aerosoles infectados, la diseminación hematógena a partir de otro foco de sepsis, a través de las intervenciones diagnósticas, quirúrgicas y terapéuticas e inclusive por tratamientos prolongados con antibióticos [6].

Uno de los principales tratamientos que se ha implementado para las infecciones nosocomiales, específicamente en aquellas que derivan de la exposición a agentes patógenos bacterianos, ha sido tratamiento con antibióticos, mismo que ha logrado reducir considerablemente la mortalidad atribuida a estas enfermedades infecciosas [7]. Por consiguiente, junto con las infecciones nosocomiales se presenta a la par otra de las problemáticas de alerta a nivel mundial: la resistencia a antibióticos desarrollada por las bacterias causantes de estas.

El descubrimiento de los antimicrobianos marcó un hito en la medicina. Fue un descubrimiento revolucionario que permitió controlar las infecciones que eran catalogadas como una de las principales causas de muerte. En el año de 1941, Selman Waksman acuñó el concepto de antibiótico que en la actualidad se referencia como antimicrobiano [8]. Este término hace alusión a aquellas sustancias que tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de las bacterias e incluso causar su muerte [9].

Aunque no hay una fecha exacta que permita definir cuándo es que los antimicrobianos comenzaron a ser relevantes para la humanidad se puede mencionar que Paul Ehrlich, a comienzos del siglo XX, descubrió la arsfenamina conocida en ese entonces como salvarsán. Este primer antimicrobiano denominado por Ehrlich como la “bala mágica” debe su popularidad debido a que fue el primer tratamiento eficaz contra la sífilis [10]. Años más tarde, en 1928, Alexander Fleming, demostró accidentalmente el efecto bactericida de un hongo, *Penicillium*, en un plato de cultivo. Fleming en conjunto con Howard Florey y Ernst Chain, científicos de Oxford, realizaron la purificación bioquímica del producto, siendo estos dos últimos lo que lograron aislar el agente antibiótico hazaña que les valió el premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1945 [9], [10].

Desde el descubrimiento de estas sustancias, su amplio uso en la medicina ha sido uno de los grandes pilares que ha permitido el desarrollo de procedimientos médicos complejos como la amputación quirúrgica, el trasplante de órganos, el manejo de pacientes con cáncer, entre muchos otros [11]. Hoy en día, el uso no conmensurado y tratamientos prolongados con antibióticos con la finalidad de controlar a las IIH ha traído como consecuencia la potenciación del desarrollo de cepas resistentes de los microorganismos patógenos causales. Es por ello que la Organización Mundial de la Salud ha decretado a la resistencia antimicrobiana como uno de los principales problemas del siglo XXI [12].

A su vez, la presencia de estos microorganismos multirresistentes, también conocidos como superbacterias, se traduce en graves problemas para el sistema sanitario entre los que destacan costes y mortalidad de los pacientes que las padecen. En el año 2009 fue introducido el término “ESKAPE” por la Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas (IDSA), mismo que hace referencia a los patógenos como *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter species* [12], [13].

La importancia de estas bacterias MDR pertenecientes al grupo “ESKAPE” radica en su elevada incidencia en las infecciones intrahospitalarias, que en los últimos años han ido en aumento. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud en México hay 450, 000 infecciones relacionadas con la atención de la salud y 32 muertes por cada 100, 000 habitantes cada año, sus costos médicos anuales se acercan a los 1, 5 mil millones [14]. Por otro lado, algunos informes muestran que la prevalencia de las infecciones puede llegar al 21 % de los casos hospitalizados, o incluso al 23 % en la unidad de cuidados intensivos [15], [16]. Estas cifras duplican o triplican los estándares internacionales definidos para este tipo de infecciones.

En México la Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE) está encargada de la vigilancia de las IAAS. Esta red aporta y establece los indicadores que permiten tener acceso a la información necesaria para la evaluación y seguimiento de vigilancia epidemiológica de IAAS. La RHOVE cuenta con una NOM: NOM-045-SSA2-2005 la cual estipula que los hospitales del sector público, social y privado que integran al Sistema Nacional de Salud deben reportar las IAAS directamente a la RHOVE. Sin embargo, en 2015, las unidades adscritas fueron 385, de las cuales solo 378 realizaron al menos una captura durante el año. Esto equivale al 8.5 % de las unidades hospitalarias registradas en ese mismo año [17], [18].

De acuerdo con lo reportado en un informe de la Secretaría de Salud en conjunto con el Centro Nacional De Vigilancia Epidemiológica y Control De Enfermedades (CENAVECE) en un reporte correspondiente al periodo comprendido entre 2005-2007, los microorganismos de mayor relevancia que se aislaron de infecciones nosocomiales en el país se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales microorganismos patógenos aislados de infecciones nosocomiales.

Sitio	Microorganismo	% de infecciones
Neumonía	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	20
	<i>Pseudomonas spp</i>	15
	<i>P. aeruginosa</i>	15
	Otros	14
	No se aisló	36
Infecciones de herida quirúrgicas superficiales	<i>E. cloacae</i>	10
	<i>E. coli</i>	32
	<i>P. aeruginosa</i>	21
	Otros	11
	No se aisló	26
Infecciones de herida quirúrgicas profundas	<i>E. coli</i>	25
	<i>S. aureus</i>	25
	<i>P. aeruginosa</i>	10
	Otros	23
	No se aisló	17
Infecciones de vías urinarias	<i>E. coli</i>	42
	<i>S. aureus</i>	12
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	8
	<i>E. cloacae</i>	8
	Otros	9
	No se aisló	21
Bacteriemia primaria	<i>E. coagulasa negativo</i>	19
	<i>S. marcescens</i>	19
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	15

Así mismo, datos más actualizados correspondientes al último informe de las unidades RHOVE, en el año 2016 las principales IAAS notificadas fueron bacteriemia, neumonía e infecciones de vías urinarias como se muestra en la Tabla 2 [18].

Tabla 2. Principales IAAS en las unidades hospitalarias de la RHOVE.

Tipo de infección	Total de hospitales	Porcentaje (%)
Bacteriemia	14, 856	24
Neumonía	12, 851	20.7
Infecciones de vías urinarias	9, 750	15.7
Infecciones de sitio quirúrgico	9, 301	15
Otras	15, 211	24.6
Total	61, 969	100

Entre los patógenos más comunes en la neumonía, principalmente asociada a ventilación mecánica (NAV) fueron bacilos gramnegativos, que se reportaron en más de 60 % de los casos y donde destacaron por su frecuencia *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* y *Klebsiella pneumoniae* [18].

Importancia de *Klebsiella pneumoniae* en infecciones intrahospitalarias

K. pneumoniae es considerada como la especie de mayor relevancia clínica del género *Klebsiella* debido a que desempeña un papel importante como causante de las enfermedades infecciosas oportunistas. El género fue llamado así en honor a Edwin Klebs, microbiólogo alemán. Esta bacteria es responsable de causar diversas patologías entre las que destacan infecciones del tracto urinario, neumonías, sepsis, infecciones de tejidos blandos e infecciones de heridas quirúrgicas [19], [20], [21]. Las infecciones del sistema respiratorio en humanos son causadas sobre todo por los tipos capsulares 1 y 2; las del sistema urinario por los tipos 8, 9, 10 y 24 [19], [22].

K. pneumoniae es un patógeno causante de infecciones intrahospitalarias, de hecho, las especies de *Klebsiella* se encuentran entre las 10 bacterias más patógenas causantes de este tipo de infecciones. Se dice que una bacteria es patógena cuando alcanza tejidos fuera de su sitio de residencia como parte de la microbiota normal. En humanos sanos, la prevalencia de colonización con *K. pneumoniae* es de 5-35 %

en el colon y 1-5 % en la bucofaringe; por lo general, la piel se coloniza solo de manera transitoria [23]. Cuando el sistema inmune del hospedero es inadecuado, sobre todo en la lactancia, vejez, en las etapas terminales de otras enfermedades después de la inmunosupresión o en pacientes con catéteres venosos o sondas uretrales permanentes, pueden presentarse infecciones importantes circunscritas y las bacterias pueden llegar al torrente sanguíneo y producir septicemia [22][23]. *Klebsiella* coloniza mucosas y la piel de pacientes hospitalizados, causando sobre todo infecciones del tracto respiratorio y del tracto urinario, y en personas con comorbilidades se comporta como un patógeno oportunista, especialmente en pacientes inmunocomprometidos.

***Klebsiella pneumoniae*: el agente causal**

Klebsiella pneumoniae es una bacteria gramnegativa que forma parte de la familia de las Enterobacterias caracterizadas por tener una morfología de bacilo, descrita como no móvil, sin embargo, en un estudio realizado por Carabarin-Lima y colaboradores se demostró la presencia de un flagelo polar el cual le proporciona movilidad [24], es anaerobia facultativa, se encuentra como células individuales y posee cápsula. En cultivos, que comúnmente se realizan sobre placas de agar chocolate y agar sangre, la visualización de *Klebsiella* permite distinguir morfologías de cápsulas de gran tamaño y regulares. Sus colonias se caracterizan por ser grandes y muy mucoides y tienden a experimentar coalescencia con la incubación prolongada [22].

Las especies de *Klebsiella* son ubicuas debido a que tienen una gran capacidad de adaptarse a diferentes nichos ecológicos y hospederos de diferentes especies. Aunado a esto *Klebsiella* puede encontrarse ampliamente distribuida en diferentes hábitats como aguas residuales o plantas. Esta bacteria es un patógeno oportunista, común en humanos y otros animales mamíferos donde coloniza principalmente las mucosas. La microbiota nasofaríngea, especialmente la del tracto gastrointestinal, son los reservorios de esta bacteria [25][26].

K. pneumoniae forma grandes cápsulas que constan de polisacáridos (antígenos K) que recubren los antígenos somáticos (O u H) y usualmente actúan como un factor determinante en la virulencia de la bacteria. Por su parte, los determinantes antigénicos permiten hacer la clasificación de serotipos, que para esta bacteria en particular se reportan 77 diferentes. La cápsula tiene la función de brindar protección a este microorganismo contra diferentes mecanismos inmunológicos, por los cuales estos pueden ser internalizados, destruidos y procesados para la presentación antigénica como la fagocitosis por parte de leucocitos

polimorfonucleares y de los factores bactericidas séricos, inhibiendo la activación del complemento, especialmente de C3b [27][28][26].

El proceso infeccioso por parte de *Klebsiella* comienza con la adherencia del microorganismo a las células del hospedero a través de pilis ubicados en la superficie bacteriana, de las cuales existen dos tipos predominantes en *Klebsiella spp*: el tipo 1 y el tipo 3 [29]. El tipo 1, asociado en la patogénesis de las infecciones del tracto urinario [26][30], mientras que el tipo 3 interviene en la adherencia a las células endoteliales y en los epitelios del tracto respiratorio y urinario [31]. Su adherencia a las células del tracto respiratorio afecta la resistencia a la colonización, lo cual conlleva a la proliferación de patógenos potenciales y puede conducir a neumonía, principalmente en pacientes con ventilación mecánica [31].

Klebsiella tiene otros factores de virulencia que le otorgan resistencia a la destrucción por parte del sistema inmune de los hospederos como son la activación del complemento por algunas cepas con lipopolisacáridos (LPS) liso expuestas en la superficie celular (con o sin antígeno K) que son resistentes a la muerte mediada por complemento [31][32], la captación de hierro a través de agentes quelantes conocidos como sideróforos y la producción de citotoxinas, enterotoxinas y hemolisinas [28][32].

Aunado a todo lo anterior *K. pneumoniae* está caracterizada por ser un microorganismo nosocomial capaz de secretar naturalmente LPS y proteínas al medio extracelular durante sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo bacteriano sin importar el medio en el que se encuentre: tanto *in vitro* como *in vivo*. Este mecanismo es considerado como uno de los factores de virulencia más característicos de esta bacteria y es comúnmente conocido como secreción de vesículas de membrana externa (OMV, por sus siglas en inglés), también llamadas microvesículas.

Microvesículas de membrana externa

Las bacterias gramnegativas patógenas y comensales tienen la capacidad de producir vesículas de la membrana externa como subproductos de su crecimiento natural microbiano. No obstante, diversos estudios apuntan a que la secreción de estas microvesículas corresponde a un mecanismo de secreción de una gran variedad de factores de virulencia separados de la célula bacteriana, entre los que se incluye la resistencia a antibióticos. Estas son ampliamente estudiadas debido a que se sabe que contribuyen a la patogénesis bacteriana mediante el tráfico de un

cargo molecular y la transmisión de enfermedades infecciosas desde las membranas bacterianas hasta las células diana en la interacción huésped-patógeno [33].

Las OMV, generalmente son liposomas esféricos que varían de aproximadamente 20 nm a 250 nm de tamaño. Estas son complejos moleculares que consisten principalmente de lipopolisacáridos, proteínas: de membrana externa, periplásmicas y citoplasmáticas, lípidos [34]. Diversos análisis en torno a estas microvesículas han comprobado que dentro de ellas se contienen diversos componentes bacterianos entre los que destacan ADN, ARN, lipopolisacárido (LPS), proteínas, enzimas y peptidoglucano [33], todos los componentes anteriormente mencionados se encuentran de igual forma dentro de la bacteria y la única diferencia que existe entre ambos es que aquellos que están contenidos en las OMV no tienen la capacidad de ser replicativos.

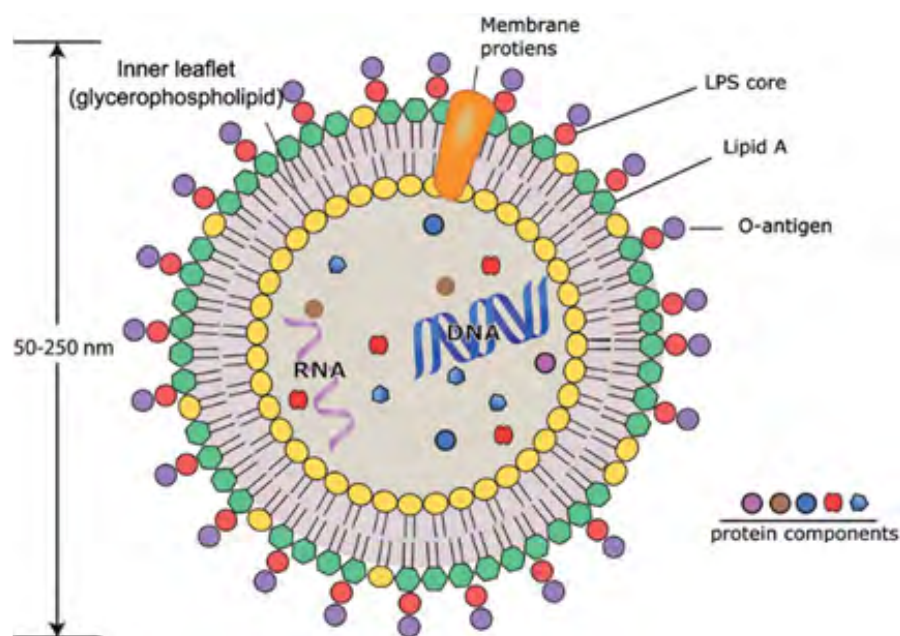


Figura 1. Diagrama esquemático de una vesícula de membrana externa, también denominada como microvesícula (OMV) donde se muestran los diferentes componentes que conforman su envoltura entre los que destacan el LPS y los antígenos O; y el contenido localizado en su interior (proteínas, ADN bicatenario, ARN, plásmido, etc.)

La importancia de incursionar en la investigación de los OMV es que, para los campos de infectología e inmunología, estas podrían ser un punto clave en el desarrollo de nuevas alternativas de interés clínico, como es el desarrollo de vacunas que permitan proponer innovaciones en el tratamiento de las infecciones nosocomiales. Todo lo anterior basado en los reportes de que estas moléculas son fundamentales ya que permite a los patógenos un mecanismo más rápido de establecimiento de la infección y desarrollo de la respuesta inmune, comenzando con la inflamación en el huésped.

Impacto en el estado de Puebla

Aunque no se conoce el número real de casos de IAAS en el estado de Puebla, la Organización Mundial de la Salud pronostica que los casos de infección en países en vías de desarrollo es alto, por lo tanto el desarrollo de una vacuna terapéutica o profiláctica contra *Klebsiella pneumoniae* reduciría significativamente los casos de infecciones asociadas a la atención de la salud, esto repercutiría significativamente en la disminución de costos generados por la atención post hospitalaria de estos pacientes en el estado de Puebla. Además, la utilización de estas microvesículas como plataformas para el desarrollo de vacunas a través de la biotecnología, permitiría que Puebla repuntará en el ámbito científico-social a nivel regional y nacional, además esta plataforma se uniría como una herramienta más para poder enfrentar la pandemia actual de COVID-19 o futuras pandemias que surgieran.

Materiales y métodos

Cultivo e inoculación de *K. pneumoniae*

Las cepas bacterianas utilizadas de *K. pneumoniae* fueron una “ATCC” (No patógena) y “KpBUAP021” (Patógena) fueron recuperadas de su almacenamiento en glicerol a -70°C y se sembraron en placa con 25 mL de agar chocolate para posteriormente incubarlas por un periodo de 48 horas a una temperatura de 37°C . Transcurrido el tiempo se inoculó 50 mL de caldo Luria-Bertani (LB) en un matraz de cultivo de 250 mL con una sola colonia de la placa de agar obteniendo dos matraces cada uno correspondiente a las diferentes cepas que se incubaron durante 72 h a $37^{\circ}\text{C}/180\text{ rpm}$.

Obtención y purificación de OMV

La purificación de las microvesículas se comenzó con la eliminación de las células bacterianas, se eliminaron mediante centrifugación a 6000 rpm durante 20 min a 4°C . Los sobrenadantes se filtraron secuencialmente a través de filtros de tamaño de poro de 0, 45 y 0, 22 μm para eliminar las bacterias residuales y los restos celulares. Las OMV se concentraron con ayuda de un solvente químico mediante ultracentrifugación del sobrenadante de cultivo filtrado a 6000 rpm durante 30 min a 4°C y se suspendieron en 200 μL de solución salina tamponada con fosfato (PBS). Se comprobó la esterilidad de las OMV purificadas en placas de agar LB y se almacenaron a -20°C hasta su uso.

Obtención de sueros pre-inmunes e inmunización en ratones BALB/c

Ratones hembra BALB/c de 6-8 semanas de edad fueron obtenidos del Bioterio "Claude Bernard" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Protocolo de investigación aprobado: 100522577-UALVIEP-18/1. Aleatoriamente los ratones se sangraron de la vena de la cola para obtener el suero preinmune. La sangre obtenida de los ratones fue centrifugada a 5, 000 rpm por 10 minutos. El suero sanguíneo fue recuperado y guardado a -20 °C para uso a futuro. Posteriormente se realizó la inmunización de los animales por vía intraperitoneal con 200 µl de las microvesículas purificadas emulsificadas 1:1 con adyuvante completo de Freund: a un grupo de ratones se les inmunizó con las OMV de la cepa ATCC, mientras que el otro grupo recibió las OMV de la cepa KpBUAP021. Se planteó un esquema de inmunización que comprendió cuatro refuerzos cada 7 días de las microvesículas, pero cambiando a adyuvante incompleto de Freund. Los volúmenes de las inmunizaciones se adecuaron a la vía de administración utilizada. Durante la inmunización los animales recibieron agua y alimento ad libitum, además el cuidado y mantenimiento de los animales se realizó en el bioterio Claude Bernard de la BUAP acorde a su reglamento y a los descritos en la NORMA Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 [62].

Obtención de sueros hiperinmunes

Al término del esquema de inmunización todos los ratones se sangraron por medio de un corte en la parte terminal de la cola de donde se obtuvo una muestra sanguínea de 500 µl aproximadamente de cada uno. La sangre obtenida fue centrifugada a 5, 000 rpm por 5 minutos. El suero sanguíneo hiperinmune fue recuperado y guardado a -20 °C para su uso posterior.

Título de anticuerpos

ELISA: Inicialmente se realizó un pool de los sueros hiperinmunes y de los sueros preinmunes de los ratones. A partir de estos se realizaron las diluciones 1:100, 1:1, 000, 1:5, 000, 1:10, 000 y 1:20, 000 en PBS. En una placa de ELISA de 96 pozos se adicionaron las microvesículas extraídas de ambas cepas (10 µg/µL) a los pozos a experimentar (contemplando la serie de pozos blanco) y se incubó a 4°C durante 12 horas. Transcurrido el tiempo, se decantó y realizó un lavado con PBS-Tween durante 3 minutos. Se adicionó BSA al 1 % a cada pozo y la placa se incubó a 37 °C por 1 hora. Se decantó el contenido y se realizaron tres lavados con PBS. Se adicionó cada una de las diluciones antes mencionadas, tanto para los sueros hiperinmunes

como para los preinmunes. Para el pozo blanco se adicionó 100µL PBS. La placa se incubó por 2 horas a temperatura ambiente. Se decantó el contenido y se realizaron tres lavados. A cada pozo (contando los blanco) se adicionó HRP-goat anti-mouse IgG en dilución 1:5000 en PBS. Se incubó 30 minutos a temperatura ambiente. Se decantó el contenido y se realizaron tres lavados. Por último, se adicionó la solución del sustrato por pozo, 3, 3', 5, 5'-tetrametilbencidina (TMB), se incubó por 5 minutos a temperatura ambiente y se realizó la lectura a una absorbancia de $\lambda=630$ nm en un lector de microplacas ELISA (lector BioTek ELx800MT, BioTek Instruments, EE UU).

Isotipificación de Anticuerpos

Las isoclasas de las inmunoglobulinas se determinaron cuando el título de anticuerpo fue de 1:10, 000 según lo determinado por los estudios de Western-Blot. Para este experimento se midieron los niveles de IgG1, IgG2a, IgG2b e IgG3, los cuales se evaluaron mediante el método de ELISA, utilizando el kit Mouse Monoclonal Antibody Isotyping Reagents (ISO2) de SIGMA acorde a las instrucciones del proveedor.

Resultados/Discusión de resultados

La secreción de las microvesículas se comprobó a través de un análisis microscópico del cultivo resultante después de la inoculación de *Klebsiella pneumoniae*. Después del periodo de incubación la presencia de las microvesículas se confirmó por la morfología observada en el microscopio óptico (100x) donde se observa la célula de *Klebsiella* rodeada de las mismas.

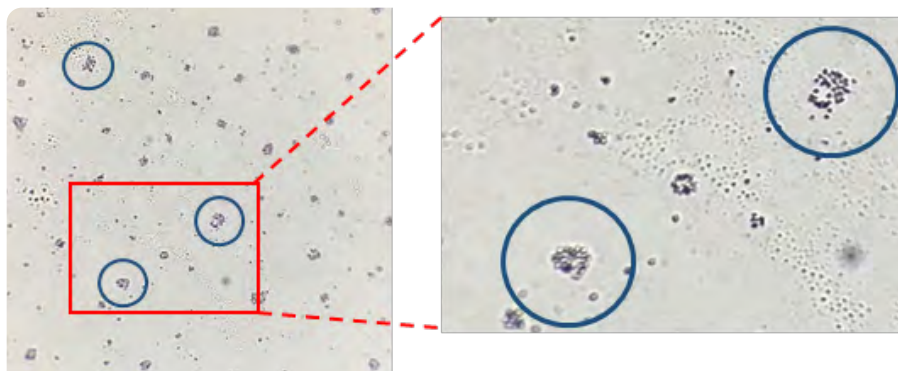


Figura 2. Crecimiento de *K pneumoniae* en LB líquido a las 72 horas donde se muestra la secreción de microvesículas al medio de cultivo.

Después de los procesos de purificación y extracción de las microvesículas una vez confirmada su presencia en el medio líquido, es necesario hacer una confirmación

de que las células bacterianas se han eliminado en su totalidad. Es por ello por lo que se realizó una visualización por medio del microscopio óptico para descartar la presencia de algún contaminante microbiológico y asegurar que solo se tengan las microvesículas. Una vez recuperadas las OMVs de la cepa ATCC y KpBUAP021 se les realizó una prueba de esterilidad, con la finalidad de demostrar que solamente se encontraban las OMVs purificadas y sin presencia de bacterias. La obtención final de las microvesículas estériles permitió planificar el esquema de inmunización a partir de la cuantificación de estas con el reactivo de Bradford.

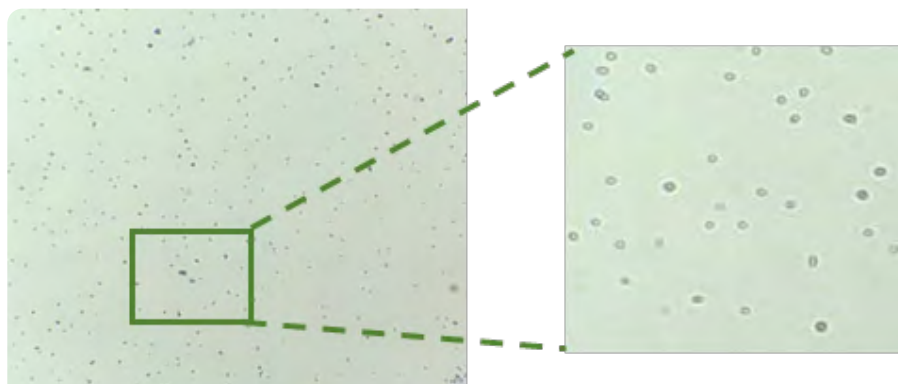


Figura 3. Microvesículas purificadas de *K. pneumoniae* resuspendidas en PBS.

Finalmente, una vez concluido el esquema de inmunización se obtuvieron los sueros de los animales inmunizados para hacer la comparación con los sueros preinmunes. Esto permitió realizar un análisis de la respuesta inmune humoral inducida después de la inmunización de los modelos murinos mediante ensayos de ELISA. Los resultados obtenidos después de la isotipificación se muestran en la **Figura 4**. La placa de ELISA fue leída a 630 nm con ayuda de un lector de microplacas ELISA.

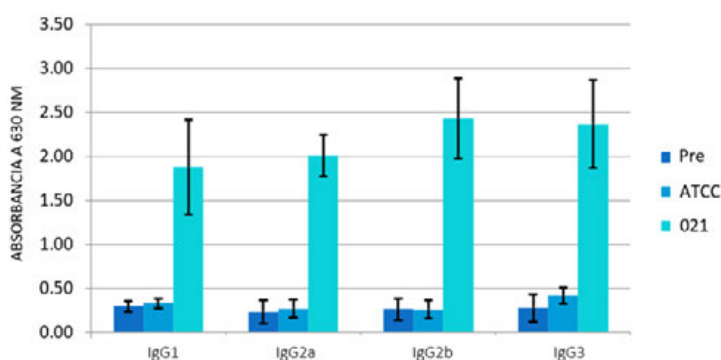


Figura 4. Isotipificación de sueros de ratones inmunizados con microvesículas purificadas de *K. pneumoniae* cepas “ATCC” y “KpBUAP021” usando KIT ISO 2 de SIGMA. La gráfica representa el promedio de tres ensayos independientes.

Los resultados obtenidos muestran una diferencia estadísticamente significativa en la expresión de inmunoglobulinas por parte de los animales inmunizados con las

OMVs de “KpBUAP021” con respecto al suero pre-inmune y animales inmunizados con las OMVs de “ATCC” (* $p < 0.001$).

Los resultados obtenidos después de cuatro inmunizaciones por vía intraperitoneal con las OMVs de una cepa ATCC y un aislado clínico (KpBUAP021) de *K. pneumoniae*, demostraron el aumento de anticuerpos en los animales inmunizados con las OMVs de KpBUAP021 no así con las OMVs de la cepa ATCC. Posteriormente al realizar la isotipificación se observó que las OMV's de KpBUAP021 son capaces de inducir anticuerpos del tipo IgG, específicamente IgG2b e IgG3 lo que indicaría una activación específica de la respuesta inmune humoral contra las OMV's secretadas por el patógeno *K. pneumoniae*. Contrario a esto, las OMVs de la cepa ATCC, la cual es no patógena, son incapaces de activar una respuesta por parte del sistema inmune que sea cuantificable.

Conclusiones

Las proteínas asociadas a las OMVs de KpBUAP021 son inmunogénicas, capaces de provocar una respuesta inmune específica, por lo que es importante identificarlas y posteriormente evaluarlas como candidatas para el desarrollo de una vacuna contra *K. pneumoniae*.

El procedimiento de obtención de las microvesículas de *K. pneumoniae* es fácil por lo que pueden ser utilizadas como nano-plataformas para el desarrollo de vacunas para otros microorganismos, adicionando antígenos específicos.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Las OMV son una herramienta prometedora para el desarrollo de vacunas de próxima generación, especialmente en comparación con las vacunas acelulares. La inmunogenicidad, además de otras características morfológicas y el comportamiento no replicativo, de las vacunas basadas en OMV ha sido objeto de estudio para el desarrollo de vacunas experimentales contra una serie de infecciones bacterianas. Especialmente en los casos en los que los enfoques de células completas no son aplicables, las vacunas basadas en OMV representan una solución potencial.

En la actualidad se sabe que las vesículas de la membrana externa transportan cargas tales como endotoxinas, ADN y ARN que participan en una interacción dinámica con el sistema inmunológico del huésped [35][36]. Diversos estudios han probado la capacidad de las OMV para mejorar la inmunidad del huésped y brindar protección contra patógenos ya que las respuestas inmunes provocadas por las OMV mostraron inducciones prometedoras de citocinas y quimiocinas en macrófagos. *In vivo*, las OMV tienen una amplia variedad de interacciones con las células inmunes que muestran su potencial para ser utilizadas para la inmunización [36][37] [38].

Otra de las ventajas que ofrece la generación de vacunas basadas en OMV es la metodología de extracción que permite su obtención debido a que su aislamiento tiene un costo relativamente bajo, en comparación con la fabricación de moléculas sintéticas [36] [39].

Mas aun, las OMV pueden ser adecuadas como sistema portador de proteínas, glucanos y otras moléculas ya que a través de ingeniería genética estas se pueden modificar para portar diversas proteínas o para el acoplamiento de antígenos de cualquier microorganismo de interés. La presencia de LPS puede activar el sistema inmunológico innato, mejorando así una respuesta inmunitaria posterior.

Todos estos ejemplos muestran las diversas aplicaciones versátiles de las OMVs y como se han catalogado como candidatas ideales para permitir el progreso de nuevas terapias contra infecciones bacterianas multidrogorresistentes, así como virus emergentes como el SARS-CoV-2. La utilización de estas OMVs como plataformas vacunales impactarían favorablemente en el ámbito nacional e incluso internacional.

Agradecimientos

Este proyecto recibió financiamiento por parte de la VIEP-BUAP con número de proyecto 100522577-VIEP-2019.

Referencias bibliográficas

- | | |
|--|---|
| <p>[1] M. Pujol and E. Limón, "Epidemiología general de las infecciones nosocomiales. Sistemas y programas de vigilancia, " <i>Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.</i>, vol. 31, no. 2, pp. 108–113, 2013, doi: 10.1016/j.eimc.2013.01.001.</p> | <p>[2] L. Saiman, "Hospital-acquired infections in the neonatal intensive care unit: Introduction, " <i>Semin. Perinatol.</i>, vol. 26, no. 5, pp. 313–314, 2002, doi: 10.1053/sper.2002.36272.</p> |
|--|---|

- [3] D. Cardo et al., "Moving toward Elimination of Healthcare-Associated Infections: A Call to Action," *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, vol. 31, no. 11, pp. 1101–1105, 2010, doi: 10.1086/656912.
- [4] R. Nodarse-Hernández, "Visión actualizada de las infecciones intrahospitalarias," *Rev. Cuba. Med. Mil.*, vol. 31, no. 3, pp. 201–208, 2002.
- [5] S. Selwyn, "Hospital infection: the first 2500 years," *J. Hosp. Infect.*, vol. 18, no. SUPPL. A, pp. 5–64, 1991, doi: 10.1016/0195-6701(91)90004-R.
- [6] C. Boev and E. Kiss, "Hospital-Acquired Infections: Current Trends and Prevention," *Crit. Care Nurs. Clin. North Am.*, vol. 29, no. 1, pp. 51–65, 2017, doi: 10.1016/j.cnc.2016.09.012.
- [7] E. P. Dellinger, "Prevention of Hospital-Acquired Infections," *Surg. Infect. (Larchmt)*, vol. 17, no. 4, pp. 422–426, 2016, doi: 10.1089/sur.2016.048.
- [8] N. Kresge, R. D. Simoni, and R. L. Hill, "Selman Waksman: the Father of Antibiotics," *J. Biol. Chem.*, vol. 279, no. 48, pp. e7–e8, 2004, doi: 10.1016/s0021-9258(20)67861-9.
- [9] J. I. Padilla Cuadra, "Historia de los Antimicrobianos," *Rev. la Fac. Med. la Univ. Iberoamérica*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2019 [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3exO2LQ>
- [10] J. Arg, "Los Microbios Y El Premio Nobel De Medicina En 1908 (Ehrlich Y Mechnikov)," *Anales de Biología An. Biol.*, vol. 0, no. 30, pp. 61–63, 2008. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3bF0aJh>
- [11] E. M. S. Benítez y M. Q. L. Pérez, "Terapia antibacteriana: origen y evolución en el tiempo," *Rev. Médica Electrónica*, vol. 41, no. 5, pp. 1300–1308, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/3ldWrWo>
- [12] A. Miró-Canturri, R. Ayerbe-Algaba, and Y. Smani, "Drug repurposing for the treatment of bacterial and fungal infections," *Front. Microbiol.*, vol. 10, no. JAN, 2019, doi: 10.3389/fmicb.2019.00041.
- [13] R. Benkő et al., "Prevalence and antibiotic resistance of escape pathogens isolated in the emergency department of a tertiary care teaching hospital in Hungary: A 5-year retrospective survey," *Antibiotics*, vol. 9, no. 9, pp. 1–17, 2020, doi: 10.3390/antibiotics9090624.
- [14] Organización Mundial de la Salud, (2021, Mar. 6). "Una atención limpia es una atención más segura". Disponible en: <https://bit.ly/3coQTUV>
- [15] INCMNSZ, Secretaría de Salud, *Medición de la prevalencia de infecciones nosocomiales en hospitales generales de las principales instituciones públicas de salud*. México D.F., 2011. pp. 3–38
- [16] F. Cain Castañeda-Martínez and M. G. Valdespino-Padilla, "Prevalencia de infecciones nosocomiales en un hospital de segundo nivel de atención en México," *Aportaciones Orig. Rev Med Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 53, no. 6, pp. 686–90, 2015, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3ezzwDt>
- [17] R. Arias-Flores, U. Rosado-Quiab, A. Vargas-Valerio, and C. Grajales-Muñiz, "Los microorganismos causantes de infecciones nosocomiales en el Instituto Mexicano del Seguro Social," *Microorg. responsable Nosocom. Infect. Inst. Mex. del Seguro Soc.*, vol. 54, no. 1, pp. 20–24, 2016, [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3vgYcGK>
- [18] M. Rodríguez Salgado, "Frecuencia de infecciones asociadas a la atención de la salud en los principales sistemas de información de México," *Boletín CONAMED*, vol. 3, no. 17, pp. 16–20, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3rHU4xq>
- [19] B. Li, Y. Zhao, C. Liu, Z. Chen, and D. Zhou, "Molecular pathogenesis of *Klebsiella pneumoniae*," *Future Microbiol.*, vol. 9, no. 9, pp. 1071–1081, 2014, doi: 10.2217/fmb.14.48.
- [20] E. D. Candan and N. Aksöz, "*Klebsiella pneumoniae*: Characteristics of carbapenem resistance and virulence factors," *Acta Biochim. Pol.*, vol. 62, no. 4, pp. 867–874, 2015, doi: 10.18388/abp.2015_1148.
- [21] M. L. Gustavo, *Infecciones Intrahospitalarias*, 3ra. ed. México: Editorial médica Panamericana, 2010. pp. 454–468

- [22] J. K. Ryan, *Microbiología médica*, 6ta. ed. México: McGraw-Hill, 2017. pp. 265-298.
- [23] J. L. Jameson, *Harrison. Principios de Medicina Interna*, 20a. ed. México: McGraw-Hill, 2018. pp. 1025-1036
- [24] A. Carabarin-Lima *et al.*, "First evidence of polar flagella in *Klebsiella pneumoniae* isolated from a patient with neonatal sepsis," *J. Med. Microbiol.*, vol. 65, no. 8, pp. 729-737, 2016, doi: 10.1099/jmm.0.000291.
- [25] V. Cano, D. Moranta, E. Llobet-Brossa, J. A. Bengoechea, and J. Garmendia, "*Klebsiella pneumoniae* triggers a cytotoxic effect on airway epithelial cells," *BMC Microbiol.*, vol. 9, pp. 1-9, 2009, doi: 10.1186/1471-2180-9-156.
- [26] L. M. Echeverri and J. C. Catano, "*Klebsiella pneumoniae* as nosocomial pathogens: epidemiology and resistance.," *Atreia*, vol. 23, no. 3, pp. 240-249, 2010.
- [27] J. M. Tomas, S. Camprubi, and P. Williams, "Surface exposure of the O-antigen in *Klebsiella pneumoniae* O1:K1 serotype strains," *Microb. Pathog.*, vol. 5, no. 2, pp. 141-147, 1988, doi: 10.1016/0882-4010(88)90016-2.
- [28] C. Struve and K. A. Krogfelt, "Pathogenic potential of environmental *Klebsiella pneumoniae* isolates," *Environ. Microbiol.*, vol. 6, no. 6, pp. 584-590, 2004, doi: 10.1111/j.1462-2920.2004.00590.x.
- [29] B. W. Senior, "A comparative study the type-3 fimbriae," vol. 6, pp. 203-214, 1985.
- [30] T. Iwahi, Y. Abe, M. Nakao, A. Imada, and K. Tsuchiya, "Role of type 1 fimbriae in the pathogenesis of ascending urinary tract infection induced by *Escherichia coli* in mice," *Infect. Immun.*, vol. 39, no. 3, pp. 1307-1315, 1983, doi: 10.1128/iai.39.3.1307-1315.1983.
- [31] D. B. Hornick, B. L. Allen, M. A. Horn, and S. Clegg, "Adherence to respiratory epithelia by recombinant *Escherichia coli* expressing *Klebsiella pneumoniae* type 3 fimbrial gene products," *Infect. Immun.*, vol. 60, no. 4, pp. 1577-1588, 1992, doi: 10.1128/iai.60.4.1577-1588.1992.
- [32] S. Merino, S. Camprubi, S. Alberti, V. J. Benedi, and J. M. Tomas, "Mechanisms of *Klebsiella pneumoniae* resistance to complement-mediated killing," *Infect. Immun.*, vol. 60, no. 6, pp. 2529-2535, 1992, doi: 10.1128/iai.60.6.2529-2535.1992.
- [33] J. C. Lee *et al.*, "*Klebsiella pneumoniae* secretes outer membrane vesicles that induce the innate immune response," *FEMS Microbiol. Lett.*, vol. 331, no. 1, pp. 17-24, 2012, doi: 10.1111/j.1574-6968.2012.02549.x.
- [34] H. M. Kulkarni and M. V. Jagannadham, "Biogenesis and multifaceted roles of outer membrane vesicles from Gram-negative bacteria," *Microbiol. (United Kingdom)*, vol. 160, pp. 2109-2121, 2014, doi: 10.1099/mic.0.079400-0.
- [35] M. J. Kuehn and N. C. Kesty, "Bacterial outer membrane vesicles and the host-pathogen interaction," *Genes Dev.*, vol. 19, no. 22, pp. 2645-2655, 2005, doi: 10.1101/gad.1299905.
- [36] W. Cai, D. K. Kesavan, J. Wan, M. H. Abdelaziz, Z. Su, and H. Xu, "Bacterial outer membrane vesicles, a potential vaccine candidate in interactions with host cells based," *Diagn. Pathol.*, vol. 13, no. 1, pp. 1-12, 2018, doi: 10.1186/s13000-018-0768-y.
- [37] A. Kulp and M. J. Kuehn, "Biological Functions and Biogenesis of Secreted Bacterial Outer Membrane Vesicles," *Annu. Rev. Microbiol.*, vol. 64, no. 1, pp. 163-184, 2010, doi: 10.1146/annurev.micro.091208.073413.
- [38] T. N. Ellis and M. J. Kuehn, "Virulence and Immunomodulatory Roles of Bacterial Outer Membrane Vesicles," *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, vol. 74, no. 1, pp. 81-94, 2010, doi: 10.1128/mmbr.00031-09.
- [39] D. Anand and A. Chaudhuri, "Bacterial outer membrane vesicles: New insights and applications," *Mol. Membr. Biol.*, vol. 33, no. 6-8, pp. 125-137, 2016, doi: 10.1080/09687688.2017.1400602.

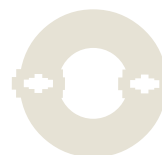
Niveles urinarios de la molécula de daño renal-1 en pacientes diabéticos tipo 2 con control y descontrol glucémico

^{ab}Olivos Diaz Sthephany Berenice*, ^bHernández Hernández María Elena,
^bPérez Fuentes Ricardo, ^bTorres Rasgado Enrique

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina, 13 Sur 2702, Los Volcanes, 72420, Puebla, Puebla,

^bCentro de Investigación Biomédica de Oriente, Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad de Medicina Familiar 2, Avenida 9 Oriente 404, Centro, 72000, Puebla, Puebla.

*bereniceolivos@hotmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Los pacientes con diabetes tipo 2 (DT2) que tienen descontrol glucémico son más susceptibles a complicaciones micro y macrovasculares. La nefropatía diabética (ND) es una de las complicaciones crónicas más frecuentes en el paciente diabético. La molécula de lesión renal-1 (KIM-1) es un biomarcador de daño renal que se ha identificado en pacientes con DT2. Sin embargo, hay poca evidencia sobre el papel de KIM-1 en la fisiopatología de la ND en etapas tempranas.

Objetivo: Determinar los niveles urinarios de la Molécula de Daño Renal-1 en pacientes Diabetes tipo 2 con control y descontrol glucémico.

Materiales y métodos: Se diseñará un estudio de tipo observacional, analítico, transversal, prolectivo y unicéntrico que incluirá a 51 pacientes de ambos sexos con diabetes tipo 2 de menos de 5 años de evolución. Se caracterizará demográfica (edad, años de diagnóstico), clínica (hipertensión) y metabólicamente (HbA1c) a la población de estudio. A partir de la HbA1c se conformarán dos grupos. Grupo 1 todo aquel paciente DT2 con una HbA1c < 6.5 y Grupo 2 los pacientes DT2 que presenten una HbA1c $\geq$ 6.5. Se determinarán los niveles urinarios de KIM-1 por medio de la técnica de ELISA.

Palabras clave

Diabetes tipo 2, daño renal, molécula de daño renal

Abstract

Patients with type 2 diabetes (T2D) who lack glycemic control are more susceptible to micro and macrovascular complications. Diabetic nephropathy (DN) is one of the most frequent chronic complications in diabetic patients. The kidney injury molecule⁻¹ (KIM⁻¹) is a diabetic nephropathy biomarker that has been used to identify kidney damage in patients with T2D. However, there is little evidence on the role of KIM-1 in the pathophysiology of DN in the early stages.

Objective: To determine the urinary levels of the Renal Damage Molecule⁻¹ in type 2 Diabetes patients with glycemic control and lack of control.

Materials and methods: An observational, analytical, cross-sectional, prolective, and single-center study will be designed that will include 51 patients of both sexes with type 2 diabetes of fewer than 5 years of evolution. The study population will be characterized demographically (age, years of diagnosis), clinically (hypertension), and metabolically (HbA1c). From HbA1c, two groups are formed. Group 1 all those T2D patients with HbA1c < 6.5 and Group 2 T2D patients with HbA1c ≥ 6.5. Urinary KIM-1 levels will be determined using the ELISA technique.

Keywords

Type 2 Diabetes, Kidney Disease, Kidney Injury Molecule-1

Glosario de abreviaturas y símbolos

KIM1: Kidney Injury Molecule 1

DT2: diabetes tipo 2

ROS: Especies Reactivas de Oxígeno

Antecedentes

Antecedentes Generales

Definición y Epidemiología de Diabetes tipo 2 (DT2)

La DT2 se define como una enfermedad sistémica, la cual se caracteriza por hiperglucemia crónica debido a la deficiencia en la producción de insulina por parte de las células beta pancreáticas o por una acción deficiente de esta hormona en los tejidos periféricos. La DT2 es el tipo más común de diabetes y representa el 90 % de los casos de diabetes en el mundo. A nivel global existen alrededor de 463 millones de personas y se pronostica que para el año 2045 existan 693 millones de personas (Basto-Abreu *et al.*, 2020). México ocupa el 6to lugar en DT2 a nivel mundial, según la Federación Internacional de Diabetes en 2019, con 12, 8 millones de personas diabéticas (International Diabetes Federation, 2019). La encuesta nacional de salud indicó que, en el 2018, se ha visto que hay un incremento del 2012 al 2018 de un 9.2 % a un 10.3 %, lo que representa 6.4 millones de personas a 8.6 millones de personas. En el estado de Puebla representa el 9 % del 10.3 % de la población con DT (INEGI, 2018). Esta enfermedad es considerada un problema de salud pública mundial, y en México es la enfermedad que más produce gastos públicos destinados a la salud, por lo que es importante estudiarla para mejorar la calidad de vida de los pacientes con DT2.

Factores de Riesgo y Fisiopatología de la DT2

La DT2, es derivada de múltiples factores de riesgo que pueden ser considerados como modificables y no modificables. Entre los factores modificables se han identificado: ambientales, obesidad, hipertensión arterial, dislipidemia, vida sedentaria, dieta rica en carbohidratos, tabaquismo y los no modificables: genética, factores hormonales, edad, etnia; los cuales aumentan la probabilidad del desarrollo de DT2 (Association American Diabetes, 2010). Algunos de los factores de riesgo para el desarrollo de DT2 pueden identificarse tempranamente mediante educación a la población para un mejor estilo de vida, por parte de las instituciones de salud, el gobierno y las universidades para mitigar la prevalencia de esta.

La DT2 es una enfermedad la cual está influenciada por resistencia a la insulina y secreción retardada de la insulina. La insulina es una hormona importante

producida en las células β del páncreas. Permite que la glucosa sanguínea ingrese en las células del cuerpo para convertirla en energía. Cuando las células β del páncreas son incapaces de aumentar la insulina en presencia de la resistencia a la insulina el resultado es el desarrollo de concentraciones elevadas de glucosa (Sabbisetti *et al.*, 2014). La hiperglucemia crónica denota una necesidad energética excesiva a nivel intracelular, activa mecanismos alternos para la obtención de energía y con ello aumenta las especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que conlleva a la aparición del estrés oxidativo característico. A la par se ha observado una producción de citocinas proinflamatorias, de tal manera que se ha establecido la presencia de procesos inflamatorios de baja intensidad en el paciente con DT2. Las moléculas inflamatorias como IL-6 y factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) pueden interrumpir las vías de señalización de la insulina, el metabolismo lipídico, la síntesis de proteínas y la diferenciación celular.

La DT2 se asocia con una falta de adaptación al incremento en la demanda de insulina, además de pérdida de la masa celular por la glucotoxicidad y también, el receptor de la insulina presenta alteraciones en su función (Cervantes-villagrana & Presno-bernal, 2013). Durante la resistencia a la insulina las cadenas largas de ácidos grasos en el plasma se incrementan y producen toxicidad de células β (lipotoxicidad), que junto con la toxicidad de la glucosa dan el fenómeno diabético (glucolipotoxicidad) (Cervantes-villagrana & Presno-bernal, 2013).

Diagnóstico y tratamiento de la DT2

La DT2 se diagnostica ante los signos clínicos (polidipsia, poliuria, polifagia, cansancio, visión borrosa, heridas con cicatrización lenta) y mediante diferentes pruebas sanguíneas de acuerdo con los criterios de ADA, como se describen en el siguiente cuadro 1 (International Diabetes Federation, 2019).

Tabla 1. Criterios para el diagnóstico de DT2. Fuente: Asociación Americana de Diabetes (International Diabetes Federation, 2019)

Glucosa en ayuno > 126 mg/dL (Ayuno mayor a 8 hrs)
Glucosa posterior a 2 horas > 200 mg/dL usando una carga de glucosa de 75 gramos disuelta en agua.
HbA1c $\geq$ 6.5 %
Glucosa de toma al azar > 200 mg/dL

El diagnóstico de DT2 debe evaluar integralmente al paciente para tratar tempranamente la enfermedad con beneficios para mejorar la calidad de vida del paciente. La piedra angular para el tratamiento de la DT2 es mantener un estilo de vida saludable que incluya una dieta sana, actividad física y control del peso, ya que siguiendo estos buenos hábitos prolonga al organismo a un mejor funcionamiento manteniendo una homeostasis (International Diabetes Federation, 2019). Por otra parte, el primer recurso farmacológico en el inicio de DT2 es la metformina. Si el tratamiento con un solo antidiabético no es suficiente existen opciones de tratamiento en conjunto como son: sulfonilureas, inhibidores de la dipeptidil peptidasa-4, análogos de péptido similar a glucagón tipo 1. Cuando el tratamiento oral no tiene resultados de control en la DT2, se necesitarán inyecciones de insulina (International Diabetes Federation, 2019). El tratamiento del paciente debe empezar por mejorar su estilo de vida con los buenos hábitos antes mencionados, después si se requiere medicamentos antidiabéticos de primera instancia, terapia combinada y en un caso con descontrol glucémico, la insulina.

Complicaciones en la DT2

La DT2 se caracteriza fundamentalmente por un deterioro progresivo, casi inevitable del Control Metabólico que conduce, eventualmente al desarrollo de Complicaciones Vasculares Crónicas, a pesar del empleo de terapias antidiabéticas inicialmente eficaces (ADA, 2010). Evaluaciones de los resultados de los pacientes con DT2 en el IMSS reveló que menos del 30 % de estos pacientes lograron HbA1c por debajo del 7 % (Aslan, Demir, & Koseoglu, 2016). La DT2 está asociada a complicaciones macrovasculares (infarto agudo al miocardio, enfermedad vascular periférica y el accidente cerebrovascular) y microvasculares (retinopatía, nefropatía y neuropatía), con un coste alto en el tratamiento y en la calidad de vida (Lombi, Muryan, Canzonieri, & Trimarchi, 2016). La DT2 es la causa más frecuente de nefropatía diabética. Esta complicación microvascular se manifiesta como la reducción de la tasa de filtración glomerular y el incremento o decremento de la albúmina urinaria. Es importante el diagnóstico y tratamiento temprano de la ND, para reducir la progresión a enfermedad renal terminal. La microalbuminuria no es específica de DT2, ya que puede estar presente en hematuria, enfermedad sistémica aguda, ejercicio físico intenso, insuficiencia cardíaca, hiperglucemia y pacientes con edad avanzada. Se han estudiado diversos marcadores sensibles y específicos para la prevención de la ND (Aslan *et al.*, 2016).

Molécula de daño renal – 1 en la ND

La molécula de daño renal-1 (KIM-1) es un marcador de la ND, la cual es una glicoproteína de transmembrana celular tipo 1 que normalmente no está presente y que se expresa en la membrana apical del túbulo proximal con lesión, y este es distintivo de prácticamente todas las enfermedades renales proteinúricas, tóxicas, isquémicas, enfermedad renal poliquística. KIM-1 forma parte del ectodominio soluble de 90 kDa de los complejos de metaloproteinasas dependientes y se libera en el túbulo por las células epiteliales, lo que la hace fácilmente detectable en orina. Se ha demostrado que en pacientes con DT2 y que tiene complicación de daño renal, se aumentan los niveles de KIM-1. Además, KIM-1 está elevado en pacientes con diabetes, incluso en aquellos con normoalbuminuria (Siddiqui, 2019). Durante la lesión renal, la KIM-1 puede facilitar la remodelación del epitelio lesionado. Aparece de 12 a 24 h tras la lesión renal (Yamashita, 2020). Varios mecanismos han sido propuestos en el aumento de KIM-1 en las células tubulares, entre ellos, la activación de las células tubulares proximales por ultrafiltrado tóxico acompañado de exceso de carga proteica, lo que provoca un daño crónico en los túbulos y la producción inducida de KIM-1 (Siddiqui *et al.*, 2019).

Este biomarcador aun no se ha estudiado en pacientes que tengan menos de 5 años de diagnóstico de DT2, ni la relación de este biomarcador con el control glucémico. El abordar tempranamente a estos pacientes, disminuiría el riesgo de complicaciones, y con ello una mejor calidad de vida.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los niveles urinarios de KIM-1 en pacientes con Diabetes Tipo 2 con control y descontrol glucémico?

Hipótesis

Los niveles urinarios de KIM-1 en pacientes con Diabetes Tipo 2 y descontrol glucémico son más altos que en los pacientes con control.

Material y métodos

Se diseñará un estudio de tipo observacional, analítico, transversal, prolectivo y unicéntrico que incluirá a 51 pacientes de ambos sexos, con DT2 de menos de 5 años de diagnóstico, derechohabientes de la Unidad Médico Familiar 2 del IMSS, Puebla. Para cumplir y demostrar los objetivos e hipótesis de trabajo el proyecto se desarrollará en 7 etapas. **Etapa 1.** Identificación y selección de la población de estudio, por medio de la visita de pláticas con los médicos tratantes. **Etapa 2.** Firma de consentimiento informado para participar por parte de la población de estudio. **Etapa 3.** Caracterización clínica por medio de la historia clínica. **Etapa 4.** Caracterización antropométrica: peso (m), talla (cm), índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura (cm), perímetro de cadera (cm). **Etapa 5.** Caracterización metabólica: glucosa de ayuno, hemoglobina glicosilada, insulina y triglicéridos. A partir de la hemoglobina glicosilada se conformarán dos grupos; El grupo 1 que será denominado control glucémico por medio de una hemoglobina glicosilada menor a 6.5. El grupo 2 será categorizado como descontrol glucémico con una hemoglobina glicosilada mayor o igual a 6.5. **Etapa 6.** La evaluación de los niveles urinarios de KIM-1 por medio de la prueba ELISA. **Etapa 7.** Los datos serán analizados mediante la estadística descriptiva, como son las medidas de tendencia central (media o mediana) y de variabilidad (desviación estándar o rangos intercuartiles) (Ver **Figura 1**).

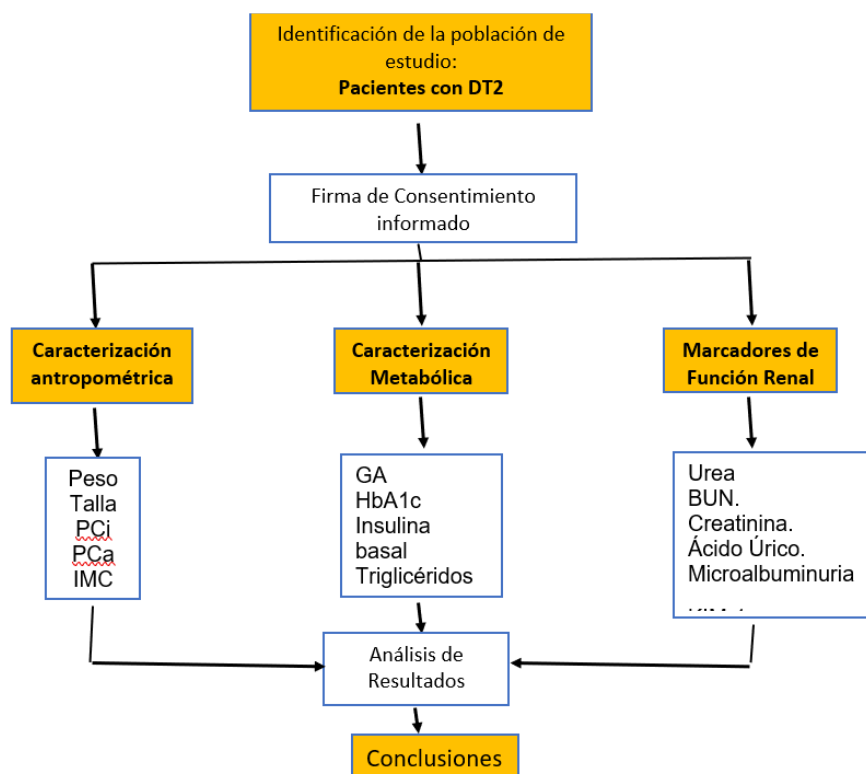


Figura 1. Esquema de trabajo.

Selección de la muestra de trabajo

Se seleccionarán pacientes con diagnóstico de diabetes tipo 2 con menos de 5 años por medio de la visita de pláticas con los médicos tratantes.

Consentimiento informado

Se aplicará la carta de consentimiento informado **ANEXO I**.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Derechohabientes de UMF-2 del IMSS en Puebla Pue.
- Pacientes que firmen consentimiento informado.
- Hombres y mujeres de entre 18 y 65 años.
- Pacientes con diagnóstico confirmado de DT2 menor a 5 años de diagnóstico.
- Pacientes que entreguen la muestra de orina de 24 horas.

Criterios de exclusión

- Personas que no firmen consentimiento informado.
- Pacientes con diagnóstico de DT2 mayor a 5 años de diagnóstico.
- Pacientes con diagnóstico de DT2 con insulinoterapia.
- Mujeres embarazadas o lactando.
- Pacientes con diagnóstico de las siguientes enfermedades: enfermedades renales proteinúricas, tóxicas, isquémicas, enfermedad renal poliquística; las cuales no son consecuencia de la DT2.
- Pacientes que presenten alguna condición que impida recolectar orina.
- Pacientes que tomen diuréticos.

Criterios de eliminación

- Pacientes diagnosticados en el momento de su participación en el protocolo de: embarazo u otra patología no relacionada con la DT2 que condicione la continuidad de la investigación.
- Paciente que no concluya con los criterios establecidos en la metodología del proyecto.

Diseño y Tipo de Muestreo

Se seleccionará a los pacientes de estudio a través de un diseño no probabilístico, con un muestreo a conveniencia del estudio.

Tamaño de la muestra

Considerando los criterios antes mencionados, la muestra de estudio será de 51 pacientes de ambos sexos. Conveniente en temporalidad y en recursos destinados por muestreo conveniente.

Técnicas y procedimientos

Caracterización antropométrica

a. Medición del peso

Se utilizará una báscula. El peso se tomará en cada paciente sin objetos pesados como cinturón, llaves, celular y con la menor cantidad de prendas posible y descalzo. Se sumará el factor 1 kg y 2 kg para ropa ligera o pesada respectivamente. El paciente colocará los brazos extendidos de manera paralela al cuerpo, las plantas de los pies en los marcadores de metal de la báscula y permaneció inmóvil durante la medición.

b. Estatura

Se utilizará el estadímetro de la báscula, con longitud de 2.2 m y precisión de 1 mm. El paciente estará descalzo y de pie con los talones unidos, las piernas rectas y brazos relajados. La cadera, la parte trasera de la cabeza, las escápulas deben estar recargadas al estadímetro. La cabeza se colocará en el plano de Frankfort, que es una línea imaginaria entre la órbita del ojo hacia el borde superior del conducto auditivo externo.

c. Cálculo del IMC

Con las medidas obtenidas se determinará la siguiente fórmula para calcular el IMC:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Estatura (m}^2\text{)}$$

Los resultados serán calificados de acuerdo con la siguiente clasificación:

Tabla 2. Clasificación del IMC. Fuente: NOM-043-SSSA2-2012.

Clasificación	Puntos de Corte principales
Normopeso	18.5-24.9
Sobrepeso	25.0-29.9
Obesidad	30.0- > 40.0

d. Perímetro de cintura.

El paciente se mantendrá de pie, antes de realizar la medición se le solicitará inhalar profundamente y exhalar, la medida se tomará sobre la piel, con los brazos relajados a cada lado y con la cinta métrica SECA® modelo 201 se medirá la circunferencia del punto medio entre la parte inferior de la última costilla y la parte más alta de la cresta ilíaca.

Los valores obtenidos se clasifican de acuerdo con la NOM-043-SSA2-2012:

-Riesgo cardiovascular >80 cm (Mujeres) y >90 cm (Hombres)

-Sin riesgo cardiovascular <80 cm (Mujeres) <90 cm (Hombres)

e. Perímetro de cadera

Se tomará la medida con los brazos relajados a cada lado y con la cinta métrica SECA® modelo 201 se medirá el punto más prominente de los glúteos. El valor de referencia es < 100 cm para hombres y < 90 cm en mujeres.

Caracterización Metabólica

a. Recolección de muestra sanguínea

Se solicitará al paciente presentarse al laboratorio de la UMF2, en condiciones de 8 a 10 horas de ayuno, las muestras sanguíneas se obtendrán por personal capacitado, bajo medidas de asepsia estrictas y extrayendo mediante punción de la vena cefálica, utilizando jeringa estéril (0.8x38 mm) de 10 ml, colocando en viales 4 ml de capacidad junto con heparina. Después se procederá a obtener los sueros por centrifugación a 2, 500 rpm por 10 min en la centrifuga marca Solbat J-600.

a. Determinación analítica

Los resultados serán obtenidos por el método de reacción enzimática colorimétrica en analizador automatizado, posteriormente serán recopilados en el formato de recolección de datos metabólicos.

Se obtendrá la insulina basal, glucosa, hemoglobina glucosilada y triglicéridos.

Tabla 3. Valores de referencia para el control bioquímico de la población. Fuente: NOM-015-SSA2-2010

Indicador bioquímico	Valor normal
GA mg/dL*	70 a 130
HbA1c % **	5.7 -6.4
Insulina basal***	2.5 a 18.5 µU/mL
Triglicéridos	< 150 mg/dl

Caracterización Clínica

Se evaluará la historia clínica del paciente para valorar si es candidato a este proyecto.

Cuantificación de KIM-1 urinario

a. Recolección de orina de 24 hrs

Los pacientes recibirán una orientación detallada sobre la recolección de orina de 24 hrs. Se entregará al paciente un recipiente con capacidad de 2.5 litros, sin conservadores donde recolectará la orina de 24 horas. Desecharán la primera orina del día para limpiar los conductos urinarios y almacenarán la orina de las siguientes 24 horas en un lugar fresco.

b. Determinación de KIM-1

Se analizará en un laboratorio estandarizado en la medición de la técnica, por medio de un kit de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas.

Análisis de datos

Para recopilar las variables de la población, se realizará una base de datos en Microsoft Excel. Para el análisis estadístico se elaborará una base de datos en el programa de cómputo Statistical Package for the Social Sciences (SPSS.INC) versión 16, para obtener herramientas de estadística descriptiva, (porcentajes, media, desviación estándar, medidas de dispersión). Las variables categóricas serán analizadas por medio de la distribución de frecuencia y sus comparaciones utilizando χ^2 . Para su comparación serán utilizadas las pruebas paramétricas (T de student para muestras independientes) o no paramétricas (U Mann Witney) según fuera el caso, de acuerdo con la distribución normal de las variables analizadas por medio de Kolmogorov Smirnof. Se reportarán los resultados y se analizarán los datos obtenidos de las variables.

Cronograma

	2021-2022					
Etapas/Mes	Abril-mayo	Jun-Jul	Ago-sep	oct-Nov	Dic-Ene	Feb-Mzo
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X
Identificación de la población de estudio	X	X				
Aplicaciones de las técnicas de medición y encuesta	X	X	X	X		
Captura de información	X	X	X	X	X	X
Análisis de resultado					X	X
Discusión de resultados					X	X
Reporte de resultados semestral			X			X
Informe final de resultados						X

Conclusiones

El proyecto es un estudio prolectivo por lo que aun no contamos con resultados y conclusiones.

Líneas de trabajo a futuro

Este proyecto será sometido a diferentes convocatorias de apoyo a la investigación para cumplir con cada uno de los objetivos en una muestra que permita ampliar los resultados esperados en esta investigación.

Agradecimientos

Agradecemos a la Unidad Médico familiar No. 2 de Puebla y al Centro de Investigación Biomédica de Oriente (CIBIOR) del IMSS la oportunidad para realizar este proyecto de investigación.

Referencias

- [1] Aslan, O., Demir, M., & Koseoglu, M. Kidney Injury Molecule Levels in Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 2016, 30(6), 1031–1036. <https://doi.org/10.1002/jcla.21976>
- [2] Association American Diabetes. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. ADA, 2010, 33(0), S62–S66. Retrieved from <https://www.diabetes.org/diabetes/type-2>
- [3] Basto-Abreu, A., Barrientos-Gutiérrez, T., Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C. A., López-Olmedo, N., De la Cruz-Góngora, V., ... Villalpando, S. Prevalencia de diabetes y descontrol glucémico en México: Resultados de la Ensanut 2016. *Salud Pública de México*, 2016, 2(1), 50–59. <https://doi.org/10.21149/10752>
- [4] Cervantes-villagrana, R. D., & Presno-bernal, J. M. De Muerte De Las Células B Pancreáticas. 2013, 21(3), 98–106.
- [5] Internation Diabetes Federation. Atlas de la Diabetes de la FID 2019. In *Atlas de la Diabetes de la FID*. 2019, Retrieved from http://www.idf.org/sites/default/files/Atlas-poster-2014_ES.pdf
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadísticas a propósito del día mundial de la diabetes. México: INEGI; 2018, Retrieved from: <https://www.inegi.org.mx/investigacion/pohd/2018/>
- [7] Lombi, F., Muryan, A., Canzonieri, R., & Trimarchi, H. Biomarcadores en la lesión renal aguda: ¿ paradigma o evidencia? *Nefrología*, 2016, 36(4), 339–346. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2016.01.012>
- [8] Sabbisetti, V. S., Waikar, S. S., Antoine, D. J., Smiles, A., Wang, C., Ravisankar, A., ... Bonventre, J. V. Blood kidney injury molecule-1 is a biomarker of acute and chronic kidney injury and predicts progression to ESRD in type I diabetes. *Journal of the American Society of Nephrology*, 2014, 25(10), 2177–2186. <https://doi.org/10.1681/ASN.2013070758>
- [9] Siddiqui, K., Joy, S. S., & Al-Rubeaan, K. Association of urinary monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) and kidney injury molecule-1 (KIM-1) with risk factors of diabetic kidney disease in type 2 diabetes patients. *International Urology and Nephrology*, 2019, 51(8), 1379–1386. <https://doi.org/10.1007/s11255-019-02201-6>
- [10] Yamashita, S., Shinozaki, T., Murata, H., Matsuyama, Y., & Babazono, T. Panel of novel urine biomarkers for incident microalbuminuria in people with type 2 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*, 2020, 37(11), 1910–1918. <https://doi.org/10.1111/dme.14280>
- [11] Yin, C., & Wang, N. Kidney injury molecule-1 in kidney disease. *Renal Failure*, 2019, 38(10), 1567–1573. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2016.1193816>

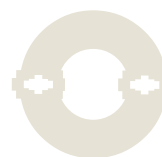


Programa de Kinesioterapia para la prevención de lesiones de tobillo en deportistas de 18 a 25 años de edad que practican la disciplina de Taekwondo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez

Ortega Sampayo Elodia, Lazcano Ortega Edgar

Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez Puebla, Av. Universidad Tecnológica
No. 1000 Tierra Negra. Pue., C.P. 73080 Xicotepec de Juárez

elodiaortegaw@gmail.com
edgar.lazcano.ortega@utxicotepec.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La Fisioterapia en los últimos años ha tenido gran auge, se caracteriza por la intervención y/o aplicabilidad en diferentes ámbitos de la salud, misma que tiene por objetivo el mejorar, prevenir y reincorporar al ser humano a las actividades de vida diaria.

El área deportiva a lo largo de la historia ha sido y es en la actualidad, una de las actividades más practicadas por el ser humano, la mala práctica constituye uno de los factores que más predominan en el mecanismo de lesiones durante la fase precompetitiva, competitiva.

Una lesión deportiva puede causar un efecto grave o mínimo, sobre el deportista, el sistema musculoesquelético generalmente

es el más afectado causando alteraciones estructurales y funcionales, sin embargo, las zonas más propensas a padecer una son las articulaciones, en el miembro inferior (cadera, rodilla, tobillo), miembro superior (Hombro, codo, muñeca).

El Taekwondo es un arte marcial caracterizado por el uso diferentes técnicas, siendo la herramienta principal los pies y las manos durante el combate o durante una *poomse*.

La prevención en el ámbito deportivo es un factor clave para reducir el nivel de lesiones en el atleta ya que el cuidado constante es sumamente crucial para el rendimiento dentro de una disciplina.

Palabras clave

Fisioterapia, Taekwondo, Poomse, Prevención.

Abstract

Physiotherapy in recent years has had a great increase, characterized by intervention and/or applicability in different areas of health, which aims to improve, prevent and reincorporate the human being into the activities of daily life. The sports area throughout history has been and is currently one of the most practiced activities by humans, malpractice constitutes one of the factors that predominate most in the injury mechanism during the pre-competitive, competitive phase. A sports injury can cause a serious or minimal effect, on the athlete, the musculoskeletal system is usually the most affected causing structural and functional alterations, however, the most likely areas to have one are the joints, in the lower limb (hip, knee, ankle), upper limb (shoulder, elbow, wrist). Taekwondo is a martial art characterized by the use of different techniques, being the main tool of the feet and hands during combat. Sports prevention is a key factor in reducing the level of injury in the athlete as constant care is extremely crucial for performance within a discipline.

Keywords

Physiotherapy, Tekwondo, Poomse, Prevención

Glosario de abreviaturas y símbolos

TKD-Taekwondo

IFT- Federación Internacional de Taekwondo

UTXJ-Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez

INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía

CONADE- Comisión Nacional del Deporte

Introducción

El taekwondo actualmente es un deporte de combate olímpico con cerca de 70 millones de practicantes en 208 países de acuerdo a la WTF (Federación Internacional Mundial).

El Taekwondo es un arte marcial coreano, en México inició a principios de los 70's, Gonzalo Gámez Limón cinta negra 9° DAN, el 14 de agosto de 1970 fundó la primera escuela de Taekwondo en Puebla a nivel provincial y la tercera a nivel nacional, en el estado de Puebla de acuerdo a las estadísticas de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) hay un aproximado de 80 escuelas de Taekwondo distribuidos en todo el estado.

El taekwondo se caracteriza por el nivel de técnica implementada para los practicantes. Su inadecuada técnica o falta de adiestramiento de la misma, provoca lesiones músculo tendinoso y osteoartroarticular siendo estas las lesiones de mayor porcentaje en el deportista entre los que destacan desgarró muscular, una rotura parcial o completa de las fibras musculares a causa de un fuerte impacto (esguince), lesión traumática, que va acompañada por la rotura de los vasos sanguíneos que recorren el músculo afectado. [1]

Federación Internacional de Taekwondo mejor conocida como la ITF, es la federación deportiva que reúne a las asociaciones y escuelas que siguen el camino del fundador del arte marcial del Taekwondo, el general coreano Choi Hong Hi. El Taekwondo es un deporte de contacto, practicado en todo el mundo, siendo un deporte de alta competitividad a nivel internacional.

La kinesioterapia se define globalmente como el arte de curar, utilizando las técnicas del movimiento del cuerpo propio, subsecuentemente ya con enfoque de prevención y tratamiento de patologías mediante el movimiento. Actúa conservando o restituyendo a la salud del individuo y a su vez comprende el uso de recursos humanos y materiales con el fin de prevenir o evitar la aparición de consecuencias desfavorables para la salud del individuo.

Conocer la biomecánica en cada gestor motor mejora las propiedades musculares, las adecua a la técnica, previene lesiones, aumenta la eficacia en cada movimiento. Determinar las incidencias de las lesiones deportivas para poder prevenir las

mismas y lograr un buen desempeño en los resultados futuros en los practicantes de este arte marcial.

Materiales y métodos

De acuerdo a la metodología de investigación se llevó a cabo la búsqueda de material bibliográfico en relación con el tema de la fisioterapia aplicada en el ámbito deportivo con enfoque a la disciplina de Taekwondo, perfil de Taekwondoin. Se tuvo como base principal las palabras clave: Kinesioterapia, Taekwondo, Prevención, Poomsae.

El Taekwondo es un arte marcial caracterizado por la diversa complejidad de técnicas implementadas por los atletas de esta disciplina, durante las fases precompetitiva, competitiva y post competitiva, el deportista tiene a presentar lesiones en diferentes zonas y/o regiones del cuerpo, la articulación de tobillo suele tener una incidencia mayor de lesión esto debido al nivel de impacto.

La revisión bibliográfica, se realizó en base a artículos de divulgación científica, trabajos de grado, etc. Teniendo como principal información base y fidedigna las fuentes de SCIELO, ELSEVIER, entre otros.

La documentación encontrada incluye artículos, tesis de grado publicadas en sociedades y asociaciones profesionales nacionales e internacionales.

Cabe mencionar que el trabajo de investigación no es de carácter experimental y se basa en un estudio sistémico, donde se recopila información a través de lo ya existente hasta la fecha.

Criterios de selección

Respecto a la revisión del material bibliográfico se aplicó como criterio de inclusión, estudios de la terapia física aplicados en deportistas de Taekwondo integrando la valoración y seguimiento del deportista. El criterio de exclusión fue de artículos sobre otras artes marciales, lesiones de cadera, y de rodilla.

Criterios de inclusión

- Artículos relacionados con la prevención de lesiones en el deportista de Taekwondo
- Información no mayor 5 años de antigüedad
- Lesiones principales de tobillo por impacto durante la práctica deportiva
- Información sobre el perfil del Taekwondoin.

Criterios de exclusión

- Información mayor a 5 años de antigüedad
- Artículos que no relacionen con las palabras clave de la investigación.

Análisis de la variabilidad, finalidad y validez de los artículos

Al inicio de la revisión, el material bibliográfico consultado, fue revisado y clasificado en base a antigüedad, objetivos de la investigación.

En el material bibliográfico, se mostró información relacionada con el Taekwondo y su valoración y seguimiento durante la preparación de los deportistas de esta disciplina, y adyacente a la investigación se integró la revisión de la manual de capacitación de la academia de Taekwondo de la CONADE (Comisión Nacional del Deporte).

El marco global de la investigación constó de la revisión de 35 archivos de material bibliográfico, donde 15 fueron los que se tomaron como base, ya que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión.

Resultados/Discusión de resultados

El análisis del total de la documentación bibliográfica relativo al deporte del Taekwondo y la utilización de la kinesioterapia como método de prevención ante lesiones se encontraron que además sobre las lesiones deportivas la kinesioterapia es funcional para la recuperación de una lesión mínima integrando al deportista en menor tiempo posible a sus actividades.

El Taekwondo es un arte marcial de alta complejidad su técnica se basa en un 80 % el uso de patadas y un 20 % puño, biomecánicamente una patada es 3 veces más fuerte, esto debido a las características de sus estructuras tanto musculares como articulares.

Según Del Valle & *et al* (2018) [2] Son aquellas producidas durante la práctica deportiva con propósito de diversión, salud o con fines profesionales. Pueden ser causadas tanto por accidentes como por sobreuso, y no difieren necesariamente de las resultantes de la actividad no deportiva.

Hernández 2015 [3] es inevitable que, en el contacto físico de este deporte, se produzca algún tipo de golpe que produzca alguna lesión deportiva de cualquier grado. Es por esta razón que la adecuada preparación física y el correcto uso de los implementos de protección en esta disciplina son cruciales para disminuir los daños corporales que se pudiesen presentar.

Mario Gonzalo 2016 [4] El miembro inferior es el que se afecta con mayor frecuencia, destacándose las articulaciones de la rodilla y el tobillo abilita-MRFIOyEM [5] La kinesioterapia tiene como objetivo la rehabilitación de las alteraciones del movimiento a través de un fortalecimiento neuromuscular, busca evitar la rigidez articular, mejorar la respuesta muscular, recuperar los rangos de movimiento del paciente y estimular la propiocepción.

Kinesioterapia 2019 [6] kinesioterapia es un tratamiento natural que correlaciona la mente y el cuerpo, considerando que cuidando uno de los dos aspectos influirá en el otro. Así, en la kinesioterapia se observa la respuesta de los músculos para detectar posibles desequilibrios en el organismo, prevenirlos o corregirlos.

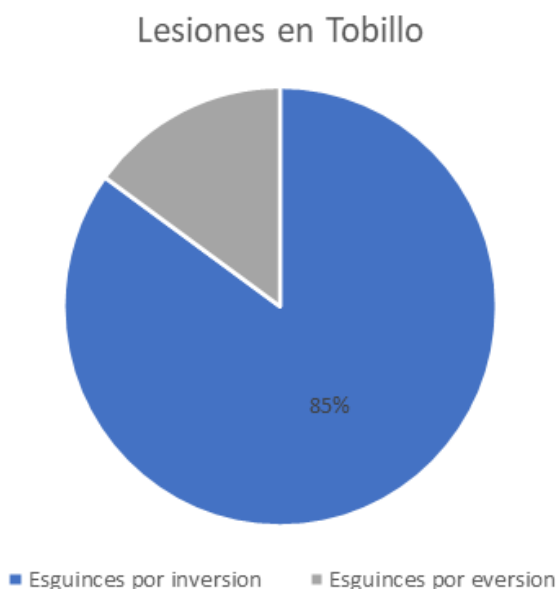
Libardo Peláez Alfonso 2016 [7] la movilidad pasiva está más enfocada en la prevención de la rigidez articular, pero no se enfoca en la potenciación de la fuerza y tonalidad, ni en la evasión de la atrofia muscular, por lo que puede llevar al paciente con complicación por las secuelas de la lesión.

El análisis de los documentos de investigación base de tema a desarrollar se integró desde diferentes puntos donde se tomó en cuenta de las palabras clave, Taekwondo, Kinesioterapia, Poomse, Prevención arrojando los siguiente:

Tabla 1. Documentación Bibliográfica.

Título De Documento	Autor	Año	Tipo De Documento
Evaluación Fisioterapéutica A Los Deportistas Del Club De Taekwondo De La Universidad Técnica Del Norte	Olger Anderson Ruiz Vaca	2017	Tesis De Grado
Evaluación Fisioterapéutica A Los Deportistas Del Club De Taekwondo (Niños) De La Universidad Técnica Del Norte	Ma. Belén Jácome Muñoz	2017	Tesis De Grado
Aspectos Fisiológicos De Deportistas Elite De Taekwondo: Una Revisión Narrativa	Luis Alberto Cardozo	2017	Artículo De Revisión
La Biomecánica En La Aplicación De Ejercicios Específicos Para Mejorar La Ejecución De La Técnica De Pierna Dollio Chagui En El Taekwondo	Yoleinnia Salom-Freixas	2017	Artículo De Revisión
Lesiones Deportivas Frecuentes Asociadas A La Práctica De Tae Kwon Do	María Manuela Angulo Hernández	2016	Artículo
Lesiones producidas en Los Atletas Practicantes Del Taekwondo Durante El Entrenamiento Y La Competencia. Una Guía Orientadora Para La Prevención De Las Lesiones"	Mario Gonzalo Delgado Panchana	2016	Tesis De Grado
Incidencia De Las Lesiones Más Frecuentes En El Entrenamiento Físico Del Tae Kwon Do En Las Academias De La Ciudad De Puno-2019	Herslin Rick Mamani Gutiérrez	2021	Tesis De Grado
"Eficacia De Incluir Ejercicios Preventivos En El Calentamiento Para Ayudar A Reducir Lesiones En Taekwondo"	GABRIEL Moral López	2017	Trabajo De Grado

La relación de la bibliografía revisada tiene en común varios puntos que son relativamente importantes dentro de nuestra revisión bibliográfica como son las lesiones en el ámbito deportivo su enfoque en el taekwondo y en la mayoría hablan de la parte de la prevención de lesiones durante el entrenamiento y posterior a una lesión, dicho esto la kinesioterapia tendría un enfoque positivo ya que el terapeuta físico prioriza las necesidades del deportista y en base a su evaluación coloca una plan de intervención.



Gráfica 1 Lesiones de tobillo

De acuerdo con la gráfica anterior encontramos que el tobillo, tiende a sufrir lesiones con más frecuencia por la inversión siendo un 85 % y el 15 % a causa de una eversion. En la práctica del Taekwondo el deportista requiere en muchas ocasiones el fijar puntos de anclaje en el suelo para poder realizar ciertas técnicas específicas con llevando a que el tobillo adquiera cambios de posición rápidos y precisos, en algunas ocasiones el no realizar un correcto giro o cambio puede desencadenar puntos muy importantes para el deportista.

Conclusiones

Los datos aportados por las investigaciones de la documentación bibliográfica revisada permite identificar que las lesiones en un deportista suelen ser parte del día a día, la disciplina del Taekwondo por su nivel de exigencia en cuanto a la calidad y precisión de patada, tiende a ocasionar lesiones con mayor frecuencia en tobillo, por lo que la revisión llevo el enfoque de la prevención sin embargo la kinesioterapia además de tener beneficios de atención primaria, es funcional para el aumento del nivel competitivo mejorando la elasticidad, velocidad potenciación, fuerza y dirección, la exploración se llevará a cabo en conjunto de una valoración física del deportista en donde se obtendrá indicadores del estado físico, indicadores del estado psicomotriz, indicadores de capacidades determinantes y una vez ya obtenido todo referente se hace una planificación de las sesiones de entrenamiento.

En el estado de Puebla como se mencionó desde el inicio cuenta con 80 escuelas de Taekwondo registradas de acuerdo al INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) distribuidas en todo el estado, contando con un aproximado de 30 alumnos por escuela de diferentes grados de cinta.

Agradecimientos

La realización de esta revisión fue posible gracias al trabajo en conjunto con los asesores de proyecto y en especial al M.N y LTF. Edgar Lazcano Ortega por su dirección y orientación metodológica y por su continuo estímulo durante todo el proceso hasta al final del mismo.

Referencias bibliográficas

- [1] M. A. K. Noriega Fabricio, «TAEKWONDO_ Principales Lesiones,» 25 abril 2018. [En línea]. Available: <http://tkw/lesion/frec.com>.
- [2] Miguel del Valle Soto, *et al*, Lesiones deportivas versus accidentes deportivos., Arch Med Deporte, 2018.
- [3] C. Hernandez, «Lesiones, tratamiento, instructivo de vendaje para Taekwondo,» 02 febrero 2015. [En línea]. Disponible en: <https://mundotaekwondo.com/lesiones-tratamiento-instructivo-de-vendaje-para-taekwondo/>. [Último acceso: 2020].
- [4] M. G. D. Panchana, "LESIONES PRODUCIDAS EN LOS ATLETAS PRACTICANTES DEL TAEKWONDO DURANTE EL ENTRENAMIENTO Y LA COMPETENCIA. UNA GUÍA ORIENTADORA PARA LA PREVENCIÓN DE LAS LESIONES", GUAYAQUIL-ECUADOR, 2016.
- [5] Equipo Marketing, «abilita-Medicina de rehabilitación física integral Ortopedia y Especialidades Médicas,» Blog, 16 septiembre 2015. [En línea]. Disponible en: <https://abilita.com.mx/kinesioterapia-terapia-fisica-y-rehabilitacion/>.
- [6] TOPDOCTORS España, «Kinesioterapia,» 1 Enero 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.topdoctors.es/diccionario-medico/kinesioterapia>.
- [7] L. P. Alfonso, «Impacto de la rehabilitación con kinesioterapia,» 2016. [En línea]. Available: Revista colombiana de Ortopedia y Traumatología .
- [8] F. I. Taekwondo. [En línea]. Disponible en: <https://itftkd.sport/>.
- [9] J. 2. Eizmendi, Efectividad del ejercicio isométrico en deportistas amateurs, en deportes de impacto con demanda de esfuerzo y velocidad, efectos de tendinopatía , Leida España: Universidad de Leida, 2020.
- [10] O. A. R. Vaca, Evaluación fisioterapéutica a los deportistas del club de Taekwondo de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra Ecuador, 2017.
- [11] J. H. Wilmore, Fisiología del esfuerzo y del deporte, Paidotribo 5ed..
- [12] M. B. J. Muñoz, EVALUACIÓN FISIOTERAPÉUTICA A LOS DEPORTISTAS DEL, Ibarra-Ecuador, 2017.

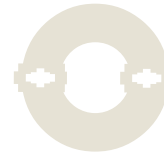
- [13] L. A. Cardozo, Aspectos fisiológicos de deportistas elite de taekwondo: una revisión narrativa, Colombia: REVISTA ESPAÑOLA DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES, 2017.
- [14] Y. Salom-Freixas, REVISIÓN LA BIOMECÁNICA EN LA APLICACIÓN DE EJERCICIOS ESPECÍFICOS PARA MEJORAR LA EJECUCIÓN DE LA TÉCNICA DE PIERNA DOLLIO CHAGUI EN EL TAEKWONDO, Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma, 2017.
- [15] J. P. Diaz-Sarmiento, Relación entre la fuerza de la patada circular y la fuerza isométrica de la Zona Core en deportistas practicantes de taekwondo a nivel universitario de la ciudad de Bogotá..
- [16] M. M. A. Hernández, Lesiones deportivas frecuentes asociadas a la práctica de Taekwondo., Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Instituto Politécnico de la Salud. "Luis Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Instituto Politécnico de la Salud. .
- [17] C. S. C. Agudelo, COMBATES SIMULADOS EN TAEKWONDO: FRECUENCIA CARDIACA, LACTATO SANGUÍNEO, FRECUENCIA, RESPIRATORIA Y ACELERACIONES, REVISTA IBEROAMERICANA DE PSICOLOGÍA DEL EJERCICIO Y EL DEPORTE .
- [18] Valdés-Badilla, ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA IBEROAMERICANA RELATIVA AL TAEKWONDO, 2016.
- [19] F. J. A. Cervera, El fisioterapeuta en la prevención de lesiones del deporte, 2018.
- [20] H. R. M. GUTIERREZ, INCIDENCIA DE LAS LESIONES MÁS FRECUENTES EN EL ENTRENAMIENTO FISICO DEL TAEKWONDO EN LAS ACADEMIAS DE LA CIUDAD DE PUNO-2019, PUNO-PERÚ , 2021.
- [21] G. M. Lopez, "Eficacia de incluir ejercicios preventivos en el calentamiento para ayudar a reducir lesiones en Taekwondo, 2017.
- [22] S. C. W. Bladimir, EL MÉTODO ESTÁTICO Y DINÁMICO EN EL DESARROLLO DE LA FLEXIBILIDAD EN LOS DEPORTISTAS DE TAEKWONDO DE LA CATEGORÍA JUVENIL DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE TUNGURAHUA, Ambato-Ecuador, 2020.

Propuesta de la liberación miofascial mediante la técnica de relajación autógena y ejercicios aeróbicos en pacientes con fibromialgia

^aLechuga Torrez Erika *, ^bValencia Melo Stephany

^aUniversidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Av. Universidad Tecnológica No 1000 Col. Tiera Negra. C.P. 73080 Xicotepec de Juarez, Pue.

*torreserika576@gmail.com, stephany.valencia@utxicotepec.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El propósito de esta investigación fue llevada mediante una revisión bibliográfica narrativa pretende: conocer lo publicado sobre la fibromialgia, identificar las estrategias del tratamiento fisioterapéutico utilizadas en el paciente y analizar los ejercicios aeróbicos terapéuticos, dentro del tratamiento de la fibromialgia. La realización del ejercicio aeróbico con terapia autógena reduce el dolor, la fatiga, la rigidez y mejora el descanso nocturno, la ansiedad, la depresión, la autoestima, y la autonomía por lo tanto mejora la calidad de vida del paciente.

La Fibromialgia es un trastorno de etiología desconocida, caracterizado junto a otros síntomas por la presencia de dolor músculo esquelético, como los trastornos del sueño, la depresión, la rigidez, la fatiga e incluso las alteraciones psicológicas y cognitivas que pueden afectar gravemente a las actividades de la vida diaria, igual que en la etiología, también hay hipótesis en base al tratamiento fisioterapéutico consiste en mejorar la sintomatología.

Entre las terapias no farmacológicas la actividad física parece ser un método bastante efectivo para el tratamiento de dicha sintomatología, especialmente en referencia al dolor.

Desde hace mucho tiempo se tiene en cuenta que el ejercicio aeróbico es efectivo e importante en una orientación integrada de la fibromialgia para lograr una mejor calidad de vida. El ejercicio reduce la sintomatología de fibromialgia y las actividades alternativas parecen más eficaces para el tratamiento de puntos sensibles. La depresión tiene mayores niveles de adherencia terapéutica. La realización del ejercicio aeróbico con terapia autógena reduce el dolor, la fatiga, la rigidez y mejora la funcionalidad del paciente con fibromialgia.

La prevención en el ámbito deportivo es un factor clave para reducir el nivel de lesiones en el atleta ya que el cuidado constante es sumamente crucial para el rendimiento dentro de una disciplina.

Palabras clave

Fibromialgia, Dolor músculo- esquelético, Ejercicios aeróbicos, Terapia autógena, Alteraciones psicológicas

Abstract

The purpose of this research through a narrative bibliographic review is to know what has been published on fibromyalgia, and to identify the physiotherapeutic treatment of fibromyalgia. Aerobic therapy with autogenous reduces pain, fatigue, and stiffness and improves night rest, anxiety, depression, self-esteem, and autonomy thereby improving the quality of life of the fibromyalgia patient. Fibromyalgia is a disorder of unknown etiology, characterized along with other symptoms by the presence of musculoskeletal pain, such as sleep disorders, depression, stiffness, fatigue, and even psychological and cognitive alterations that can seriously affect activities of daily life, as in etiology, there are also hypotheses. Based on physiotherapeutic treatment, it consists in improving symptoms. Among non-pharmacological therapies, physical activity seems to be a fairly effective method for the treatment of such symptoms, especially pain. Aerobic exercise has long been recognized as effective and important in integrated fibromyalgia management to achieve a better quality of life. Exercise is effective in reducing fibromyalgia symptoms, and Alternative activities seem more effective in treating tender points, and depression, and have higher levels of adherence. The performance of aerobic exercise with autogenous therapy reduces pain, fatigue, and stiffness and improves the functionality of the patient with fibromyalgia.

Keywords

Fibromyalgia, Musculoskeletal pain, Aerobic exercises,
Autogenic therapy, Psychological disturbances

Glosario de abreviaturas y símbolos

a, cantidad adsorbida (mg g⁻¹)

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

OMS Organización Mundial de la Salud

CIE Clasificación Internacional de las Enfermedades

EE.UU Estados Unidos de América

FM Fibromialgia

AR Artritis Reumatoide

Introducción

La fibromialgia fue determinada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una enfermedad reumatológica y desde 1992 hace parte de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE). Se encuentra asociada a trastornos afectivos como depresión y ansiedad, alteraciones del sueño, deterioro cognitivo, y múltiples síntomas somáticos inespecíficos, que afectan la funcionalidad y participación de los individuos en la esfera Biopsicosocial, así como la calidad de vida [1].

En el ámbito epidemiológico, afecta al 2, 4 % de la población Española mayor de 20 años, y en su mayoría a mujeres, lo que supone un elevado gasto socioeconómico en costes directos e indirecto, es la causa más común de dolor crónico generalizado musculoesquelético, es mucho más frecuente en el sexo femenino a comparación del sexo masculino, de 6 a 8 veces más, presentándose entre los 35 y los 55 años, pero puede hacerlo en cualquier etapa de la vida, incluso se ha descrito en niños y adolescentes. [2].

En las clínicas de reumatología, la tasa de diagnóstico nuevo es aproximadamente del 10 % al 20 %, mientras que en entornos no especializados, la tasa es del 2, 1 % al 5, 7 %. [3].

La FM es la segunda enfermedad más prevalente en reumatología después de la osteoartritis. Afecta del 2 al 6 % de la población en general, en Brasil al 2 % de los adultos, en México al 0, 68 %, en EE. UU. Del 3 al 6 %,

Canadá del 2 al 3 %, en España al 2, 4 %, en Japón al 2, 1 % y se ha documentado mayor frecuencia en mujeres con una relación de 9-10, la edad de presentación se encuentra entre los 20 y 50 años de edad. [3]

Con base a los datos obtenidos anteriormente se puede observar que las enfermedades reumáticas son las más comunes en todo el mundo, causan dolor, deterioro funcional, discapacidad laboral y afectan la calidad de vida de las personas. Los trastornos como el síndrome de fibromialgia (FM), la artritis reumatoide (AR) y la osteoartritis constituyen una gran parte de estas afecciones, son enfermedades clínicas complejas que pueden ir acompañadas de varios síntomas y dolor corporal, se ha estimado que hasta el 75 % de los pacientes con FM permanecen sin diagnosticar.

Materiales y métodos

De acuerdo al autor el método que utilizó fue un estudio cuantitativo en donde diseñó los instrumentos de medida, programas de intervención y procedimiento. Para la recopilación de datos sociodemográficos y clínico de los participantes utilizó los siguientes instrumentos de medida. [4].

Elaboro una hoja de datos sociodemográfico

El diario de control domiciliario: consiste en una serie de ejercicios que debía realizar cada participante en su domicilio durante 5 meses.

Utilizo la Escala análoga visual (EVA): se usó como instrumento de la medición de la intensidad del dolor autopercebido por los participantes.

La escala visual EVA es una medida subjetiva de la intensidad del dolor tal como lo percibe el paciente. Está presentada por un segmento de 10 cm, donde un extremo presenta sin dolor 0 y el otro extremo representando el máximo valor con 10. El paciente debe señalar la intensidad del dolor percibido en dicho segmento.

The Brief Pain Inventory (BPI), es otra herramienta usada para cuantificar la severidad del dolor (dimensión sensorial) y la interferencia del mismo (dimensión reactiva). La puntuación final oscila entre 0 y 10, donde significa que no hay dolor o no interfiere en absoluto. [5] [6].

The Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ) cuestionario de impacto de la fibromialgia, es una herramienta clínica validada para evaluar la repercusión de la fibromialgia en la salud de las personas. Los valores obtenidos oscilan entre 0 y 100. Ofrece una perspectiva general del estado de salud de una persona, ya que evalúa 8 dimensiones mediante 36 ítems [7] [8].

De acuerdo a la tesis de [9], la técnica de relajación consiste en un instrumento que se adapta a la perfección para el control y el manejo de las alteraciones que provocan las situaciones de estrés, el hecho de que los pacientes consigan unas óptimas técnicas de relajación, derivan en una disminución de los parámetros que van asociados a los agentes estresantes, dichas técnicas aportan beneficios en la disminución de la sintomatología en el impacto de la enfermedad.

Respecto al artículo [10], el ejercicio aeróbico es un tipo de actividad considerada de baja intensidad, se realiza por un tiempo prolongado en los cuales se destacan caminar, trotar, nadar, bicicleta, bailar, yoga y pilates. La Organización Mundial de la Salud recomienda la realización de actividad física aeróbica en adultos de 18 a 64 años de edad, ya sean recreativas o de ocio, con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias y musculares, además de reducir la sintomatología de la depresión y el deterioro cognitivo [1].

La actividad física aporta, a la población en general, beneficios fisiológicos como consecuencia de una adaptación de nuestro organismo a dicha actividad física, a consecuencia de esto, podemos realizar actividades más vigorosas con menos esfuerzo. Si tenemos en cuenta los beneficios psicológicos; está comprobado que aumenta la sensación de bienestar mejorando el estado de ánimo, la atención, la concentración, la imagen corporal y disminuye el riesgo de estrés, ansiedad o depresión, aportando también beneficios como el aumento de la sociabilidad, la autonomía y la integración con su entorno. [5]

De acuerdo a la revisión de diferentes artículos se ha demostrado que la actividad física, específicamente el ejercicio aeróbico, activa los mecanismos endógenos en la modulación del dolor, adicionalmente son claras las repercusiones en el acondicionamiento físico, tolerancia al ejercicio y mejoría de la variabilidad cardiaca con la consecuente disminución del tono simpático, lo sugerido es realizar ejercicio aeróbico entre 2 a 3 veces por semana, mínimo 20 minutos, de leve a moderada intensidad.

Se realizó una selección de artículos científicos de fisioterapia mediante un sondeo teórico, incluyendo la indagación de las bases de datos de revistas científicas digitales como: Revistas publicadas por la Universidad Estatal del Sur de MANABI facultad de ciencias de la Salud carrera de laboratorio clinico, Sandra Guzman Silahua, Scielo, PLOS, revisión desde la Rehabilitación del paciente con Fibromialgia, Eliana Mariana Gomez Arias y Maria Leonor Rengofa Varona. Cabe mencionar que el presente trabajo se basa en un estudio sistemático. La investigación que se llevó a cabo reflejó buenos resultados, lo cual es favorable para pacientes con fibromialgia aunque su origen es desconocido se sigue estudiando sobre las causa de la fibromialgia.

Resultados/Discusión de resultados

De acuerdo al artículo Cruz Antonio Collado se pudo observar que la práctica de ejercicio físico es un instrumento de salud en la fibromialgia que es fácil de aplicar y no solo puede mejorar la capacidad funcional del paciente sino también la tolerancia al dolor y el estado de ánimo, asimismo, brinda los siguientes efectos: mejora la capacidad física, disminuye la rigidez muscular, reduce el dolor corporal, disminuye la astenia y la fatiga, incrementando la condición física general de los pacientes, permitiéndoles realizar de forma más cómoda las actividades cotidianas, y con ello, mejorar su calidad de vida. [11], [8].

De acuerdo a la tesis doctoral de Cristane Junquera, el entrenamiento aeróbico es el tipo de ejercicio físico más adecuado para las personas afectadas de FM. Se realizó un estudio comparativo de dos programas, uno basado en un entrenamiento de fuerza y otro, a base de ejercicio aeróbico, donde valoraron sus efectos en mujeres con fibromialgia, observaron que ambos programas resultaron beneficiosos, siendo las mujeres que habían realizado el programa de ejercicios aeróbicos las que manifestaron una mayor mejoría en la intensidad del dolor. [12] [13]

Respecto a los efectos de los programas basados en diferentes artículos encontramos que la mayoría de los trabajos relacionados con ejercicio físico y relajación autógena en pacientes con fibromialgia tiene un efecto de relajación muscular por medio de la relajación mental y autoconocimiento corporal.

Los resultados obtenidos de nuestra investigación están en concordancia con los hallados por [14], [15], [13] quienes observaron una mejoría significativa en la capacidad aeróbica de los pacientes con Fibromialgia tras la intervención y con estos resultados se afirma que la técnica a trabajar contribuye de manera favorable en pacientes diagnosticados con esta patología.

En definitiva se identificó que existe una fuerte evidencia de que los síntomas de dolor de la fibromialgia pueden deberse a alteraciones en el procesamiento central de la información sensorial. La exposición a estresores físicos o psicosociales, así como las respuestas biológicas anormales en el sistema nervioso autónomo y las respuestas neuroendocrinas, también pueden contribuir al procesamiento del dolor disfuncional.

Al comparar los resultados obtenidos de las pruebas podemos afirmar que los ejercicios aeróbicos y la técnica autógena son efectivos para combatir los problemas ocasionados por la fibromialgia ya que reducen las anormalidades de músculo esquelético. Se evidencia una mejora de la percepción del dolor y en la sintomatología de los pacientes, presentan mejoría de las manifestaciones clínicas, disminución del impacto global.

Conclusiones

El trabajo investigativo fue elaborado bajo la modalidad de revisión bibliográfica, teniendo como objetivo dar a conocer sobre la efectividad de la realización de ejercicios aeróbicos como parte del tratamiento fisioterapéutico en personas con fibromialgia, ya que este tipo de ejercicios han demostrado traer grandes beneficios para este síndrome, siendo los principales, la disminución del dolor corporal, rigidez y espasmos musculares, contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida de estas personas.

Como podemos ver, el origen de la fibromialgia es desconocido por lo que se considera que su carácter de enfermedad orgánica ha sido frecuentemente cuestionado considerándola por algunos autores como de origen psicológico o psicosomático, por lo tanto en el estado de Puebla no se encuentra una estadística de pacientes con esta enfermedad ya que aun no es reconocida, en los centros de salud no son considerados como una incapacidad laboral.

Entre los hallazgos más relevantes y el resultado de los análisis, el dolor fue el principal factor en el diagnóstico de FM, seguido de la fatiga, los problemas del sueño, el bajo estado de ánimo y los trastornos de memoria. En referencia a las técnicas terapéuticas de tratamiento utilizadas, se encontraron los analgésicos y medicamentos así como ejercicios aeróbicos y terapia autógena, masoterapia y electroterapia.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El propósito fue identificar las prioridades e incertidumbres para el manejo de la fibromialgia (FM), así mismo se impulsará a investigaciones futuras. Se llegó a la conclusión que la causa de la fibromialgia es desconocida pero se estará indagando a nuevas fuentes actualizadas para poder conocer algunos de sus desencadenantes, buscando nuevos métodos de tratamiento específicos para la patología y así comprobar su efectividad mediante la aplicación que se verá reflejada en la mejora de los pacientes.

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido de ardua tarea, que no habría sido posible sin la ayuda de las personas que he tenido alrededor ayudándome a crecer como persona y profesionalmente, con la energía y el apoyo que me dan cada día.

Ha sido un largo viaje en el cual he tenido que afrontar muchos obstáculos y fuertes temporales, he podido superar cada uno de ellos gracias a la ayuda de algunas personas que me han brindado su apoyo y compañía de forma desinteresada y a las que siempre recordaré con especial cariño.

Referencias bibliográficas

- [1] «Organización Mundial de la Salud,» 2019.
- [2] Bailluim, Fibromialgia, Canadá, 1952.
- [3] «Branco *et al.*,» 2010.
- [4] C. M. Guivernau, «Eficacia de un programa de intervención no farmacológica en un grupo de pacientes con fibromialgia y valoración de los factores que intervienen en la adhesión al tratamiento .,» Barcelona , 2017.
- [5] M. V. S. C. Casals, «Prescripción de actividad física en pacientes con fibromialgia,» España, 2011.
- [6] «Fibromialgia del dolor a la Libertad».
- [7] «FIBROMIALGIA Y OTRAS FORMAS DE DOLOR MUSCULOESQUELÉTICO,» Inmaculada Calvo Penadés.
- [8] A. C. Cruz, «Que es la Fibromialgia,» *Hospital Clínic. Barcelona*.
- [9] C. M. Guivernau, Eficacia de un programa de intervención no farmacológico en un grupo de pacientes no farmacológico con fibromialgia, Barcelona , 2017.
- [10] K. MELISA SALAZAR NARANJO, «UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA,» Riobamba-Ecuador, 2019.

- [11] G. E. ALBERTO LOZA, «EJERCICIO AERÓBICO COMO TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO PARA LA FIBROMIALGIA,» Lima-Perú, Enero-2018.
- [12] A. A. GALLEGU, «Efectos de un programa de intervencion Fisico Rehabilitador Estandarizada en pacientes con Fibromialgia,» Diposit Legal:B6187-2013, Universitat Internacional de Catalunya.
- [13] C. J. CARVALHO, «EJERCICIO AERÓBICO Y RESISTIDO EN PACIENTES CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL RESISTENTE,» ISO 690.
- [14] W. Michael Hottten, «Effects of strength vs aerobic exercise on pain severity in adults with fibromyalgia a randomized equivalence trial,» 14 de December 2010.
- [15] M. e. Y. C. J. Kamal Mohamed, «Influencia de dos programas de intervención en la calidad de vida de pacientes diagnosticados de fibromialgia,» España , 20 de Septiembre del 2012.
- [16] I. P. O. Alfredo Enrique Arreddondo Bruce, Fibromialgia con una visión desde la atención primaria, Camagüey Cuba : Hospital Povincial Docente Amalia Simoni. Camagüey Cuba, 2008.
- [17] A. C. Cruz, Fibromialgia, Barcelona : coordinador de Fibromialgia, 2005.
- [18] D. E. M. Sandra Guzman Silahua, «Fibromialgia ,» Mayo- Agosto 2018/volumen 13, Número 2., Guadalajara, 26 de Febrero del 2018.
- [19] J. H. Schultz, Entrenamiento autógeno, Berlín : Gotinga, 20 de junio de 1884-Berlín, 19 de septiembre de 1970), 2005.
- [20] C. N. d. C. F. y. Deporte, Ejercicio aeróbico y anaeróbico, dos formas de adquirir energía, Querétaro: Fecha de publicación, 2005.
- [21] Ruben, «Fisioterapia en el tratamiento de la fibromialgia,» México , 21 de Junio del 2018.
- [22] F. Q. Espinoza, «efectividad del ejercicio aeróbico asociado al efecto térmico de la hidroterapia como tratamiento de la fibromialgia,» 23 de Octubre del 2019.
- [23] K. M. J. López, «Diseño de un programa de intervención psicológica grupal orientado desde un enfoque mente-cuerpo en pacientes con fibromialgia “Cultivando un espacio de presencia amorosa desde el cuerpo”,» Estilo de Vida y Desarrollo Humano-GIEVDH, Bogotá, Colombia, 2020.
- [24] D. R. B. Prieto, «Aprendiendo,» Unidad de Investigación (UI), España, 2020.

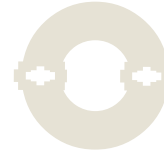


Propuesta de rehabilitación cardiopulmonar en paciente post COVID-19

^aTorres, Vite- Blanca Estela, ^bLira, Fuentes-Nelly

^aUniversidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Av. Universidad Tecnológica #1000, Col. Piedras Negras, Xicotepec de Juárez, Puebla, C.P. 73080 dirección completa incluyendo C.P.

*blancaestela07@live.com.mx ** nelly.lira@utxicotepec.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

En la presente recopilación se habla sobre el paso de la pandemia COVID-19, y la necesidad de un tratamiento para un paciente post COVID-19, estableciendo los criterios de recomendación para la atención de la terapia física y a su vez evidenciando la mejora del estado físico del paciente después de recibir la atención precoz o en diferentes casos la atención en casa después del alta disminuyendo las secuelas que deja la enfermedad.

Dejando como evidencia una propuesta de tratamiento, que establece el seguimiento a las secuelas de la patología. Para emplear un tratamiento en casa, que pueda ser ejecutado sin la necesidad de personal de terapia física del sector salud, por medio de una capacitación a un familiar responsable. Garantizando así la mejora continua del paciente y la reincorporación a sus actividades de la vida diaria.

Palabras clave

Secuelas COVID-19, infección temprana, fase pulmonar, terapia cardiorrespiratoria.

Abstract

This compilation talks about the passing of the COVID-19 pandemic, and the need for treatment for a post-COVID-19 patient, establishing the recommendation criteria for physical therapy care and in turn showing the improvement of the state physical condition of the patient after receiving early care or, in different cases, home care after discharge, reducing the sequelae left by the disease. Leaving as evidence a treatment proposal, which establishes the follow-up to the sequelae of the pathology. To use a treatment at home, which can be carried out without the need for physical therapy personnel from the health sector, through training for a responsible family member. Thus guaranteeing the continuous improvement of the patient and the reincorporation of their activities of daily life.

Keywords

COVID-19 sequelae, early infection, pulmonary phase, cardiorespiratory therapy.

Glosario de abreviaturas y símbolos

ECA2: Enzima de conversión de angiotensina 2

SARS: Síndrome respiratorio agudo severo

MERS-CoV: Síndrome Respiratorio de Oriente Medio

EPP: Equipo de protección personal

Introducción

La pandemia del COVID-19 es una patología infecciosa que puede causar un número importante de disfunciones cardiorrespiratorias y físicas a corto, mediano y largo plazo que requieren la aplicación de técnicas de rehabilitación adaptadas a las necesidades de cada paciente.

El primer caso de COVID-19 fue el 17 de noviembre de 2019 el Gobierno chino detectó y confirmó una extraña enfermedad en un paciente hombre de 55 años, que vivía en la provincia de Hubei, en Wuhan. La epidemia de COVID-19 fue declarada por la OMS una emergencia de salud pública de preocupación internacional el 30 de enero de 2020. A nivel mundial se han registrado más de 123.6 millones de casos confirmados y 2, 722, 000 fallecidos.

[1] En México actualmente se tiene el registro de 2.17 millones de casos confirmados, 1.72 millones de personas recuperadas y 195 mil muertes, este número se ve modificado de acuerdo a la continuidad de los días dado que es una pandemia en marcha. El impacto en el estado de Puebla fue notorio al ser uno de los principales estados en colocarse en semáforo rojo durante todo este periodo, siendo afectados sus 209 municipios, tomando 124, 505 muestras realizadas, con 76, 029 casos positivos del cual el 46 % fueron mujeres y el 54 % fueron hombres y 10, 255 defunciones. Actualmente solo 61 municipios presentan casos activos, pero no se declara a los demás municipios libres de COVID-19 debido al alto nivel de infección.

[2] En el estudio de Kiekens realizado en abril de 2020 en Italia se publicaron las primeras recomendaciones sobre el manejo cardiorrespiratorio en pacientes con COVID-19. En este informe se destaca que la duración de la estancia en la UCI es relativamente larga en pacientes graves, con inmovilización en posición prono. A consecuencia de ello surgen problemas específicos, que incluyen debilidad muscular severa y fatiga, rigidez en las articulaciones, disfagia, problemas neuropsicológicos, problemas cardiorrespiratorios y problemas de funcionamiento relacionados con la movilidad.

Desde el punto de vista cardiorrespiratorio, el objetivo de la fisioterapia es mejorar la sensación de disnea, preservar la función pulmonar, mejorar la función, la discapacidad y la calidad de vida. Son necesarios nuevos estudios de revisión bibliográfica para esclarecer el tratamiento de las secuelas cardiorrespiratorias en paciente adulto-joven post COVID-19 y contribuir al desarrollo de nuevos

tratamientos efectivos desde casa, para evitar una recaída del paciente, secuelas severas propias de la enfermedad y evitar aglomeraciones de pacientes con secuelas dentro del sector salud, eliminándolos como población en riesgo.

Materiales y Métodos

Definición

[3] Los coronavirus son una familia de virus que causan síndromes respiratorios que puede presentar un cuadro leve (resfriado común), hasta enfermedades más graves; estos virus son unos de los que causan zoonosis. Estos virus tienen la capacidad de evolucionar y transmitirse de persona a persona convirtiéndose en una nueva cepa de coronavirus, tal como sucedió en el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS) en 2003 y Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV) en 2012.

El SARS-CoV-2 es un virus envuelto, con un diámetro de aproximadamente 60-140 nm, cuya forma puede ser esférica, elíptica o pleomórfica. El genoma viral tiene aproximadamente de 27-32 kb y codifica proteínas estructurales y no estructurales; por su importancia, las primeras se describen a continuación:

Espícula (proteína S): se proyecta a través de la envoltura viral y forma las espículas de la corona; se encuentra glicosilada y es la encargada de mediar la unión del receptor, así como su fusión con la célula del huésped. Proteína de membrana (M): posee dos extremos, un dominio N-terminal corto que se proyecta en la superficie externa de la envoltura y un extremo C-terminal largo interno; juega un papel importante en el ensamblaje del virus. Proteína de la nucleocápside (N): se asocia con el genoma de ARN para formar la nucleocápside; se piensa que puede estar involucrada en la regulación de la síntesis del ARN e interactúa con la proteína M al momento de la replicación viral. Proteína de la envoltura (E): es una proteína que funciona como porina, formando canales iónicos, se desconoce su función específica; sin embargo, en el virus SARS-CoV esta proteína participa en el ensamblaje del virus.

Epidemiología

[4] La predicción de la OMS fue evidente en diciembre de 2019, con los reportes de los casos de neumonía en Wuhan, China, causada, como se demostró el 10 de enero de 2020, por un nuevo Coronavirus denominado ahora como COVID-19, y que ha evolucionado rápidamente para convertirse en una potencial pandemia, que ha requerido de una acción inmediata en el desarrollo de las clásicas estrategias de salud pública para enfermedades emergentes virales, sobre todo respiratorias, y de la implementación de un plan de atención médica en los diferentes niveles del Sistema Nacional de Salud.

El primer caso de COVID-19 fue el 17 de noviembre de 2019 el Gobierno chino detectó y confirmó una extraña enfermedad en un paciente hombre de 55 años, que vivía en la provincia de Hubei, en Wuhan.

La epidemia de COVID-19 fue declarada por la OMS una emergencia de salud pública de preocupación internacional el 30 de enero de 2020.

El primer caso índice de COVID-19 en México se detectó el 27 de febrero de 2020 en la Ciudad de México. Se trataba de un mexicano que había viajado a Italia y tenía síntomas leves. La fase 1 de COVID-19 comenzó ese día.

[5] El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud calificó como pandemia el brote de coronavirus COVID-19, por la cantidad de casos de contagio y de países involucrados, y emitió una serie de recomendaciones para su control, desarrollando un plan de prevención para los países.

[5] El 13 de marzo de 2020, en México el Secretario Ejecutivo de la Secretaría de Gobernación, mediante comunicado oficial dio a conocer la implementación de diversas medidas de prevención, información y orientación a fin de mitigar el riesgo de contagio entre personal del Instituto.

El gobierno federal decretó el 24 de marzo el inicio de la fase 2 “Dispersión comunitaria” de la pandemia COVID-19 en el país, tras registrar las primeras infecciones locales, existe transmisión de persona a persona independientemente de que haya salido o no del país.

En esta fase se suspenden principalmente ciertas actividades económicas, se restringen las congregaciones masivas y se recomienda permanecer en el domicilio

a la población en general, especialmente a los mayores de 60 años y a las personas con diagnóstico de hipertensión arterial, diabetes, enfermedad cardíaca o pulmonar, inmunosupresión inducida o adquirida, a las mujeres que se encuentren en estado de embarazo o puerperio inmediato, distanciamiento social (1.5m), evitar saludo de mano, beso y abrazo, estornudo de etiqueta y filtros sanitarios.

[6]El 30 de marzo, se decretó una emergencia de salud nacional en México, dada la evolución de casos confirmados y las muertes por la enfermedad. Esto condujo al establecimiento de medidas adicionales para su prevención y control, como la suspensión inmediata de actividades no esenciales en todos los sectores económicos del país durante un mes, hasta el 30 de abril.

El 21 de abril del 2020 se dio por iniciada la fase 3 “Contagio Epidémico” por COVID-19 en México, ya que se tenía evidencia de brotes activos y propagación en el territorio nacional con más de mil casos. Las medidas tomadas en esta fase fueron la suspensión de actividades no esenciales del sector público, privado y social, así como la extensión de la Jornada Nacional de Sana Distancia hasta el 30 de mayo.

Fisiopatología de la Enfermedad Cardiovascular en Pacientes COVID-19

Existen distintos mecanismos fisiopatológicos involucrados en el desarrollo de complicaciones cardiovasculares en el COVID-19. Iniciando por uno de los más importantes que es el daño y la inflamación al miocardio tiene una elevada prevalencia. Oscilando entre un 7 % y 28 % de los pacientes tienen elevación de troponina y valores aumentados al ingreso que se mantienen durante la hospitalización se han asociado con riesgo de eventos adversos hospitalarios como necesidad de ventilación mecánica, aparición de arritmias y muerte.

Se descubrió que el daño es causado en cualquiera de las tres etapas de la enfermedad y que la fisiopatología es diversa e incierta. El conocimiento de diversos casos indica que la miocarditis fulminante es uno de los eventos adversos de COVID-19 provocado por el daño directo al miocardio en los cardiomiocitos. Dentro de la autopsia a pacientes fallecidos por COVID-19 se halló necrosis de cardiomiocitos e infiltrado mononuclear.

La infección por el SARS-CoV-2 podría ser directa de cardiomiocitos mediada por los receptores de la ECA-2, con lisis celular y activación de la respuesta inmunitaria

innata con liberación de citocinas proinflamatorias. En la etapa temprana de la enfermedad, el virus infiltra el parénquima pulmonar y comienza a proliferar.

En esos momentos la enfermedad cursa con síntomas constitucionales leves, dados por la activación de la inmunidad innata, fundamentalmente monocitos y macrófagos. Llevando al organismo a un daño tisular y procesos inflamatorios secundarios con vasodilatación, permeabilidad endotelial y reclutamiento leucocitario, todo ello seguido de mayor daño pulmonar, hipoxemia y estrés cardiovascular que pueden ser causa de elevación de marcadores de daño miocárdico como traducción de un daño miocárdico subyacente. En un subconjunto de pacientes, esta respuesta inmunitaria continúa amplificándose, lo que resulta en una inflamación sistémica.

Si el paciente presenta signos y síntomas clínicos de COVID-19 y vive con hipertensión arterial u otra enfermedad cardiovascular se recomienda: permanecer en casa con sus medicamentos cardiovasculares, reforzando medidas de aislamiento e higiene personal, el seguimiento debe darse cada 24 a 48 horas para revalorar la evolución en caso de aparición de datos de alarma, caracterizado por datos de insuficiencia respiratoria, disnea, saturación de oxígeno menor 90 % que no mejora con oxígeno suplementario, el paciente deberá ser referido a un hospital COVID.

En caso de tener buena evolución se debe hacer una evaluación trimestral o semestral por cardiología, dependiendo de su estabilidad cardiovascular y necesidad de estudios o procedimientos. En caso de inestabilidad de la enfermedad cardiovascular que amerite atención de urgencias aun en casos de COVID-19 leve, se debe clasificar de acuerdo a la necesidad de algún procedimiento invasivo.

Para identificar en qué estadio está el paciente se ha desarrollado un algoritmo para clasificarlos y ver su desarrollo según cada etapa hasta ahora establecida, excluyendo a los pacientes asintomáticos y sin tomar en cuenta comorbilidades de los individuos. (Ver Tabla. Algoritmo de la clasificación en paciente COVID-19).

Algoritmo de la clasificación en pacientes covid-19

Estratificación según el escenario COVID-19	Etapas 1 (Infección Temprana)	Etapas 2 (Fase Pulmonar)	Etapas 3 (Fase Hiperinflamatoria) Tormenta de citoquinas
Tiempo de Evolución			
Tipo de abordaje	Ambulatorio	Revisión médica y evaluar hospitalización	Hospitalización en unidades de reconversión
Síntomas Clínicos	Caso sospechoso: Fiebre mayor o igual a 38°, tos seca, disnea, cefaleas, odinofagia, mialgias, artralgias, dolor torácico, escalofríos, rinorrea, conjuntivitis, anosmia, disgeusia	Disnea, dolor torácico, taquipnea, neumonía leve/moderada (riesgo moderado e incremento en la probabilidad de complicación)	Síndrome de dificultad respiratoria aguda, síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, neumonía grave, frecuencia respiratoria mayor a 30 por minuto, sepsis qSOFA >2, falla orgánica/choque
Signos Clínicos	Hallazgos de laboratorio: linfopenia, incremento del tiempo de protrombina, incremento leve de dímero D y LDH. Sin alteraciones por imagenología (no neumonía)	CURB 65 2 puntos, saturación de oxígeno 90%, transaminasemia, leucopenia, alteración radiográfica (infiltrados bilaterales) nivel normal-bajo de procalcitonina, elevación de proteína C reactiva, CPK o mioglobina	CURB 65 >2 puntos, saturación igual o menor 90%, hipoxia (PaO ₂ /FiO ₂ <30 mmHg, elevación de marcadores inflamatorios (proteína C reactiva, LDH, IL-6, dímero D, ferritina, troponina), leucopenia, linfopenia, trombocitopenia, elevación enzimas hepáticas, alteración renal. RXTX/TAC (Imagen en vidrio despulido, opacidades bilaterales, parches, consolidación bilateral)

	Evalúe comorbilidades o condiciones específicas de riesgo	Atención integral, investigar sobreinfección y evaluar opciones de tratamiento según protocolos de investigación
Terapias Potenciales	Tratamiento asintomático ambulatorio	Evaluar uso de terapias complementarias bajo protocolo de investigación con plasma, anticuerpos monoclonales, inmunoglobulina, inhibidores de protein-quinasa

Terapia Respiratoria En Paciente COVID-19

La pandemia de COVID-19 sigue en curso, es un capítulo en la humanidad que aun no culmina, y sigue dando actualizaciones acerca de la evolución de la enfermedad y las secuelas provocadas en cada individuo contemplando que cada una es totalmente individual y se verá influenciada por las diferentes características físicas y comorbilidades de las personas afectadas.

Durante mucho tiempo la terapia física no se consideraba con alta relevancia en la atención pre-hospitalaria, hospitalaria y post-hospitalaria. Debido a que se veía influenciada por el tabú de la sociedad la cual dictaba que la terapia física se veía limitada a atender afectaciones o patologías músculo-esqueléticas.

Al desarrollo de la pandemia y las características de la enfermedad, la terapia respiratoria se volvió relevante para la atención de pacientes COVID-19, integrándola como uno de los principales factores para la mejora del paciente o la disminución de sintomatología. La terapia respiratoria es una rama del área de la salud que se ha consolidado como uno de los profesionales más importantes, que no solo se ha desarrollado en el cuidado respiratorio, sino que también ha contribuido activamente en investigaciones con el objetivo de prevenir y tratar enfermedades cardiorrespiratorias.

[7]Esta profesión tiene su origen en el año 2700 A.C. en China donde inicialmente fue llamada gimnasia respiratoria, transmitiéndose como un rito ceremonial, con el cual la cultura egipcia determinó que “la vida depende por completo del acto de respirar y respirar es vivir” teniendo como base estas frases se tomó que la respiración es un sinónimo de curación, control sobre el cuerpo y trascendencia.

[8]Dentro del sistema de gobierno se han habilitado videoconferencias para capacitar al personal salud y público en general principalmente TELETÓN el cual estableció “El objetivo de la terapia pulmonar se centra en mejorar el estado general del paciente, impulsando su pronta recuperación y fortaleciendo su salud, tanto física como mental”. Institutos y médicos especialistas recomiendan llevar a cabo este tipo de terapias durante los primeros 30 días después de la enfermedad, ya que con ello se asegura un mayor impacto en la recuperación.

Los pacientes que decidan ser parte de este tipo de rehabilitación podrán mejorar en los siguientes aspectos:

- Disminuir la falta de aire
- Optimizar la función respiratoria
- Mejorar la calidad de vida relacionada con la salud
- Prevenir y mejorar la disfunción respiratoria
- Reducir complicaciones derivadas de la enfermedad
- Aliviar la ansiedad y depresión por disnea
- Reincorporarse a la vida social y laboral

[9]En el Hospital Nacional de Santa Gertrudis dentro del Departamento de Terapia Física, plasma en su investigación “Rehabilitación de pacientes post covid cuidados de fisioterapia” establece parámetros esenciales para la aplicación de la terapia respiratoria en casa.

Indicaciones:

- Personas afectadas por el COVID-19 que se encuentran en periodo de recuperación, pero sigue en periodo de confinamiento.
- Se debe considerar individualmente en función a cada persona.
- Se necesita trazar el nivel de afectación durante y post-covid.
- Considerar las enfermedades crónicas.
- Realizar la terapia principalmente en aquellos que no requirieron hospitalización y permanecieron en aislamiento.
- En los casos con alta hospitalaria que regresan a casa a su completa y pronta recuperación.

Dentro de esta propuesta rehabilitación se contempla principalmente los pacientes en fase 1 y 2 para un método de terapia física en casa, con el objetivo de disminuir el dolor y las secuelas de esta enfermedad, que provoca afectaciones a nivel cardiorrespiratorio.

Para la protección del prestador de servicios o familiar que realizará este tratamiento (previamente capacitado por el terapeuta físico) deberá portar EPP

para prevenir el contagio o la posible propagación del virus, este incluirá; mascarilla KN95, guantes de látex estériles, ropa de protección de acuerdo a la norma UNE-EN 14126:2004 (bata desechable de manga larga impermeable), protección ocular y facial. Por último deben lavar las manos frecuentemente con agua y jabón antes y después de estar en contacto con la persona que precisa la atención, y después de realizar la terapia se llevará a cabo una técnica aséptica para evitar que haya contacto con fluidos corporales. En caso de no haber jabón y agua, se utilizará un desinfectante a base de alcohol.

En este protocolo se establecerán fases del tratamiento de acuerdo a cada una de las características presentadas en el paciente post COVID-19, que principalmente se basarán en educar al paciente, ejercicio aeróbico, ejercicio de fuerza, entrenamiento, técnicas de drenaje de secreciones y técnicas ventilatorias.

Paciente Post COVID-19.

Secuelas	Técnica	Objetivo	Desarrollo
Dolor muscular por reposo prolongado	TENS	Disminuir el dolor muscular en zonas específicas	Aplicación de TENS convencional (100-150 Hz) Durante 15 minutos.
Dificultad para respirar	Fortalecimiento de músculos respiratorios	Mejorar la capacidad pulmonar	Ejercicio 1: En posición decúbito supino sobre la cama, se van a colocar las manos sobre el abdomen e iniciaremos inhalando lentamente por la nariz, inflando abdomen, y al exhalar lentamente por nariz se realizará una contracción de abdomen, realizando el movimiento principalmente con músculos del abdomen por 1 minuto, descansando 1 minuto para que la respiración se regule. Repite este procedimiento 5 veces. Ejercicio 2: En posición decúbito supino sobre la cama, se van a colocar las manos sobre el pecho. Comenzaremos inhalando lentamente por nariz, inflando únicamente el tórax y al exhalar lentamente por nariz se hunde lo más que sea posible. Se realizará este ejercicio por 1 minuto, descansando 1 minuto, este procedimiento se repetirá 5 veces cada uno.

Dificultad para respirar	Fortalecimiento de músculos respiratorios	Mejorar la capacidad pulmonar	Ejercicio 3: En posición decúbito lateral, se flexionarán las rodillas colocando una almohada entre ellas, la mano libre se colocará sobre las costillas y se iniciará una lenta inhalación por la nariz y a continuación una lenta exhalación por la nariz, sintiendo como se moviliza la caja torácica a través de la mano. Este ejercicio se realizará por 1 minuto, acompañado de 1 minuto de descanso y se repetirá 5 veces cada uno. Se alternará de lado al acabar la primera serie. Ejercicio 4: En sedestación, se colocaran las manos sobre los laterales de las costillas, se comenzará inhalando por la nariz lentamente abriendo las costillas y al exhalar lentamente por la nariz se aproximan las costillas, se realizará este ejercicio por 1 minuto, después será 1 minuto de recuperación, repitiendo este ciclo 5 veces.
		Trabajar las ápices de los pulmones	Ejercicio 5: En sedestación, se colocarán las manos sobre el pecho, se comenzará inhalando lentamente por la nariz subiendo la caja torácica, al exhalar lentamente por la nariz la caja torácica irá descendiendo. Realizar este ejercicio por 1 minuto y después 1 minuto de descanso, repitiendo 5 veces el ciclo.
		Su aplicación será únicamente cuando ya se dominan las respiraciones en decúbito supino y sedestación	Ejercicio 6: Paciente en bipedestación, se colocarán las manos sobre el abdomen, y se comenzará inhalando lentamente por la nariz empujando las manos con el abdomen, y al exhalar lentamente las manos van hacia adentro, 1 minuto de ejercicios más 1 minuto de descanso, repetir este ciclo 5 veces.
	Respiración Glossofaríngea	Llevar aire a los pulmones cuando están afectados los músculos respiratorios	Paciente con ayuno de 3 horas, en sedestación, se va a cubrir la nariz garantizando que el aire entrara únicamente a través de los músculos de la lengua y garganta. Se solicita que el paciente pase tragos de aire de 10 a 15 repeticiones continuas, sin utilizar músculos de la respiración, posteriormente se expulsará lentamente el aire por la boca, se realizarán 10 series, 2 veces al día.

Higiene Bronquial	Vibraciones	Despegar secreciones bronquiales	Ejercicio 1: Paciente decúbito supino en semifowler con ayuno de 3 horas. Se observará el ritmo de su respiración iniciando cuando y se comenzará con la palma de la mano vibrando por la parte inferior de la costilla dirigiéndose hacia el cuello, de afuera hacia adentro sin despegar la mano del tórax, este ejercicio se realizará durante 5 minutos de lado derecho y 5 minutos de lado izquierdo. Ejercicio 2: Paciente en decúbito lateral, se iniciará la vibración sobre el lateral de manera ascendente, 5 minutos en el lado derecho y 5 minutos en el lado izquierdo. Ejercicio 3: Paciente en decúbito prono se iniciará la vibración en la base de las costillas hacia el cuello de manera ascendente, 5 minutos por cada lado.
Secreción de esputo	Respiración sumada	Favorecer el drenaje de secreciones, que tendrán como objetivo reeducar el patrón respiratorio, mejorar la ventilación, y movilizar tórax	Indicaciones: paciente con 3 horas de ayuno, en sedestación, consciente y seguir indicaciones. Solicitar a la persona que tenga completamente cerrada la boca y con la nariz haga pequeñas inspiraciones continuas como suspiros, hasta sentir que ya no puede más, para que su tórax se expanda lo mayor posible, después expulsarlo lentamente presionando suavemente el abdomen. Este ejercicio se realizará 3 series de 10 repeticiones, 2 veces al día.
Pérdida de tono muscular Disminución de rangos de movimiento	Ejercicios Isométricos	Mejorar el tono muscular	Ejercicio 1: Fortalecimiento de cuádriceps: se colocará una pelota pequeña debajo del hueso poplíteo y se realizará una presión sobre la ella, al mismo tiempo se llevará la punta del pie hacia arriba, la contracción se mantendrá por 5 segundos en una serie de diez repeticiones. Ejercicio 2: Fortalecimiento de Glúteos: sobre la cama se realizará una contracción de glúteos, mantenida por 5 segundos en una serie de diez repeticiones. Ejercicio 3: En posición de decúbito supino se colocará una pelota entre la pared y el pie del paciente y realizará movimientos deslizando el pie sobre la pelota hacia arriba y abajo, 2 series de 10 repeticiones
Entrenamiento Aeróbico	Movilizaciones activas asistidas	Aumentar y mantener rangos de movimiento	Movilizaciones activas asistidas de miembro superior en decúbito supino y en sedestación. Movilizaciones activas asistidas de miembro inferior en decúbito supino y en sedestación.
Entrenamiento progresivo de la fuerza	Entrenamiento de marcha	Mejorar la condición física del paciente	Comenzar con ejercicio de caminata lenta, caminata rápida, hasta trotar. Comenzando con una intensidad y duración baja hasta aumentar gradualmente, se recomienda de 15 a 30 minutos de duración, en sesiones de 3 a 4 veces por semana, pero este marcador se verá influenciado por la sensación de fatiga del paciente.

Técnica de fuerza progresiva, mediante aparatos de mecanoterapia (mancuernas, discos, polainas)

Aumentar la fuerza

Se trabajarán de 1 a 3 grupos musculares por sesión, con carga progresiva, iniciando por el entrenamiento contra gravedad, evolucionando hasta llegar a la carga promedio para el paciente aumentando un 5% la carga cada semana del tratamiento, con sesiones de 2-3 veces por semana durante un periodo de 6 semanas, reservando la utilización de este método a la evolución del paciente.

Resultados/Discusión de resultados

En las investigaciones plasmadas con anterioridad de acuerdo a la fase de la enfermedad, se realizará el análisis de la situación del paciente. Contemplando que es de gran importancia los síntomas y signos clínicos que presentó y en qué fase se desarrolló (fase 1, fase 2 y fase 3), tomando como principal rasgo la historia clínica del paciente con sus condiciones y sus comorbilidades.

Desarrollando diferentes tratamientos para la rehabilitación cardiorrespiratoria, que se van a planear de acuerdo a cada individuo. Proponiendo un protocolo de indicaciones y contraindicaciones dependiendo el estadio del paciente. Es por esto que el abordaje planteado en la investigación es de relevancia para llevar a cabo en casa una vez que el paciente haya sido dado de alta. Para desarrollar esta propuesta se debe contemplar las características individuales de cada paciente.

Dicho protocolo está basado en evidencia de investigaciones acerca de las secuelas COVID-19, y uno de los objetivos principales es que tenga un impacto a nivel sector salud dentro de la localidad evitando el colapso de los hospitales por los pacientes.

La propuesta de tratamiento para el paciente post COVID-19 logra establecer una metodología de las secuelas y el posible tratamiento para ellas, mostrando así una guía para el estudio y la modificación de las diferentes técnicas de fisioterapia,

aunado a que cada tratamiento empleado debe ser única y exclusivamente diseñado a las características del paciente y su patología.

Conclusiones

El COVID-19 es una pandemia que afecta todos los aspectos de la sociedad a nivel personal y laboral. Para evitar el colapso del sistema salud de pacientes con afectaciones cardiorrespiratorias, el papel de la terapia física es de vital relevancia, para poder capacitar a los familiares de las personas afectadas y llevar a cabo sesiones de fisioterapia de acuerdo a las características y secuelas que dejó el paso de la enfermedad dentro del organismo humano.

De la mano con un terapeuta físico las secuelas del paciente post COVID-19 se verán disminuidas parcial o totalmente, evitando así la saturación de los hospitales con pacientes aun en condiciones graves.

La atención oportuna o temprana del terapeuta físico mejorará las condiciones del paciente, aliviando principalmente el dolor, la falta de oxigenación y la fatiga por parte del paciente, llevándolo a un alta pronta. Concluyendo que es de vital importancia la atención del fisioterapeuta durante la hospitalización si así lo requiere, o después del alta del paciente. Tomando en cuenta que entre más precoz sea la terapia, más pronta será la recuperación y menos secuelas tendrá el paciente.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Derivado de la pandemia, los estudios para un protocolo de acondicionamiento físico en el paciente post COVID-19 están en proceso, debido a las condiciones de cuarentena marcadas por el gobierno, sin embargo, no se descarta la posibilidad de ejecutar la experimentación de dicho protocolo, con una población muestra, para documentar el desarrollo del protocolo y los beneficios alcanzados a través de este.

Referencias bibliográficas

- [1] I. N. d. E. y. Geografía, «Visualizador Analítico para el COVID-19,» Ciudad de México , 2021.
- [2] B. P. A. A. A. R. G. F. G. M. Kiekens C, «Rehabilitation and respiratory management in the acute and early post-acute phase,» Phys Rehabil Med, 2020.
- [3] S. d. Salud, «Recomendaciones para personal de salud,» Gobierno de México, México, 13 de febrero del 2020.
- [4] O. M. d. l. Salud, «Coronavirus Disease (COVID-19) Situation Report,» World Health Organization, 2020.
- [5] D. O. d. l. Federación, «Carta de declaración; reanudación de plazos para atender tareas, con motivo del COVID-19,» Secretaría de Gobernación, México, 2020.
- [6] S. d. Salud, «Semáforo Epidemiológico,» Ciudad de México, 2020.
- [7] J. A. L. P. Morant, «Fisioterapia Respiratoria; Indicaciones y técnica ,» Neumología pediátrica y unidad de rehabilitación respiratoria, España.
- [8] TELETÓN , «Rehabilitación respiratoria pos COVID-19 en TELETÓN ,» Estado de México, 2020.
- [9] H. . S. Gertrudis, «Rehabilitación de pacientes post covid cuidados en fisioterapia,» 2020.
- [10] H.-M. X. Y.-X. W. C. Zhao, «recomendaciones para la rehabilitación en adultos con enfermedad por coronavirus 19,» Chinese Medical Journal, China, 5 de julio 2020.
- [11] A. A. Q. C. A. Á. H. Ana Luisa Alves Cunha, «Breve historia y fisiopatología del COVID-19,» Resolución Ministerial, Bolivia, julio 2020.
- [12] J. M. C. M. O. V. C. Adolfo Valdiva, «Guía de diagnóstico y tratamiento de COVID-19 en Unidades de terapia intensiva en Bolivia,» Sociedad Boliviana de Terapia Crítica e Intensiva , Bolivia , 2020.
- [13] A. A. P. A. José Rozado, «Fisiopatología de la enfermedad cardiovascular en pacientes con COVID-19. Isquemia, trombosis y disfunción cardíaca,» Departamento de Medicina, Universidad Oviedo, Asturias, España, 2020.
- [14] J. P. B. M. V. R. Sofia Noria, «Coronavirus y sistema cardiovascular,» Revista Uruguaya de Cardiología, Uruguay, Agosto 2020.
- [15] A. A. Q. A. A. V. Ana L. Alves, «Breve historia y fisiopatología de COVID.19,» Bolivia , 2020.
- [16] M. P. R. E. R. R. V. A. S. L. B. H. E. G. A. R. Ana Arbillaga, «Fisioterapia respiratoria en el manejo del paciente con COVID-19: Recomendaciones Generales,» Sociedad Española de Neumología y cirugía torácica, España, 2020.
- [17] S. M. Pizar, «Rehabilitación respiratoria en pacientes con COVID-19,» Journal Pree-Proof, España, Abril 2020.
- [18] L. G. D. S. S. C. A. Lista Paz, «¿qué papel desempeña la fisioterapia en la pandemia mundial por COVID?,» Departamento de Fisioterapia, Medicina y Ciencias Biomédicas, Coruña, España, 2020.
- [19] J. M. L. R. M. R. I. T. Ivan Pinzón, «Fisioterapia Respiratoria en la funcionalidad del paciente con COVID-19,» Universidad de Manizales, 2020.
- [20] A. d. c. m. d. Bilbao, «Aportaciones de la fisioterapia respiratoria como terapia adyuvante en pacientes con covid ingresados en UCI: una oportunidad de desarrollo,» Gad Med Bilbao, 2020.
- [21] L. A. G. Angel, «Introducción a la terapia respiratoria,» Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, 2017.

- [22] C. S. B. P. Luz Alejandra Lorca, «Propiedades Psicométricas del inventario breve de la fatiga en personas tratadas por neoplasia hematológicas en Chile », Revista Médica Chile, Chile, 2016.
- [23] L. N. W. L. Yang Feng, «Pautas de rehabilitación respiratoria para pacientes con neumonía por nuevo coronavirus,» 2020.
- [24] S. d. S. Gobierno de México, «Lineamiento para la atención de pacientes por COVID-19,» 14 de febrero 2020.
- [25] IMSS, «Algoritmos internos para la atención del COVID-19,» Gobierno de México, México, 2020.
- [26] M. S. Monge, «Conoce las secuelas del coronavirus y que es la COVID-19 persistente,» Cuidate Plus, 29 de septiembre del 2020.
- [27] T. G. H. Corporation, «Guía de Tratamiento Covid,» Massachusetts General Hospital, Massachusetts, 2020.
- [28] E. R. Estany, «Ejercicio Físico en la prevención y la rehabilitación cardiovascular,» Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Cuba, 2011.
- [29] D. M. C. R. Camilo Adolfo Leal Verdugo, «Trauma Raquimedular y Rehabilitación Cardiopulmonar,» 2020.

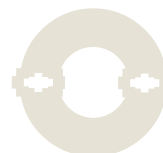


Propuesta de tratamiento mediante el método RPG para las lesiones musculoesqueléticas en teletrabajadores causadas durante la contingencia por COVID-19

^a Viru, Velázquez-Rodrigo*, ^e Eslava, Osorio-Omar

^a Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Av. Universidad Tecnológica #1000, Col. Tierra Negra Xicotepec de Juárez Puebla, C.P. 73080.

*rodrigo_viru@outlook.com
omar.eslava@utxicotepec.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La reciente pandemia por la COVID-19 ha traído consigo una nueva forma de vida donde el teletrabajo ha tomado gran relevancia, permitiendo que las empresas sigan laborando aun en este tiempo de pandemia. Las personas no estaban preparadas con las medidas necesarias, por consiguiente, provocó una creciente aparición de lesiones musculoesqueléticas, y que de acuerdo a los datos estadísticos de la OMS aproximadamente 1710 millones de personas presentan dichas alteraciones provocando discapacidades laborales. El tratamiento de las lesiones musculoesqueléticas no ha sido el favorable

ya que los médicos tratantes normalmente no refieren al usuario al servicio de terapia física, siendo este de suma importancia para el abordaje de las distintas patologías presentadas. La RPG es un tratamiento que consta en posiciones sostenidas las cuales van dirigidas a las cadenas miofasciales influyendo a su vez a la disminución del dolor por posturas mantenidas o compensatorias. Por lo tanto, el método de RPG es una fuente viable para el tratamiento de las patologías musculoesqueléticas presentadas por los teletrabajadores.

Palabras clave

RPG, Lesiones musculoesqueléticas, Teletrabajo, COVID-19

Abstract

The recent COVID-19 pandemic has brought with it a new way of life where teleworking has taken on great relevance, allowing companies to continue working even in this time of the pandemic. People were not prepared with the necessary measures, therefore, it caused a growing appearance of musculoskeletal injuries, and according to the statistical data of the WHO, approximately 1.710 million people present these alterations causing work disabilities. The treatment of musculoskeletal injuries has not been favorable since the treating doctors do not normally refer the user to the physical therapy service, this is of utmost importance for the approach to the different pathologies presented. RPG is a treatment that consists of sustained positions which are directed to the myofascial chains, in turn influencing the reduction of pain due to maintained or compensatory postures. Therefore, the RPG method is a viable source for the treatment of musculoskeletal pathologies presented by teleworkers.

Keywords

RPG, Telework, Musculoskeletal injuries.

Glosario de abreviaturas y símbolos

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía

OIT, Organización Internacional del Trabajo

OMS, Organización Mundial de la Salud

RPG, reeducación postural global

TIC, Tecnologías de la Información y Comunicación

Introducción

Las tensiones musculares son de suma importancia ya que representan una gran parte de las visitas al médico, estas tensiones musculares pueden estar influenciadas por distintas causas las cuales pueden ser: enfermedades articulares, neurológicas, viscerales o también por sobrecarga funcional, desequilibrios posturales y estáticos, alteraciones psicológicas, estrés entre otros [1].

Según [2] la tensión muscular es el resultado de dos problemas distintos los cuales son la capacidad viscoelástica y la actividad contráctil. La capacidad viscoelástica se puede dividir en dos: la rigidez viscoelástica y la rigidez elástica. La rigidez elástica se va instaurando conforme sucede el movimiento mientras la viscoelástica es en función de la velocidad.

Acorde con [3] una contractura muscular es una contracción sostenida e involuntaria de un músculo o grupo muscular sus signos clínicos son abultamientos en la zona donde se ha perdido la función y esto como consecuencia no deja al músculo trabajar de manera eficiente produciendo dolor por compresión nerviosa o déficit de irrigación.

En el artículo de [4] define como contractura muscular a un acortamiento doloroso e involuntario de un músculo de forma duradera, pero mucho menos que los calambres y menos dolorosas que ellos, el alargamiento o el masaje no ayuda a aliviar la patología.

Otra definición que podemos encontrar es la de [5] que nos dice que la contractura es una contracción “permanente” la cual es dolorosa e involuntaria de un músculo y no cede con el reposo. Estas pueden estar influenciadas por traumatismos o en ocasiones se da secundariamente a reacciones reflejas y su duración oscila entre 5 a 10 días.

La contractura puede tomarse como una asfixia localizada la cual puede ser secundaria a una ruptura fibrilar por un trabajo excesivo dando como efecto una molestia desagradable y disfunción motora [6].

Por lo tanto, podemos definir a la tensión muscular como una contracción muscular la cual está influenciada por distintas causas que pueden ser traumáticas o no, esta

contracción va a ser mantenida en el tiempo que nos dará un acortamiento de las propiedades elásticas y fallas en la contracción.

La tensión muscular es compleja debido a que puede darse por una sobre activación del reflejo miotático o secundario a una mala modulación a nivel del mesencéfalo y cerebro. También, es importante mencionar que una contractura puede presentarse por un déficit de ATP [1].

La actividad contráctil se compone de 3 tipos: contractura, espasmo electrogénico (patológico) y rigidez electrogénica su fisiopatología aun no está descrita del todo, pero puede deberse a una desensibilización cortical la cual causa este tipo de molestias [2].

En distintas ocasiones en la contractura se puede encontrar una zona hiperirritable la cual se conoce como punto gatillo, se puede palpar como una banda tensa y el estimularlo por presión va a desencadenar dolor referido. Estas se deben a desequilibrios musculares, deformidades o por malas posturas que se prolongan dentro del tiempo lo cual termina dañando la función muscular [3].

Como vemos, las razones de la presencia de tensiones musculares y contracturas son multifactoriales; en los teletrabajadores, podemos resaltar directamente la postura mantenida durante largos periodos, la falta de movimiento lo cual puede condicionar a una isquemia por compresión, a una falta de nutrientes en el músculo y a una compresión nerviosa la cual agrava el cuadro clínico del paciente.

Durante el mes de marzo del año 2020 fue declarada una emergencia sanitaria por la enfermedad SARS-CoV-2, tomando como medida un confinamiento y obligando a las familias a permanecer en sus hogares, el sector empresarial, educativo y administrativo comenzaron a realizar teletrabajo el cual trajo demasiados beneficios y también problemas dentro de los cuales haremos hincapié en las lesiones musculoesqueléticas causadas por malas posturas. Según [7] el teletrabajo ha incrementado un 86 % las lesiones musculoesqueléticas en esto se ve implicado la falta del material ergonómico y las posturas inadecuadas. Con referencia a [8] se encontró que alrededor de 1710 millones de personas tienen trastornos musculoesqueléticos en el mundo, el dolor lumbar es el que tiene mayor presencia alcanzando alrededor de 568 millones de personas, todo esto en conjunto generan limitantes en la movilidad de la persona generando jubilaciones precoces y deterioro en la participación social, en un estudio hecho a través del tiempo la

curva ha ido en aumento y se prevé que lo continuará haciendo en los próximos decenios [9].

Nos encontramos ante un problema de salud con dimensiones nunca antes vistas ya que no se lleva el seguimiento adecuado, los médicos solo recetan analgésicos para aliviar el dolor, pero no tratan el problema de raíz. Debemos de hacer hincapié en la rehabilitación ya que es un pilar fundamental dentro del tratamiento de este tipo de trastornos. La rehabilitación no se ha aceptado dentro de las instituciones públicas lo cual crea un cuadro vicioso en la lesión donde esta se vuelve concurrente afectando de manera seguida y con cuadros cada vez más crónicos los cuales terminan deteriorando la vida de afectados [10].

La OMS por estas cuestiones ha lanzado un programa desde el 2017 el cual tiene como nombre “Iniciativa rehabilitación 2030” cuyo objetivo es cubrir la gran necesidad que hay en los sectores de salud por el área de rehabilitación. De esa manera, se buscará fortalecer el sistema de salud en todo el mundo, logrando así un enfoque estratégico y multidisciplinario. Por tanto, se buscará que:

La rehabilitación esté disponible para toda la población y cada una de las etapas de la vida.

Lograr que la rehabilitación esté en todos los niveles de atención apoyando de manera interdisciplinaria a las distintas especialidades.

Tomar notoriedad de que la rehabilitación es un servicio de salud esencial y crucial para lograr una cobertura sanitaria universal [8].

En el estado de Puebla fueron reportados en el ciclo escolar 2019-2020, 100, 250 maestros en total en los cuales 13, 316 son del grado preescolar 29, 262 de primaria 19, 903 de secundaria 17, 828 de media superior y 19, 941 de superior [11] aunque en realidad no son todos los teletrabajadores existen empresas que continúan trabajando a distancia; debido a que no se pueden mantener multitudes por la contingencia sanitaria. Por lo tanto, el teletrabajo debe de contar con las medidas ergonómicas necesarias; a pesar de esto el mantener una postura sostenida provoca dolores musculares entre otras alteraciones musculoesqueléticas.

El mantener una postura por horas sin descanso continuo provoca que el balance de tensiones se pierda favoreciendo rigidez en distintos grupos musculares que mantienen la postura en sedestación [12].

De acorde a ([13] y [14]) la Reeducción Postural Global método creado por Philippe Souchard es una herramienta terapéutica la cual tiene como base tratar la individualidad de cada persona esto es para lograr diseñar un tratamiento global el cual terminará resolviendo las causas que puede provocar las posturas mantenidas durante la jornada laboral.

Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda de distintos artículos científicos en diversas fuentes como PubMed, Elsevier, ITG Bilbao entre otros tomando de base distintas tesis relacionados con los temas que se trataron dentro del artículo, en los cuales se incluyeron: lesiones musculoesqueléticas, prevalencia de lesiones en personal administrativo, uso de RPG en distintas patologías musculoesqueléticas, afecciones causadas por sedestación prolongada se revisaron alrededor de 45 artículos de los cuales solo fueron útiles 34 para definir: incidencia, causas, consecuencias y tratamiento de los distintos dolores musculares presentados por los teletrabajadores.

Primeramente, definiendo teletrabajo encontramos que es: una palabra compuesta que significa trabajo a distancia, actualmente es una tendencia mundial. La “OIT” lo define como “un modo de trabajo que es llevado a cabo, en un lugar alejado de la oficina central o del centro de producción”, el cual ha encontrado un realce hoy en día, facilitado por las TIC, cuyos beneficios reconocen y promueven los gobiernos, empresas y trabajadores, como herramienta esencial dentro de las exigencias del mundo actual [15].

De acorde a [8] la patología con mayor incidencia es el dolor lumbar afecta alrededor de 568 millones de personas, este tipo de trastornos son la principal causa de discapacidad en todo el mundo, lejos del gasto público que llegan a generar nos percatamos que limitan la movilidad, el desarrollo de nuevas destrezas, generan jubilaciones precoces, menores niveles de bienestar y menor capacidad de participación social, su incidencia ha aumentado enormemente, dentro de esta problemática debemos de colocar como un factor importante la contingencia sanitaria la cual a la mayoría de trabajadores activos los ha postrado en una silla aumentando este tipo de lesiones.

En un estudio realizado por [16] en una población que desempeña cargos administrativos se encontró que el 82 % de la población evaluada presenta dolores osteomusculares de los cuales el 49 % era dolor de cuello, 47 % en hombros, 9 % en

codos 30 % muñecas manos, dolor en la zona dorsal de la espalda 54 %, zona lumbar 56 %, caderas glúteos y muslos 31 %, rodillas 37 % y los tobillos y pies 24 %.

Dentro del artículo [15] se realizó un estudio poblacional de corte transversal y de enfoque cuantitativo, con el cuestionario nórdico de kuorinka donde se llevó el seguimiento de síntomas de dolor musculoesquelético en distintas regiones del cuerpo encontrando que este tipo de lesiones afecta a las zonas de cuello en un 27 %, hombro 22 %, Zona dorso-lumbar 30 %, codo o antebrazo 14 %, muñeca o mano 15 %. Dentro del mismo artículo se puede verificar que el dolor tiene una frecuencia regular con una intensidad leve a moderada. Encontrando como principales factores desencadenantes las posturas prolongadas, demasiadas horas de trabajo y estrés laboral.

Dentro de los artículos ([17], [18] y [19]) se encontró que el estar sentado por largos períodos produce cambios a nivel metabólico ya que el cuerpo humano no se ha diseñado para ser inactivo, el permanecer tiempos prolongados en esta posición nos da como resultado dolores cervicales, abdominales, zona lumbar y miembros inferiores. Promueve la generación de tejido adiposo, genera picos elevados de glucosa en la sangre, aunque se debe de tener en cuenta que esto no se logra con solo una exposición, sino que es a través de la posición prolongada y continua. Los tres grupos que se pueden destacar en estos problemas son 1.- personas con trabajos sedentarios como lo son administrativos, oficinistas y personas que están en el computador por largos periodos de tiempo, 2.-. amas de casa y jubilados los cuales pasan bastante tiempo descansando o viendo el televisor y 3.- estudiantes los cuales son un grupo importante ya que comenzaron a presentar patologías asociadas con la edad que antes eran exclusivamente de las personas adultas. Dentro de los riesgos asociados encontramos problemas cardiovasculares, enfermedad venosa crónica, alteraciones en el metabolismo, alteración renal, alteración en la postura, efectos psicológicos y trastornos musculoesqueléticos al mantener una postura prolongada podemos causar distintas dolencias como pueden ser el dolor lumbar, dolor en miembros superiores principalmente hombro, muñeca y dolor sobre la zona glútea lo cual puede mermar la productividad de las personas mostrando signos acentuados de estrés laboral donde influye directamente las molestias musculares.

Como algunos artículos lo han demostrado el estar en sedestación trae diversos problemas y durante esta cuarentena la mayoría de personas que trabajan o estudian mantienen esta postura por largos periodos, las personas no pueden asistir regularmente a sus centros hospitalarios por el riesgo de contagios por lo

que se ha pensado en el uso del método RPG el cual puede ser llevado a cabo por las mismas, en la comodidad de su casa, dentro de los ejercicios ejecutados son seguros y de fácil comprensión a lo cual evitamos lesiones por una mala ejecución.

A pesar de que el método RPG se basa en la causalidad, individualidad, globalidad [20] nos permite trabajar al usuario directamente en las causas de su lesión evitando recaídas, según [18] el 25 % de las personas presentarán de nuevo dolor lumbar dentro de los primeros 6 meses y hasta un 75 % dentro de los siguientes 12 meses, esto se debe que de acuerdo a [12] no logramos generar ese balance de tensiones, hay una mala enseñanza de la higiene postural y un mal feedback que nos terminará generando una disfunción a largo plazo en las distintas estructuras implicadas. Dentro de las áreas que tiene como fundamentos el RPG son la biología, fisiología, biomecánica, la neurología y la física gracias a los distintos estudios se ha corroborado que el tipo de estiramiento que se maneja ayuda a inhibir el reflejo miotático, de la misma manera estudia la dirección y composición de la fibra muscular y el tejido fascial para saber en qué dirección debe dirigirse este estiramiento. Se debe de utilizar un efecto cóctel, pero tener en cuenta todos los factores que esto implica ya que nos puede generar daños o reacciones no esperadas [21].

De acorde a [22] las lesiones musculares deben de ser atendidas lo más pronto posible ya que el terapeuta estaría luchando contra una adaptación continua, potente y una deformación a nivel estructural o en fase de realizarse, el RPG puede ayudar a corregir parte de las lesiones incluso óseas lo cual nos genera beneficios extras. Dentro del artículo [23] podemos ver que la sesión no debe de ser pasiva en todo momento si no que también podemos generar una estimulación propioceptiva ayudando al feedback, generándonos un tratamiento completo y de bajo coste para el personal de salud, así como puede ser los usuarios de servicio de salud.

A través de la revisión bibliográfica nos hemos percatado de que las zonas del cuerpo humano que presentan prevalencias de afección son la zona cervical, lumbar y hombros. Estas zonas pueden ser tratadas por medio de RPG.

El uso de RPG en tratamiento del raquis cervical, se va a enfocar en el uso de 4 posiciones principales las cuales son apertura del ángulo coxofemoral con brazos abiertos, apertura del ángulo coxofemoral con brazos cerrado, cierre del ángulo coxofemoral con brazos abiertos y cierre del ángulo coxofemoral con brazos cerrados [24], las posturas en cierre son para elongar la cadena posterior y las de

apertura estiran la cadena anterior, como vemos esto nos ayudará a tratar incluso los engramas motores generando nuevas posturas estáticas.

Las lumbalgias pueden ser dadas por distintas causas como cargas facetarias, debilidad tensiones musculares, daños en el tejido fascial o hasta problemas psicológicos. [25] El método mejora la repartición de cargas, corrige los automatismos estático dinámicos, lo cual es de suma importancia en la prevención intrínseca, previene los factores de riesgos, se buscará elongar las cadenas miofasciales acortadas esto para generar una buena rehabilitación siempre siguiendo los principios del tratamiento. En los artículos ([26], [27]) se compararon dos grupos de seguimiento el primero grupo se le realizaron ejercicios analíticos y el segundo fue por medio de RPG después de un año se encontró que el tratamiento por medio de RPG superó al de ejercicios analíticos.

Para el tratamiento de hombro en el estudio [28] se equipararon 2 grupos distintos, de personas con lesiones de hombro en un grupo se llevó el tratamiento por medio de RPG y el otro fue por medio de estiramiento del pectoral en los resultados se percataron que ambos eran significativos sin embargo el grupo controlado de RPG muestran puntos más altos que los de estiramiento del pectoral. En el estudio de [29] se llevó un seguimiento de caso el cual fue tratado por medio de RPG imagería motora y técnica de inducción miofascial la cual dio resultados significativos los cuales mostraron mejoría en el hombro y postura.

Resultados/Discusión de resultados

Dentro de los artículos ([15], [16]) nos percatamos que dentro de los resultados ambos autores coinciden que dentro de las áreas afectadas comúnmente se encuentran la zona lumbar, hombro y cervicales. Las cuales dentro de los teletrabajadores pueden ser perjudiciales y mermar su desempeño laboral siendo una de las principales consultas en el ámbito hospitalario según [8] representa gran parte del PIB.

Dentro de los artículos ([17], [18] [19]) vemos que el mantener una postura sedente por largos periodos de tiempos encontramos que nuestro organismo sufre alteraciones y modificaciones variadas dentro de las cuales podemos resaltar los ajustes posturales que causan lesiones musculoesqueléticas, conforme el tiempo avance estas se volverán graves, como son lesiones que en un inicio pueden bajar su sintomatología conforme al descanso no estamos tomado cartas en el asunto

solo estamos aplazando lo inevitable, entre más avance este tipo de lesiones son difíciles de tratar y lleva un costo mayor en cuestión monetaria.

El método RPG en los distintos estudios ha mostrado ser un tratamiento de bajo costo el cual puede ser llevado a cabo por el paciente es pasivo, de repeticiones continuas, mantenimiento de posturas y conservando la globalidad en los estudios realizados ([24], [29], [25], [26], [27], [28] y [30]) encontramos que en este tipo de método existen grandes beneficios, dentro de los estudios han mostrado eficacia a corto plazo y largo plazo generando esa laxitud muscular necesaria cada uno de los estudios encontraron éxito en el tratamiento de las distintas lesiones musculares y notamos que cada una de las posturas generales sirven para el tratamiento de distintas áreas corporales.

Conclusiones

El método RPG es viable para el tratamiento enfocado a las lesiones presentadas por los teletrabajadores evitando gastos en este tipo de lesiones generando un ahorro y cubriendo una necesidad que va creciendo día con día, dentro de esto se denota un ahorro incluso para la personas evitando el uso de fármacos, así como mejorar su desempeño laboral, pero como en todos los métodos y tratamientos tiene limitantes a pesar de ser un tratamiento que se puede llevar a cabo de manera activa faltaría fortalecer o mantener activo de alguna manera al usuario por lo cual se podría acompañar de un programa de pausas activas.

Los más de 100, 250 maestros alcanzarían a verse beneficiados al momento de aplicarlo entre otras personas que les resulte de interés como los teletrabajadores de empresas privadas y entre los alumnos inscritos que tienen clases continuamente.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El siguiente paso de este estudio es llevarlo al campo aplicativo y realizar una revisión bibliográfica de las pausas activas y lograr complementarlas.

Agradecimientos

Quiero agradecer a todas y cada una de las personas que hicieron posible este proyecto, a mi pareja sentimental la cual fue un pilar fundamental, a mi madre por su apoyo emocional.

Referencias bibliográficas

- [1] J. Guitari, «Prevalencia de la tensión muscular elevada, evaluada con un método semiobjetivo, y estudio de factores asociados a la misma en una población reumatológica,» *Rev. Soc. Esp. Dolor*, pp. 5-12, 2002.
- [2] M. Ruiz, «Dolor de origen muscular: dolor miofascial y fibromialgia,» *Rev. Soc. Esp. del dolor*, pp. 36-44, 2007.
- [3] I. N. d. S. H. e. e. Trabajo, «Síndrome cervical por tensión,» pp. 3-6.
- [4] M. P. Ruiz, «TRASTORNOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO DE MÚSCULO MANIFESTACIONES CLÍNICAS, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LAS MIOPATÍAS QUE CURSAN CON INTOLERANCIA AL EJERCICIO,» *Archivos de medicina en el deporte*, pp. 49-60, 2008.
- [5] J. D. Pujol, «contracturas, calambres y agujetas,» Elsevier, pp. 125-128, 2000.
- [6] J. J. G. Iturri, «Lesiones musculares y deporte,» *Rev Bras Med Esporte*, pp. 39-44, Mar-Abr 1998.
- [7] M. cortés, «Home office incrementa en 86% las molestias musculoesqueléticas en trabajadores,» *CIO Mexico*, p. 2, 2020.
- [8] OMS, «Organización Mundial de la Salud OMS,» 10 Noviembre 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>.
- [9] H. J, «What low back pain is and why we need to pay attention,» *The Lancet*, p. 391, 2018.
- [10] A. Cieza, «Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study» *The Lancet*, p. 396, 2020.
- [11] INEGI, «Maestros y escuelas por entidad federativa según nivel educativo, ciclos escolares seleccionados 2000/2001 a 2019/2020,» 2020. [En línea]. Available: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=Educacion_07&bd=Educacion. [Último acceso: 2021].
- [12] P.-E. SOUCHARD, «Balance de las tensiones,» *Monográfico RPG*, vol. n°1, p. 5, Bilbao 1989.
- [13] I. d. T. Globales, «ITG bilbao (Instituto de Terapias Globales),» 2021. [En línea]. Available: <https://www.itgbilbao.org/reeducacion-postural-global/#:~:text=La%20Reeducaci%C3%B3n%20Postural%20Global%20%2DRPG,Espe%C3%B1a%20en%20el%20a%C3%B1o%201986.&text=Souchar%20%20Fisioterapeuta%20es%20el%20creador,Saint%2DMont%20%20en%20Francia..>
- [14] A. e. d. RPG, «Asociación española de RPG,» 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.rpg.org.es/el-metodo-rpg/>.
- [15] D. E. E. García, «Prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos en docentes universitarios que realizan teletrabajo en tiempos de COVID-19,» p. 17, 2021.
- [16] P. V. Pinzon, «Dolor Músculo -Esquelético y su asociación con factores de

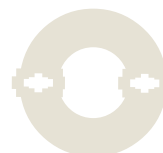
- riesgo ergonómicos, en trabajadores administrativos» Scielo, pp. 317-326, 2005.
- [17] N. Á. Elorza, «Sedestación ó permanecer sentado mucho tiempo: riesgo ergonómico para los trabajadores expuestos,» CES Salud Pública , vol. 1, n° 134-147, p. 8, 2017.
- [18] F. M. García., «Relación entre dolor lumbar y los movimientos realizados en postura sedente prolongada. Revisión de la literatura,» Salud Uninorte, vol. 32, n° 1, pp. 153-173, 2015.
- [19] Y. H. Hodelín, «Riesgos sobre tiempo prolongado frente a un ordenador,» Rev. Inf Cient, vol. 1, n° 175-190, 2016.
- [20] L. S. Cobras, «Causalidad, Individualidad, Globalidad,» p. 4, 2012.
- [21] P. Souchard, «El efecto sumatorio y la reeducación Postural Global,» VIII congreso internacional RPG, vol. 1, p. 5, 2016.
- [22] G. Lejeune, «En el momento justo en el lugar justo» Monográfico RPG, vol. 2, p. 7, 2000.
- [23] P. e. R.P.G., «PH. -E. SOUCHARD,» Monográfico RPG, vol. 1, p. 7, 1989.
- [24] J. M. Balaguer, «Tratamiento del raquis cervical con el método de reeducación postural global (RPG),» Elsevier, vol. 23, n° 3, pp. 135-143, 2001.
- [25] S. FERRARI y C. VANTI, «Actualidad de la R.P.G. en el tratamiento de la lumbalgia,» Monográfico RPG, vol. 3, p. 15, 2001.
- [26] C. Fernández de las peñas y C. Alonso-Blanco, «One-year follow-up of two exercise interventions for the management of patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial,» Phys Med Rehabil., vol. 85, n° 7, pp. 559-67, 2006.
- [27] C. Fernández de las Peñas , C. Alonso-Blanco y M. Morales-Cabezas , «Two exercise interventions for the management of patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial,» Phys Med Rehabil., vol. 84, n° 6, pp. 407-19, 2005.
- [28] I. S. Morales, «Efectos de la reeducación postural global y el estiramiento analítico en la anteriorización de hombros de jugadores de bádminton,» Universidad Francisco de Vitoria, p. 71, Mayo 2015.
- [29] E. B. Bernabéu, «TRATAMIENTO GLOBAL en el HOMBRO DOLOROSO "A PROPÓSITO DE UN CASO",» Universidad zaragoza, p. 27, 2013-2014.
- [30] G. R. Gonzáles., «Censo de maestros,» e-consulta referencia obligada, p. 2, 2013.
- [31] P. Souchard, «Balance de las tensiones,» Monográfico RPG, vol. 1, p. 5, 1989.
- [32] M. Pinton, «Elección de la postura en R.P.G.,» Monográfico RPG, vol. 1, p. 19, 1989.
- [33] P. -E. SOUCHARD, «Puntos de apoyo de las cadenas musculares estáticas,» Monográfico RPG, vol. 1, p. 4, 1989.
- [34] P. -E. SOUCHARD, «La Reeducción Postura Global ante las lesiones articulares» Monográfico RPG, vol. 1, p. 4, 1989.

Reposicionamiento de fármacos para VIH+ un nuevo enfoque en el diseño de terapias farmacológicas

¹Cerón, Alejandro-Jesús Moisés Genaro ²Luna, Morales-Félix,
³Carrasco, Carballo-Alan

^{1,2,3} Laboratorio de Elucidación y Síntesis en Química Orgánica de FCQ en la
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria, Jardines de san
Manuel C.P. 72570.

*gennaro_ceron@hotmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

La aplicación de herramientas provenientes de tecnologías de IA, *Data Mining* o bien bioinformática en aspectos de las ciencias médicas (Medicina clínica, diagnóstica y de seguimiento) es un área poco explorada y entre las infinitas aplicaciones que pueden tener está la gestión de la salud de pacientes con enfermedades crónico-degenerativas o bien el análisis y reposicionamiento de fármacos. Para el presente trabajo se toma como constructo de este planteamiento el desarrollo de un modelo basado en bioinformática que permitiría analizar como fármacos comerciales podrían funcionar como adyuvantes de la terapia Antirretrovirales o inclusive sustitutos parciales de los ARV's.

Entre los resultados obtenidos se proponen 3 fármacos como candidatos a recolocación que podrían fungir como adyuvantes o incluso sustitutos parciales en las terapias con ARV's de pacientes VIH+. Finalmente, el desarrollo de este trabajo nos permitirá tener una aproximación de cómo la implementación de herramientas basadas en análisis y procesamiento de datos se pueden aplicar en los sistemas de salud pública o de manera comercial para el público en la mejora de la gestión de la salud de pacientes con enfermedades crónico-degenerativas con base en indicadores clínicos y comportamentales.

Palabras clave

Bioinformática, Aplicación de herramientas de datos en sistemas de salud, Esperanza de vida, gestión de salud pública.

Abstract

The application of tools from AI technologies, Data Mining, or bioinformatics in aspects of medical sciences (clinical, diagnostic, and follow-up medicine) is an area little explored, and among the infinite applications that they can have is the management of the health of patients with chronic degenerative diseases or the analysis and repositioning of drugs. For the present work, the development of a model based on bioinformatics is taken as a construct of this approach that would allow us to analyze how commercial drugs could function as adjuvants to ARV therapy or even partial substitutes for ARVs. Among the results obtained, 3 drugs are proposed as candidates for repositioning that could act as adjuvants or even partial substitutes in ARV therapies in HIV + patients.

Finally, the development of this work will allow us to have an approximation of how the implementation of tools based on analysis and data processing can be applied in public health systems or commercially for the public in the improvement of health management of patients with chronic degenerative diseases based on clinical and behavioral indicators.

Keywords

Bioinformatics, Application of data tools in health systems,
Life expectancy, public health management.

Glosario de abreviaturas y símbolos

Docking Score

ARV's: Abreviatura de los antirretrovirales

HIV+: abreviatura usada para escribir Virus de Inmunodeficiencia Humana

Código Uniprot: Es el código numérico asignado en la base de datos de proteínas Uniprot para cada proteína.

Código PDB: Es el código numérico asignado en la base de datos de Protein Data Bank para cada proteína.

Diana terapéutica: Es el blanco para el que disponemos ataque un fármaco.

Energía de acoplamiento: Energías y modos de enlace entre ligandos y proteínas.

Drugbank: Base de conocimientos farmacéuticos y fármacos aprobados por diversas agencias alrededor del mundo.

Recolocación de fármacos: Concepto utilizado para describir fármacos cuyo activo cumple funciones similares a otros fármacos sin haber sido diseñado para ello.

Introducción

Si tomamos como referencia que alrededor del mundo 32, 7 millones [24, 8 millones–42, 2 millones] de personas fallecieron a causa de enfermedades relacionadas con el SIDA desde el comienzo de la epidemia y 90.000 [500.000–970.000] personas fallecieron a causa de enfermedades relacionadas con el sida (al cierre de 2019) podemos tomar como referencia esta estadística a fin de considerar que los fallecimientos debidos al desarrollo de SIDA en pacientes VIH+ pueden implicar un constructo para desarrollar herramientas en términos de la gestión de salud y esperanza de vida de este tipo de pacientes o poblaciones de pacientes con enfermedades crónico degenerativas.

Del total de pacientes positivos en el mundo para 2019 36, 2 millones [30, 2 millones–42, 5 millones] eran adultos y 1, 8 millones [1, 3 millones–2, 2 millones] eran niños (hasta 14 años). Esta estadística representa un ejemplo de lo que podría implicar el uso de datos demográficos, socioculturales, la forma de contagios, el contexto familiar y sobre todo la edad en relación al índice de esperanza de vida de los individuos que adquirieron el padecimiento y finalmente su implementación en el uso de herramientas de IA y procesamiento de datos para gestionar al individuo como paciente y a las poblaciones de pacientes con el fin de aumentar la calidad y esperanza de vida de los paciente o la gestión en los sistemas de salud pública.

Esta premisa se abordará mediante la generación de una escala temporal desarrollada con base en determinados indicadores clínicos (obtenidos de los datos registrados en laboratorios realizados a los pacientes). El producto final debe ser una app dirigida al sistema de salud pública o bien usuarios de poblaciones VIH+ que les permita gestionar su *modus vivendi* sexual y conductas cotidianas enfocadas a mejorar su calidad de vida.

Por otro lado, este tipo de variables en la que se puede agrupar la información a procesar y analizar expone hechos como que la incidencia específica de la enfermedad en cada nación en la que se desarrolla es diferente y ello es debido a la multiplicidad de factores culturales y sociodemográficos que inciden sobre el curso de la epidemia. De acuerdo con lo expresado por Bueno Abad, Madrigal Vilches y Mestre Luján el perfil demográfico será una de las principales variables que ayudarán a entender la prevalencia de la enfermedad, lo que también se puede correlacionar con la serie de conductas que la muestra de población que encaja en determinado perfil demográfico tendrá y que a su vez se puede definir en un primer

acercamiento a la dimensión del objeto de estudio como los comportamientos que directamente podrán aumentar o degradar la esperanza de vida de los pacientes.

Volviendo al somero análisis que realizó de los datos estadísticos internacionales encontramos que el 81 % [68– 95 %] de todas las personas que vivían con el VIH conocía su estado serológico y alrededor de 7, 1 millones de personas no sabían que estaban viviendo con el VIH. Este último dato es muy relevante en términos del constructo de estudio que se está definiendo en el presente documento puesto que el hecho de que un paciente conozca o no ese dato nos lleva al planteamiento ambiguo de si este hecho tendrá una presión positiva sobre una esperanza de vida elevada y de calidad directamente proporcional a la autogestión o desaparición de determinadas conductas de riesgo en ese tipo de pacientes.

Pero, ¿qué pasa con este mismo tipo de planteamientos para el caso de las estadísticas a nivel nacional? y ¿local en el estado de Puebla?

Ahora revisemos el contexto de las estadísticas a nivel nacional y local para el caso de Puebla, entre 1983 y 2019 los caso notificados y diagnosticados con el padecimiento han llegado a los 212 mil 657 y que en 2020 llegaron a los 213 mil 600 casos de acuerdo con lo reportado por Dirección de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades Transferibles de la Secretaría de Salud en México en él informa del segundo trimestre 2020.

Para el caso de Puebla existen 9 mil 446 casos de VIH, de los cuales 7481 son hombres y 1965 mujeres lo que se puede interpretar que equivale a la proporción de 4.5 % de casos con respecto al total reportado para el 2019. En el año 2019 se reporta que el número de casos a nivel estado fue de 325 lo que equivale a la proporción del 4.5 % con respecto a los casos reportados en las demás entidades de la república mexicana y en el segundo trimestre de 2020 el número de casos reportados de VIH fue de 86 que equivale a una proporción de 4.6 % con respecto al total reportado.

Un aspecto que en mucha de la literatura concerniente a las estadísticas de contagios por VIH se hace notar es la prevalencia mayoritaria de casos en la población masculina con respecto a la población femenina y en el caso de Puebla no es la excepción. En el año 2019, que es el año que se está usando como referencia para este documento, el número de casos notificados de VIH para la población masculina fue de 282 en contraste con la población femenina que fue de 43 y en ese mismo año los casos reportados con desarrollo de la etapa SIDA fueron de 325 que en proporción al histórico reportado desde 2014 fue del 5.1 %.

Grupo de Edad	Hombres		Mujeres		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
< de 1	588	52.7	528	47.3	1,116	0.5
1 - 4	834	52.0	770	48.0	1,604	0.8
5 - 9	415	50.4	408	49.6	823	0.4
10 - 14	321	58.3	230	41.7	551	0.3
15 - 19	3,025	71.1	1,230	28.9	4,255	2.0
20 - 24	17,775	80.3	4,368	19.7	22,143	10.5
25 - 29	32,315	83.9	6,195	16.1	38,510	18.2
30 - 34	34,038	84.2	6,395	15.8	40,433	19.1
35 - 39	28,268	84.1	5,355	15.9	33,623	15.9
40 - 44	20,593	82.9	4,250	17.1	24,843	11.7
45 - 49	14,041	82.3	3,021	17.7	17,062	8.1
50 - 54	8,978	81.3	2,060	18.7	11,038	5.2
55 - 59	5,587	80.9	1,318	19.1	6,905	3.3
60 - 64	3,238	82.0	712	18.0	3,950	1.9
65 y +	3,194	84.2	601	15.8	3,795	1.8
Ignorado	868	86.3	138	13.7	1,006	0.5
Total	174,078	82.2	37,579	17.8	211,657	100.0

Figura 1 Distribución de casos de SIDA en grupos de edad

En la Figura número 1 podemos ver la distribución de casos de SIDA de acuerdo con grupos de edad y podemos observar que los rangos de edad en donde mayor incidencia hay es de 25-29 años, así como de 30-34 años. En esos mismos grupos de edad, la proporción de casos reportados fue mayoritaria para hombres.

Las estadísticas anteriormente expresadas en este documento nos dan una idea del estatus quo con respecto al número de infectados a nivel mundial, nacional y regional. Pero nos son estos datos los que serán de mayor relevancia como constructo de referencia para el planteamiento de investigación que se expresa en lo subsecuente en este documento.

En este sentido y con respecto al constructo planteado para este protocolo nos centraremos en los ARV's como objeto de estudio y su correlación entorno a la gestión en los sistemas de salud pública y el acceso a medicamentos de alto costo tomando como opción la reubicación de medicamentos cuyos componentes farmacológicos tengan un alto potencial de funcionar como homólogos a determinados ARV's o bien medicamentos adyuvantes a la terapia de ARV's en pacientes VIH+.

Tabla 1 Nombre del ARV, diana terapéutica y código de la proteína.

Diana terapéutica	CÓDIGO ARB y Uniprot	ARV nombre de medicamento
Transcriptasa inversa VIH 1	1 REV (PDB)	1.- Abacavir: Inhibidor 2.- Abacavir/Lamivudina: Inhibidor análogo de los nucleósidos. 3.- Didanosina: Inhibidor Nucleósido. 4.- Efavirenz: Inhibidor no nucleósido.
Integrasa del VIH 1	3 PLU (PDB)	Dolutegravir-Inhibidor
Complejo de proteasas del VIH 1	1 DMP (PDB)	Atazanavir: inhibidor azapeptidico, inhibe selectivamente el proceso específico del virus de las proteínas víricas Gag-Pol.
Poliproteína Gag-Pol	UniProtKB-P03367 (POL_HIV1BR)	Darunavir: Inhibidor de la dimerización y de la actividad catalítica. Inhibe selectivamente la división de poliproteínas codificadas Gag-Pol

En la Tabla número 2 se muestra las proteínas que funcionan como blancos terapéuticos para diversos ARV's que para el caso de este estudio se consideraron de acuerdo con los esquemas de ARV's disponibles para el estado de Puebla en la SSA-CAPACITS y en el IMSS. Cabe hacer notar que se tomaron en consideración estos esquemas debido a que la mayoría de la población VIH+ se atiende en sistema de salud pública como los antes mencionados y por ende son estos tratamientos a los que se les da acceso.

En la Tabla número 2 en la columna intermedia se describen los códigos en Uniprot y Protein Data Bank de las proteínas que funcionan como blancos terapéuticos de los ARV's tomados como referencia para este estudio.

Materiales y métodos

El desarrollo de recolocación de fármacos se divide en tres etapas, la primera es la selección de la diana, para la cual se utilizaron los mostrados en la Tabla 2, lo que terminó en la selección de la diana 1REV correspondiente a la transcriptasa inversa VIH 1, después utilizando la base de datos del DrugBank, fármacos aprobados por diversas instituciones a nivel mundial, se prepararon cada una de las mismas mediante el proceso de LigPrep, del software Maestro, para posterior preparación de la proteína mediante el módulo correspondiente, finalmente se colocaron los fármacos de referencia (Tabla 2) y los fármacos de la base de datos, para lograr obtener los datos de energía de acoplamiento en cada caso.

En la fase dos se aplicaron los criterios energéticos de referencia más los criterios de Lipinsky y Ghose, para filtrar fármacos a una mejor aplicación clínica y, finalmente en la fase 3, se analizaron los mejores candidatos para diseñar una nueva alternativa de terapia la cual necesita la evaluación clínica de rigor, pero con la ventaja que ya se conocen los efectos secundarios de cada uno de los candidatos.

Resultados/Discusión de resultados

Tabla 2 Resultado de referencia de fármacos y su energía de acoplamiento a un ligando.

Fármaco	Energía de acoplamiento
Fármaco	Energía de acoplamiento
Lamivudine	-6.782
Didanosine	-5.831
Efavirenz	-5.629
Didanosine	-3.392

En la Tabla 2 se describen los fármacos utilizados como referencia y su energía de acoplamiento a un ligando, en este caso, la diana terapéutica que utiliza el fármaco. Esta información la podemos utilizar como patrón de referencia para evaluar los fármacos que serían directamente candidatos a una recolocación para funcionar como fármacos adyuvantes, sustitutos totales o parciales en las terapias con antirretrovirales en pacientes VIH+.

Actualmente con la existencia de bases de datos completas de fármacos aprobados por diversas agencias a nivel internacional es posible realizar un comparativo, como en el constructor de estudio para el presente proyecto, de los fármacos que se utilizan como tratamiento de otros padecimientos o bien afecciones y entonces poder generar un esquema de recolocación de fármacos como se plantea en el presente estudio.

De tal manera que sería posible que un medicamento que funciona para, por ejemplo, tratar un simple dolor de cabeza pudiera ser un adyuvante no solo en la terapia de ARV's para pacientes VIH+ sino en poblaciones con otras enfermedades crónico-degenerativas cuyo costo y gestión de terapia se puede ver reducido o modificado a través de la recolocación de fármacos.

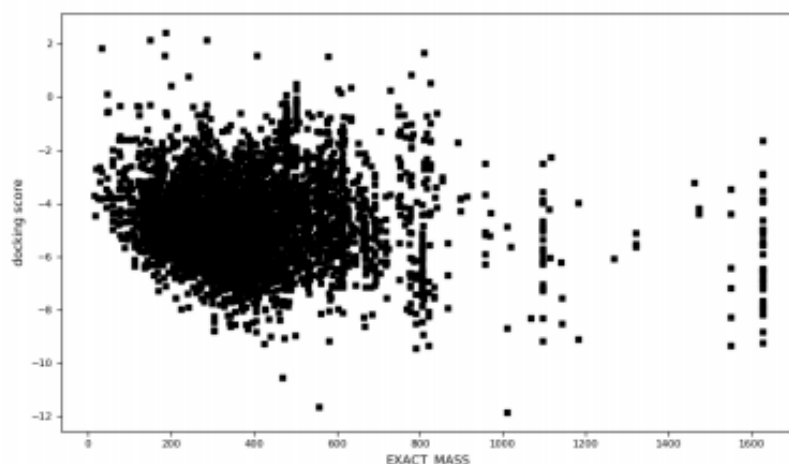


Figura 1. Análisis de datos de fármacos del Drugbank vs 1REV

Continuando entorno a la recolocación de fármacos con base en el constructor de este estudio en la **Figura 1** se puede observar el Docking molecular realizado respecto de la base *Drugbank* (un total de 2509 fármacos presentes en 6039 conformaciones estables) en función de los ARV's planteados en el presente proyecto. Como se puede observar, la dispersión de proximidad en el conjunto de medicamentos con respecto al total y al score de acoplamiento molecular es bastante amplia, teniendo un rango entre los 400 y 600 medicamentos con mayor proximidad, mejores que el Efavirenz, fármaco de menor eficacia, marcando el potencial de nuevos candidatos a tratamiento contra esta proteína de estudio.

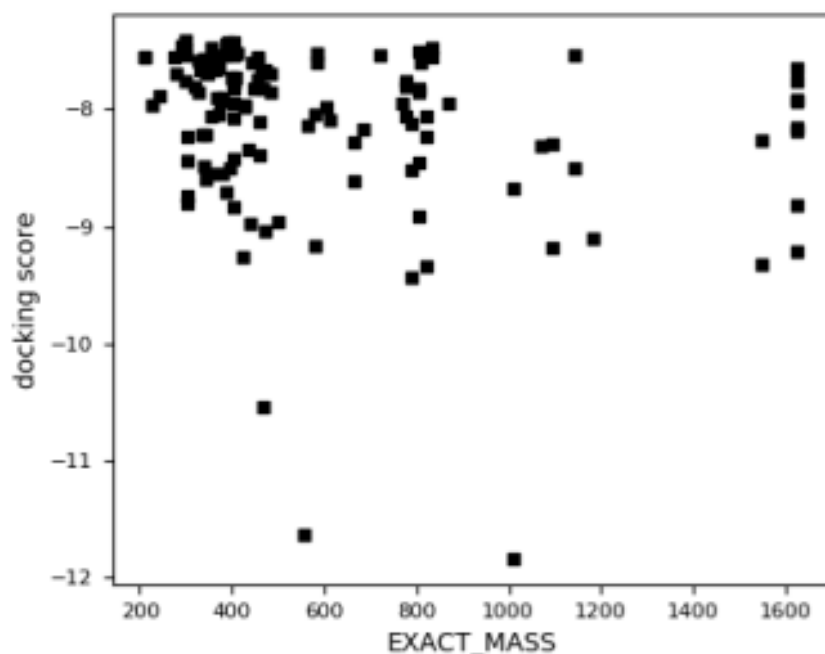


Figura 2. Aplicado filtro energético del Abacavir

En la **Figura 2** podemos ver que se aplica el filtro de energía de unión a ligando del Abacavir con respecto al cúmulo de medicamentos disponibles que se observaron la Figura número 1 la disponibilidad de medicamentos que sean posibles candidatos a recolocación dentro del protocolo de estudio se reduce a 135 dejando un margen más reducido análisis y por ende la necesidad de aplicar otros estudios a fin de obtener los fármacos más eficientes.

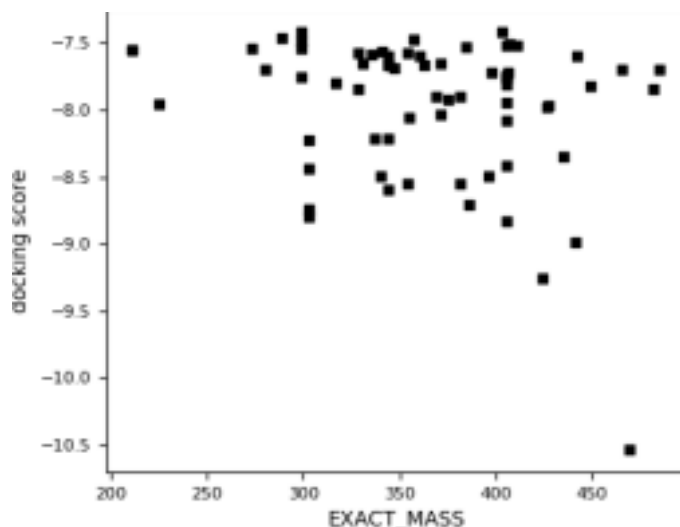


Figura 3. Aplicando criterios de lipinsky y ghose.

En la Figura número 3 se aplicó un criterio más tomando en consideración la necesidad de aplicar algún otro protocolo que ayude a elegir los medicamentos con mayor eficiencia, este criterio fue el descrito por Lipinski y Ghose el cual refiere que de manera cualitativa se puede evaluar cual es el compuesto químico con mayor posibilidad de cumplir una función farmacológica, dada su compatibilidad, y posible administración oral.

Para el caso del presente al aplicar este criterio el número de medicamentos posibles candidatos para recolocación farmacológica con respecto a los ARV's se redujo a 69 dentro de la base Drugbank, lo que permite tener un marco disponible mucho más reducido y por ende mucho más definido.

Tabla 2 Lista de los mejores fármacos prospecto para recolocación VS ARV's.

	Fármaco	Energía de acoplamiento
1	Dacomitinib	-10.538
2	Alvimopan	-9.259
3	Alpelisib	-8.983

4	Nebivolol	-8.833
5	fenoterol	-8.796
6	Fenoterol	-8.738
7	6-hidroxy-8[(1R)-1-hidroxy-2- 2- $\{[1-(4\text{methoxyphenyl})-2\text{-methylpropan-2-yl}]\text{amino}\}$ ethyl]-2,4-dihydro-1,4-Benzoxazin-3-one	-8.701
8	Formoterol	-8.599
9	Hexamidine	-8.555
10	Benperidol	-8.55
11	Mirabegron	-8.492
12	Pentamidine	-8.492
13	Fenoterol	-8.434
14	Nebivolol	-8.417
15	Rivaroxaban	-8.343
16	Fenoterol	-8.229
17	Formoterol	8.217
18	Linezolid	-8.217
19	Nebivolol	-8.077
20	Amodiaquine	-8.059

En la Tabla número 3 podemos ver la lista de fármacos analizada y su energía de acoplamiento a un ligando, esto es la capacidad de unión que tiene este fármaco con el blanco terapéutico. Podemos ver que del último total de 69 fármacos disponibles solo 20 fármacos son lo que se están planteando como candidatos directos a recolocación y que se acción farmacológica puede funcionar como un adyuvante de las terapias con ARV's de pacientes VIH positivos.

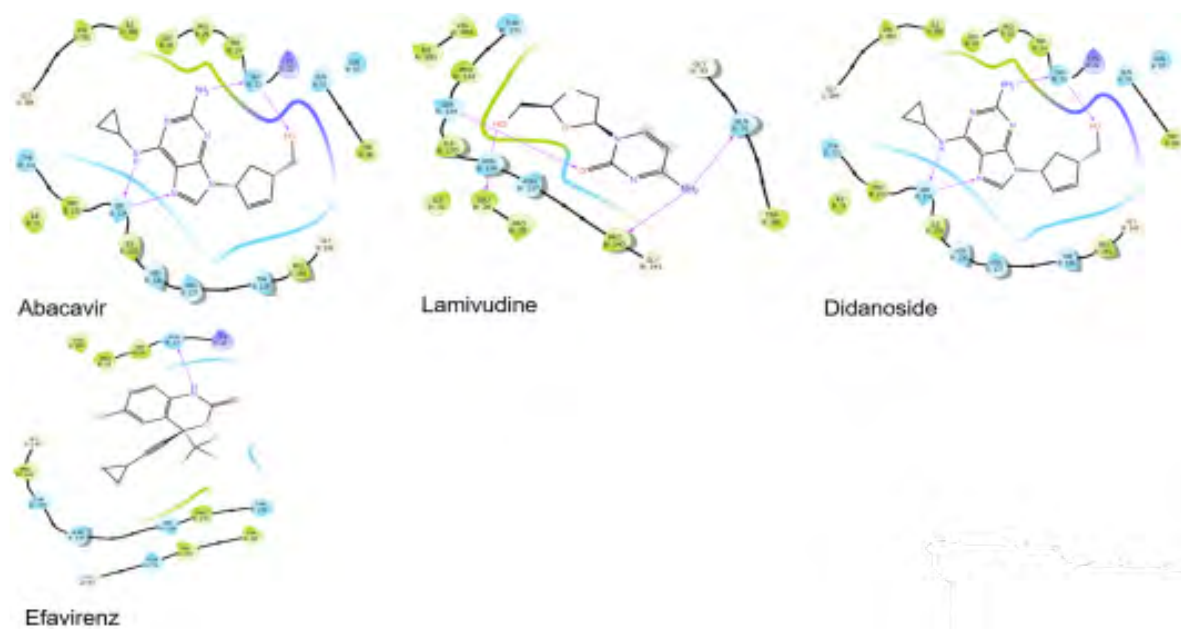


Ilustración 1 esquema de interacción molecular de los ARV's de referencia en el estudio

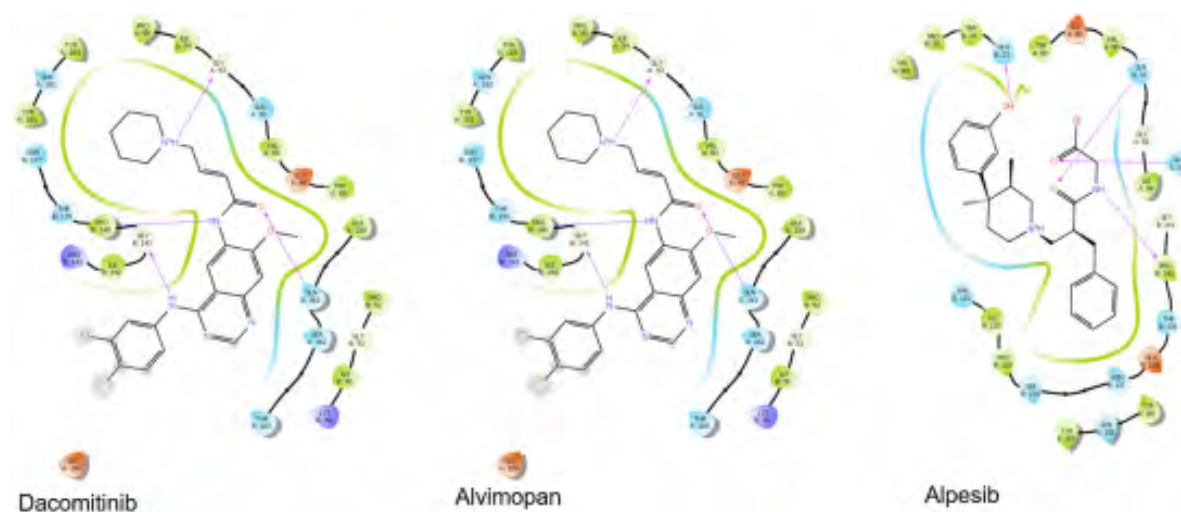


Ilustración 2 Esquema de interacción molecular de los medicamentos seleccionados VS ARV's de referencia.

Finalmente, en el presente estudio y la aproximación obtenida a partir de los resultados podemos proponer como medicamentos candidatos a reubicación farmacológica al Dacomitinib, Alvimopan y Alpesib con base en el score obtenido en el proceso de Docking Molecular dentro de la base Drugbank. En la ilustración número 1 y 2 podemos observar los esquemas de interacción molecular de los ARV's de referencia (Abacavir, Lamivudina, Didanosina, Efavirenz) y los medicamentos

propuestos (Dacomitinib, Alvimopan, Didanoside). Cabe hacer notar que dentro de estos resultados se excluyen los efectos farmacológicos de los ARV's VS los fármacos propuestos sin embargo se considera que inclusive estos efectos negativos con respecto a los ARV's se verían reducidos.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, como se dijo al principio, se puede tener una aproximación del alcance de la herramienta de procesamiento de datos y su aplicación entorno a aspectos farmacológicos para el caso del presente estudio, pero también en aplicación dentro de la medicina y de la gestión de los sistemas de salud pública.

Por otro lado, la recolocación de fármacos con base en el procesamiento de datos a través de herramientas bioinformáticas como el Docking molecular permite la apertura de nuevos hitos de estudio en torno a la farmacología y cuyo alcance puede traer un sinnúmero de beneficios en los tratamientos médicos.

Para el caso del presente estudio los resultados obtenidos y la propuesta de los fármacos seleccionados abre una ventana en los protocolos de tratamientos con antirretrovirales para poblaciones de pacientes VIH+ y cuyo costo de fármacos es altamente elevado para los sistemas de salud pública y donde la reubicación de fármacos permitiría generar nuevos esquemas de tratamientos híbridos, es decir conjugar ARV's con fármacos que son homólogos a la función del ARV y por ende abaratar los costos de tratamiento y la mejora de seguimiento clínico entorno a la terapia.

Por último, cabe aclarar que, aunque en el presente trabajo se propusieron 3 medicamento que pueden ser candidatos a recolocación farmacológica y cuyo activo puede tener la misma función que un ARV y ser adyuvantes en las terapias antirretrovirales, este estudio es una aproximación a dicho hecho, pues faltarían más protocolos a nivel clínico y médico para poder llevar a cabo un estudio más amplio y en etapa clínica con paciente humanos.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Las líneas de trabajo a futuro que se prospectar siguen en la recolocación de fármacos, medicina de precisión dirigida a poblaciones de pacientes con enfermedades crónico-degenerativas, aplicaciones de IA y procesamiento de datos entorno a la gestión de sistemas de salud pública, gestión de datos clínicos para mejora de esperanza de vida en pacientes y administración de los sistemas de salud.

Agradecimientos

Agradecemos al Laboratorio de Elucidación y Síntesis en Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por el soporte técnico y metodológico prestado para el análisis de datos y obtención de resultados para el presente estudio.

Referencias bibliográficas

- [1] Go.drugbank.com. 2021. *DrugBank Online / Detailed Drug and Drug Target Information*. [online] Available at: <<https://go.drugbank.com/>> [Accessed 30 March 2021].
- [2] SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules Antoine Daina, Olivier Michielin & Vincent Zoete Scientific Reports volume 7, Article number: 42717 (2017) Cite this article.
- [3] Wishart DS, Feunang YD, Guo AC, Lo EJ, Marcu A, Grant JR, Sajed T, Johnson D, Li C, Sayeeda Z, Assempour N, Iynkkaran I, Liu Y, Maciejewski A, Gale N, Wilson A, Chin L, Cummings R, Le D, Pon A, Knox C, Wilson M. DrugBank5.0: a major update to the DrugBank database for 2018. *Nucleic Acids Res.* 2017 nov 8. doi: 10.1093/nar/gkx1037.
- [4] J. M. F. FERNÁNDEZ., J. R. B. ABAD., A. M. VILCHES., F. J. MESTRE., F. G. GÓMEZ., . *Monograph: Violence forwards the women*.
- [5] Bank, R., 2021. *RCSB PDB: Homepage*. [online] *Rcsb.org*. Available at: <<https://www.rcsb.org/>> [Accessed 30 March 2021].
- [6] Uniprot.org. 2021. *UniProt*. [online] Available at: <<https://www.uniprot.org/>> [Accessed 30 March 2021].
- [7] G. CISNEROS YESCAS, “UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA ACADÉMICA SOBRE LA INDEPENDENCIA PARTIDARIA: EXPLICACIONES, HALLAZGOS Y DESAFÍOS”, *Revista Latinoamericana de Opinión Pública*, vol. 7, no. 0, p. 205, 2017. Available: 10.14201/rlop.22336.
- [8] E. Arrieta Bolaños, A. Madrigal, S. G.E. Marsh, S. Bronwen E. Shaw and L. Salazar-Sánchez, “La frecuencia del HLA-B*57:01 y el riesgo de reacciones de hipersensibilidad al abacavir en población costarricense del valle central”, *Revista Clínica Escuela de Medicina UCR-HSJD*, vol. 3, no. 10, 2013. Available: 10.15517/rc_ucr-hsjd. v3i10.12741.

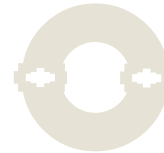
- [9] M. Cervero, R. Torres, J. Jusdado, R. Rodríguez-Rosado, M. del Álamo and E. García-Benaya, “Efectividad inmunológica de las combinaciones de análogos de nucleósidos/nucleótidos, tenofovir + lamivudina, didanosina + lamivudina y tenofovir + didanosina, en pacientes con infección por el VIH y supresión virológica mantenida”, *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, vol. 24, no. 7, pp. 426-430, 2006. Available: 10.1157/13091779.
- [10] M. Sylla *et al.*, “Second-line antiretroviral therapy failure and characterization of HIV-1 drug resistance patterns in children in Mali”, *Archives de Pédiatrie*, vol. 26, no. 5, pp. 254-258, 2019. Available: 10.1016/j.arcped.2019.06.002.

Revisión Bibliográfica anatómica y fisiológica del mecanismo de contracción muscular a nivel bioquímico

Ortíz Sánchez Roberto Arturo, López Morales Guadalupe

Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Av. Universidad Tecnológica No.
1000, Col. Tierra Negra, C.P. 73080, Xicotepec de Juárez, Puebla.

robert28031997@gmail.com, guadalupe.lopez@utxicotepec.edu.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El presente trabajo de investigación fue realizado para dar a conocer la importancia de la bioquímica como parte de los procesos fisiológicos de gran relevancia en el área terapéutica, en este caso del mecanismo de contracción muscular. El ser humano al estar compuesto de materia tiende a sufrir de diversos fenómenos químicos los cuales van a repercutir en su estructura y función a nivel celular, teniendo en cuenta estas manifestaciones en el organismo es de suma importancia conocerlas, analizarlas y comprenderlas para poder explicar los procesos fisiológicos que desencadenan. Durante mucho tiempo la bioquímica ha sido infravalorada dentro del área de Terapia Física, sin embargo, es pieza fundamental para explicar diversos fenómenos celulares en el interior del cuerpo humano. Su estudio se centra en conocer la composición y cualidades químicas que presentan las moléculas como carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos presentes en las células, así como las interacciones que se suscitan entre ellas.

Cabe recalcar que dentro del proceso de contracción muscular la interacción de diversos elementos proteínicos va a ser la responsable de generar el movimiento a nivel

de los filamentos delgados y gruesos que comprenden el sarcómero, comúnmente en la vasta bibliografía sobre anatomía y fisiología, se mencionan proteínas como la actina, miosina troponina y tropomiosina sin embargo, dejando a un lado otras proteínas como Titina, Distrofina, Miomesina, Tropomodulina, Nebulina, Plectina, Anquirina, Teletonina, Filamina, Oscurina, Cap Z, Espectina, Desmina, Nestina, Vimentina, Proteína M, Alfa Actinina, Proteína MLP, Proteína C (MyBP C), que por su acción y características contribuyen a este proceso. Por otro lado la interacción de iones presentes en la fibra muscular van a ser los responsables de generar su activación o inhibición a nivel de las células nerviosas las cuales mantendrán y cambiarán su polaridad gracias a la constante interacción de iones que se transportan desde el espacio extracelular al intracelular a través de las proteínas (canales iónicos) presentes en sus membranas, así mismo los procesos enzimáticos serán los encargados de propiciar las reacciones químicas (metabolismo) necesarias para la producción de energía (ATP). Es indispensable por ello contar con el conocimiento de ciencias como la biología y la química para poder explicar el origen del movimiento dentro del área fisioterapéutica.

Palabras clave

Proteína, Potencial de acción, Molécula, Ion

Abstract

The present research work was carried out to publicize the importance of biochemistry as part of physiological processes of great relevance in the therapeutic area, in this case, the muscle contraction mechanism. The human being, being composed of matter, tends to suffer from various chemical phenomena which will affect its structure and function at the cellular level. Taking into account these manifestations in the body, it is of the utmost importance to know, analyze and understand them to explain the physiological processes that trigger them. For a long time, biochemistry has been undervalued within the area of Physical Therapy, however, it is a fundamental piece to explain various cellular phenomena within the human body. His study focuses on knowing the composition and chemical qualities of molecules such as carbohydrates, lipids, proteins, and nucleic acids present in cells, as well as the interactions that arise between them. It should be noted that within the muscle contraction process the interaction of various protein elements will be responsible for generating movement at the level of the thin and thick filaments that comprise the sarcomere, commonly in the vast bibliography on anatomy and physiology, proteins are mentioned such as actin, myosin, troponin, and tropomyosin, however, leaving aside other proteins such as tropomodulin, nebulin, titin, plectin, dystrophin, ankyrin, myomesin, desmin, nestin, vimentin, protein M, protein C (MyBP C), which by their action and characteristics they contribute to this process. On the other hand, the interaction of ions present in the muscle fiber will be responsible for generating their activation or inhibition at the level of nerve cells, which will maintain and change their polarity thanks to the constant interaction of ions that are transported from the extracellular space to intracellular through the proteins (ion channels) present in their membranes, likewise, the enzymatic processes will be responsible for promoting the chemical reactions (metabolism) necessary for the production of energy (ATP). It is therefore essential to know sciences such as biology and chemistry to be able to explain the origin of movement within the physiotherapeutic area.

Keywords

Protein, Action potential, Molecule, Ion

Glosario de abreviaturas y símbolos

ATP: Adenosín trifosfato Na: Sodio

K: Potasio Cl: Cloro Ca: Calcio

Introducción

Los movimientos del cuerpo humano son desplazamientos en el espacio y el tiempo, los cuales son ejecutados gracias al sistema neuromusculoesquelético, dichos movimientos no pueden limitarse al simple efecto mecánico; ya que es uno de los fenómenos más complejos en el mundo [1]. Para que el ser humano pueda generar movimiento debe de existir una interacción precisa de los elementos moleculares que componen al tejido muscular y neuronal, ocasionado a diversas reacciones químicas que acontecen entre ellos, y las cuales son las responsables de generarlo [2].

El estudio del tejido muscular se remonta a varios siglos atrás de la mano de culturas como la egipcia, griega y romana se llevaron a cabo las primeras observaciones y análisis de la interacción del sistema nervioso, la acción y geometría muscular, así como el acuñar la palabra musculo [1] [3] [4]. Para el siglo XVII grandes personajes ilustres como Rene Descartes, Giovanni Borelli, Francesco María Grimaldi y Gerald Oster fueron los pioneros en tener un pensamiento innovador para su época e inferir que dentro del músculo se suscitaba algún mecanismo que propiciaba el movimiento [2] [5] [6]. Para el año de 1780 Luigi Galvani demostró la existencia de una excitación eléctrica a nivel muscular, la cual era responsable de generar una contracción y siendo relacionada con el sistema nervioso, posteriormente Wedenski en el año 1880 lo confirmaría [1] [7]. No fue sino hasta mediados del siglo XX cuando, gracias a estudios realizados al tejido muscular con microscopio, se descubrieron las interacciones físicas y químicas que se suscitan en el sarcómero [1] [2]. El primer científico responsable en generar un estudio de gran relevancia fue Archibald V. Hill quien llegó a la conclusión que dentro del músculo se suscitaba un acto de rozamiento o fricción lo cual generaba calor y fuerza (energía), sirviendo como combustible y creando movimiento, lo cual posteriormente se conocería como interacción proteica [2]. La nueva teoría innovadora propuesta por A.

F. Huxley y Niedergerke así como H. Huxley a la par de Hanson en 1954 denominada “Teoría del elemento deslizante” cambiando el paradigma y la concepción que se tenía del mecanismo de contracción muscular por parte de Albert Szent-Gyorgy y su famosa “actomiosina” [2] [8].

La característica más destacada del tejido muscular es su increíble propiedad contráctil la cual permite tener la capacidad de poder acortarse y extenderse propiciando el movimiento [9] [10] [11]. Para que se lleve a cabo este proceso es necesario de un mensaje que viaje desde el sistema nervioso en forma de potencial

de acción a través de las neuronas y será modulado por la interacción simultánea de iones de elementos químicos como Na, K y Cl hasta el sistema muscular, dicha señal será la responsable de desencadenar reacciones químicas en la fibra muscular, la cual perderá su estructura normal y cambiará de posición generando que se reorganice de manera que se acorte el músculo, cuando el mensaje del sistema nervioso ya no está presente, el proceso químico se revierte y las fibras musculares se reordenan nuevamente relajando el músculo [12] [13] [14]. La fibra muscular esquelética es una célula altamente especializada en producir contracción, característica que permite a través de la asociación entre fibras dada por el tejido conectivo, transmitir fuerza y generar movimiento por el desplazamiento de elementos proteínicos presentes en sus componentes anatómicos más pequeños denominados filamentos [12] [15]. Cabe mencionar que la activación y movimiento de ciertas proteínas como la tropomiosina T se genera gracias a la interacción con iones de calcio provenientes de una estructura conocida como retículo sarcoplasmático y el cual a su vez está conformado por un complejo conformado por receptores dihidropiridinicos y por la proteína rianodina los cuales al ser estimulados por un potencial de acción liberaran el Ca necesario para desbloquear los sitios de unión de la actina generando la interacción con la miosina y propiciando el deslizamiento de filamentos [16] [17] [18] [15].

Aparte de las proteínas anteriormente mencionadas dentro del sarcómero se encuentra una gran cantidad de moléculas que interactúan para que el mecanismo de contracción se lleve a cabo de una manera satisfactoria, aunque su estudio es muy escaso y su conocimiento en el área fisioterapéutica en muchas ocasiones deficiente o nulo, el papel que desempeñan es de suma importancia, tal es el caso de la titina proteína encargada de resistir el estiramiento gracias a su propiedad elástica brindando esta característica a los filamentos [19] [20]. La distrofina que al estar unida un subcomplejo sarcoglicano-sarcospan generan un anclaje con el sarcoplasma permitiendo la transmisión de la tensión y protegen a la célula del daño mecánico durante el proceso de contracción [20] [21]. La miomesina genera una interacción muy fuerte con la titina y permite la unión de los filamentos gruesos [19] [22]. Así como proteínas un tanto desconocidas dentro de las que destacan Tropomodulina, Nebulina, Plectina, Anquirina, Teletonina, Filamina, Oscurina, Cap Z, Espectina, Desmina, Nestina, Vimentina, Proteína M, Alfa Actinina, Proteína MLP, Proteína C (MyBP C) [2] [15] [17] [19] [20] [21] [22] [20] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40] [41] [42] [43].

Finalmente el aspecto metabólico es de gran importancia para la síntesis de energía, gracias a la acción de las diversas enzimas que se encargan de degradar las biomoléculas como los carbohidratos, proteínas y lípidos es posible generar

reacciones químicas que propician la creación de ATP, sin embargo las enzimas no solo se encargan de generar energía también son pieza importante y fundamental del metabolismo de neurotransmisores (gaba y glutamato) que propician la activación o inhibición de potenciales de acción en el sistema nervioso así como a nivel de la placa motora, la acetilcolina [24] [25] [44].

Todo el mecanismo de contracción muscular está mediado por una base química desde su nacimiento en el sistema nervioso hasta el desplazamiento de las moléculas proteínicas que componen a la fibra muscular por ello es necesario explicar este fenómeno a nivel bioquímico para comprender el origen, desarrollo y acción del movimiento en el músculo estriado [45] [46] [47].

Materiales y métodos

El tipo de metodología realizada en el presente trabajo fue explicativa ya que consiste en identificar los procesos bioquímicos y moleculares que intervienen en el proceso de contracción muscular así como conocer su origen, por otro lado también tiene el objetivo de aumentar la comprensión del tema para el área terapéutica determinando cómo se genera el movimiento dentro del músculo esquelético, brindándole una visión profunda del tema y creando nuevas interrogantes propiciando líneas de trabajo a futuro entorna a la relación de la bioquímica con la terapia física.

Dentro de los tipos de investigación explicativa se usó la de literatura debido a que el punto central es conocer los procesos bioquímicos que desencadenan la actuación, modulación e inhibición de la contracción muscular así como las interacciones bioquímicas y moleculares que actúan directa o indirectamente en dicho proceso, para ello se realizó una búsqueda bibliográfica en revistas, artículos, tesis y libros que pudieran brindar una relación entorno a los efectos bioquímicos suscitados en la contracción muscular.

El tipo de investigación fue meramente teórica y no observacional o experimental debido a que no se realizó ninguna técnica terapéutica, se trabajó con algún paciente o se implementó algún protocolo de tratamiento. Se basó plenamente en la recolección de bibliografía enfocada al tema en cuestión para posteriormente brindar un amplio panorama en torno a la intención bioquímica en el proceso de contracción muscular.

Descripción y organización de la investigación

Área: Medicina y Ciencias de la Salud. Especialidad: Rehabilitación.

Estudio: Mecanismo de contracción muscular a nivel bioquímico. El estudio fue realizado con una distribución de cuatro etapas, de esta manera se obtuvieron las bibliografías correspondientes y se realizó su evaluación y factibilidad para la investigación:

- Primera etapa: Recopilación de las fuentes bibliográficas.
- Segunda etapa: Selección, evaluación y validez de las fuentes bibliográficas.
- Tercera etapa: Análisis de las fuentes bibliográficas.
- Cuarta etapa: inicio del estudio en torno al contenido de las fuentes bibliográficas.

Delimitación espacial: fuentes bibliográficas existentes en Internet, libros y revistas de cualquier región del mundo.

Delimitación temporal: El estudio se realizó en agosto de 2020 a marzo de 2021.

Criterios de clasificación de las fuentes bibliográficas

Su origen:

- Primarias: Libros, artículos de investigación y revistas.
- Secundarias: tesis, manuales, catálogos de bibliotecas, información de la red.

De acuerdo con su grado de especialización:

- Generales: libros de anatomía y fisiología, así como de bioquímica.
- Especializadas: artículos de divulgación o de revistas en torno al tema central “contracción muscular con enfoque bioquímico”.

Criterios de inclusión:

- Valor de autoridad.
- Valor del contenido.
- Estudios originales.
- Artículos con por lo menos 10 años de fecha de publicación, a excepción de libros referentes a anatomía y fisiología, así como de bioquímica.
- Cualquier idioma y región del mundo. Criterios de exclusión:

Validez cuestionable.

- Falta de datos bibliográficos.
- Nula correlación con el tema a investigar.
- Falta de 2 palabras clave incluida en la información.

Resultados/Discusión de resultados

Después de una exhaustiva revisión de las fuentes bibliográficas se registró que el estudio en torno a las proteínas como la actina, miosina, troponina y tropomiosina es basto, explicándose en todas y en cada uno de los libros, artículos, tesis, etc. Sin embargo, un elemento importante que es preciso señalar es que no son las únicas proteínas que intervienen en el mecanismo de contracción muscular, algunos de los trabajos anteriormente mencionados presentan la aparición fugaz y breve de otro tipo de proteínas importantes en dicho proceso, siendo brevemente descritas de una manera muy precaria y de las cuales es preciso generar un estudio más detallado para conocer sus características, composición y función dentro de la contracción muscular.

Por otro lado, también se lograron identificar los iones más comunes que generan los potenciales de acción, gracias a su entrada y salida desde el espacio extracelular al intracelular por medio de proteínas en forma de canal iónico, importantes para la producción de la comunicación neuronal y en el mecanismo de contracción muscular pieza clave y fundamental de la liberación de Ach en la placa motora del músculo.

Tabla 1 Proteínas presentes en el sarcómero.

Proteína	Función y características	Tipo	Localización
Alfa Actinina	Proteína que presenta 4 isoformas diferentes la cual se conjunta en 2 cadenas anclando los filamentos finos a los discos Z, transmitiendo las señales a otras partes de la célula. Estimula a la actina tomar formas globulares y elementos fibrosos, mantiene empaquetados a los filamentos delgados.	Estructural	Disco Z
Proteína MLP	Proteína que le brinda integridad al sarcómero generando que este se comunique con los núcleos de la célula.	Estructural	Costámero
Filamina A	Proteína que genera unión en la actina la cual conduce señales a través de su citoesqueleto.	Estructural	Filamento intermedio

Teletonina	Proteína encargada de unir a la titina y al complejo de otras proteínas al disco Z. Su afectación propicia la Distrofia muscular de cinturas.	Estructural	Discos Z
Vimentina	Proteína con estructura helicoidal presente en los discos Z junto a la α -actinina, desmina, vimentina, teniendo una función de anclaje y entrecruzamiento. Atraves de la plactina puede interactuar con la actina brindando mayor movilidad, pero a la vez resistencia durante la contracción.	Estructural	Disco Z
Espectrina	Proteína que presenta 2 isoformas la cual se encuentra en los Costámero uniendo al sarcómero con la sarcolema.	Extracelular	Costámero

Tabla 2 Potenciales de acción.

Ion	Potencial mV	Concentración intracelular mM	Concentración extracelular mM
Na	+60-65	12	145
Ca	+129	100	1.5
Cl	+90	4.2	123
K	-95	140	4

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que dentro del mecanismo de contracción muscular los elementos bioquímicos juegan un papel muy importante en la activación, modulación e inhibición de dicho proceso, por otro lado se puede identificar que el estudio de proteínas tales como la miosina, actina, troponina y tropomiosina es bastante grande sin embargo, hay una gran cantidad de proteínas dentro de la conformación de los filamentos y finos que actualmente no han sido sometidas a un gran estudio y tanto sus características como su función permanecen en duda, no obstante la presente revisión bibliográfica fue satisfactoria ya que se obtuvo información muy importante respecto a diferentes moléculas que se encuentran presentes en el sarcómero y tienen funciones muy importantes dentro del mismo, tal es el caso de la distrofina teniendo un papel muy importante en la unión o anclaje con el sarcolema y su capacidad de conducir la

tensión salvaguardando la unión de los costámeros, por otro lado la participación de proteínas como la desmina, nestina y vimentina son claves en la formación de refuerzo para los filamentos intermedios. Como se ve es imprescindible generar una mayor investigación en torno a las integraciones proteínicas del complejo denominado sarcómero. Esta investigación será de gran importancia gracias a su información enfocada a las proteínas involucradas en el proceso de contracción muscular. Por otro lado y dejando de lado la parte del sarcómero, a nivel de la fibra nerviosa pero en sentido bioquímico y proteínico, se puede mencionar que las diferencias entre los voltajes de los potenciales de acción en los iones presentes tanto en el espacio extracelular como intracelular son los responsables de generar la polarización y despolarización de la placa motora, propiciando así la liberación de calcio del retículo sarcoplasmático y generando de esa manera el mecanismo de contracción muscular.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El presente trabajo de investigación abre una amplia gama de posibles investigaciones en torno a la importancia de la bioquímica en el ámbito fisioterapéutico, como se ha descrito anteriormente es de suma importancia para los terapeutas físicos tener un amplio conocimiento de los procesos bioquímicos y moleculares que se suscitan en el interior de un organismo de forma basal y al momento de la interacción con algún agente físico. Si bien es cierto esta, investigación está enfocada a nivel muscular y puede relacionado con aspectos como, el acondicionamiento físico y deporte, la verdad es que se puede aplicar en todas las áreas terapéuticas, así como en todas las técnicas que hoy por hoy se ocupan en las diversas UBR, hospitales y clínicas de la región.

Dentro del amplio abanico de estudios que se pueden realizar a futuro relacionando la bioquímica con la terapia física serían:

- Las implicaciones metabólicas que generan los agentes físicos
- La destrucción o deterioro molecular de las estructuras del organismo durante las enfermedades
- El estudio del PH
- Conformación bioquímica y función de los costámeros
- Los cambios bioquímicos generados con el uso electroterapia
- Las transformaciones estructurales del músculo y órganos durante el acondicionamiento físico

- Estudios sobre los cambios bioquímicos y moleculares por el uso de Magnetoterapia
- Modificaciones celulares que generan ciertas técnicas terapéuticas

Como se ha visto se abre un amplio panorama en el ambiente terapéutico relacionado a la investigación desde el punto bioquímico, siendo este de gran importancia ya que, es la base científica de todos los procesos que acontecen en el organismo. Un punto importante es que todos estos trabajos sean desarrollados y basados en evidencia, siendo aplicados para medir en gran medida los resultados y verificar la viabilidad de las investigaciones a futuro.

Agradecimientos

Agradezco a mi asesora la LTF. Guadalupe López Morales por su tiempo y esmero en la revisión de mi investigación, a mis padres María Refugio Sánchez y Roberto Ortiz González por su esfuerzo y apoyo en mi formación académica.

Así como a América Yoselyn por su amor y cariño.

Referencias bibliográficas

- | | |
|--|--|
| <p>[1] Collado Vázquez, S. (2004). <i>La marcha: Historia de los procedimientos de análisis</i>. Madrid: Universidad Alfonso X el Sabio.</p> | <p>[6] Borelli, J. (1680). <i>De matu animalium</i>. Napoli.</p> |
| <p>[2] Franco Vera, L. (2011). Un motor de alto rendimiento... y comestible: el músculo. <i>Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas de Físicas y Naturales</i>, 13-27.</p> | <p>[7] Gallone, P. (1986). La rana de Galvani: anuncio de una nueva era. <i>Electrochimica Acta</i>, 1485-1490.</p> |
| <p>[3] Alarcón Ponce, E. (2015). <i>Diseño y desarrollo de un simulador de la contracción muscular</i>. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.</p> | <p>[8] Aracil, A. (2014). Hugh E. Huxley: cambiando el paradigma de la contracción muscular, desde dentro. <i>Revista Internacional de Ciencias del Deporte</i>, 173-175</p> |
| <p>[4] Aquino Mandujano, J. C. (2014). <i>Modelado numérico del comportamiento de polímeros electroactivos para aplicación en músculos</i>. México: Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.</p> | <p>[9] AFM Y ASEM. (2005). <i>El músculo esquelético</i>. Barcelona y París: Asociación Francesa contra las Miopatías.</p> |
| <p>[5] Aguilar, T. (2010). Descartes y el cuerpo-máquina. <i>Pensamiento</i>, 755-770.</p> | <p>[10] Quiroz Gutierrez, F. (1990). <i>Anatomía humana</i>. México: Porrúa.</p> |
| | <p>[11] Ruiz Lizard, A., & Latarget, M. (2005). <i>Anatomía Humana</i>. Buenos aires: Panamericana</p> |

- [12] Zarco, L. (2008). Bases neurofisiológicas de la conducción nerviosa y la contracción muscular y su impacto en la interpretación de la neuronografía y la electromiografía. *Guía de neurología*, 1-7.
- [13] , K., Barman, S., Boitano, S., & Brooks, H. (2010). *Ganong fisiología médica*. México: McGraw-Hill.
- [14] Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UNAM. (2011). *Fisiología de la contracción muscular: velocidades de conducción nerviosa y electromiografía*. México: UNAM.
- [15] Costa Buitrago, G. (1996). *Contracción del músculo esquelético*. España: McGRAW-HILL.
- [16] Fernández-Belda, F., Plenge-Telleche, F., Forteca, I., & Soler, F. (1998). *La señal bioquímica del calcio*. España: Universidad de Murcia.
- [17] Fox, S. I. (2014). *Fisiología humana*. México: McGraw-Hill.
- [18] Merino Pérez, J., & Noriega Borge, M. (2011). *Fisiología general del músculo*. España: Universidad de Cantabria.
- [19] Mejias, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018). *Atlas de histología vegetal y animal*. España: Universidad de Vigo.
- [20] Tortora, G. J., & Derryckson, B. (2010). *Principios de anatomía y fisiología*. Buenos aires: Panamericana.
- [21] Saladin, K. (2013). *Anatomía y fisiología la unidad entre forma y función*. España: McGRAW HILL.
- [22] Stanfield, C. (2011). *Principios de fisiología humana*. España: Pearson.
- [23] Kathleen, C., McElhinny, A., Beckerle, M., Gregorio, C. (2002) Cytoarchitecture of the striated muscle: an intricate network of formation and functions. *EUA*
- [24] Nelson, D., & Cox, M. (2005). *Lehninger principios de bioquímica*. Barcelona: Omega.
- [25] Murray, R., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., Rodwel, V., & Weil, A. (2009). *Harper bioquímica ilustrada*. México: McGaw-Hill.
- [26] Houssay, B. (2010). *Fisiología humana de Houssay*. México: El Ateneo
- [27] Álvarez Aranega, P. J. (2009). *Desarrollo de un modelo bioinformático como herramienta predictiva del comportamiento y trazabilidad de células madre para la diferenciación miocárdica en base a factores de inducción exógenos*. España: Universidad de Granada.
- [28] Batrukova, M., Betin, V., Rubtsov, A., & Lopina, O. (2020). Ankyrin: structure, properties, and functions. *NCBI*.
- [29] Bowman, A., Kontrogianni-Konstantopoulos, A., Hirsch, S., Geisler, S., Gonzalez Serratos, H., Russell, M., & Bloch, R. (2007). *Different obscurin isoforms localize to distinct sites at*. *FEBS*.
- [30] Cabrera Verna, E. (2008). *Estudio de proteínas de la membrana del glóbulo rojo en pacientes pediátricos con esferositis hereditaria de la Fundación Hospital de la Misericordia*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- [31] Castro, E. (2004). *Fisiología molecular de la contracción muscular*.
- [32] Ganong, W. F. (2010). *Fisiología humana*. México: El manual moderno. Guyton, A. C., & Hall, J. E. (1996). *Tratado de fisiología médica*. Madrid: McGraw-Hill.
- [33] Hopitzan, A., Baines, A., Ludosky, M., Recouvreur, M., & Kordeli, E. (2005). Ankyrin-G in skeletal muscle: tissue-specific alternative splicing contributes to the complexity of the sarcolemmal cytoskeleton. *NCBI*.
- [34] Hsu, C., Moghadaszadeh, B., Hartwig, J., & Beggs, A. (2018). *Sarcomeric and non-muscle α -actinin isoforms exhibit*. *Hoboken*.

- [35] Ketema, M., Secades, P., Kreft, M., Nahidiazar, L., Janssen, H., Jalink, K., & Sonnenberg, A. (2015). The rod domain is not essential for the function of plectin in maintaining tissue integrity. *Molecular biology of the cell*, .
- [36] Konarev, P., Pinotsis, N., Pirker, K., Ghisleni, A., Salmazo, A., & Gkougkoulia, E. (2014). La estructura y regulación de la α -actinina del músculo humano.
- [37] Kümpornsin, K., Jiemsup, S., Yongkiettrakul, S., & Chookajorn, T. (2011). Characterization of band 3-ankyrin-Protein 4.2 complex by biochemical and mass spectrometry approaches. *NCBI*.
- [38] Primal, K., Casey, C., Megan Stannard, S., Windsor Reid, P., & Pilgrim, D. (2019). Myomesin is part of an integrity pathway that. *PLoS ONE*, 1-18.
- [39] Rego Martínez, J. (1998). *Estudio de los cambios morfológicos y funcionales de las fibras musculares estriadas esqueléticas en atletas de élite*. España: Universidad Complutense de Madrid.
- [40] Ross, M., & Pawlina, W. (2015). *Histología texto y atlas*. Philadelphia.
- [41] Staszewska, I., Fischer, I., & Wiche, G. (2015). Plectin isoform 1-dependent nuclear docking of desmin networks affects myonuclear architecture and expression of mechanotransducers. *Human molecular genetics*.
- [42] Tskhovrebova, L., & Trinick, J. (2014). Making Muscle Elastic: The Structural Basis of Myomesin. *Plos Biology*, 1-4.
- [43] Wang, Y., Lee, A., Li, X., Wu, F., & Bai, R. (2019). MLP-deficient human pluripotent stem cell derived cardiomyocytes develop hypertrophic cardiomyopathy and heart failure phenotypes due to abnormal calcium handling.
- [44] Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- [45] Adriana Sánchez, I. (2012). Efectos de la carga física anaeróbica sobre el proceso de síntesis de proteínas contráctiles en el músculo esquelético. *Movimiento Científico*, 102-1013.
- [46] López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2001). *Fisiología del ejercicio*. España: Médica Panamericana.
- [47] Calderón Vélez, J. C., & Figueroa Gordon, L. C. (2008). *El acoplamiento excitación-contracción en el músculo esquelético: preguntas por responder a pesar de 50 años de estudio*. Colombia: Universidad de Antioquia.

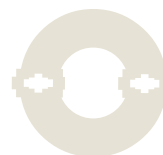
Sondeo periodontal en un modelo murino de enfermedad periodontal

^aNeri Díaz Alexander*, ^bMorales-Medina Julio César y ^aFlores-Tochihuitl Julia

^aLaboratorio Multidisciplinario, Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 31 Poniente No. 1304, Colonia Los Volcanes, C.P. 72410, Puebla, Puebla.

^bCentro de Investigación en Reproducción Animal, CINVESTAV-Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala. México. Km 10.5 carretera San Martín Texmelucan, Ixtacuixtla, AP 62, CP 90000, Tlaxcala 90128, México.

*nerifirm@gmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Antecedentes: La enfermedad periodontal (EP) es un proceso inflamatorio crónico que afecta a los tejidos de soporte y protección del órgano dentario. Investigadores trabajan con modelos murinos de EP realizando análisis clínicos, radiográficos, tomográficos e histopatológicos para evaluar la inflamación y repercusiones sobre el hueso alveolar; pocos realizan sondeo periodontal y describen las características de la sonda empleada. **Objetivo:** Generar una sonda periodontal prototipo (SPP) y técnica de sondeo adecuada a murinos que proporcione medidas de profundidad del surco gingival o bolsa periodontal. **Materiales y métodos:** 14 ratas divididas en dos grupos, hembras y machos. Se midió la profundidad

del surco por vestibular y lingual antes y 14 días después de colocar una ligadura metálica alrededor del 1er molar inferior derecho para inducir EP. **Resultados:** La SPP mostró la profundidad del surco gingival sano e inflamado en los dos grupos. **Conclusiones:** Se diseñó y probó una SPP para modelos murinos. Se mostraron las medidas promedio del surco gingival sano e inflamado en ratas Wistar. Los machos presentaron mayor profundidad del surco gingival vestibular y lingual después de inducir EP. Las hembras presentaron mayor aumento vestibular y menor daño después de inducir EP, sugiriendo al estradiol como protector asociado al sexo.

Palabras clave

Modelo de enfermedad periodontal, Periodontitis, Rata, Sondeo periodontal.

Abstract

Periodontal disease (PD) is a chronic inflammatory process that affects the supporting and protective tissues of the dental organ. Researchers work with murine models of PD performing clinical, radiographic, tomographic, and histopathological analyzes to evaluate inflammation and its repercussions on the alveolar bone; Few perform periodontal probing and describe the characteristics of the probe used. Objective: To generate a prototype periodontal probe (PPP) and probe technique suitable for mice that provides depth measurements of the gingival sulcus or periodontal pocket. Materials and methods: 14 rats were divided into two groups, female and male. The depth of the sulcus was measured by buccal and lingual before and 14 days after placing a metal ligature around the lower right 1st molar to induce PD. Results: PPP showed the depth of the healthy and inflamed gingival sulcus in both groups. Conclusions: A PPP was designed and tested for murine models. Average measurements of healthy and inflamed gingival sulcus in Wistar rats were shown. Males presented greater depth of the vestibular and lingual gingival sulcus after inducing PD. Females presented greater vestibular enlargement and less damage after inducing PD, suggesting estradiol as a protector associated with sex.

Keywords

Periodontal disease model, Periodontitis, Rat, Periodontal probing.

Glosario de abreviaturas y símbolos

EP, Enfermedad periodontal

SPP, Sonda periodontal prototipo

OD, Órgano dentario

PBS, Profundidad de la bolsa al sondeo

ICNTP, Índice comunitario de necesidades de tratamiento periodontal

OMS, Organización mundial de la salud

FDI, Federación dental internacional

CICUAL, Comité institucional de cuidado y uso de animales de laboratorio

CCI, Coeficiente de correlación intraclase

1MID, Primer molar inferior derecho

Introducción

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica que conduce a la pérdida del OD y de hueso alveolar [1]. Las enfermedades periodontales se diagnostican sobre la base de signos clínicos y radiografías que ayudan en las decisiones de planificación del tratamiento y en la prestación de atención periodontal. Las mediciones de la profundidad del sondeo periodontal y los registros de nivel de inserción periodontal son hallazgos clínicos, que dependen en gran medida del estado de salud de los tejidos periodontales [2]. Las sondas varían en el diseño de su sección transversal y en las marcas milimétricas, todas deben ser lo suficientemente delgadas para permitir su fácil inserción en el surco o la bolsa, el modo más común de calibración es aquel donde la sonda está marcada en la punta activa con un incremento continuo de 1 mm hasta llegar a 10 mm. Los tipos de sondas que existen para el sondeo periodontal en humanos son las siguientes: sonda Glickman, sonda de Williams, sonda de Michigan, sonda de Nabers N° 2, sonda de Cattoni, sonda de Marquis, sonda OMS, sonda WHO Hu-Friedy, sonda Parallel, sonda Plast, sonda Vivacare TPS, y sondas electrónicas. El uso de la sonda periodontal como herramienta de diagnóstico en el tratamiento de la enfermedad periodontal es de suma importancia para evaluar la profundidad del surco gingival o bolsa periodontal y proponer un plan de tratamiento eficaz a dicha patología [2].

La técnica de sondeo periodontal para medir una bolsa periodontal en humanos se realiza insertando suavemente la punta activa de la sonda con una presión de 20 a 25 gramos paralela al eje vertical del diente para luego deslizar en circunferencia alrededor de cada superficie del diente para detectar su configuración y las áreas de penetración más profundas [3]. Una técnica similar no existe en roedores. El progreso de los conocimientos médicos ha requerido de investigaciones sobre las causas, prevención y tratamiento de las enfermedades y las experimentaciones tradicionalmente han sido hechas primero en animales. La experimentación con animales ha permitido un desarrollo cada vez más acelerado de los conocimientos biológicos, del bienestar del hombre y de los propios animales. Es éticamente reconocido que no se deben emplear medicamentos, sustancias, ni dispositivos en seres humanos a menos que los ensayos preclínicos efectuados en animales permitan suponer razonablemente su inocuidad [4]. Las ratas se prefieren con frecuencia en los estudios experimentales de periodontitis debido a sus ventajas, como ser baratas, fáciles de obtener y fáciles de usar [5].

Observaciones clínicas de enfermedad periodontal, radiográficas, histológicas y el análisis molecular de los modelos animales experimentales (ratones y ratas) han proporcionado importantes conocimientos sobre la patogénesis de la enfermedad.

La técnica de sondeo en humanos depende de un buen instrumento y de la habilidad para sondear del periodoncista, en el caso de los modelos animales no existe en la literatura una técnica de sondeo periodontal descrita, y solo algunos investigadores han probado algunas sondas usadas para humanos en el sondeo del animal experimental. Anca *et al.*, en 2017 [6] realizaron un estudio experimental en ratas Wistar machos que se sometieron a un procedimiento de inducción de periodontitis mediante la colocación de ligaduras de hilo de seda alrededor de los incisivos inferiores bajo anestesia general. Clínicamente, los cambios del tejido periodontal inducidos por la progresión de la periodontitis se evaluaron diariamente. Se determinaron el nivel plasmático de la citocina IL-6 y los parámetros hematológicos como leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos y plaquetas al inicio y al final del experimento.

Después de siete días, se sacrificaron los animales y se prepararon muestras para evaluación histológica. Se registraron manifestaciones clínicas como cambios en el color, el contorno y la consistencia del tejido gingival y el sangrado al sondaje, pero estos autores no abundan más en las condiciones del sondeo ni las características de la sonda empleada. De sus resultados se observa la necesidad de utilizar una sonda adecuada para aportar resultados de sondeo periodontal fiables y que puedan correlacionarse con las demás pruebas diagnósticas.

Pessoa *et al.* en 2018 [7] utilizaron ratas Wistar hembras, se dividieron aleatoriamente en tres grupos de seis sujetos: control (sin ligadura, se evaluaron los primeros molares derecho e izquierdo y se usó el valor medio), periodontitis 1 (primer molar inferior derecho con una ligadura, durante 20 días, donde solo ligaron el diente evaluado), y periodontitis 2 (ambos molares inferiores con ligaduras, durante 20 días, fueron evaluados y el valor medio se utilizó en la estadística para los parámetros periodontales). En el grupo 1 colocaron una ligadura de nylon (3-0) alrededor de la región cervical del primer molar inferior derecho y en el grupo 2 colocaron dos ligaduras alrededor de los dos primeros molares inferiores. Para evaluar la profundidad de la bolsa al sondeo (PBS) utilizaron una sonda periodontal (radio de 0, 2 mm) en los primeros molares inferiores. Se midieron tres puntos: mesiobucal, distobucal y media, las medias encontradas para cada grupo fueron: 0.8 ± 0.1 mm para el grupo control, 3.3 ± 0.1 mm para el grupo de periodontitis con una ligadura y 3.3 ± 0.1 mm para el grupo de periodontitis con dos ligaduras.

Hubo diferencias significativas con respecto a PBS entre el grupo control y los grupos con ligadura. El estudio menciona el uso de una sonda periodontal, así como la aplicación del sondeo, pero no describe ninguna de las dos, debido a la falta de información se necesita una técnica de sondeo periodontal y un instrumento adecuados y estandarizados para este tipo de investigaciones en murinos. El grupo de Çetin y Sezgin en 2020 [5] compararon mediciones morfométricas lineales directas (con lupa dental, sonda periodontal y calibrador digital sobre el hueso alveolar) e indirectas (realizadas por medio de un programa especial de software en fotografías digitales) para evaluar la pérdida ósea alveolar. Evaluaron treinta mandíbulas derechas de ratas Sprague Dawley de un estudio previo que indujo periodontitis con modelo de ligadura. En el grupo de medición directa, la distancia entre la unión cemento-esmalte y la cresta ósea alveolar se evaluó mediante un calibrador digital y una sonda periodontal usando lupa dental, mientras que en un grupo indirecto mediante un programa de análisis de imágenes en fotografías digitales. La pérdida ósea alveolar media fue de 1.08 ± 0.22 mm en el grupo de medición directa y 1.19 ± 0.33 mm en el grupo de medición indirecta.

El estudio utilizó una sonda periodontal para humano, y aunque no reportan inconvenientes con la sonda, tampoco reportan que las dimensiones de esta son las mejores para el tamaño del animal de estudio. García *et al.* en 2010 [8] realizaron un estudio transversal descriptivo en el que se incluyeron a 50 pacientes consecutivos a través de un muestreo no aleatorio que cumplieran con los criterios de inclusión: a) Pacientes de cualquier sexo, b) De 18 a 60 años c) que aceptaran participar en el estudio. Se excluyeron a los pacientes totalmente desdentados. Se utilizó el Índice Comunitario de Necesidades de Tratamiento Periodontal (ICNTP), avalado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la Federación Dental Internacional (FDI). Para el examen bucal fueron utilizados espejos dentales, sondas periodontales de la OMS y pastillas reveladoras de placa bacteriana. Los parámetros clínicos se estandarizaron para evaluar la hemorragia, cálculo y bolsa periodontal mediante el ICNTP se obtuvieron cuatro posibles resultados; 0) periodonto sano sin necesidad de tratamiento, 1) hemorragia gingival que requiere mejora de la higiene bucal, 2) presencia de cálculos que requieren mejora de la higiene bucal y raspado profesional, 3) bolsas periodontales de 4 a 5 mm que requieren el mismo tratamiento y 4) bolsas periodontales mayores a 6 mm que requieren curetaje abierto. En total se incluyeron 50 sujetos, con edad promedio de $37, 6 \pm 13, 6$ años, la mayoría (52, 0 %) en el grupo de 30-49 años de edad. El 60, 0 % fueron mujeres.

En cuanto a la ocupación, la principal fue ser amas de casa (46, 0 %), el 14, 0 % fueron campesinos y el 40, 0 % de otras ocupaciones. Del total de los pacientes

evaluados, el Índice gingival observado fue de 50, 0 % para gingivitis leve, 33, 0 % para gingivitis moderada y 14, 0 % para gingivitis grave y solo un 4, 0 % se encontraron sanos. De acuerdo al sexo, ninguna mujer estuvo libre de gingivitis, pero los hombres presentaron mayor porcentaje de gingivitis grave (15, 0 % vs 13, 3 %) que las mujeres.

En cuanto a la edad, solo en el grupo de 18 a 29 años se observaron algunos individuos sanos (14, 3 %). Igualmente se observó que conforme aumenta la edad lo hace la prevalencia de gingivitis grave, con porcentajes de 7, 2 %, 15, 4 % y 20, 0 % para los grupos de 18 a 29, de 30 a 49 y de 50 a 60 años, respectivamente.

Concluyeron que nueve de cada diez pacientes de la región Mixteca del Estado de Puebla tienen necesidades de tratamiento periodontal y es necesario encaminar esfuerzos con el fin de mejorar la salud bucal en las comunidades indígenas. Sin duda alguna, dicha patología afecta a la mayoría de la población en el Estado de Puebla. Estudiar, analizar y comprender la periodontitis dará resultados positivos para prevenir, diagnosticar y tratar este padecimiento en el que los pacientes presentan sangrado e inflamación en las encías, lo cual puede empeorar generando reabsorción del hueso alveolar, movilidad del órgano dentario y como consecuencia la pérdida del mismo. La pérdida de un órgano dentario está asociada a problemas oclusales, lo que genera deficiencias en la masticación y el proceso de digestión. Nuestra investigación tiene como propósito aportar conocimiento valioso para el estudio de la EP en ratas de laboratorio con resultados aplicables a humanos, lo cual brindará calidad de vida a las y los poblanos.

Materiales y métodos

El diseño de la presente investigación es cuasi-experimental, prospectivo, longitudinal y analítico. El protocolo experimental se realizó de acuerdo a las investigaciones realizadas en modelos de enfermedad periodontal en murinos. Los animales recibieron cuidado humano conforme al lineamiento del Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL). Para este estudio se utilizaron un total de 14 ratas de la cepa Wistar (**Fig. 1**) de 2 a 3 meses de edad, con un peso promedio de entre 180 g y 200 g, se dividieron en dos grupos, 7 machos y 7 hembras, los especímenes fueron provistos por el Bioterio del laboratorio Tlaxcala del CINVESTAV, IPN.; se mantuvieron bajo las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio: Ciclos de luz- oscuridad (12 horas cada uno), ventilación con extractor (presión negativa),

temperatura de 18 °C a 26 °C (22 °C como ideal), humedad de 40 % a 70 %, aire de 15 a 20 cambios por hora, ruido a no más de 85 decibeles, espacio de 150 cm² por cada 200 g de peso y alimentados con acceso a comida y agua ad libitum.

El investigador a cargo tomó capacitación para el manejo y cuidado de animales de laboratorio. Utilizó una sonda periodontal prototipo con patente en trámite con las características adecuadas para tomar las medidas de profundidad del surco gingival (en un estado sano) o de la bolsa periodontal (en un estado patológico) de la rata. Estandarizó la técnica de sondeo periodontal en murinos con la capacitación de un estomatólogo experto, posteriormente se hizo una prueba piloto para evaluar las mediciones, primero intraobservador y posteriormente interobservador utilizando roedores de prueba a los que se les tomaron varias mediciones de profundidad del surco gingival. Se utilizó la prueba estadística CCI (coeficiente de correlación intraclass o coeficiente r^2 de Pearson), esto determinó la confiabilidad, reproducibilidad y concordancia entre las mediciones (nivel de significancia 5 % = 0.05). El gold standard fueron las medidas que registró el experto, quien tiene la mayor experiencia, destreza y habilidad, por tanto, al replicarse o al existir un nivel aceptable de acuerdo al índice de las medidas del investigador a cargo con las del experto, se procedió a sondear a las ratas seleccionadas para este estudio.



Figura 1. Rata Wistar (*Rattus norvegicus*) (Fuente: Laboratorio Multidisciplinario, Facultad de Estomatología, BUAP).

Inducción de la enfermedad periodontal

Día 1 de la experimentación

Los animales fueron previamente marcados y pesados para ser anestesiados con una mezcla anestésica de Xilacina (8 mg/kg) + Ketamina (70 mg/kg) por vía intraperitoneal. Para la inducción de la EP se colocó una ligadura metálica esterilizada alrededor del cuello del primer molar inferior derecho (1MID) en forma de anillo, anudada en la superficie vestibular y se mantuvo colocada durante 14 días (Fig. 2A y 2B).

Técnica de sondeo periodontal en murinos

Técnica de sondeo

Considerando que no hay una técnica de sondeo periodontal para roedores, se propone la siguiente basada en los estudios [9] y [5]. La punta activa se insertó suavemente en el surco gingival o bolsa periodontal, esta se mantuvo paralela al eje longitudinal del diente realizando pequeños movimientos de desplazamiento sin retirarla del surco para detectar la configuración y las áreas de penetración más profundas.

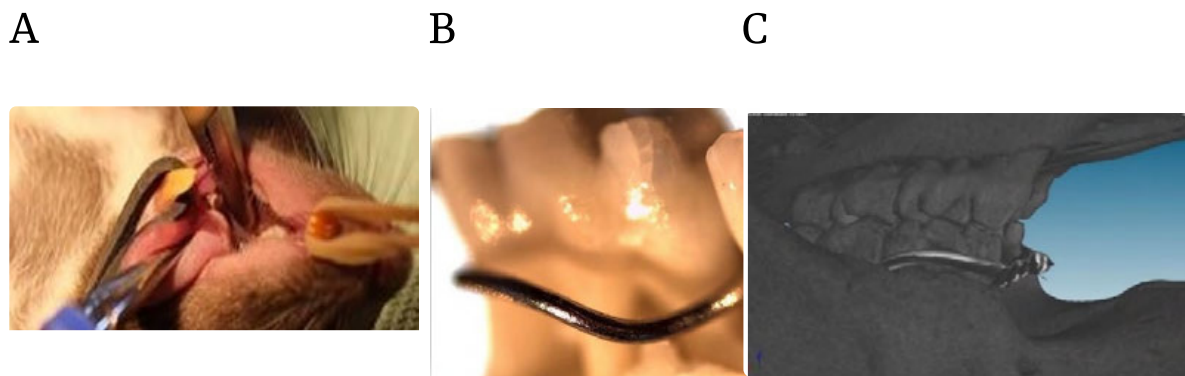


Figura 2. A.- Procedimiento de colocación de ligadura en el modelo de enfermedad periodontal. B.- Ligadura metálica posicionada en el tercio cervical del primer molar inferior derecho (Fuente: Laboratorio Multidisciplinario, Facultad de Estomatología, BUAP) y C.- Tomografía, se observa la ligadura anudada en la cara vestibular, primer día de experimentación. (Fuente: Centro Avanzado de Pruebas Analíticas No Destructivas, BUAP).

Medición de la profundidad del surco gingival o bolsa periodontal

Día 1 de la experimentación

En la rata previamente anestesiada se consideró el 1MID como experimental, se midió la profundidad del surco gingival por las caras lingual y vestibular en su parte mesial, media y distal y se realizó la técnica de sondeo ya descrita. Se registró la medida en milímetros indicada por el sondeador y se procedió a colocar la ligadura metálica para inducir la EP como se explicó previamente.

Día 14 de la experimentación

Se retiró la ligadura metálica del 1MID, se midió nuevamente la profundidad del surco gingival o la bolsa periodontal por las caras lingual y vestibular en su parte mesial, media y distal y se registró la medida indicada por el sondeador.

Eutanasia

En el día 14 las ratas fueron anestesiadas con Xilacina (8 mg/kg) + Ketamina (70 mg/kg) y sondeadas, se procedió a realizar la perfusión intracardiaca con solución salina isotónica al 0.9 %.

Análisis estadístico

Los datos fueron vaciados en el programa Excel 2016 y llevados después al programa GraphPad Prism 8. De inicio se realizó estadística descriptiva, para variables cualitativas se utilizaron porcentajes y gráficos correspondientes; para variables cuantitativas se utilizaron medidas de tendencia central, de dispersión y de forma, con atención especial a la asimetría y la curtosis para determinar la normalidad de los datos. La distribución se corroboró con la prueba Shapiro-Wilk. Para determinar diferencia entre los grupos (machos y hembras), se utilizaron las pruebas T-Student pareada y ANOVA de dos vías, se utilizó prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Todas, con su respectiva significancia estadística, esto es: $p \leq 0.05$. Se utilizó la prueba estadística CCI (coeficiente de correlación intraclase o coeficiente r^2 de Pearson), esto para determinar la confiabilidad, reproducibilidad y concordancia entre las mediciones, primero en la estandarización intra e interobservador y posteriormente para comparar las mediciones de los grupos experimentales antes y después de la inducción de la enfermedad periodontal.

Resultados/ Discusión de resultados

En la presente investigación se realizó la evaluación de la profundidad del surco gingival antes y después de la inducción de la enfermedad periodontal (EP) en el primer molar inferior derecho (1MID) de grupos de ratas machos y hembras de la cepa Wistar. Para realizar el sondeo se diseñó una sonda periodontal prototipo en trámite de patente (MX/a/2018/002197), con las siguientes características: un mango de acrílico de 15 cm de largo, grosor 1.5 cm se adapta adecuadamente a la mano para tener un apoyo ergonómico, una punta metálica activa con una angulación de 135 grados y una graduación de 0.3 mm por cada muesca (Figura 3A y 3B); la aleación de la punta activa está compuesta en su mayoría por a) Hierro b) Cromo y c) Níquel y, en minoría por d) Manganeso y e) Sílice, lo que le permitió la dureza suficiente para introducirse sin flexionarse (Figura 3C). Esta sonda sirvió como una herramienta fundamental diagnóstica que aportó información de la profundidad del surco o bolsa en murinos, que como se ha mencionado antes son los animales de primera elección para realizar investigaciones de EP.



Figura 3. A.- Sonda periodontal: a) Punta metálica con angulación de 135° y 3 cm de largo, b) Mango de acrílico de 15 cm de largo, grosor 1.5 cm. B.- Punta activa de la sonda, imagen obtenida con microscopio estereoscópico, a) Graduación de 1.5 mm, b) Muecas separadas por 0.3 mm y C.- Aleación de la punta activa de la sonda: compuesta en su mayoría por a) Hierro, b) Cromo y c) Níquel. En minoría por d) Manganeso y e) Sílice. (Fuente: Laboratorio Multidisciplinario, Facultad de Estomatología, BUAP).

Sondeo vestibular

Se realizó la medición del surco gingival por la cara vestibular de las ratas macho antes y después de la colocación de la ligadura (inducción de EP) en tres puntos: a) mesial, b) medio, c) distal. En mesial se midió una profundidad de 0.72 mm (después de la inducción de la EP) que al comparar con la medición inicial (0.44 mm) se encuentra que existe un aumento estadísticamente significativo de la profundidad de la bolsa periodontal, siendo la diferencia promedio de 0.28 mm ($p < 0.0001$). En

el punto medio se registró una medida de 0.88 mm (posterior a la inducción de EP) en comparación con la medida inicial (0.52 mm), siendo el promedio de 0.35 mm ($p<0.0001$). Finalmente se registró en distal una medida de 0.90 mm que en comparación de la medida inicial (0.58 mm) se obtuvo un promedio de 0.31 mm ($p<0.0001$). (Fig. 4A).

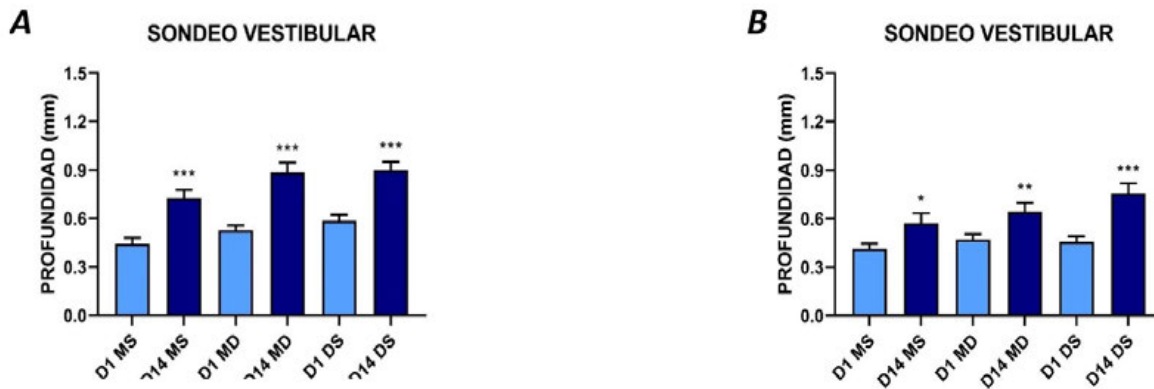


Figura 4. Resultados del sondeo periodontal en surco vestibular antes (D1: Día 1) y después (D14: Día 14) de la inducción de EP en los grupos de estudio A) machos y B) hembras, por mesial (MS), medio (MD) y distal (DS): En machos y hembras se observa mayor profundidad al sondeo 14 días post-ligadura comparado contra la medición en el día 1 (significancia estadística de $p\leq 0.05$, T-student pareada). Además, en machos se observa mayor profundidad 14 días post-ligadura contra hembras 14 días post-ligadura (significancia estadística por mesial ($p<0.0001$), por medial ($p<0.0001$), por distal ($p<0.0001$), (ANOVA de 2 vías).

Del mismo modo, se realizó la medición del surco gingival por la cara vestibular de las ratas hembra antes y después de la colocación de la ligadura (inducción de EP) en tres puntos: a) mesial, b) medio, c) distal. En mesial se registró una profundidad de 0.57 mm (después de la inducción de EP) que al comparar con la medición inicial de (0.41 mm) se encuentra que existe un aumento estadísticamente significativo de la profundidad de la bolsa periodontal, siendo la diferencia promedio de 0.15 mm ($p=0.030$). En la zona media se midió una profundidad de 0.64 mm (posterior a la inducción de EP) en comparación con la medida inicial (0.47 mm), siendo el promedio de 0.17 mm ($p=0.002$). Finalmente se registró en la zona distal una medida de 0.75 mm que en comparación de la medida inicial (0.45 mm) se obtuvo un promedio de 0.30 mm ($p<0.0001$) (Fig. 4B).

Al realizar la prueba ANOVA de dos vías para identificar diferencias entre los dos grupos, donde las variables a comparar fueron el sexo y el tratamiento (inducción de EP), se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa en la profundidad del surco gingival vestibular (posterior a la inducción de EP) al comparar machos contra hembras, por mesial ($p<0.0001$), por medial ($p<0.0001$), por distal ($p<0.0001$).

Sondeo lingual

La medición del surco gingival por la cara lingual de las ratas macho antes y después de la colocación de la ligadura (inducción de EP) se realizó en tres puntos: a) mesial, b) medio, c) distal. En mesial se registró una profundidad de 0.58 mm (después de la inducción de EP) que al comparar con la medición inicial de (0.35 mm) se encuentra que existe un aumento estadísticamente significativo de la profundidad de la bolsa periodontal, siendo la diferencia promedio de 0.22 mm ($p<0.0001$). En la zona media se realizó una medida de 0.60 mm (posterior a la inducción de EP) en comparación con la medida inicial (0.42 mm), siendo la diferencia promedio de 0.17 mm ($p=0.010$). Finalmente se registró en la zona distal una medida de 0.74 mm que en comparación de la medida inicial (0.51 mm) se obtuvo una diferencia promedio de 0.22 mm ($p=0.001$) (Fig. 5B).



Figura 5. Resultados del sondeo periodontal en surco lingual antes (D1: Día 1) y después (D14: Día 14) de la inducción de EP en los grupos de estudio A) machos y B) hembras, por mesial (MS), medio (MD) y distal (DS): En machos y hembras se observa mayor profundidad al sondeo 14 días post-ligadura comparado contra la medición en el día 1 (significancia estadística de $p\leq 0.05$, T-Student pareada). Además, en machos se observa mayor profundidad 14 días post-ligadura contra hembras 14 días post-ligadura por mesial ($p<0.0001$), por medial ($p=0.0054$), por distal ($p<0.0001$), (ANOVA de 2 vías).

Se realizó la medición del surco gingival por la cara lingual de las ratas hembra antes y después de la colocación de la ligadura (inducción de EP) en tres puntos: a) mesial, b) medio, c) distal. En mesial se midió una profundidad de 0.54 mm (después de la inducción de EP) que al comparar con la medición inicial de (0.37 mm) se encontró que existe un aumento estadísticamente significativo de la profundidad de la bolsa periodontal, siendo la diferencia promedio de 0.17 mm ($p=0.015$). En la zona media se registró una medida de 0.57 mm (posterior a la inducción de EP) en comparación con la medida inicial (0.47 mm), siendo la diferencia promedio de 0.10 mm ($p=0.184$). Finalmente se registró en la zona

distal una medida de 0.71 mm que en comparación de la medida inicial (0.42 mm) se obtuvo una diferencia promedio de 0.28 mm ($p=0.004$) (Fig. 5B).

Al realizar la prueba ANOVA de dos vías para identificar diferencias entre los dos grupos, donde las variables a comparar fueron el sexo y el tratamiento (inducción de EP), se encontró que, en el caso de la cara lingual, existe diferencia estadísticamente significativa en la profundidad del surco gingival (posterior a la inducción de EP) al comparar machos contra hembras, por mesial ($p<0.0001$), por medial ($p=0.0054$), por distal ($p<0.0001$). Siendo mayor la profundidad del surco gingival vestibular y lingual en el grupo de los machos.

Uno de los objetivos de nuestra investigación fue generar un instrumento adecuado para sondear, creemos que nuestro prototipo de sonda periodontal puede ser de gran utilidad en la investigación experimental de EP. A pesar de las limitaciones de este estudio, podemos destacar que las alteraciones inflamatorias del periodonto, logrado a través de este protocolo experimental, tuvieron un impacto significativo en la profundidad del surco gingival, el cual fue más marcado en el grupo de machos. Además, la sonda periodontal prototipo nos permitió mostrar la profundidad del surco gingival sano e inflamado en los grupos de machos y hembras de la cepa Wistar, lo cual no se había reportado previamente para modelos animales en ratas. Diversos trabajos reportados con el modelo de EP en murinos utilizan ligaduras de seda o metálicas para la inducción de dicha patología. Los roedores, especialmente las ratas, se utilizan con mucha frecuencia como modelo animal para estudiar la enfermedad periodontal. Esto se debe a las similitudes de las estructuras gingivales de las ratas con las observadas en humanos, excepto la queratinización del epitelio sulcular en ratas [10]. Las ligaduras aumentan la retención de placa y producen lesiones gingivales del epitelio, lo que provoca la inflamación local, la activación de los osteoclastos y el proceso de reabsorción del hueso [11]. El modelo de periodontitis inducida por ligadura tiene algunas limitaciones y no se puede reproducir todos los aspectos de la enfermedad humana. Sin embargo, los modelos animales experimentales representan un vínculo indispensable entre hipótesis y pacientes humanos [12]. Al colocar una ligadura metálica anudada en la cara vestibular de la 1MID de las ratas machos y hembras de la cepa Wistar los resultados arrojan un aumento considerable de profundidad vestibular en comparación con el aumento de profundidad del surco lingual, asumimos que este notorio aumento es causado por el posicionamiento del nudo de la ligadura, ya que al analizar los resultados de Molon *et al.* (2018) [13], en donde ellos indujeron la EP utilizando un hilo de seda esterilizado atado alrededor del cuello del primer y segundo molar superior en forma de “8”, el nudo quedó atado en la superficie palatina del segundo

molar y es donde reportan una mayor pérdida ósea; esta información se tomará en cuenta para estudios posteriores en donde intentaremos descartar si el sitio de colocación del nudo promueve una mayor inflamación y por ende un mayor aumento de la profundidad al sondeo.

El menor daño provocado por la colocación de la ligadura se observó en el grupo de las hembras, lo cual sugiere que existe un factor asociado al sexo. En algunos países las estadísticas arrojan que los hombres son más propensos a la periodontitis que las mujeres [14], también existe información que muestra que las mujeres desarrollan periodontitis más grave que los hombres [15]. La discrepancia podría deberse al hecho de que la enfermedad también está influenciada por numerosos factores ambientales, como el estrés, el tabaquismo, el consumo de alcohol, la higiene dental, etc. [16], algunos de los cuales están estrechamente asociados con comportamientos relacionados con el género. Sin embargo, no hay muchos estudios en modelos animales que estudien la relación de estos factores. La ventaja de los modelos animales es que pueden servir como herramientas útiles para la investigación de enfermedades periodontales al eliminar las variables de confusión presentes en los seres humanos. En el caso de nuestro estudio con la colocación de la ligadura metálica se provocó la acumulación masiva de la biopelícula causando la posible pérdida ósea (comprobable con el estudio radiográfico y tomográfico), al medir la profundidad de la bolsa periodontal vestibular y lingual encontramos la mayor profundidad en el grupo de los machos. Nuestros resultados son contrarios a lo reportado por el grupo de Duan *et al.*, (2016) [17] que indicaron que las hembras son más susceptibles a la pérdida ósea en el modelo de ligadura, detectaron además una regulación positiva significativamente mayor en la expresión de IL-1 β , IL-6 e IL-17 en ratones hembra de la cepa C57/BL6 en comparación de los machos. Lo anterior nos sugiere continuar con la investigación para comprobar la patogénesis, la evolución de la inflamación y la pérdida de hueso en nuestro modelo. Nuestros resultados de que los machos tienden a desarrollar periodontitis más grave es similar a la mayoría de las encuestas y estudios en humanos, pero contrasta con los resultados obtenidos de otras especies [17].

Las hormonas ováricas pueden influir en la reacción inflamatoria aguda regulando varios tipos de células diferentes. Los resultados [18] muestran los efectos de 17 β -estradiol (E2), el E2 potencia la reacción inmune aguda al aumentar el reclutamiento celular (macrófagos), sin embargo, por el contrario, reduce ciertas citocinas. Sumado a lo anterior los estudios [19] al evaluar los efectos del 17 β -estradiol (E2) en ratones machos de la cepa ICR, a los cuales se les administró azoximetano/sulfato de dextrano sódico para inducir colitis, concluyeron que el E2 actúa a

través de la vía de señalización del receptor de estrógenos β para provocar efectos antiinflamatorios sobre la barrera intestinal al inducir la expresión de mucina 2 y moléculas de unión estrecha e inhibir las citocinas, proinflamatorias. La expresión de ARNm y proteínas de genes relacionados con la inflamación aumentaron con el tratamiento con azoximetano/sulfato de dextrano sódico y mejoró por el E2 [20]. Robinson *et al.* (2019) [20] reportaron que el papel del estrógeno en la mediación de las enfermedades periodontales es bifásico, con niveles altos que promueven la gingivitis y niveles bajos que potencian la pérdida de hueso alveolar. Nuestros resultados obtenidos son valiosos porque bajo las características de la SPP proporcionan evidencia experimental de que la sonda periodontal usada puede medir la profundidad del surco gingival con y sin EP. De hecho, mostramos la medida promedio de la profundidad del surco gingival sano en ratas de la cepa Wistar; además identificamos las diferencias del surco gingival que existen entre ratas machos y hembras. Esto es relevante debido a que no había evidencia del dato preciso para ratas y es importante para los grupos de investigación que trabajan con este modelo. Es necesario comparar estos hallazgos con otras pruebas diagnósticas como la tomografía y la histopatología para mostrar las características de la configuración ósea en el modelo animal sano y enfermo.

Conclusiones

Se diseñó, construyó y probó una sonda periodontal para modelo murino la cual ya se encuentra en trámite de patente. Se muestra la medida promedio de la profundidad del surco gingival sano en ratas de la cepa Wistar.

La sonda periodontal prototipo logró evidenciar las diferencias entre el surco sano y el surco inflamado. Los machos tuvieron mayor aumento en la profundidad del surco gingival después de la inducción de la EP, tanto en la medición vestibular como lingual, en comparación de las hembras, el mayor aumento se identificó en vestibular más que en lingual. El menor daño observado por la colocación de la ligadura en el grupo de las hembras sugiere que existe un factor protector asociado al sexo como lo es el estradiol.

Referencias bibliográficas

[1] X., Zhang, Y., Li, Z., Ge, H., Zhao, L., Miao, Pan, "The dimension and morphology of alveolar bone

at maxillary anterior teeth in periodontitis: a

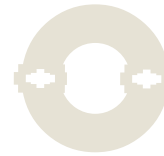
- retrospective analysis— using CBCT” *International Journal of Oral Science*, vol. 1, no.12, 2020.
- [2] E. F., Corbet, “Oral diagnosis and treatment planning: part 3. Periodontal disease and assessment of risk”, *British Dental Journal*, vol. 3, no. 213, pp. 111-121. 2012.
- [3] J. J., Garnick, L., Silverstein, “Periodontal Probing: Probe Tip Diameter”, *Journal of Periodontology*, vol 1, no.71, pp. 96-103. 2000.
- [4] J. L., Molina, G., Alonso, N. M., Pedraza, L., Bequer, T., Gómez, C., Sánchez, M., Gómez, A. O., Álvarez, M., Díaz, F., Gambora, “Algunas reflexiones sobre la Bioética en las investigaciones y la actitud humana frente a los animales”, *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 1, no.18, pp. 1-25. 2017.
- [5] M., Çetin, Y., Sezgin, “Comparison of Two Morphometric Linear Methods to Measure the Alveolar Bone Loss Induced by Experimental Periodontal Disease in Rats” *Meandros Medical and Dental Journal*, vol 21, pp. 190-195. 2020.
- [6] I., Anca, L., Ondine, T., Flauviu, B., Cristian, T., Septimiu, H., Lucia, B., Cosmina, S.C., Radu, “Histopathological and clinical expression of periodontal disease related to the systemic inflammatory response”; vol.4, no. 32, pp. 379-384. 2017.
- [7] L., Pessoa, F., Pereira-da Silva, E., Alves, L., Franca, D., Lenardo, J., Carvalho, D., Vasconcelos, “One or two ligatures inducing periodontitis are sufficient to cause fatty liver” *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, vol. 3, no.23, pp. 269-76. 2018.
- [8] G. G., García, I. A. Espinosa, F., Martínez, N. Huerta, A. J., Islas, C. E. Medina, “Necesidades de tratamiento periodontal en adultos de la región rural mixteca del Estado de Puebla, México”, *Rev. salud pública*, vol. 4, no. 12, pp. 647-657. 2010.
- [9] M., Erriu, G., Genta, F. M. G., Pili, G., Barbato, G., Denotti, R., Levi, “Probing depth in periodontal pockets: *In vitro* evaluation of contributions to variability due to probe type and operator skill. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H”, *Journal of Engineering in Medicine*, vol.10, no. 229, pp. 743-749. 2015.
- [10] X., Struillou, H., Boutigny, A., Soueidan, P., Layrolle, “Experimental Animal Models in Periodontology: A Review”, *The Open Dentistry Journal*, vol. 1, no.4, pp. 33-47. 2010.
- [11] H. S., Oz, D. A., Puleo, “Animal Models for Periodontal Disease”, *Journal of Biomedicine and Biotechnology* vol.8, no.1, 2011
- [12] D.T., Graves, J., Kang, O., Andriankaja, K., Wada, C. Jr. Rossa, “Animal models to study host-bacteria interactions involved in periodontitis”, *Front. Oral. Biol*, vol.15, pp. 117-132. 2012.
- [13] R. S., de Molon, C. H., Park, Q., Jin, J., Sugai, J. A. Cirelli, “Characterization of ligature-induced experimental periodontitis”, *Microsc Res Tech*, vol. 81, pp. 1412–1421. 2018.
- [14] M. S., Cepeda, R., Weinstein, C., Blacketer, M. C., Lynch, “Association of flossing/inter-dental cleaning and periodontitis in adults”, *Journal of Clinical Periodontology*, vol. 9, no. 44, pp. 866-871. 2017.
- [15] M., Romandini, H-S., Shin, P., Romandini, A., Laforí, M., Cordaro, “Hormone- related events and periodontitis in women” *Journal of clinical periodontology*, vol.47, pp. 429-441. 2020.
- [16] D. F., Kinane, P. G., Stathopoulou, P. N., Papapanou, “Periodontal diseases”, *Nature Reviews Disease Primers*, vol. 3, 2017.
- [17] X., Duan, R. C., Gleason, F., Li, K. B., Hosur, X., Duan, D., Huang, S. Liang, “Sex dimorphism in periodontitis in animal models” *Journal of Periodontal Research*, vol. 2, no. 51, pp. 196-202. 2015.
- [18] A., Stubelius, A., Andersson, U., Islander, H., Carlsten, “Ovarian hormones in innate inflammation. Immunobiology”, vol. 8, no. 22, pp. 878-883. 2017.
- [19] [19] C.-H., Song, N., Kim, R. H., Nam, S. I., Choi, H.-N., Lee, Y.-J., Surh, “17 β -Estradiol supplementation changes gut microbiota diversity in intact and colorectal cancer-induced ICR male mice”, *Scientific Reports*, vol.1, no.10, 2020.
- [20] J. L., Robinson, P. M., Johnson, K., Kister, M. T., Yin, J., Chen, S., Wadhwa, “Estrogen signaling impacts temporomandibular joint and periodontal disease pathology”, *Odontology*. 2019.

Tipificación de espinas dendríticas en el Tálamo ventroposterolateral de ratas diabéticas con y sin enfermedad periodontal

Márquez, Villegas-Beatriz Flores, Tochiuitl-Julia

Laboratorio multidisciplinario, Facultad de Estomatología, BUAP, México. 31 pte. 1304, Los Volcanes, 72410 Puebla, Pue.

betimarquezv@hotmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Introducción: Se desconoce cómo los factores proinflamatorios comunes a la diabetes mellitus tipo 2 (DM-2), obesidad y enfermedad periodontal (EP) influyen sobre el tipo de espina dendrítica presente en las neuronas del tálamo ventroposterolateral (TVPL).

Objetivos: Identificar el tipo de espina dendrítica más frecuente en las neuronas del TVPL en un modelo murino de diabetes con y sin EP.

Metodología: Se utilizaron ratas de la cepa Zucker: 5 hembras diabéticas (DH), 5 hembras diabéticas/ periodontitis (DPH), 5 machos diabéticos (DMa) y 5 machos diabéticos/periodontitis (DPMa). Los grupos DPH y DPMa se anestesiaron para colocar una

ligadura metálica alrededor del primer molar inferior derecho para generar una bolsa periodontal. 14 días después se realizó la eutanasia. La tinción de Cox-Golgi se realizó en los cerebros. Se eligieron 10 neuronas del TVPL por rata, se dibujó 1 segmento dendrítico distal de 30 μ m de longitud de (1000 x de magnificación), por cada 10 micras se contabilizó el tipo de espina presente.

Resultados: Las espinas más frecuentes son las fungiformes (pedunculadas), consideradas como maduras y funcionalmente aptas para poder establecer sinapsis.

Conclusiones: Las espinas fungiformes predominan en las neuronas del TVPL de ratas hembras y macho diabéticas con y sin EP.

Palabras clave

espinas dendríticas, tálamo ventroposterolateral, diabetes, enfermedad periodontal.

Abstract

Introduction: It is unknown how the pro-inflammatory factors common to type 2 diabetes mellitus (DM-2), obesity and periodontal disease (PD) influence the type of dendritic spine present in the ventroposterolateral thalamus (TVPL) neurons. **Objectives:** To identify the most frequent type of dendritic spine in TVPL neurons in a murine model of diabetes with and without PD. **Methods:** Zucker rats were used: 5 diabetic females (DH), 5 diabetic females / periodontitis (DPH), 5 diabetic males (DMa) and 5 diabetic males / periodontitis (DPMa). The DPH and DPMa groups were anesthetized to place a metal ligature around the right lower first molar to generate a periodontal pocket. Euthanasia was performed 14 days later. Cox-Golgi staining was performed on the brains. Ten neurons of the TVPL were chosen per rat and 1 distal dendritic segment of 30 μm in length was drawn (1000 $\times$ magnification), for every 10 μm the type of spine present was counted. **Results:** The most frequent spines are the mushroom (pedunculated), considered as mature and functionally apt to be able to establish synapses. **Conclusions:** Mushroom spines predominate in the TVPL neurons of female and male diabetic rats with and without EP.

Keywords

dendritic spines, ventroposterolateral thalamus, diabetes, periodontal disease

Glosario de abreviaturas y símbolos

ED, Espinas dendríticas

EP, enfermedad periodontal

DH, hembras diabéticas

DM, diabetes mellitus

DMa, machos diabéticos

DM-1, diabetes mellitus tipo 1

DM-2, diabetes mellitus tipo 2

DPMa, machos diabéticos con periodontitis

DPH, hembras diabéticas con periodontitis

TVPL, tálamo ventroposterolateral

AGE, productos finales de glucosilación avanzada

TNF- α , factor de necrosis tumoral alfa

TVPM, tálamo ventroposteromedial

TCL, tálamo centrolateral

TPF, tálamo parafascicular

TDM, tálamo dorsomedial

CSI, corteza somatosensorial primaria

CSII, corteza somatosensorial secundaria

PSD, densidad postsináptica

Introducción

Según la Federación Internacional de Diabetes en el año 2019 aproximadamente 463 millones de adultos (20-79 años) vivían con diabetes mellitus (DM). La proporción de personas con diabetes tipo 2 (DM-2) está aumentando en la mayoría de los países, el 79 % de los adultos con DM viven en países de ingresos bajos y medios; 1 de cada 5 personas mayores de 65 años tiene DM y 1 de cada 2 (232 millones) de personas con DM no fueron diagnosticadas. Se proyecta que esta cantidad continuará en aumento, calculando que para el 2025, 333 millones de personas tendrán esta enfermedad; para 2030 se estima que incrementará a 366 millones [1] y para 2045 la proyección es que aumentará a 700 millones [2]. En el caso de América Latina hay alrededor de 19 millones de pacientes diabéticos, y se prevé que esta prevalencia aumentará en 250 % en los próximos 20 años [3]. Es la séptima causa de muerte en la mayoría de los países de ingresos medianos a bajos, la Organización mundial de la salud (OMS) proyecta que para el 2030 será la séptima causa de mortalidad a nivel mundial [4]. También la OMS reporta que el 80 % de los pacientes con DM se encuentran en los países en desarrollo como es el caso de México [5].

En los últimos años se ha estudiado la relación que tiene la diabetes con la enfermedad periodontal (EP), la cual afecta alrededor de 20 a 40 % de la población mundial, la alta prevalencia de la EP en jóvenes, adultos y ancianos hace que sea un problema de salud pública que requiere atención. Ambas enfermedades tienen un componente inflamatorio importante que se investiga desde hace algunos años para aportar más evidencia que explique la bidireccionalidad entre éstas, es decir, actualmente se sabe que la diabetes contribuye al inicio y la progresión de la EP y por otra parte se ha encontrado que el adecuado control periodontal mejora el índice glucémico de los pacientes. Esta información es relevante porque permite mejorar el manejo de los pacientes con estas enfermedades. Lo que aun se desconoce es como la asociación entre DM y EP afecta a la vía sensitiva que lleva la información desde el órgano dentario hasta la corteza somatosensorial, específicamente cómo afecta la morfología de las neuronas involucradas, como lo son las neuronas del tálamo considerado un núcleo importante por filtrar la información que se dirige a dicha corteza. También, en este contexto se desconoce cómo son los mecanismos de plasticidad de estas neuronas y si involucran cambios en su morfología como lo es el tipo de espinas dendríticas presentes. Es necesario entonces el avance en la investigación básica de estos aspectos para contribuir al conocimiento de las consecuencias de estas 2 enfermedades sobre el sistema nervioso.

Relación Enfermedad Periodontal y Diabetes mellitus

La DM es un grupo heterogéneo de desórdenes metabólicos de los carbohidratos, lípidos y proteínas en donde la principal característica es la hiperglucemia crónica. Esta hiperglucemia tiene un amplio efecto celular y molecular que resulta en estrés oxidativo [6]. Puede ser clasificada en dos categorías principales, la tipo 1 y la tipo 2. La DM tipo 1 (DM-1) es la enfermedad autoinmune crónica caracterizada por deficiencia de insulina y la resultante hiperglucemia; la patogenia de la (DM-1) es el resultado de una interacción compleja entre las células β pancreáticas y sistemas inmunitarios innatos y adaptativos; a nivel mundial, la DM-1 está aumentando tanto en incidencia como en prevalencia, con incrementos en la incidencia de alrededor de 2 a 3 % por año [7]. La DM tipo 2 (DM-T2) es de inicio insidioso, aparece en individuos de edad media como resultado de la utilización defectuosa de la insulina denominada resistencia a la insulina (tolerancia de los receptores de insulina), comúnmente los niveles plasmáticos de insulina se encuentran en valores absolutos, normales o altos; es considerada el tipo más común, dado que, hasta el 95 % de la población la padece [8]. La hiperglucemia en la DM-T2 conduce a la formación de productos finales de glucosilación avanzada (AGE). La unión de los AGE al receptor de AGE (RAGE) provoca la mayor respuesta inflamatoria que puede ser un modulador clave que vincula las dos enfermedades [9]. La unión de ligandos como AGE y factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) a RAGE estimula la expresión de RAGE, genera estrés oxidativo y la síntesis y secreción de citocinas proinflamatorias y quimiotaxis; por lo tanto, la activación de RAGE propicia un estado de enfermedad inflamatoria crónica, que podría favorecer la generación de más AGE [10].

Por otra parte, la EP es una respuesta inflamatoria de los tejidos de soporte del órgano dentario inducida por microorganismos específicos, lo que da como resultado la destrucción progresiva del ligamento periodontal y del hueso alveolar. Además, resulta en la formación de bolsas periodontales o surcos profundizados patológicamente entre la encía y la raíz del diente, al mismo tiempo genera una respuesta inflamatoria, caracterizada por una reacción desmedida de los mediadores proinflamatorios de huésped y descomposición del tejido [11]. La EP abarca una condición inflamatoria superficial reversible (gingivitis) y un proceso profundo (periodontitis). El diagnóstico de periodontitis se establece cuando existe destrucción del tejido conjuntivo y se produce migración apical del tejido de soporte (bolsa periodontal), con la eventual movilidad o pérdida del diente, causada por el desprendimiento de la inserción epitelial de la superficie dura del diente en el fondo del surco gingival, lo que favorece la colonización bacteriana.

Esta bolsa puede diagnosticarse mediante sondeo periodontal, en conjunto con exámenes radiográficos, para determinar su existencia y profundidad y estudios microbiológicos específicos para identificar a los agentes infecciosos presentes en dicha lesión. La EP es la afección oral más común de la población humana y afecta los tejidos de soporte de los órganos dentarios en general [12], afecta a alrededor del 20-50 % de la población en todo el mundo [13].

La EP y la DM-T2 son enfermedades crónicas interrelacionadas, existe una relación bidireccional y de sinergia entre ambas [14, 15]. La periodontitis a menudo coexiste con la diabetes, y se considera que es la sexta complicación de la enfermedad, ya que los pacientes diabéticos tipo 1 y tipo 2 tienen cuatro veces mayor riesgo de periodontitis [16]; asimismo, es más prevalente en pacientes con DM-T2 que en sujetos sanos. Investigaciones previas indican que la periodontitis afecta el control metabólico de los pacientes con DM-T2, sumado a esto se ha visto mejoría en el índice glucémico de los pacientes diabéticos cuando se les ha brindado tratamiento periodontal [17], específicamente se ha observado disminución de la hemoglobina glucosilada [18, 19].

Si la periodontitis se añade a la fisiopatología preexistente de DM y obesidad se cree que puede contribuir al deterioro del cerebro, manifestándose como estrés oxidativo, disfunción mitocondrial e inflamación. La disfunción mitocondrial y el estrés oxidativo han sido reportados como presentes en la diabetes y obesidad tanto en humanos como en modelos animales [20]. La disfunción mitocondrial provoca la disminución de ATP, decremento de la biogénesis, alteración de la beta-oxidación e incremento de las especies reactivas de oxígeno, pero se desconoce el daño adicional que se pueda provocar cuando se asocia además la EP, sobre todo el impacto en la comunicación neuronal y los mecanismos de plasticidad neuronal de núcleos cerebrales como el TVPL, importante por filtrar la información sensitiva que capta la vía trigeminal rumbo hacia la corteza somatosensorial.

Tálamo

El tálamo es la región más grande del diencefalo, ubicado bilateralmente dentro de la zona media del cerebro, entre los dos hemisferios cerebrales. Es un centro de integración de gran importancia que recibe las señales sensoriales y donde las señales motoras de salida pasan hacia y desde la corteza cerebral. En él terminan todas las vías sensitivas importantes como lo es la vía trigeminal y con su mediación se produce la respuesta emocional a las sensaciones. Recibe y procesa toda la información nociceptiva, propioceptiva termoceptiva y mecanoceptiva destinada

a la corteza somatosensorial, participa en la percepción del dolor y la fisiopatología del dolor central y otros tipos de dolor crónico. También interviene en el despertar, la conciencia, en la conducta afectiva y la memoria [21].

La información sensorial de la región orofacial es conducida por la vía trigeminal, en el caso de la información nociceptiva trigeminal, esta llega al tálamo a través de los fascículos espinotalámicos (lateral, anterior) y las vías trigemino-talámicas. Las regiones del tálamo que reciben esta información incluye a los núcleos: tálamo ventroposterolateral (TVPL), tálamo ventroposteromedial (TVPM), tálamo centrolateral (TCL), tálamo parafascicular (TPF) y tálamo dorsomedial (TDM). Casi todos los núcleos talámicos que reciben aferencias nociceptivas tienen proyecciones a las áreas corticales relacionadas con el dolor. Los núcleos TVPL y TVPM se proyectan a la corteza somatosensorial secundaria (CSII), el núcleo ventral posteroinferior lo hace a la corteza somatosensorial primaria (CSI) y el núcleo dorsomedial a la corteza anterior del cíngulo. En este contexto casi todas las neuronas en TVPL y TVPM también conducen información táctil, principalmente el TVPL [22].

Espinas dendríticas

Las espinas dendríticas (ED) son estructuras pequeñas y bulbosas que sobresalen de las dendritas de la mayoría de las neuronas que reciben aferencias excitadoras en el cerebro. Estas estructuras documentadas por primera vez por Ramón y Cajal hace más de 100 años, compartimentan la maquinaria postsináptica y las moléculas de señalización bioquímica necesarias para responder a las señales de terminales presinápticas. Las ED son estructuras postsinápticas que establecen el contacto sináptico con las terminales del axón y que forman parte de la porción postsináptica de la mayoría de las sinapsis excitatorias, cuya principal función es la compartimentalización e integración de las señales locales [23], aumentan el número potencial de conexiones sinápticas al extender el alcance de las dendritas a un grupo mayor de axones, mientras que aumentan el volumen cerebral solo ligeramente [24].

Las neuronas de acuerdo a su densidad de espinas simples en sus dendritas se clasifican en espinosas, escasamente espinosas y no pulposas (o lisas). Las dendritas nominales no espinosas a menudo muestran algunas espinas simples. Las espinas simples son frecuentes en las dendritas de muchos tipos de neuronas, incluidas las piramidales cerebrales, las neuronas estriatales, las

células granulares de la circunvolución dentada, las células del giro dentado del núcleo coclear dorsal y las células cerebelosas de Purkinje [25].

Se cree que la naturaleza plástica de las sinapsis individuales subyace en la capacidad del cerebro para codificar y almacenar información. La disfunción de la plasticidad sináptica es una característica de los trastornos afectivos, la enfermedad neurodegenerativa y el deterioro cognitivo asociado con el envejecimiento normal [26]. El conocer ampliamente la función dendrítica, el estudio de su ultraestructura, densidad y plasticidad ha permitido establecer una correlación entre su morfología y las funciones cognitivas como el aprendizaje y la memoria que se ha documentado como funciones principalmente afectadas cuando hay diabetes y obesidad, también interesa conocer cómo se afecta la función dendrítica ante otras enfermedades como la EP.

Estructura de las especializaciones sinápticas de las dendritas

La estructura de las ED clásicas consiste en una cabeza conectada con el eje dendrítico por un cuello estrecho; en la cabeza se identifica la densidad postsináptica (PSD) la cual tiene receptores, canales y sistemas de señalización involucrados en la transmisión sináptica así como proteínas involucradas en la plasticidad sináptica [27]. Algunas espinas presentan retículo endoplásmico liso (aparato espinoso) el cual participa en la modulación de la concentración de calcio intracelular [23].

La forma de las espinas dendríticas (ED) es relevante para su función como compartimiento eléctrico o bioquímico de la sinapsis. La composición intracelular de las especializaciones sinápticas, depende de la forma a la que esta pertenezca y el tamaño de una especialización sináptica parece ser un factor en esta composición.

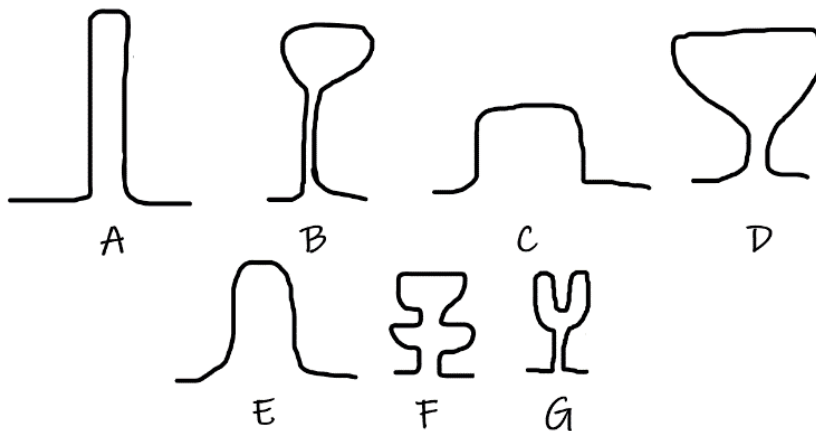


Figura 1.- Ilustra los diferentes tipos de espinas descritas en la literatura.

A: espinas primordiales o filopodios (filipoidea); B: espinas delgadas; C: espinas gordas; D: espinas fungiformes o pedunculadas; E: espinas anchas; F: espinas dobles; G: espinas ramificadas o perforadas [28].

Los filopodios y las espinas simples rara vez contienen mitocondrias; son demasiado pequeños [23].

En condiciones de reposo, solo alrededor del 12 % de las ED simples contienen polirribosomas, sin embargo, con una activación intensa, los polirribosomas se incrementan espectacularmente en las espinas; tienen tal reactividad que permite que el tejido nervioso pueda experimentar cambios adaptativos o reorganizacionales en un estado fisiológico con o sin alteración. Algunos de los cambios en las redes neuronales son la respuesta al entrenamiento, la injuria, la rehabilitación, la farmacoterapia, la estimulación eléctrica o magnética y a las terapias génicas, de células madres, etc. [29]. La plasticidad del sistema nervioso central incluye principalmente la neurogénesis, la apoptosis, los brotes dendríticos y axónicos y la potenciación a largo término de la transmisión sináptica [30].

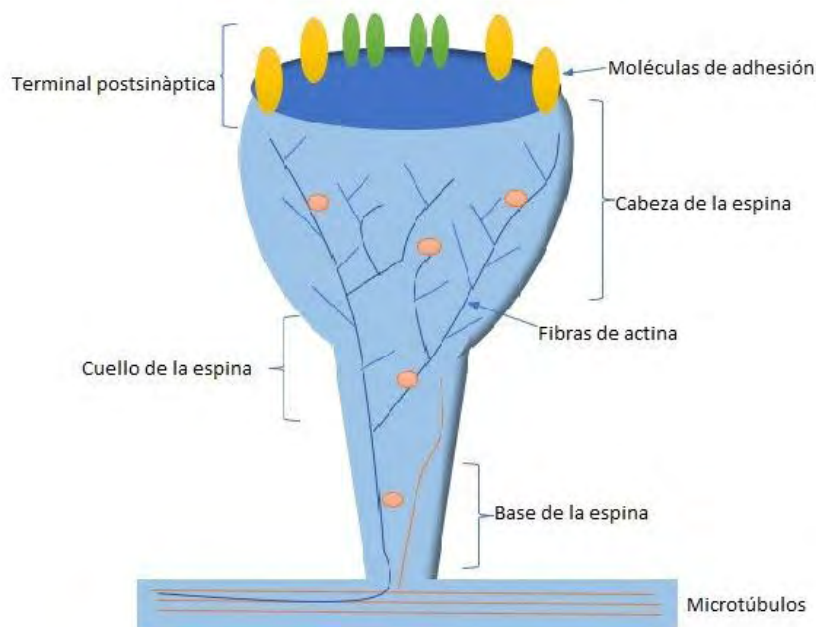


Figura 2.- Representación esquemática de la estructura de una espina dendrítica típica (Modificada de Rochefort and Konnerth, 2012) [31].

Las espinas dendríticas constituyen modificaciones de la membrana celular de las dendritas, ricas en actina, cuya morfología se modifica y puede sugerir la presencia de alteraciones en la comunicación neuronal. Diversos estudios asocian cambios en la forma y la densidad de las espinas con ciertas patologías como la diabetes. La hiperglucemia crónica y la obesidad afecta gradualmente al cerebro, los eventos moleculares hacen que las funciones cognitivas declinen, provocando estrés oxidativo, disfunción mitocondrial e inflamación que pueden modificar las respuestas de plasticidad neuronal como lo son por ejemplo los cambios en la arborización y la morfología dendrítica [23].

Materiales y métodos

Estudio cuasiexperimental, transversal y exploratorio. Se utilizaron 20 ratas de la cepa Zucker: 5 hembras diabéticas (DH), 5 hembras diabéticas / periodontitis (DPH), 5 machos diabéticos (DMa) y 5 machos diabéticos / periodontitis (DPMa). Todos los grupos fueron anestesiados con la mezcla de ketamina/xilacina. A los grupos DPH y DPMa se les colocó una ligadura metálica alrededor del primer molar inferior derecho para generar una bolsa periodontal. Después de 14 días se realizó la eutanasia de todos los grupos, los cerebros junto con el tallo encefálico fueron extraídos y procesados siguiendo el procedimiento de tinción de Golgi, para la identificación del TVPL se utilizó el atlas de Paxinos y Watson [32]. Se identificaron neuronas multipolares de núcleo fusiforme. Se localizaron 10 neuronas por rata, se dibujó 1 segmento dendrítico distal por cada neurona de 30 μm de longitud a 1000x de magnificación, por cada 10 micras de longitud se contabilizó el tipo de espina presente: filipoideas, simples, pedunculadas (fungiformes) y ramificadas, esta metodología se realizó con algunas modificaciones de (Chidambaram *et al.*, 2019; Bello-Medina *et al.*, 2016 y Flores *et al.*, 2016) [25] [33] [34]. Las ED se clasificaron según la forma de su cabeza y cuello en cuatro grupos: espinas en forma de hongo (pedunculadas) (cabeza prominente con un cuello bien identificado), espinas delgadas o simples (espinas alargadas con un grosor similar de cabeza / cuello), ramificado (espinas bifurcadas, espinas con dos cabezas) y filopodio (filipoideas) (protuberancias alargadas delgadas). Un observador capacitado que estaba ciego a las condiciones experimentales evaluó la clasificación morfológica de las espinas, a lo largo de un segmento de 30 μm de una dendrita. Esta medida se expresó como la media de espinas encontradas por cada 10 μm .

Resultados/Discusión de resultados

La finalidad del presente estudio fue conocer como la condición de diabetes en un modelo genético como lo es la rata Zucker, más EP experimental modifica la morfología de las espinas dendríticas de las neuronas del TLVP. Se realizó la tinción de Cox-Golgi de los cerebros de las ratas macho (Fig.3) y hembra (Fig. 5) diabéticas y obesas con o sin enfermedad periodontal. El modelo murino utilizado para este estudio fueron ratas de la cepa Zucker caracterizadas por presentar tanto resistencia a la insulina (resultado del receptor mutado de leptina, que causa obesidad), como inadecuada compensación por parte de la célula β . Esto último parece depender de un defecto transcripcional en la célula β , que se hereda

independientemente de la mutación del receptor de la leptina y la resistencia a la insulina [35].

En todos los grupos de estudio tanto de hembras (**Fig. 4**) como de machos (**Fig. 6**) se encontró que el tipo de espinas más frecuente es la de tipo pedunculadas también llamadas fungiformes. Se realizó la prueba estadística de *t student* para identificar la diferencia entre grupos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

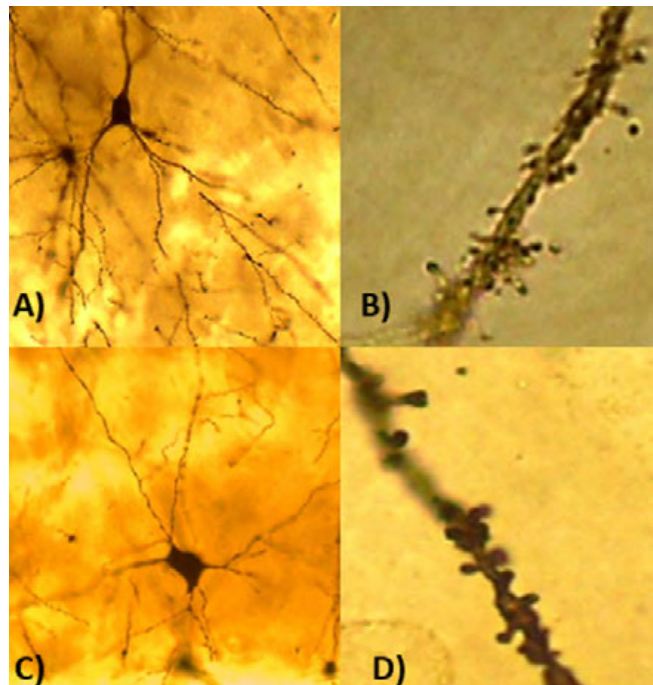


Figura 3. Tinción de Cox-Golgi del TVPL de ratas hembras: A) neuronas (400x) y B) espinas dendríticas del grupo diabetes (1000x) C) neuronas (400x) y D) espinas dendríticas del grupo diabetes con periodontitis (1000x).

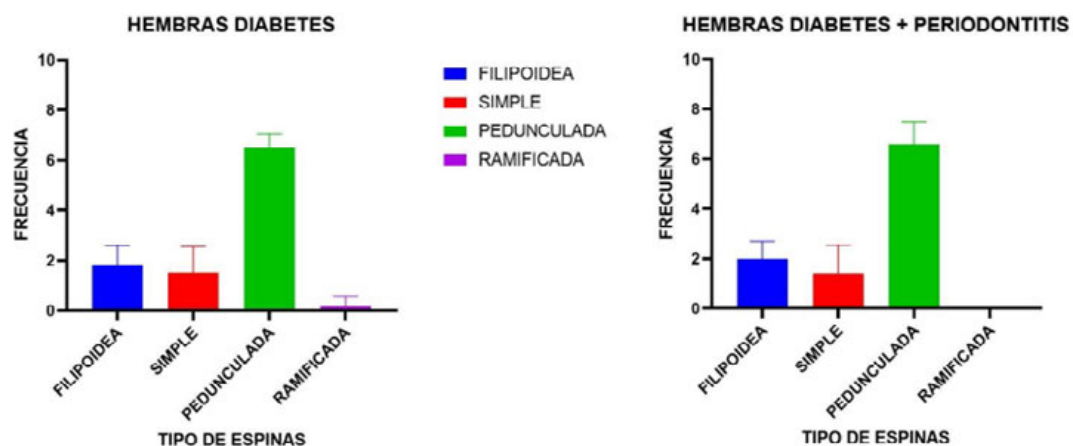


Figura 4. Tipos de espinas dendríticas observadas en neuronas del TVPL de ratas hembras diabéticas y diabéticas con periodontitis. Los datos son la media $\pm$ SEM con $n = 5$ ratas por grupo, 6 neuronas por rata (*t student*, $p < 0.05$).

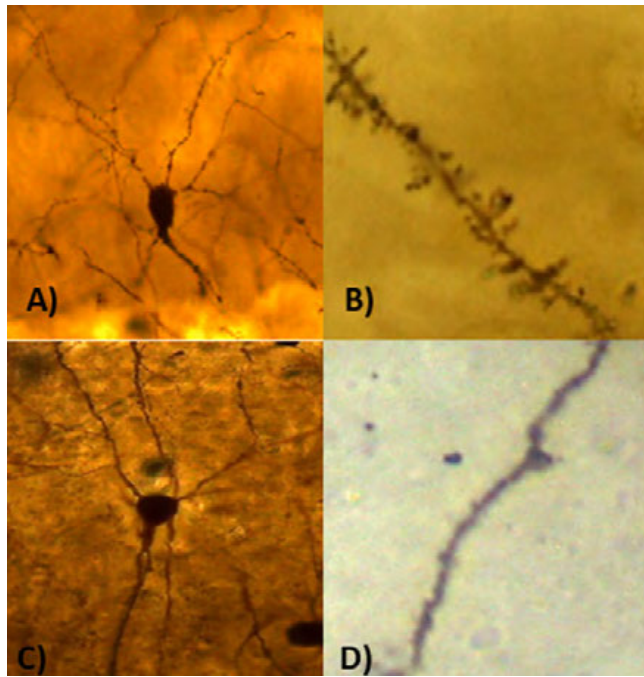


Figura 5. Tinción de Cox-Golgi del TVPL de ratas machos: A) neuronas del grupo diabetes 400x B) espinas dendríticas del grupo diabetes 1000x C) neuronas del grupo diabetes con periodontitis 400x D) espinas dendríticas del grupo diabetes con periodontitis 1000x.

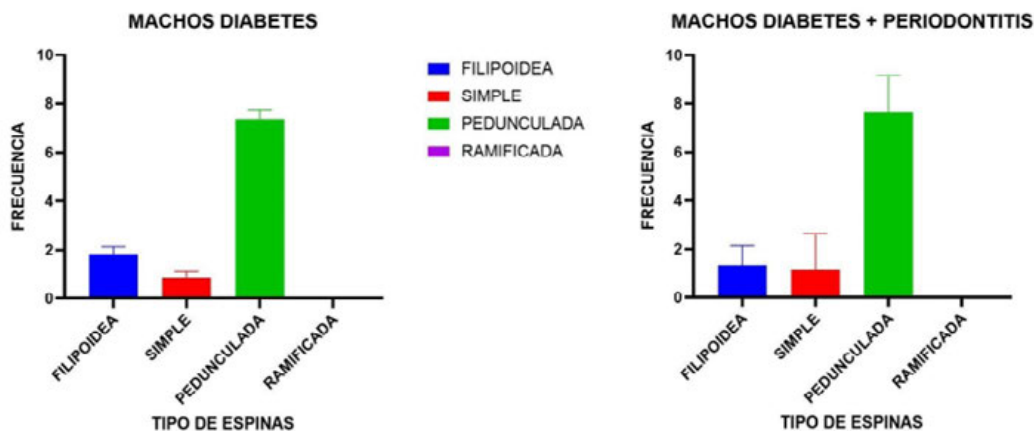


Figura 6. Tipos de espinas dendríticas observadas en neuronas del TVPL de ratas machos diabéticas y diabéticas con periodontitis. Los datos son la media $\pm$ SEM con $n = 5$ ratas por grupo, 6 neuronas por rata (t student, $p < 0.05$).

El tálamo es el principal núcleo de entrada de la información ascendente periférica que viaja rumbo hacia la corteza somatosensorial. Las neuronas del tálamo tienen un soma redondo y una arborización dendrítica que se extiende hasta 200 a 250 μm del cuerpo celular. Se sugiere en congruencia con otros autores [36] [14] [37] que la hiperglucemia podría, de forma indirecta, exacerbar la destrucción del tejido periodontal partiendo de la base que este estado va a inducir la glicosilación progresiva de diversas proteínas del organismo y favorecer la formación de los AGE. A su vez, los AGE actúan sobre los fagocitos como factores quimiotácticos y activan a RAGE, de tal manera que se propicia la liberación de radicales de oxígeno

y niveles exagerados de citoquinas proinflamatorias como la interleucina I (IL-1), interleucina 2 (IL-2) Y TNF- α que van a exacerbar la respuesta inflamatoria y por tanto contribuirán a una mayor destrucción tisular a nivel periodontal. En este sentido también pueden generar más factores de inflamación periférica que atraviesen la barrera hematoencefálica y causar daño neuronal. El hallazgo que hicimos es que el tipo de ED que más abunda en las neuronas de los grupos estudiados es el tipo pedunculado y al parecer bajo las condiciones de nuestro estudio no se modifica cuando hay diabetes con y sin EP.

La estructura de éstas espinas consiste en una cabeza conectada con el eje dendrítico por un cuello estrecho; en la cabeza se identifica la densidad postsináptica (PSD) la cual tiene receptores, canales y sistemas de señalización involucrados en la transmisión sináptica así como proteínas involucradas en la plasticidad [29] [30] [38]. La forma de las espinas es relevante para su función como compartimiento eléctrico o bioquímico de la sinapsis [30]. Las espinas grandes y en forma de hongo son más estables y forman sinapsis más fuertes, ya que su densidad postsináptica proporciona mayor superficie de contacto. Se ha descrito la participación de las espinas dendríticas en diversas funciones, como: incrementar el área receptiva optimizando la interconectividad neuronal mediante el contacto sináptico que se establece con la porción presináptica, también mantienen la potenciación a largo plazo y regulan la dinámica del calcio [30] [34]. Se han reportado cambios en la densidad y morfología dendrítica de neuronas del hipocampo, hipotálamo y corteza cerebral de gatos y ratas con diabetes y su posible implicación en la enfermedad de Alzheimer [39] pero no hay evidencia de las consecuencias neuronales de la asociación de diabetes y EP.

En consecuencia, es importante visualizar que la reducción de la incidencia y la prevalencia de la EP puede reducir las enfermedades sistémicas asociadas y minimizar su impacto financiero en los sistemas de atención de salud. Para ello se necesita que los profesionales de la salud estén familiarizados con los riesgos asociados al vínculo entre la EP y la DM [31]. Por lo tanto, es importante seguir incentivando la investigación para conocer cómo la asociación de la EP a una condición preexistente de diabetes genera cambios celulares que impactan a la función cerebral. Será importante investigar específicamente a la vía trigeminal y los núcleos sensitivos trigeminales, especializados en conducir información sensitiva de estructuras bucofaciales de interés en Estomatología. Conocer además cómo la mayor producción de sustancias proinflamatorias características de la DM y EP a nivel periférico modifican la actividad neuronal y las respuestas de plasticidad neuronal propias de las espinas dendríticas.

Conclusiones

El tipo de espina predominante en las neuronas del TVPL de ratas hembras y macho diabéticas con y sin periodontitis es el tipo pedunculado o fungiforme.

El presente hallazgo aporta información acerca de la morfología de las ED de las neuronas del TVPL, importante por recibir información de los núcleos sensitivos trigeminales quienes a su vez reciben información de estructuras periodontales y cómo se presentan estas espinas ante la condición de DM y EP.

Es necesario continuar con la investigación para obtener nuevo conocimiento que permita esclarecer el potencial de daño de los factores proinflamatorios presentes en la DM y EP sobre el sistema nervioso, específicamente sobre la vía trigeminal, el tálamo y la corteza somatosensorial.

El conocer las consecuencias de los factores proinflamatorios presentes en la DM y EP sobre la morfología y plasticidad neuronal contribuirá a generar un mejor manejo de ambas enfermedades.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Esto nos motiva a generar líneas de investigación para esclarecer la participación del total de núcleos involucrados en la vía trigeminal y si existen mecanismos de plasticidad a corto, mediano o largo plazo como respuesta compensatoria ante la DM y/o EP. Es importante que con estas nuevas líneas podamos esclarecer los posibles cambios en la morfología de las neuronas involucradas, la arborización dendrítica, la densidad de espinas dendríticas y los cambios bioquímicos entre otras respuestas de plasticidad.

Se sabe de la alta prevalencia de diabetes y obesidad en el mundo; en el caso de México, los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2012 muestran que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos fue de 71.3 % (que representan a 48.6 millones de personas). En 2019 el estado de Puebla se colocó en cuarto lugar con la mayor tasa de defunciones por diabetes mellitus, es decir, por encima de la media nacional, esto de acuerdo al reciente reporte del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Hospitalaria de DM-2. Por lo que investigaciones como está contribuyen a la generación de soluciones.

Referencias bibliográficas

- [1] S. Wild, MD, Gojka Roglic, R Sicree, "Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030", *Diabetes Care*, vol 27, no.10, 2014.
- [2] Federación internacional de diabetes. (2019). Atlas de la diabetes de la FID [online]. Disponible: <https://diabetesatlas.org/es/>
- [3] C. A. Miermans, RPT Kusters, CC Hoogenraad, C. Tormenta. "Biophysical model of the role of actin remodeling on dendritic spine morphology", *Los One*, vol. 12, no. 29, 2017.
- [4] OMS. (2016). Informe mundial sobre diabetes [online]. Disponible: <https://www.who.int/diabetes/globalreport/es/>
- [5] J. Bharateesh, M. Ahmed, G. Kokila, "Diabetes and oral health: a case-control study", *Int J Prev Med*, vol. 11, pp 3, 2012.
- [6] M. Claudino, G. Gennaro, TM. Cestari, CT. Spadella, G.Pompermaier Garlet, GF. Assis "Spontaneous periodontitis Development in Diabetic rats Involves an unrestricted expression of inflammatory cytokines and tissue destructive factors", *Hidawi*, vol. 10, 2012.
- [7] Diabetes y enfermedad periodontal. Revista de la facultad de medicina UNAM, vol. 61, no. 13, 2017.
- [8] R. Stopford, K. Winkley, K. Ismail, "Social support and glycemic control in type 2 diabetes: A systematic review of observational studies", *Patient Educ Couns*, vol. 93, no. 3, pp.549-58, 2013.
- [9] M. B. Grauballe, JA Østergaard, S. Schou, U.Flyvbjerg, P. Holmstrup, "Blockade of RAGE in Zucker obese rats with experimental periodontitis", *J Periodontal Res*, vol. 52, pp 7, 2017.
- [10] K. Rajeev, R. Karthika, R. Mythili, V. Krishnan and M. Nirmal, "Role of receptors of advanced glycation endproducts (RAGE) in type 2 diabetic and non-diabetic individuals with chronic periodontal disease: an immunohistochemical study", *J Investig Clin Dent*, vol. 2, no. 4, pp 287-92, November 2012.
- [11] A. Saremi, R. G. Nelson, M. Tulloch-Reid, R. L. Hanson, M. L. Sievers, G.W.Taylor, M. Shlossman, P. H. Bennett, R. Genco and W. C. Knowler, "Periodontal disease and mortality in type 2 diabetes." *Diabetes Care*, vol. 28, no. 1, pp 27-32, enero 2005.
- [12] F. Pardo Romero, y L. J. Hernández."Enfermedad periodontal: enfoques epidemiológicos para su análisis como problema de salud pública", *Rev Salud Pública*, vol. 20, pp. 258-264, 2018.
- [13] MA. Nazir, "Prevalence of periodontal disease, its association with systemic diseases and prevention." *Int J Health Sci (Qassim)*. vol. 11, no. 2, 2017.
- [14] C. Z. Wu, Y. H. Yuan, H. H. Liu, S. S. Li, B. W. Zhang, W. Chen, Z. J. An, S. Y. Chen, Y. Z. Wu and B. Han, "Epidemiologic relationship between periodontitis and type 2 diabetes mellitus". *BMC Oral Health*. vol. 11, no.20, pp 204, julio 2020.
- [15] R. G. Fischer, R. Lira Junior, B. Retamal-Valdes, L. C. Figueiredo, Z. Malheiros, B. Stewart and M. Feres, "Periodontal disease and its impact on general health in Latin America. Section V: Treatment of periodontitis." *Braz Oral Res*. vol. 9, no.34, pp 026, abril 2020.
- [16] T. Kocher, J. König, W. S. Borgnakke, C. Pink, and P. Meisel, "Periodontal complications of hyperglycemia/diabetes mellitus: Epidemiologic complexity and clinical challenge." *Periodontology 2000*, vol. 78, pp 59-97, 2018.
- [17] J.E. Botero, C. Rodríguez, and A. A. Agudelo-Suarez, "Periodontal treatment and glycaemic control in patients with diabetes and periodontitis: an umbrella review". *Aust Dent J*, vol. 61, pp134-48, junio 2016.
- [18] M. Baeza, A. Morales, A. Cisterna, F. Cavalla, G.Jara and Y. Isamitt, "Effect of periodontal treatment in patients with periodontitis and diabetes:

- systematic review and meta-analysis.” *J Appl Oral Sci.* vol 10, no. 28, pp 248, Enero 2020.
- [19] P. M. Preshaw and S. M. Bissett, “Periodontitis and diabetes.” *Br Dent J*, vol. 227, pp. 577-584, octubre 2019.
- [20] X. Sun, Y. Mao, P. Dai, X. Li, W. Gu, H. Wang, G. Wu, J. Ma and S. Huang, “Mitochondrial dysfunction is involved in the aggravation of periodontitis by diabetes”, *Clin Periodontol*, vol. 44, no. 5, pp 463-471, Mayo 2017.
- [21] R. Yuan, X. Di, X. P. A. Taylor, S. Gohel, Y. Tsai, B. Biswal “functional topography of the thalamocortical system in human”, *Brain Struct Funct*, vol 221, pp. 1971-1984, 2016.
- [22] S. S. Murray and R. W. Guillery. *Exploring the Thalamus and Its Role in Cortical Function*, Second Edition, MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 2006.
- [23] K. Valencia Segura Raida, L. Colín Barenque y T. Fortoul Van der Goes. “Las espinas dendríticas, su función y algunas alteraciones.” *Rev. Fac. Med*, vol 61, no. 1, pp. 46-55, febrero 2018.
- [24] D. B. Chklovskii. “Synaptic connectivity and neuronal morphology: two sides of the same coin”, *Neuron*, vol. 43, pp. 7, 2012.
- [25] P. C. Bello-Medina, G. L. Quirarte, J. L. McGaugh, R. A. Prado Alcalá. “Mushroom spine dynamics in medium spiny neurons of dorsal”, *Journal of comparative Neurology*, vol. 61, pp 179, 2016.
- [26] H. Kasai, *et al.* “Structural dynamics of dendritic spines in memory and cognition”, *Trends Neurosci*, vol. 33, 2010.
- [27] M. B. Kennedy, “Signal-processing machines at the postsynaptic density”, *Science*, vol. 54, pp 240, 2014.
- [28] I. González-Burgos, “Las espinas dendríticas y la memoria: un largo camino por recorrer.” *Ciencia*. 2008
- [29] P. C. Bello-Medina, D. A. González-Franco, I. Vargas-Rodríguez y S. Díaz-Cintra, “Estrés oxidativo, respuesta inmune, plasticidad sináptica y cognición en modelos transgénicos de la enfermedad de Alzheimer”, *Neurología*, 2019.
- [30] M. V. Garcés-Vieira y J. C. Suárez-Escudero. “Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos”, *CES Med*, vol. 28, pp. 119-132, Enero de 2014.
- [31] N. L. Rochefort and A. Konnerth, “Dendritic spines: from structure to in vivo function”, *EMBO Rep*, vol. 13, no. 8, pp 699-708, August 2012.
- [32] Paxinos, G., Watson, C. *The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates*, 2nd ed. Academic Press, New York. 1986.
- [33] G. Flores, J. C. Morales-Medina, A. Diaz “Neuronal and brain morphological changes in animal models of schizophrenia”, *Behavioural Brain*, vol 33, 2016.
- [34] S. B. Chidambaram, A. G. Rathipriya, S. R. Bolla, A. Bhat, B. Ray and AM. Mahalakshmi, “Dendritic spines: Revisiting the physiological role”, *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2019.
- [35] J. Arias-Díaz y J. Balibrea, “Modelos animales de intolerancia a la glucosa y diabetes tipo 2”, *Nutr. Hosp*, vol. 2, pp. 160-168, Abril 2017.
- [36] R. J. Genco and W. S. Borgnakke, “Diabetes as a potential risk for periodontitis: association studies”, *Periodontol 2000*, vol, 83, pp 40-45, Junio 2020.
- [37] D.T. Graves, Z. Ding and Y. Yang, “The impact of diabetes on periodontal diseases”, *Periodontol 2000*, vol. 82, pp. 214-224, febrero de 2020.
- [38] C. Sala and M. Segal, “Dendritic Spines: The Locus of Structural and Functional Plasticity”, *Physiological Rev*, vol. 94, no. 1, pp. 141-188, 2014.
- [39] R. K. West, E. Moshier, I. Lubitz, J. Schmeidler, J. Godbold, W. Cai, J. Uribarri, H. Vlassara and J. M. Silverman, “Dietary advanced glycation end products are associated with decline in memory in young elderly”, *Mech Ageing Dev*, vol. 140, no.10-2, septiembre 2014.

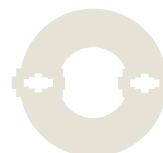


Índice aterogénico y niveles de presión arterial en sujetos con sobrepeso y obesidad

Cerón Vega Isanel*, ^(a)Zamora Ginez Irma**, ^(a)Baez Duarte Blanca
Guadalupe***

^(a)Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Facultad de medicina, Puebla, Pue., México Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina Calle 13 sur #2702 Col. Volcanes C.P 72410 Puebla Pue.2295500 ext 6047 y 6048.

*isanel140196@hotmail.com, **irma.zamora@correo.buap.mx
***blanca.baez@correo.buap.mx



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

El índice aterogénico es un marcador de aterosclerosis y junto con la hipertensión arterial sistémica se consideran factores importantes de riesgo cardiovascular razón por la cual es necesario evaluar su comportamiento en personas con sobrepeso y obesidad. El objetivo de esta investigación es relacionar los valores del índice aterogénico y presión arterial en sujetos con sobrepeso y obesidad. El estudio se realizó en 79 sujetos, mayores de 18 años, de ambos sexos. El índice aterogénico se calculó dividiendo los niveles de triglicéridos (TG) entre los de lipoproteína de alta densidad (HDL); se conformaron los

grupos: 1) individuos con IMC <25 Kg/m² y 2) Sobrepeso y obesidad (SOB): sujetos con IMC ≥25 Kg/m². El grupo SOB presentó mayores niveles del índice aterogénico (3, 3 ± 2, 3 vs. 2, 1 ± 1, 2; p=0, 0149), de presión arterial sistólica (PAS, 116, 9 ± 10, 9 vs. 108, 9 ± 13, 1 mmHg; p=0, 0046) y presión arterial diastólica (PAD, 77, 3 ± 8, 0 vs. 71, 6 ± 8, 0 mmHg; p=0, 0069), en comparación con el grupo NP. Existe una correlación significativa entre el índice aterogénico y los valores de PAD (rho=0.243, p= 0.03). Se concluye que los sujetos con SOB tienen un número mayor de factores de riesgo cardiovascular.

Palabras clave

Riesgo cardiovascular, índice aterogénico, presión arterial, sobrepeso-obesidad

Abstract

The atherogenic index is a marker of atherosclerosis, and systemic arterial hypertension is a cardiovascular risk factor. Therefore, it is necessary to evaluate the relationship between these variables in obese subjects. The study was carried out on 79 subjects, over 18 years old of both sexes. Triglyceride (TG) and high-density lipoprotein (HDL) levels were determined; The atherogenic index was calculated by dividing TG/HDL and the groups were formed:

1) individuals with normal weight (BMI <25 Kg/m²)

2) Overweight and obesity (SOB): with BMI ≥25 Kg/m²; the SOB group presented higher levels of the atherogenic index (3.3 ± 2.3 vs $2.1 \pm 1, 2$; $p = 0.0149$), systolic blood pressure (SBP) (116.9 ± 10.9 vs 108.9 ± 13.1 ; $p = 0.0046$) and diastolic blood pressure (DBP) (77.3 ± 8.0 vs 71.6 ± 8.0 ; $p = 0.0069$), compared with the individuals with normal weight group, respectively.

There is a significant correlation between the atherogenic index and DBP values ($\rho=0.243$, $p=0.03$). It is concluded that subjects with SOB presented a greater number of cardiovascular risk factors.

Keywords

Cardiovascular risk, atherogenic index, blood pressure, overweight – obesity.

Glosario de abreviaturas y símbolos

HTA Hipertensión arterial sistémica

TG Triglicéridos

HDL Lipoproteína de alta densidad

IMC Índice de masa corporal

PA Presión Arterial

PAS Presión Arterial Sistólica

PAD Presión Arterial Diastólica

NP Normopeso

SOB Sobrepeso y obesidad

OMS Organización Mundial de la Salud

Kg/m² Kilogramos sobre metros cuadrados

ρ Índice de correlación de Spearman

Introducción

En las últimas décadas, México ha tenido un rápido incremento en la prevalencia de enfermedades crónico degenerativas, particularmente en las de origen cardiovascular, [1] La obesidad y el sobrepeso son enfermedades de origen multifactorial que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define como una acumulación anormal o excesiva de grasa; el indicador más común que se utiliza para identificar el exceso de peso es el índice de masa corporal (IMC), se clasifica como sobrepeso cuando el IMC es igual o superior a 25 Kg/m² y obesidad cuando este es ≥ 30 Kg/m²; el sobrepeso y obesidad es una patología modificable que guarda una estrecha relación con las enfermedades cardiovasculares. Los servicios de salud del Estado de Puebla atienden a un total de 20, 241 pacientes con obesidad; el 25.3 % de estos pacientes se registra en control terapéutico (5, 137 pacientes); las jurisdicciones sanitarias con mayor incidencia registrada para este año son Acatlán, San Salvador El Seco e Izúcar de Matamoros; el estado de Puebla se encuentra por arriba de la tasa nacional en cuanto a incidencia de obesidad y ha ocupado el primer lugar a nivel nacional, en detecciones de obesidad del año 2011 al 2013, y este último reportando 1, 389, 714 casos [2].

El índice aterogénico es un marcador para aterosclerosis y puede proporcionar información sobre factores de riesgo difíciles de cuantificar mediante los análisis sistemáticos clásicos.[3] Este índice ha sido utilizado en distintos tipos de poblaciones, con alto riesgo de enfermedad coronaria y en pacientes con artropatía coronaria, fue un predictor independiente de enfermedad coronaria.[4] Además en un estudio realizado en población mexicana en sujetos con obesidad encontraron que los niveles del índice aterogénico eran mayores en los sujetos con sobrepeso y obesidad que en los pacientes sanos.[5] En otro estudio elaborado en sujetos mexicanos con obesidad, se encontró que el índice TG / HDL fue mayor en aquellos con sobrepeso y obesidad en comparación con sujetos sanos[6]. Por otro lado, la hipertensión arterial sistémica (HTA) es considerada un factor de riesgo cardiovascular, actualmente la Secretaría de Salud atiende a un total de 53, 992 pacientes a nivel nacional por HTA. El 65.49 % de estos pacientes se registra como pacientes en control terapéutico (35, 361pacientes). En marzo del año 2019, Puebla presentó un porcentaje de positividad del 1.28 % en las detecciones de HTA realizadas a la población vulnerable. Las jurisdicciones sanitarias con mayor incidencia registrada para el año 2019 son Zacapoaxtla e Izúcar de Matamoros [7].

Debido a lo antes mencionado el objetivo de este estudio es relacionar los valores del índice aterogénico y presión arterial en sujetos con sobrepeso y obesidad, pertenecientes al Estado de Puebla.

Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y observacional en 79 sujetos pertenecientes a la población general del estado de Puebla, México. El estudio se hizo de acuerdo con la declaración de Helsinki bajo los parámetros de ética, firmando cada participante el correspondiente consentimiento informado; Los resultados son parte del estudio con número de registro otorgado por el comité de investigación de la facultad de medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, los participantes en este estudio son mayores de 18 años de ambos sexos. Se efectuó la toma de la presión arterial en el brazo izquierdo mientras se encontraban en reposo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-030-SSA2-2017. Se determinaron los niveles séricos de triglicéridos (TG) y lipoproteína de alta densidad (HDL) de acuerdo con la técnica del laboratorio clínico del Hospital Universitario de Puebla; se calculó el índice aterogénico mediante la división de TG entre HDL, considerando valores >3.0 como riesgo cardiovascular; se calculó el IMC dividiendo peso en Kg entre talla al cuadrado (m^2). Se formaron dos grupos de estudio: 1) sujetos con normopeso (NP) $IMC < 25 \text{ Kg}/m^2$ y 2) sujetos con sobrepeso y obesidad (SOB) $IMC \geq 25 \text{ Kg}/m^2$. El análisis estadístico se realizó con el software NCSS 12.0.

Resultados/Discusión de Resultados

En el estudio participaron 52 mujeres y 27 hombres, con un promedio de edad de 46.7 ± 9.5 años 1) NP ($n = 28$) y 2) SOB ($n = 51$). En cuanto a la edad no hubo una diferencia significativa entre ambos grupos ($p=0.312$). El grupo SOB presentó mayores niveles de TG, índice aterogénico, PAS y PAD, en comparación con el grupo NP. No hubo diferencias significativas en cuanto a los niveles séricos de HDL entre los grupos (**Tabla 1**).

Tabla 1. Resultado de las variables en ambos grupos.

Variable	Grupo NP (n = 28)	Grupo SOB (n = 51)	P
Edad (años)	45.8 ± 9.5	47.6 ± 9.6	0.312**
TG (mg/dL)	105.9 ± 41.0	151.5 ± 86.5	0.004**
HDL (mg/dL)	51.5 ± 12.9	56.3 ± 18.0	0.217**
PAD (mmHg)	71.6 ± 8.0	77.3 ± 8.0	0.006*
PAS (mmHg)	108.9 ± 13.1	116.9 ± 10.9	0.004*
Índice aterogénico (TG/HDL)	2.3 ± 1.2	3.3 ± 2.3	0.014*

Significancia $p \leq 0.05$, *U de Mann-Whitney. ** T student, SOB (Sobrepeso y Obesidad, TG (Triglicéridos), HDL (Lipoproteína de alta densidad), PAD (Presión arterial diastólica), PAS (Presión arterial sistólica).

Por otro lado, se encontró una correlación significativa entre el índice aterogénico y los valores de PAD ($\rho = 0.243$, $p = 0.03$) como se puede observar en la **Figura 1**. Al realizar el ajuste por edad se mantiene la correlación positiva ($\rho = 0.248$, $p = 0.02$); sin embargo, al hacer el ajuste por IMC la correlación fue no significativa ($\rho = 0.127$, $p = 0.26$). Por otro lado, no se encontró una correlación significativa entre el índice aterogénico y la PAS ($\rho = 0.177$, $p = 0.11$).

En décadas recientes México ha tenido un rápido incremento en la prevalencia de enfermedades crónico degenerativas, particularmente en enfermedades de origen cardiovascular[8]. Distintos estudios muestran la relación existente entre un riesgo cardiovascular elevado y sujetos con sobrepeso [9]. En cuanto al reporte de los valores séricos de TG son mayores en pacientes con SOB, pero los valores de HDL se mantienen similares en ambos grupos, a diferencia de los resultados reportados por Baez Duarte *et al.*, en el año 2018, donde sí existe una diferencia significativa entre grupos.

En este estudio participaron 1491 sujetos que se dividieron en tres grupos: el primer grupo 1) sin factores de riesgo cardiovascular (n=553); 2) el grupo con factores de riesgo cardiovascular y el 3) grupo con diabetes tipo 2 (n=264), obtuvieron que el grupo sin factores de riesgo cardiovascular presentó un menor IMC, además de que en este grupo el índice aterogénico fue menor, esto es contrario a los grupos que tienen factores de riesgo cardiovascular y el grupo con diabetes tipo 2, este último fue el que presentó dentro del estudio valores mayores en el IMC y en el índice aterogénico alto[4]. Lo que coincide con nuestros resultados pues encontramos que el grupo NP presenta un índice aterogénico menor que el grupo SOB.

La HTA quedó evidenciada como uno de los principales factores de riesgo cardiovascular, debido a que se conoce su extraordinaria relación con la edad, dislipidemia, obesidad y trastornos del metabolismo [10]. Un estudio realizado en la ciudad de México con 931 participantes entre 35 y 64 años (452 hombres, 479 mujeres) se realizó la separación por grupos de acuerdo a la edad: grupo 1 (35-44 años): 235 hombres y 367 mujeres; grupo 2 (45-54 años): 203 hombres y 289 mujeres; y grupo 3 (55-64 años): 127 hombres y 190 mujeres. Se concluyó que la PA fue más alta en los sujetos con obesidad siendo significativa la diferencia en los hombres de los dos grupos de mayor edad y en las mujeres más jóvenes [11], de la misma forma en el presente estudio la PA fue en el grupo con SOB, no obstante, nuestro estudio no presenta la comparación entre sexos.

En cuanto a la correlación existente entre el aumento en el IMC y la elevación en TAD podemos decir que lo reportado coincide con otros estudios; Camacho *et al.*, en el año 2009 reportaron que en una población de adolescentes puede apreciarse que los estudiantes con menor IMC tuvieron los menores valores de PAD y viceversa [12], además en el trabajo de Araya en el año 2014, se observó una correlación entre la PAD y el IMC y que a medida que aumenta el IMC se reduce el porcentaje de personas con control óptimo de la PA [13].

La importancia en la realización de este estudio radica en la prevención y detección temprana de los factores de riesgo cardiovascular, debido a que el Estado de Puebla presenta una gran prevalencia de patologías como HTA y SOB en la población adulta, el estudio concuerda con los datos estadísticos reportados por ENSANUT 2018 y demuestra la estrecha relación que guarda el sobrepeso y la obesidad en el incremento de las concentraciones séricas de TG y en las cifras de PA, lo que genera como consecuencia un incremento en el riesgo cardiovascular considerando a las patologías cardiovasculares como la principal causa de muerte a nivel nacional [14], por lo que, la relevancia de este estudio es hacer énfasis en la implementación de estrategias enfocadas en la prevención de sobrepeso y obesidad dentro del estado.

Conclusión

En conclusión, los resultados obtenidos corroboran que las personas con sobrepeso u obesidad presentan un incremento en el índice aterogénico y cifras tensionales mayores que las personas con NP, esto es independiente de los niveles séricos de HDL. Es importante mencionar que los resultados de este estudio también arrojan

la relación que existe entre el índice aterogénico y los valores de PAD, estos valores fueron independientes de la edad, pero no del IMC que tienen los sujetos.

Referencias bibliográficas

- [1] R. Pérez-Fuentes, "Beta-cell function is associated with metabolic syndrome in Mexican subjects, " *Diabetes, Metab. SynDr. Obes. Targets Ther.*, p. 301, 2010, doi: 10.2147/dmsott.s12375.
- [2] "Servicios de Salud del Estado de Puebla, "Estrategia Estatal para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes del Estado de Puebla," 2017.
- [3] R. González, "Indicadores de riesgo aterogénico como predictores de síndrome metabólico en una población del municipio Sifontes del estado Bolívar, Venezuela, " *Saber*.
- [4] B. G. Baez-Duarte, J. del C. Ríos-fuentes, I. Zamora-Ginez, F. Mendoza-Carrera, and R. Briones Rojas, "Relationship of triglycerides/ high density lipoprotein-cholesterol index with antioxidant defense and outstanding association with high sensitive C-reactive protein in Mexican subjects, " *Int. J. Public Heal. Clin. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 169–179, 2018.
- [5] B. G. Baez-Duarte et al., "Triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) index as a reference criterion of risk for metabolic syndrome (MetS) and low insulin sensitivity in apparently healthy subjects, " *Gac. Med. Mex.*, vol. 153, no. 2, pp. 152–158, 2017.
- [6] R. Baez-Duarte, B. G., Zamora-Ginez, I., Mendoza-Carrera, F., Ruiz-Vivanco, G., Torres-Rasgado, E., Gonzalez-Mejia, M. E., & Perez-Fuentes, "Serum levels of glutathione peroxidase 3 in overweight and obese subjects from Central Mexico, " *Arch. Med. Res.*, vol. 43, no. 7, pp. 541–547, 2012.
- [7] I. Nacional de Salud Pública, "Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2016, " 2016.
- [8] et al Lara-Esqueda A, Meaney E, Ceballos-Reyes GM, "Cardiovascular risk factors in urban female population of Mexico, " *Rev Mex Cardiol*, vol. 18, pp. 24–34, 2007.
- [9] W. M. Negro E, Gerstner C, Depetris R, Barfuss A, González M, "Prevalencia de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en estudiantes universitarios de Santa Fe (Argentina), " *Rev. es. nut*, vol. 22, no. 2, pp. 132–140., 2018.
- [10] Ó. V. M. Agustín Lara, Martín Rosas, Gustavo Pastelín, Carlos Aguilar, Fause Attie, "Hipercolesterolemia e hipertensión arterial en México. Consolidación urbana actual con obesidad, diabetes y tabaquismo, " *Arch. Cardiol. Mex.*, vol. 74, pp. 231–245, 2004.
- [11] S. M. González Villalpando, Clicerio; P., "La obesidad como factor de riesgo cardiovascular en México: estudio en población abierta / Obesity as a cardiovascular risk factor in Mexico: a population based study, " *Rev. invest. clín*, vol. 45, no. 1, pp. 13–21, 1993.
- [12] M. Y. Camacho-Camargo Nolis, Alvarado Jorge, Paoli Mariela, Molina Zarela, Cicchetti Rosanna, Santiago Justo, Huber Ana, "Relación entre el índice de masa corporal y las cifras de tensión arterial en adolescentes, " *Rev. Venez. Endocrinol. Metab.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–8, 2009.
- [13] P. Araya, "Relación entre el Índice de Masa Corporal (IMC) y el Control Óptimo de cifras de presión arterial en pacientes hipertensos sin comorbilidad del primer nivel de Atención en Salud de la caja Costarricense de Seguro Social. Nombre de la revista [revista en, " no. Imc, 2014.
- [14] L.-M.-U. M. Technische Universität München, ENSANUT RESULTADOS NACIONALES. 2018.



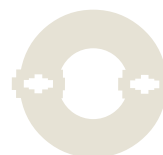
Índice de adiposidad visceral y productos de acumulación lipídica y su relación con mieloperoxidasa sérica para valorar sujetos en riesgo cardiovascular

^aCulebro, Espinoza-Sandra Paulina*, ^bNieva, Vázquez-Adriana ^cZamora, Ginez-Irma del Carmen

^{a, b} Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur, Carretera Libramiento Tecnológico-San Marcos Necoxtla km 7.5, Lázaro Cárdenas Sur, C.P. 75859, Tehuacán, Puebla.

^c Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina, Calle 13 Sur 2702, Los Volcanes, C.P. 72420, Puebla, Pue.

*sandra_cues@hotmail.com



Área 3
Medicina
y ciencias de la salud

Resumen

Introducción: El riesgo cardiovascular (RCV) puede ser estimado mediante escalas como el Índice de Castelli (CT/HDL-c) o la escala de Framingham. Se han propuesto nuevos marcadores como el índice de adiposidad visceral (VAI) y productos de acumulación lipídica (LAP) para valorar RCV. Así mismo se reconoce que la enzima Mieloperoxidasa (MPO) es un biomarcador de riesgo RCV. **Objetivo:** Evaluar la relación del Índice de Adiposidad Visceral y Productos de Acumulación Lipídica con Mieloperoxidasa sérica en sujetos en riesgo cardiovascular. **Material y métodos:** Se realizó un estudio observacional, comparativo, transversal y prospectivo en 132 sujetos. De acuerdo al índice de Castelli, se conformaron 2

grupos de estudio: sujetos sin RCV y con RCV. Mediante la escala de Framingham se clasificaron en sujetos en RCV bajo y RCV moderado. **Resultados:** VAI, LAP y los niveles séricos de MPO fueron significativamente mayores en el grupo con RCV en comparación con el grupo sin RCV mismo comportamiento se observa en el grupo de RCV moderado comparado con los sujetos con RCV leve. MPO se correlacionó significativamente con el índice de Castelli, VAI y LAP. **Conclusión:** VAI y LAP se correlacionaron significativamente con los niveles séricos de MPO lo que sugiere implementarlos para valorar RCV en sujetos que no presentan enfermedad cardiovascular clínica establecida.

Palabras clave

Mieloperoxidasa, índice de adiposidad visceral, productos de acumulación lipídica, riesgo cardiovascular.

Abstract

Background: Cardiovascular risk (RCV) can be estimated using scales such as the Index of Castelli (CT/HDL-c) or Framingham scale. Some new scoreboards have been proposed to value RCV as the visceral adiposity index (VAI) and lipid accumulation products (LAP). Likewise, it is admitted that the enzyme Myeloperoxidase (MPO) is a biomarker of risk RCV. **Target:** To evaluate the relation of the Visceral Adiposity Index and Lipid Products Accumulation with seric Mieloperoxidase in subjects with cardiovascular risk. **Material and methods:** A study was realized observational, comparatively, transversely, and from the perspective in 132 subjects. By the index of Castelli, 2 groups of the study were content: subjects without RCV and with RCV. Employing the Framingham scale they qualified in subjects in low RCV and moderate RCV. **Results:** VAI, LAP, and the series MPO levels were significantly major in the group with RCV compared to the group without RCV the same behavior is observed in the group with moderate RCV compared with the subjects with low RCV. MPO was correlated significantly with the index of Castelli, VAI, and LAP. **Conclusion:** VAI and LAP correlated significantly at the seric level MPO which suggests implementing them to value RCV for subjects that do not have a present cardiovascular clinical established illness.

Keywords

Mieloperoxidasa, index of visceral adiposity, products of lipídica accumulation, cardiovascular risk.

Glosario de abreviaturas y símbolos

p: p-valor

kg/m²: kilogramos/metro cuadrado

cm: centímetros

mmHg: milímetros de mercurio

mg/dL: miligramos/decilitro

pg/ml: picogramos/decilitro

ug/l: microgramo/litro

AUDIT: Alcohol Use Disorders Identification Test / Test de identificación de trastornos debidos al consumo de alcohol

BUAP: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

CT: Colesterol Total

ECV: Enfermedad Cardiovascular

ELISA: Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay / Ensayo por Inmunoabsorción ligado a Enzimas

ENSAUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

GA: Glucosa en Ayunas

HDL-c: Cholesterol High Density Lipoprotein / Lipoproteína de Alta Densidad

HUP: Hospital Universitario de Puebla

IMC: Índice de Masa Corporal

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

LAP: Lipid Accumulation Product / Producto de Acumulación Lipídica

MPO: Mieloperoxidasa

PC: Perímetro de cintura

RCV: Riesgo Cardiovascular

TAD: Tensión Arterial Diastólica

TAS: Tensión Arterial Sistólica

TG: Triglicéridos

VAI: Visceral Adiposity Index / Índice de Adiposidad Visceral

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) se definen como el conjunto de enfermedades que afectan al corazón y vasos sanguíneos, son la principal causa de muerte alrededor del mundo. El desarrollo de las enfermedades cardiovasculares es promovido por factores de riesgo no modificables como edad, sexo, historia familiar de enfermedad cardiovascular y factores genéticos; factores no modificables como obesidad, diabetes, hipertensión arterial, tabaquismo, inactividad física, dieta hipercalórica y dislipidemias; los cuales se potencian y asocian entre sí y pueden ser evaluados mediante escalas como el Índice de Castelli (CT/HDL-c) y escala de Framingham [1].

En México de acuerdo a los resultados de la ENSAUT en el 2018 se reportó una prevalencia del 18.4 % de hipertensión arterial sistémica en personas mayores de 20 años; representando 26.7 % en el grupo de 70-79 años. La prevalencia de hipercolesterolemia fue de 21.0 % en mujeres y 17.7 % en hombres de más de 20 años. El consumo de tabaco en el país se redujo a 11.4 % y el porcentaje de adultos mayores de 20 años y más con sobrepeso y obesidad fue de 75.2 % (39.1 % sobrepeso y 36.1 % con obesidad) [2].

Respecto a los datos epidemiológicos de mortalidad se estima que a nivel mundial un 30 % de todas las muertes que se producen cada año son atribuibles a enfermedad cardiovascular [3].

En México, las defunciones por enfermedades del corazón han ocupado el primer lugar entre las principales causas durante varios años, entre ellas destacan las enfermedades isquémicas del corazón que representan una alta incidencia entre la población que fallece a partir de los 45 años. En el año 2019, de acuerdo a datos del INEGI las enfermedades del corazón representaron la principal causa de mortalidad. Del total de las muertes ocasionadas por enfermedades del corazón, que ascendió a 156 041 casos, las isquémicas representaron el 72.8 % con 113 653 casos, seguidas por las hipertensivas 16.2 % (25 265 casos) y las relacionadas con la circulación pulmonar y otras enfermedades del corazón 10.5 % (16 393 casos). A la fiebre reumática aguda y enfermedades cardíacas reumáticas crónicas les correspondió en conjunto, el 0.5 % (730 casos). Del total de las muertes por enfermedades del corazón, 53.36 % (83 258 casos) correspondieron a hombres y 46.63 % (72 768 casos) 46.63 % a mujeres, en 15 casos no se especificó el sexo [4].

La tasa de defunción en el estado de Puebla en el 2019 por enfermedades del corazón fue del 12.6 por cada 100 000 habitantes ocupando el 11° lugar a nivel nacional [2]. Las enfermedades cardiovasculares representan una de las tres principales causas de mortalidad en el estado, asociado a factores de riesgo como diabetes mellitus tipo II, obesidad e hipertensión arterial sistémica que son de las principales causas de enfermedad en la población de 25 años y más [5].

En cuanto a la hipertensión arterial sistémica en el 2016 los servicios de salud del estado de Puebla atendían a un total de 32 456 pacientes con hipertensión arterial sistémica de los cuales 68.7 % de los pacientes se encontraban en control terapéutico. Las jurisdicciones sanitarias con mayor incidencia registrada fueron: Zacapoaxtla, Tepexi de Rodríguez y Chignahuapan. Se reportó una prevalencia del 15.4 % de hipertensión arterial sistémica en el 2018 [6].

Respecto a la obesidad, en el estado de Puebla la ENSAUT 2012 reportó una prevalencia de sobrepeso de 18.6 % y obesidad de 10.6 % (la suma de sobrepeso y obesidad fue de 29.2 %). La prevalencia de sobrepeso en localidades urbanas se mantuvo en un 20 % al igual que en el año 2006 y para las áreas rurales se elevó de 12.6 % en 2006 a 14.9 % en el 2012 [7].

De acuerdo a los datos proporcionados por la ENSAUT 2012 la prevalencia de diabetes mellitus por diagnóstico médico previo en personas de 20 años o más en Puebla fue de 8.4 %, mayor a la reportada en la ENSANUT 2006 (6.3 %) [8].

La disfunción endotelial es la clave fisiopatológica de las ECV; causado por la aterosclerosis, proceso de origen multifactorial con participación multisistémica, que se comporta como un desorden inflamatorio crónico con involucro del sistema endocrino metabólico, vascular e inmunológico que es potencializado por el estado de obesidad [9].

Se sabe que la grasa abdominal está compuesta por tejido adiposo subcutáneo y visceral; siendo la grasa visceral la que está fuertemente correlacionada con factores de riesgo cardiovascular y enfermedad metabólica. Recientemente para valoración de esa grasa visceral se han propuesto marcadores cardiometabólicos como el Producto de Acumulación Lipídica (LAP), que combina medidas de cintura y niveles de triglicéridos y refleja la combinación anatómica y fisiológica de cambios asociados con la sobreacumulación de lípidos en adultos [10]. Y otro marcador el Índice de Adiposidad Visceral (VAI) el cual incluye parámetros físicos y metabólicos que pueden reflejar indirectamente otros factores no clásicos como la producción

de adipocinas, el incremento de lipólisis, ácidos grasos libres [11]. Así mismo se ha estudiado marcadores moleculares como la enzima mieloperoxidasa (MPO) la cual se ha reportado que altas concentraciones de MPO predicen de manera temprana un evento de riesgo cardiovascular [12]. Sin embargo, no se conoce como MPO se relaciona con los marcadores cardiometabólicos VAI y LAP, por lo que su relación nos permitiría implementarlo a nivel hospitalario como marcadores por su capacidad de predicción de ECV, además de ser de bajo costo y prácticos. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar la relación del Índice de Adiposidad Visceral y Productos de Acumulación Lipídica con mieloperoxidasa sérica en sujetos en riesgo cardiovascular.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, comparativo, transversal y prospectivo llevado a cabo en las instalaciones del Hospital Universitario de Puebla en la clínica Dale un minuto a tu vida, la población se conformó por personal académico y administrativo de la Facultad de Contaduría y Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla dentro de un periodo comprendido entre mayo 2019 a enero 2020. Se calculó el poder estadístico del tamaño de muestra para tener un intervalo de confianza del 95 %, obteniéndose una población de 132 sujetos, para 2 grupos de estudio a través del programa estadístico G*Power 3.1.9.7. El estudio recibió la aprobación del Comité local de Ética e Investigación de la Facultad de Medicina.

Variables criterios y procedimientos

Se invitó a participar al personal académico y administrativo de la Facultad de Contaduría y Arquitectura a la Clínica Dale un minuto a tu vida del HUP de la BUAP. Mediante una plática grupal, se les explicó en que consistiría el proyecto, los objetivos y beneficios que se obtendrían. Posteriormente se les invitó a acudir de forma individual con cita previa a la caracterización clínica, bioquímica y antropométrica, proporcionándoles consentimiento informado. Para la participación en el proyecto se tomó en cuenta los siguientes criterios; criterios de inclusión: ambos géneros, edad de 25 años a 65 años, sujetos sin diagnóstico de diabetes y que firmarán la carta de consentimiento informado. Criterios de exclusión: mujeres embarazadas o lactando, sujetos con antecedentes personales patológicos de: anemia, enfermedades con procesos inflamatorios como gastritis, colitis, enfermedad de Crohn; enfermedades crónico-degenerativas como cáncer, hipotiroidismo, hipertiroidismo, sujetos con alcoholismo perjudicial o dependiente

de acuerdo al Test de Identificación de los Trastornos Debidos al consumo de Alcohol (AUDIT), sujetos con tabaquismo dependiente de acuerdo al cuestionario C4 y sujetos que presenten trastornos de la conducta alimenticia como anorexia, bulimia, vigorexia. Criterios de eliminación: sujetos que acepten participar pero que no concluyan con la investigación y sujetos que se diagnostiquen durante el estudio con *diabetes mellitus*.

A la población de estudio se le realizó la historia clínica para obtener los datos demográficos; toma de medidas antropométricas que incluían: estatura y peso; para calcular el IMC, que se obtiene dividiendo el peso en kilogramos entre la talla en metros elevada al cuadrado. Asimismo, se aplicaron Test de Identificación de los Trastornos Debidos al consumo de Alcohol (AUDIT), cuestionario para la clasificación de consumidores de cigarrillo (C4) y trastorno de la conducta alimentaria. Se les proporcionó una cita escrita para presentarse en el laboratorio clínico del HUP de la BUAP, con la indicación de presentarse a esta con un ayuno de 8 a 12 horas. Una vez en el laboratorio se procedió a la toma de muestra de sangre mediante punción venosa de la vena media cefálica, bajo medidas de antisepsia estrictas, en cantidad suficiente para las determinaciones de glucosa sérica, CT y HDL-c que se realizaron a través de la técnica de variación de intra e inter-ensayo 1.1 % VITROS®5.1 FS chemistry system; para la determinación de riesgo cardiovascular mediante VAI y LAP.

Los sujetos de estudio se dividieron en dos grupos: grupo sin RCV y grupo con RCV de acuerdo al Índice de Castelli y con riesgo cardiovascular leve y con riesgo cardiovascular moderado mediante la escala de Framingham. Posteriormente mediante la técnica de ELISA tipo sándwich se determinaron los niveles de Mieloperoxidasa (MPO) en suero en la muestra de suero.

Análisis y método estadístico

Se realizó la comparación de los niveles séricos de MPO entre los grupos con y sin RCV, además de realizar el análisis de relación entre LAP y VAI y los niveles séricos de MPO. Se llevó a cabo el análisis descriptivo de la caracterización clínica y bioquímica. Posteriormente se determinó si los datos cumplen con la normalidad a través del test de Kolmogorov Smirnov y posteriormente se realizó un análisis paramétrico mediante la prueba de t-student o no paramétrico mediante la prueba de U de Mann Whitney para comparar los niveles de MPO entre los grupos de estudio. Para los estudios de correlación entre variables LAP y VAI con MPO se realizó una prueba de Spearman. Los datos fueron procesados mediante el

programa estadístico SPSS versión 27.0. Se tomó en cuenta una significancia estadística $p \leq 0.05$.

Resultados

La población de estudio estuvo conformada por 132 sujetos que cumplieron los criterios de inclusión, 61 % (n=80) de género femenino y el 39 % (n=52) de género masculino.

De acuerdo al Índice de Castelli para calcular riesgo cardiovascular la población se dividió en dos grupos de estudio: Grupo 1, sin RCV (n=55, 42 %) y el Grupo 2, con RCV (n=77, 58 %), con una media de edad de 44.40 y 46.90 años respectivamente para cada grupo. En la Tabla 1, se presentan las variables demográficas, antropométricas y metabólicas de los grupos de estudio de acuerdo al Índice de Castelli en donde se aprecian diferencias significativas para todas las variables con un valor de $p < 0.05$ excepto para los valores obtenidos para edad ($p=0.200$), IMC ($p=0.240$), PC ($p=0.200$), colesterol total ($p=0.200$), c-HDL ($p=0.200$) y glucosa en ayunas ($p=0.200$).

Tabla 1. Características Demográficas, antropométricas y bioquímicas de los grupos de estudios determinado por Índice de Castelli.

Variables	Sin RCV n=55	Con RCV n=77	P
Género			
Femenino %, n	45.67% (37)	54.32% (44)	0.000*
Masculino %, n	35.29% (18)	64.70% (33)	
Edad (años)	44.52 ± 11.59	46.65 ± 9.90	0.200
IMC (kg/m ²)	25.70 ± 4.01	28.48 ± 4.05	0.240
PC (cm)	85.61 ± 11.95	92.89 ± 11.68	0.200
TAS (mmHg)	114.05 ± 12.25	116.23 ± 12.95	0.012*
TAD (mmHg)	75.00 ± 10.01	76.92 ± 9.51	0.002*
GA (mg/dL)	89.64 ± 8.10	98.85 ± 13.58	0.200
TG (mg/dL)	102.38 ± 39.71	194.11 ± 105.121	0.010*
HDL-c (mg/dL)	60.83 ± 15.26	44.13 ± 8.20	0.200
CT (mg/dL)	173.13 ± 32.72	201.06 ± 36.58	0.200
LAP	32.64 ± 20.61	75.36 ± 43.38	0.005*

VAI	2.19 ± 1.07	5.84 ± 3.55	0.000*
MPO (pg/mL)	6915.01 ± 8992.23	8903.15 ± 6618.90	0.000*

RCV: Riesgo cardiovascular. IMC: Índice de Masa Corporal. TAS: Tensión Arterial Sistémica, TAD: Tensión Arterial Diastólica, GA: Glucosa en Ayunas, TG: Triglicéridos, HDL-c: Lipoproteína de alta densidad – colesterol. CT: Colesterol total. MPO: Mieloperoxidasa. LAP: Lipid Product Accumulation VAI: Visceral Adiposity Index Los datos se expresan como media ± DE. Comparación con RCV vs. Sin RCV, significancia *p≤0.05, prueba de U de Mann Wenney.

De acuerdo a la escala de Framingham para calcular riesgo cardiovascular la población se dividió en dos grupos de estudio: Grupo 1, RCV leve (n=87, 66 %) y Grupo 2, RCV moderado (n=45, 34 %) con una media de edad de 40.07 y 57.04 años respectivamente en cada grupo.

Podemos observar que de los sujetos evaluados por escala de Framingham 100 % presentaron RCV por lo que sugerimos que la suma de más factores de riesgo define que la población tiene mayor RCV a largo plazo.

En la Tabla 2, se presentan las variables demográficas, antropométricas y metabólicas de los grupos de estudio en donde se aprecian diferencias significativas para todas las variables con un valor de p<0.05 excepto para los valores obtenidos para edad (p=0.200), glucosa en ayunas (p=0.200) y colesterol total (p=0.200).

Tabla 2. Características Demográficas, antropométricas y bioquímicas de los grupos de estudios con riesgo cardiovascular determinado por escala de Framingham.

Variables	Sin RCV n=87	Con RCV n=45	P
Género			
Femenino %, n	74.07% (60)	54.32% (44)	0.000*
Masculino %, n	52.94% (27)	25.92% (21)	
Edad (años)	40.07 ± 7.82	56.95 ± 5.30	0.200
IMC (kg/m ²)	27.04 ± 4.30	27.80 ± 4.15	0.000*
PC (cm)	88.57 ± 13.47	92.16 ± 9.23	0.004*
TAS (mmHg)	113.21 ± 11.79	119.43 ± 13.41	0.000*
TAD (mmHg)	74.52 ± 9.71	79.23 ± 9.11	0.000*
GA (mg/dL)	91.20 ± 8.78	102.27 ± 15.06	0.200
TG (mg/dL)	139.77 ± 91.10	184.80 ± 96.60	0.000*
HDL-c (mg/dL)	51.79 ± 13.66	50.24 ± 15.71	0.000*
CT (mg/dL)	182.25 ± 34.19	202.71 ± 40.39	0.200
LAP	49.97 ± 40.44	71.19 ± 39.56	0.000*

VAI	3.73 ± 2.97	5.36 ± 3.68	0.000*
MPO (pg/mL)	7894.18 ± 8204.89	8367.80 ± 6853.75	0.000*

RCV: Riesgo cardiovascular. IMC: Índice de Masa Corporal. TAS: Tensión Arterial Sistólica, TAD: Tensión Arterial Diastólica, GA: Glucosa en Ayunas, TG: Triglicéridos, HDL-c: Lipoproteína de alta densidad – colesterol. CT: Colesterol total. MPO: Mieloperoxidasa. LAP: Lipid Product Accumulation VAI: Visceral Adiposity Index. Los datos se expresan como media ± DE. Comparación de RCV moderado vs. RCV leve, significancia * $p \leq 0.05$, prueba de U de Mann Wenney.

Se correlacionó mediante la prueba de correlación de *Spearman* a la concentración de MPO sérica positivamente con el índice de Castelli (CT/HDL-c) ($\rho=0.235$; $p=0.007$) (Gráfica 1), VAI ($\rho=0.187$; $p=0.032$) (Gráfica 2) y LAP ($\rho=0.097$; $p=0.002$) (Gráfica 3).

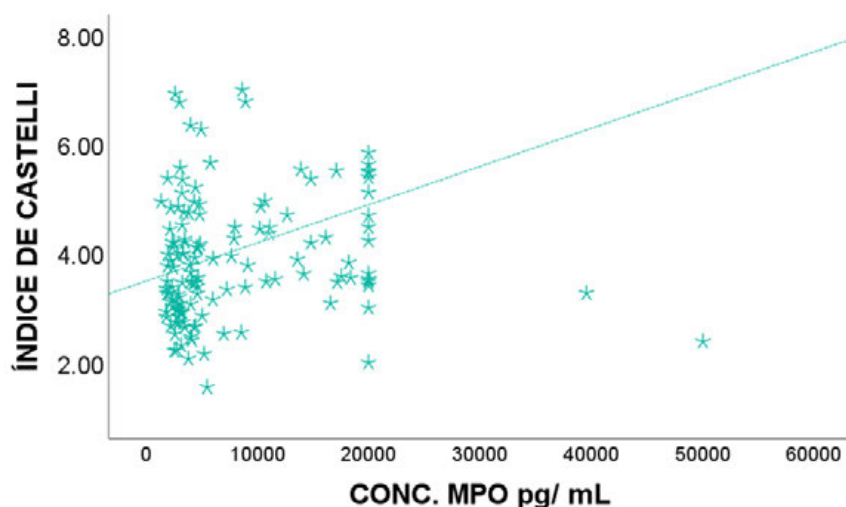


Figura 1. Análisis de correlación bivariada entre el índice de Castelli (CT/HDL-c) con la concentración de Mieloperoxidasa sérica. Prueba de correlación de Spearman, Significancia considerada $p < 0.05$.

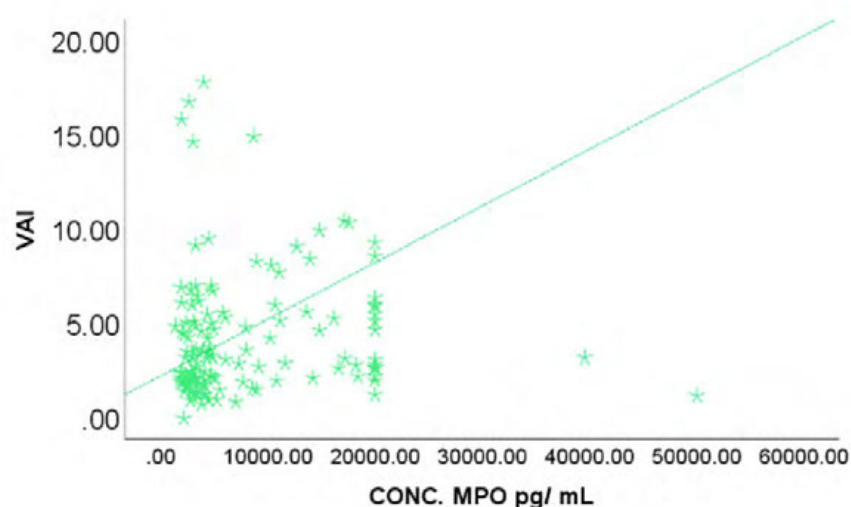


Figura 2. Análisis de correlación bivariada entre VAI con la concentración de Mieloperoxidasa sérica. Prueba de correlación de Spearman, Significancia considerada $p < 0.05$.

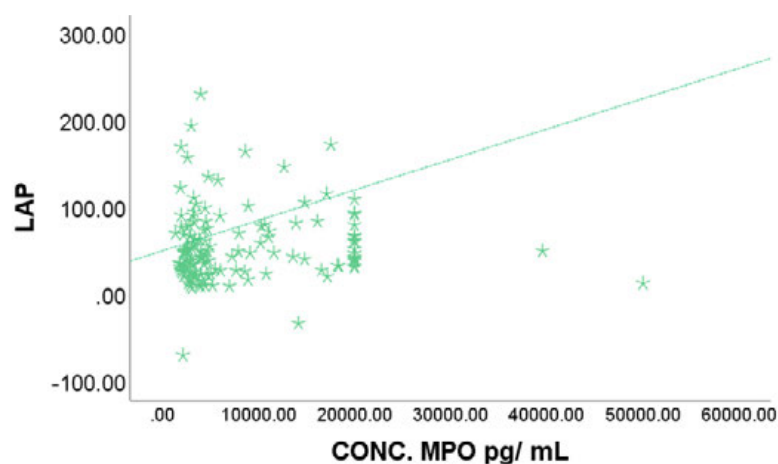


Figura 3. Análisis de correlación bivariada entre LAP con la concentración de Mieloperoxidasa sérica. Prueba de correlación de Spearman. Significancia considerada $p < 0.05$.

Discusión de resultados

En el presente estudio se evaluaron variables como IMC y PC que nos permitieron conocer el estado de obesidad y sobrepeso de nuestra población. Encontrando que 79 % (61 sujetos) con RCV presentó sobrepeso y obesidad comparado con el grupo sin RCV destacándose que 80.5 % (62 sujetos) presentó obesidad abdominal por lo que estos hallazgos se relacionan con lo reportado por Bhardwaj *et al.*, 2013 [13], quien demuestra que el sobrepeso y la obesidad fueron los factores más significativos para ECV y lo reportado por Velásquez *et al.*, 2015 [14], que evaluaron el PC en una población de 413 adolescentes asociando a PC >90 cm a RCV evaluado por Índice de Castelli.

Respecto a la variable de glucosa en ayunas; en nuestro estudio podemos observar que no hay diferencias significativas de los niveles de glucosa entre los grupos de ambas escalas. Nuestros resultados son sustentados por lo encontrado por Belalcázar *et al.*, 2019 [15], en donde 78 % de su población de estudio presentó niveles de glucosa menores a 100 mg/dl por lo que se observa que los niveles de glucosa en ayunas no se relacionan de forma significativa a RCV. Sin embargo, no se descarta su participación ya que se sabe que la prediabetes aumenta el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo II y aunado a la misma el estrés oxidativo e inflamación.

Se estima que el RCV a 30 años entre personas hipertensas es del 46.1 %. En nuestro estudio al evaluar tensión arterial sistólica 15.1 % presentó hipertensión. Así mismo Almonacid *et al.*, 2016 [16], al realizar un estudio en una población de sujetos de 16 a 29 años reporta a la hipertensión arterial como principal factor de riesgo. Por otra parte, Olamoyegun *et al.*, 2016 [17], no encuentra diferencia significativa entre TAS, TAD y RCV. Sin embargo, en nuestro estudio encontramos diferencias

significativas entre las variables de TAS y TAD de nuestros diferentes grupos de estudio, por lo que sugerimos que nuestro estudio al categorizar a los sujetos en grupos con y sin RCV es posible observar esa diferencia.

Con lo relacionado al perfil de lípidos, en nuestro estudio encontramos diferencias significativas para las variables de TG y c-HDL entre los grupos de estudio evaluados por escala de Framingham. De forma particular Belalcázar *et al.*, 2019 [15], reporta que los niveles de c-HDL se correlacionan de forma inversa e independiente a enfermedad cardiovascular, además de ser la anormalidad más prevalente en sujetos con enfermedad coronaria precoz. Los lípidos séricos han sido objeto de atención constante desde que en el Informe Framingham se les vinculó a morbilidad por infarto del miocardio; observamos que esta aseveración es consistente con nuestros resultados al encontrar una diferencia significativa de TG entre los grupos de estudio evaluados por índice de Castelli.

En cuanto al género, el género femenino reportó una mayor prevalencia de RCV evaluado por escala de Framingham lo que indica mayor RCV a largo plazo en este género y se reporta mayor prevalencia de RCV en el género masculino por índice de Castelli lo que indica mayor riesgo cardiovascular a corto plazo en este género.

El promedio de VAI fue significativamente mayor para el grupo con RCV en comparación con el grupo sin RCV ($p=0.000$), observándose el mismo comportamiento en sujetos con RCV moderado comparado con los sujetos con RCV leve ($p=0.000$), estos resultados son consistentes con lo reportado por Amato *et al.*, 2010 [18], en el estudio realizado en una población de 1498 sujetos en donde demostró que el índice de adiposidad visceral tiene asociación independiente y fuertemente a ECV. Asimismo, Britton *et al.*, 2012 [19], correlacionó al tejido adiposo visceral con la incidencia de ECV.

El promedio de LAP fue significativamente mayor para el grupo con RCV en comparación con el grupo sin RCV ($p=0.005$), observándose el mismo comportamiento con LAP en sujetos con RCV moderado comparado con los sujetos con RCV leve ($p=0.000$). La LAP se ha relacionado a la predicción de disglucemias y alteraciones en los niveles de c-HDL. Vieira B *et al.*, 2015 [20], correlacionó significativamente a LAP a alteraciones metabólicas como colesterol total, c-HDL, glucosa en ayunas y tensión arterial sistólica. En nuestro estudio además de encontrar a LAP en sujetos con RCV también se correlacionó a TAS, TAD y TG.

El promedio de MPO fue significativamente mayor para el grupo con RCV en comparación con el grupo sin RCV ($p=0.000$), observándose el mismo comportamiento de MPO en sujetos con RCV moderado comparado con los sujetos con RCV leve ($p=0.000$). De acuerdo a nuestros resultados podemos observar la utilidad de MPO para predecir eventos cardiovasculares a corto y largo plazo. Existen estudios que confirman este mismo hallazgo, Schoeps *et al.*, 2019 [21], determinó que las concentraciones de MPO >350 ug/l se relacionan infarto agudo al miocardio, por otra parte González *et al.*, 2018 [22], reporta que en una población de estudiantes la actividad de MPO se asoció a factores de RCV.

Al realizar el análisis de correlación bivariado, MPO se correlacionó con Índice de Castelli de VAI y LAP, lo cual aporta evidencia de la participación de MPO en el desbalance de lipoproteínas. En cuanto a la relación de MPO e índice de Castelli nuestros resultados se correlacionan con lo encontrado por Olamoyegun *et al.*, 2016 [17], quien demostró que el índice de Castelli es el mejor predictor de RCV al demostrar ser ideal para identificar perfiles lipídicos anormales relacionados a mayor RCV en comparación a la evaluación del perfil lipídico de forma aislada.

La relación de MPO con VAI demuestra que VAI es un indicador de RCV idóneo para evaluar adiposidad visceral y un estado proinflamatorio que nos permite predecir eventos cardiovasculares a corto y largo plazo en sujetos asintomáticos. Al ser limitado el uso de MPO en la práctica clínica diaria debido a su costo elevado, a la poca inversión en marcadores de predicción de RCV y su escasa interpretación al no existir un consenso en el punto de corte a nivel nacional e internacional en la población latina, la asociación de VAI con MPO nos permite implementar al VAI como un marcador clínico esencial para evaluar de forma temprana disfunción del tejido adiposo el cual es un evento importante en la predicción de RCV.

Conclusiones

El índice de Castelli y la escala de Framingham, son una herramienta muy útil para predecir un evento cardiovascular en sujetos asintomáticos a corto y largo plazo por considerar tanto factores modificables como no modificables.

La prevalencia de riesgo cardiovascular valorado mediante índice de Castelli fue del 58 % para la población general, sin embargo, es importante también valorar a la población a través de escalas como la de Framingham para categorizarlas y predecir el riesgo cardiovascular a largo plazo.

El Índice de Adiposidad Visceral y los Productos de Acumulación Lipídica se incrementaron significativamente en los sujetos con riesgo cardiovascular por lo que se sugiere que los pacientes con riesgo tienen un incremento en los depósitos de grasa ectópica dado por una obesidad visceral y por un incremento en el proceso de disfunción de tejido adiposo, los cual son eventos importantes para predecir un evento cardiovascular.

Mieloperoxidasa sérica se incrementó en los sujetos en riesgo cardiovascular y se correlacionó con el riesgo cardiovascular, sugiriendo su participación en estados de inflamación, estrés oxidativo el cuál es mediado por el proceso de disfunción del adipocito.

El Índice de Adiposidad Visceral y los Productos de Acumulación Lipídica se relacionaron positivamente con los niveles de Mieloperoxidasa sérica, por lo que se sugiere implementar estos índices en la práctica clínica para valorar disfunción de tejido adiposo y procesos no clásicos como estados inflamatorios, lipólisis, disfunción endotelial antes de que se desarrolle el síndrome metabólico y complicaciones cardiovasculares en sujetos aparentemente sanos. Al mismo tiempo nos permite caracterizar y estimar mejor un evento cardiovascular comparados a los parámetros clásicos como índice de masa corporal, perímetro de cintura, HDL-c y triglicéridos, los cuales son utilizados de forma aislada.

El presente estudio fundamenta la importancia de biomarcadores moleculares como Mieloperoxidasa y su relación con parámetros bioquímicos, para que puedan ser propuestos en la práctica clínica desde el primer hasta el tercer nivel de atención y valorar y diagnosticar de manera temprana y oportuna un evento cardiovascular en sujetos que no presentan enfermedad cardiovascular clínica o patologías asociadas a ella como lo son diabetes mellitus II e hipertensión arterial sistémica establecida. Lo cual nos permitirá impactar en la calidad de vida y en la disminución de comorbilidades y mortalidad de la población mexicana, específicamente a la población del estado de Puebla, ya que las ECV representan un problema de salud pública con una alta morbilidad y mortalidad, y el implementar estrategias que permitan la detección temprana, promuevan estilos de vida saludable y acceso oportuno a medidas de prevención y atención transformaría el panorama epidemiológico actual en el estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

1. Aumentar el tamaño de la muestra para confirmar los hallazgos encontrados en la población de estudio.
2. Determinar proteína C reactiva para evidenciar proceso inflamatorio en los sujetos de estudio.
3. Realizar percentiles de VAI y LAP para proponer puntos de corte para valorar riesgo cardiovascular en la población mexicana.

Agradecimientos

- Al Hospital Universitario de Puebla por permitir hacer uso de sus instalaciones para llevar a cabo este proyecto.
- Al laboratorio del cuerpo Académico Metabologenómica, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por darnos la facilidad de realizar todos los procedimientos técnicos.
- A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado por el recurso otorgado para los insumos y reactivos para la determinación de mieloperoxidasa.

Referencias bibliográficas

- [1] J. V. Abascal, I. Mayra, G. Mosqueda, L. Vega, and A. Iii, "Riesgo cardiovascular, una herramienta útil para la prevención de las enfermedades cardiovasculares Cardiovascular risk, a useful tool for prevention of cardiovascular diseases," *Rev. Cubana de Medicina Integral*, vol. 27 no. 1 pp. 91-97, 2011, [Online]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>
- [2] S. Salud, (2018, Noviembre 30) "Enfermedades no transmisibles, situación y propuestas de acción: una perspectiva desde la experiencia de México" [Online]. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/articulos/guia-enfermedades-no-transmisibles>
- [3] OPS/OMS (2014) "México: perfil de enfermedades cardiovasculares perfil demográfico y socioeconómico mortalidad prematura por todas las causas (2011)." [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/1tiiNoT>
- [4] INEGI, P. Parini, P. Leonid, A. Zajac, and M. Santillán, "Características de las defunciones registradas en México durante 2019," 29 Octubre 2020, [Online]. Disponible en: <http://ciencia.unam.mx/leer/261>
- [5] S. De Salud, (2019) "Veinte principales causas de enfermedad en Puebla, por grupos de edad Estados Unidos Mexicanos 2019 Población General," [Online]. Disponible en: https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/morbilidad_estatal.html
- [6] S. De Salud, (2020, Junio 24) "Día mundial del corazón," [Online]. Disponible en: <http://ss.Puebla.gob.mx/prevencion/informate/item/412-dia-mundial-del-corazon>
- [7] J. Morales, "Efecto de un plan de alimentación sobre el estado nutricional de niños con sobrepeso y obesidad de la Escuela Primaria Federal Emiliano Zapata," *Univ. Iberoam. Puebla*, pp. 4-46, 2016
- [8] E. Estatal, "Estrategia estatal para la prevención y el control del sobrepeso, la obesidad y la diabetes," *Salud en Puebla*, vol. 21, no. 1, pp. 5-6, 2015
- [9] S. Valdés et al., "Prevalencia de obesidad, diabetes mellitus y otros factores de riesgo cardiovascular en Andalucía. Comparación con datos de prevalencia nacionales. Estudio Di@bet.es," *Rev. Esp. Cardiol.*, vol. 67, no. 6, pp. 442-448, 2014, [Online]. Disponible en: doi: 10.1016/j.recresp.2013.09.031
- [10] G. Yan et al., "Association of lipid accumulation product trajectories with 5-year incidence of type 2 diabetes in Chinese adults: A cohort study," *Nutr. Metab.*, vol. 16, no. 1, Oct. 2019, [Online]. Disponible en: doi: 10.1186/s12986-019-0399-7
- [11] M. C. Amato and C. Giordano, "Visceral adiposity index: An indicator of adipose tissue dysfunction," *International Journal of Endocrinology*, vol. 2014. Hindawi Publishing Corporation, 2014, [Online]. Disponible en: doi: 10.1155/2014/730827
- [12] M.L Garagiola et al., "Mieloperoxidasa como indicador de estrés oxidativo en síndrome metabólico" *Rev. Argentina de Cardiología*, vol. 84, no. 6, pp. 514-518, 2016, [Online]. Disponible en: <https://doi.org/10.7775/rac.v84.i6.9946>
- [13] S. Bhardwaj et al., "Atherogenic index of plasma, castelli risk index and atherogenic coefficient-new parameters in assessing cardiovascular risk," *Int. J. Pharm. Biol. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 359-364, 2013, [Online]. Disponible en: www.diabetes.com.au/pdf/obesity_report
- [14] E. Velásquez, M. C. Páez, and E. Acosta, "Circunferencia de cintura, perfil de lípidos y riesgo cardiovascular en adolescentes," *Rev. de la Facultad de Ciencia de la Salud. Univ. de Carabobo*, vol. 19, no.2 pp.33-38, 2015
- [15] M. Salcedo-Cifuentes, S. Belalcazar, E. Y. Acosta, and J. J. Medina-Murillo, "Conventional biomarkers for cardiovascular risks and their

- correlation with the castelli risk index-indices and tg/hdl-c,* " Arch. Med., vol. 20, no. 1, pp. 11–22, Dec. 2019, [Online]. Disponible en: doi: 10.30554/archmed.20.1.3534.2020
- [16] C. Almonacid *et al.*, "Evaluación de factores de riesgo a enfermedad cardiovascular en jóvenes universitarios de la Localidad Santafé en Bogotá, Colombia" Rev. Nova, vol. 14, cap. 25, pp. 9–17, 2016, [Online]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S179424702016000100004&script=sci_abstract&tlng=es
- [17] M. Olamoyegun, R. Oluyombo, and S. Asaolu, "Evaluation of dyslipidemia, lipid ratios, and atherogenic index as cardiovascular risk factors among semi-urban dwellers in Nigeria," Ann. Afr. Med., vol. 15, no. 4, pp. 194–199, Oct. 2016, [Online]. Disponible en: doi: 10.4103/1596-3519.194280
- [18] M. C. Amato *et al.*, "Visceral adiposity index: A reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk," Diabetes Care, vol. 33, no. 4, pp. 920–922, Apr. 2010, [Online]. Disponible en: doi: 10.2337/dc09-1825
- [19] K. A. Britton, J. M. Massaro, J. M. Murabito, B. E. Kreger, U. Hoffmann, and C. S. Fox, "Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality," J. Am. Coll. Cardiol., vol. 62, no. 10, pp. 921–925, Sep. 2013, [Online]. Disponible en: doi: 10.1016/j.jacc.2013.06.027
- [20] B. A. Vieira, P. Sauer, A. Marcadenti, and C. H. Piovesan, "Asociación entre el índice de pal (el producto de acumulación lipídica) y el perfil metabólico en pacientes hospitalizados," Nutr. Hosp., vol. 31, no. 6, pp. 2771–2774, 2015, [Online]. Disponible en: doi: 10.3305/nh.2015.31.6.8957
- [21] D. O. Schoeps, S. Holzer, F. I. Suano-Souza, S. Hix, F. L. A. Fonseca, and R. O. S. Sarni, "Myeloperoxidase as cardiovascular risk marker in pre-pubertal preterm children?," Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis., vol. 29, no. 12, pp. 1345–1352, Dec. 2019, [Online]. Disponible en: doi: 10.1016/j.numecd.2019.08.012
- [22] A. Gonzalez Fanjul, J. L. Cabrera Llano, E. Barreto Fiu, N. M. Fanjul Losada, M. Rodríguez Hernández, and L. Jaime Valdés, "Mieloperoxidasa como marcador de daño vascular," Acta Médica del Cent., vol. 12, no. 2, pp. 119–129, 2018, [Online]. Disponible en: <http://www.revactamedicacentro.sld.xn--cuartculooriginal-hvb>

Área 4



Humanidades

Índice de Área

597 • Albinismo más allá de la genética: mitos, estereotipos y derechos humanos

607 • Centro de producción y venta de café para la comunidad de Apapantilla, Jalpan, Puebla

623 • Ciudades Integrales: Identidad, sustentabilidad y enfoque de género

641 • El estudio de la enfermedad mental en la ciudad de Puebla. La profesionalización de la psiquiatría en los siglos XIX y XX

659 • El rock como sistema de creencias e identidad juvenil en Latinoamérica. Acercamientos narrativos a partir del documental "Rompan todo"

669 • El uso de los dispositivos móviles y su impacto en el desarrollo social del niño

681 • Estrategias para el desarrollo competitivo de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados de la región de San Martín Texmelucan, Puebla

689 • La vacunación en retrospectiva, su experiencia en la región de Teziutlán. Una aproximación histórico social

713 • Metodología de la investigación aplicada para la obtención de datos para el proyecto de la red de estudios Latinoamericanos en administración y negocios 2021

721 • Proyecto integral para el mejoramiento urbano en asentamientos ubicados en zonas de riesgo por inundación

739 • Relatos de una ciudad perdida

747 • Una interpretación del arquetipo posmoderno femenino en el personaje Mimi de la película *Bitter Moon* (1992) de Roman Polański

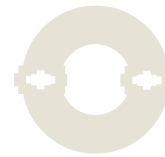
763 • Sistema de comunicación para promover la cultura de prevención de alergias dirigida a padres de familia de la ciudad de Puebla

Albinismo más allá de la genética: mitos, estereotipos y derechos humanos

^aCantoral, Sanchez-Ariel*, ^aDíaz, Estrada-Francisco, ** ^aAndrade, Suárez-Iderman***

^aTecnológico de Monterrey, Campus Puebla, Vía Atlixcáyotl 5718, Reserva Territorial Atlixcáyotl, 72453 Puebla, Puebla., México.

*A00818658@itesm.mx, *aricantoral@gmail.com,
fdiaze@tec.mx, *iderman@tec.mx



Área 4
Humanidades

Resumen

El albinismo es una condición genética hereditaria que consiste en la pérdida parcial o total de la pigmentación en la piel, ojos o cabello, debido a la ausencia o disminución de la síntesis y distribución de melanina. Esta condición puede llegar a presentarse en todos los grupos raciales y étnicos del mundo en diferente medida. Se ha reportado que una de cada 13 mil personas nace con albinismo en Puebla y debido a mitos y estereotipos, las personas con albinismo corren

el riesgo de aislarse porque esta condición genética tiende a malinterpretarse. La estigmatización social ocurre en muchos casos, especialmente dentro de las comunidades en donde la mayoría de sus integrantes desconoce esta afección o en donde lo esperado es que la población tenga una piel mestiza u oscura, por lo que se tiende a cuestionar la raza o la paternidad de quienes nacen con albinismo, llegando incluso a violentar sus derechos humanos.

Palabras clave

Albinismo, mitos, derechos humanos.

Abstract

Albinism is a hereditary genetic condition that consists of the partial or total loss of pigmentation in the skin, eyes, or hair, due to the absence or decrease of the synthesis and distribution of melanin. This condition can occur in all racial and ethnic groups in the world to different degrees. It has been reported that one in every thirteen thousand people is born with albinism in Puebla. Due to myths and stereotypes, people with albinism run the risk of isolating themselves because this genetic condition tends to be misunderstood. Social stigmatization occurs in many cases, especially within communities where most of its members are unaware of this condition or where it is expected that the population has mixed or dark skin, so there is a tendency to question the race or paternity of those born with albinism, even violating their human rights.

Keywords

Albinism, myths, human rights.

Introducción

El albinismo es una condición genética hereditaria que se presenta por la ausencia o disminución de la síntesis y distribución de melanina en la piel, el cabello y los ojos, que se ve reflejada en la pérdida parcial o total de la pigmentación de estos, lo que causa sensibilidad al sol y a la luz intensa. No existe cura para esta condición y en casi todos los tipos de albinismo, ambos progenitores deben tener alteraciones genéticas para que se transmita el trastorno, aunque ellos mismos no lo presenten. Se da en ambos sexos, es independiente del origen étnico, y aparece en todos los países del mundo. Se estima que en América del Norte y Europa una de cada 17, 000 a 20, 000 personas presenta algún tipo de albinismo [1].

La exclusión de las personas con albinismo se debe a su apariencia física “llamativa” y al significado que la sociedad atribuye a esta apariencia [2]. La forma en que se manifiesta la discriminación contra las personas con albinismo, así como su gravedad, varían de una región a otra, por ejemplo, las personas albinas se enfrentan cada día a formas más graves de discriminación y violencia en las regiones donde la mayor parte de la población general tiene la piel relativamente oscura. El grado de contraste de la pigmentación entre la persona con albinismo y el resto de la comunidad suele estar correlacionado con la gravedad y la intensidad de la discriminación. Se estima que cuanto mayor es el contraste en la pigmentación, mayor es el grado de discriminación [3].

En el mundo occidental, en particular América del Norte, Europa y Australia, la discriminación suele adoptar la forma de insultos, burlas persistentes y acoso hacia los niños con albinismo [3]. Por otro lado, en países como Tanzania, una multitud de creencias y mitos con respecto al albinismo prevalecen en la sociedad. Uno de ellos es el mito de que las personas con albinismo no son humanas [2].

De acuerdo con la Organización Latinoamericana de Albinismo, se calcula que en México una de cada 50 mil personas nace con esta condición [4], y se ha informado en medios de comunicación que uno de cada 13 mil poblanos tiene alguno de los siete diferentes tipos de albinismo [5].

Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó una investigación bibliográfica, documental y en medios de comunicación digitales para analizar y dar a conocer la realidad a la que se enfrentan las personas con albinismo desde una perspectiva global, nacional y local, estableciendo los parámetros para identificar aquellos mitos que han perpetrado conductas discriminatorias hacia estos grupos, así como los estereotipos que cada sociedad tiene sobre ellos y los desafíos a los que se enfrentan quienes nacen con dicha condición. El análisis de los derechos humanos universales que son violentados se establece como una pauta para entender la relevancia del tema de discriminación que actualmente y durante muchos años ha significado una problemática social para esta minoría estigmatizada, invisibilizada o incluso violentada en México y el mundo.

Resultados/Discusión de resultados

El albinismo es un trastorno genético que afecta a personas de todas las clases sociales y países del mundo, aunque con diferentes tasas de prevalencia. La incidencia global de albinismo es de 1:20, 000 individuos, con una tasa más baja en Estados Unidos (1:37,000), mientras que la tasa más alta reportada en la literatura se encuentra entre los indígenas Kuna (en Panamá y Colombia), quienes tienen una incidencia estimada de 6.3 por 1000 habitantes. También se han informado tasas elevadas en África, en donde la prevalencia del albinismo es de 1:15, 000 en el estado del Medio Oriente de Nigeria; de acuerdo con un estudio de revisión publicado en 2006 [6]. Si bien, la realidad que viven las personas que nacen con albinismo varía de una nación o región a otra, la estigmatización aparece como una constante.

Los bebés que nacen con albinismo en los países subsaharianos difieren notablemente en apariencia dentro de las poblaciones caracterizadas por la pigmentación oscura, por lo que pueden enfrentarse a una sociedad que los demoniza, discrimina, margina y estigmatiza especialmente en las zonas rurales donde abundan los mitos [7]. En muchas sociedades africanas y, especialmente en Tanzania, las personas con albinismo han sido asociadas con la brujería y se cree que no son seres humanos sino fantasmas. Algunos consideran también que estas personas están bajo una maldición y que al combinar las partes de sus cuerpos con encantos y pociones pueden traer riqueza, prosperidad y buena fortuna [2], [8].

Los mitos que invaden a muchas sociedades africanas con respecto a la explicación u origen del albinismo abarcan que la causa es una maldición sobre la familia por delitos menores o infidelidades conyugales; así como la idea de que el albinismo es infeccioso o que se debe a que la madre procreó con un hombre blanco o con un *tikoloshe* (una pequeña criatura mítica y malvada) [9]. El albinismo es percibido por estas sociedades, como un castigo en todos los aspectos previamente mencionados y esta visión que se tiene del mismo a lo largo del mundo, está estrechamente relacionada con el desconocimiento.

Emmanuel Festo, hijo de padres con piel oscura, nació con albinismo y ha pasado gran parte de su vida aprendiendo a vivir con lo que perdió una noche cuando tenía seis años. Cuatro hombres le cortaron la mayor parte del brazo izquierdo, la mayor parte de los dedos de la mano derecha, parte de la mandíbula y cuatro dientes frontales, con la intención de venderlos. Las personas como él han sido temidas y despreciadas durante mucho tiempo en el África subsahariana, incluso por sus propias familias. Ahora están siendo atacados debido a la demanda del mercado de pociones, polvos o amuletos. Desde la década de 1990, en 27 países africanos, al menos 190 personas han sido asesinadas y 300 atacadas, la mayoría desde 2008 [10].

Las personas que viven con albinismo constituyen un grupo singular, cuyos problemas de derechos humanos por lo general han pasado inadvertidos durante siglos; la consecuencia ha sido el estigma profundamente arraigado, la discriminación y la violencia que se han manifestado contra ellas en diversos países. La complejidad y singularidad de este trastorno implica que las experiencias de quienes lo padecen inciden profunda y simultáneamente en varios ámbitos de derechos humanos, que abarcan, aunque no de manera excluyente, la discriminación por motivos de color de piel, la discriminación por motivos de discapacidad, las necesidades especiales en lo referente al acceso a la educación y el disfrute de los más altos niveles de salud, las prácticas tradicionales dañinas, los actos de violencia, que abarcan los asesinatos y ataques rituales, el tráfico y comercio de órganos con fines de brujería, el infanticidio y el abandono infantil [11].

En Latinoamérica el panorama no se encuentra muy alejado de esta realidad. A pesar de que no existe una organización específica que reporte parámetros para medir el nivel de discriminación y estigmatización de albinos en Latinoamérica, algunas personas que viven con esta condición han reportado experiencias propias a distintos medios de comunicación. Jorge Rodríguez Bizarro, presidente de la Fundación Piel de Luna A.C. Albinos de México, lamentó que a pesar de las investigaciones y difusión que se han realizado sobre el tema, existen médicos que

aun desconocen esta condición genética lo que genera desconfianza e inseguridad en las familias de quienes nacen con albinismo, lo cual se refleja también en la sociedad [5]. Este tipo de desconocimiento desencadena problemas en la estructura familiar y social porque incluso los padres abandonan o maltratan a sus hijos al no entender la razón de su condición. Las madres de niños con albinismo han sido también víctimas de esta exclusión al encontrarse frente a premisas que las culpan por la condición de sus hijos. El albinismo en comunidades indígenas de México también se ha reportado, tal es el caso de *Los lacandones*, un grupo étnico remanente de los mayas que, aunque la superstición que los rodea no alcanza los extremos de los grupos africanos, se han mencionado casos de abandono de niños con albinismo, dejándolos en la selva, los cuales tienen que ser rescatados o criados por otros miembros de sus familias [12].

En México existen estereotipos de que las personas con albinismo son ángeles, hijos del sol o extranjeros [5], debido a las connotaciones que la población tiene acerca del significado del color característico de las personas con albinismo. Más allá de las problemáticas de salud física a las que se enfrentan diariamente, los niños con albinismo han tenido que lidiar con insultos y sobrenombres, desde las primeras etapas de su vida. Se dice que, en Puebla, una de cada 13 mil personas nace con albinismo [5], aunque el dato de esta incidencia no es emitido por una organización oficial puede utilizarse de referencia la tasa reportada de personas con albinismo en México, para tener una idea de la situación más cercana. Algunas fuentes informan una tasa de 1 en 50 mil [4], mientras que otras han reportado una tasa del 0.3 % en grupos de estudio [13]. La dificultad para encontrar datos oficiales o la inconsistencia de los existentes solo evidencia la necesidad de atención que requiere este tema en específico. La posibilidad de que exista la desinformación y el desconocimiento por parte de los ciudadanos del Estado de Puebla fomenta una búsqueda de que el tema no sea minimizado o reconocido como algo ajeno o lejano.

De acuerdo con la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, la peor expresión de discriminación contra las personas con albinismo es su deshumanización, que sienta las bases de ataques físicos en su contra. Las personas con albinismo merecen que se protejan sus derechos a la vida y la seguridad, así como el derecho a no ser sometidas a torturas y malos tratos, además las campañas de educación y concienciación pueden ayudar a combatir la superstición y el estigma asociados con el albinismo [14]. El albinismo en sus diferentes concepciones representa un tema que sigue siendo hoy en día bastante incomprendido tanto en el ámbito científico como en el social en diferentes países del mundo. La superstición es un obstáculo que dificulta la erradicación

de la violencia física y psicológica de la que las personas con albinismo suelen ser objeto, lo cual fomenta el desarrollo de conductas de marginación y exclusión social. Si bien a nivel internacional se catalogan los diferentes tipos de necesidades específicas para las personas con albinismo, en México y en Puebla la información se encuentra más limitada y las condiciones en las que las personas con albinismo viven, incluso pasan desapercibidas.

Conclusiones

Hacer visible aquello que ha sido invisibilizado o modificar el enfoque desde el que se analiza una problemática social, permite reestructurar y reescribir al individuo y al sistema. Dentro de aquellas minorías que han sido olvidadas, desapercibidas o estigmatizadas, el dar voz a quienes han sido silenciados o a quienes ni siquiera han intentado hablar, permite deconstruir y reconstruir la realidad en la que se desenvuelve una persona con albinismo.

El dar a conocer los mitos, las condiciones y violencia que envuelven en muchos contextos a las personas que viven con albinismo, no tiene como objetivo revictimizar a estas minorías, sino dar paso a aquellas acciones que pueden impulsar y garantizar el cumplimiento de los derechos humanos de todos.

En México y en muchos otros lugares del mundo, la mayor parte del acercamiento y datos estadísticos acerca de esta condición son recabados únicamente con fines médicos y genéticos, que, si bien son necesarios para entender las necesidades que cada uno tiene, se ha descuidado el área y el entorno psicosocial en el que estas personas se desenvuelven. El entender la vida desde la perspectiva de una persona con albinismo y conocer los desafíos que enfrentan en sus diferentes contextos, no solo ayuda a buscar estrategias para reconocerlos y reconocerse ellos mismos como humanos, sino también marca la pauta de un enfoque mucho más dirigido a la búsqueda de la eliminación de las discriminaciones y estigmas que se tienen sobre ellos. Entenderlos como humanos y no solo como “albinos”, evitar categorizaciones inapropiadas y establecer contacto con las asociaciones que tienen un acercamiento con dichos grupos, son algunas de las estrategias a corto plazo que se ha buscado concretar con este proyecto.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

A partir del presente proyecto es posible establecer líneas de investigación con respecto a la actualización de datos de incidencia de albinismo en México y sobre todo en el Estado de Puebla, así como ayuda a la recabación de información relacionada a las condiciones de vida de las personas con albinismo, que permite abrir paso a desarrollo de campañas de visibilización, concientización e inclusión para este grupo de personas en todos los ámbitos, sociales, culturales y profesionales, evitando la revictimización de quienes han sido violentados. Establecer acciones que permitan visibilizar a las personas con albinismo, creando espacios seguros e incluyentes dejando atrás los estigmas.

Referencias bibliográficas

- [1] United Nations, “Día Internacional de Sensibilización sobre el Albinismo | Naciones Unidas,” United Nations, 2020. [https://www.un.org/es/observances/albinism-day#:~:text=El %20albinismo %20se %20caracteriza %20por, a %20sufrir %20cncr %20de %20piel](https://www.un.org/es/observances/albinism-day#:~:text=El%20albinismo%20se%20caracteriza%20por,a%20sufrir%20cncr%20de%20piel)
- [2] T. De Groot, W. Jacquet, P. Meurs, and R. Peters, “Measuring Stigma related to People with Albinism in Tanzania: A Cultural Validation Study of the EMIC-CSS and SDS among Adults,” *Disability, CBR & Inclusive Development*, vol. 31, no. 1, p. 7, Aug. 2020, doi: 10.5463/dcid.v31i1.961.
- [3] A. Jefferson, “Albinismo: tipos, mentiras y mitos sobre esta alteración genética” Elsevier, “,” Elsevier Connect, 2018. <https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/albinismo-tipos-alteracion-genetica>
- [4] OLA. Organización Latinoamericana de Albinismo., “Albinismo.org, 2021. <http://www.albinismo.org/albinismo.htm>
- [5] R. González, “Personas con albinismo padecen desinformación de la sociedad y discriminación” *Milenio.com*, Jun. 14, 2020. <https://www.milenio.com/politica/comunidad/personas-con-albinismo-padecen-discriminacion>
- [6] C. R. Marçon and M. Maia, “Albinism: epidemiology, genetics, cutaneous characterization, psychosocial factors,” *Anais Brasileiros de Dermatologia*, vol. 94, no. 5, pp. 503–520, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.abd.2019.09.023.
- [7] J. Taylor, C. Bradbury-Jones, and P. Lund, “Witchcraft-related Abuse and Murder of Children with Albinism in Sub-Saharan Africa: A Conceptual Review,” *Child Abuse Review*, vol. 28, no. 1, pp. 13–26, Jan. 2019, doi: 10.1002/car.2549.
- [8] I. Kajiru and I. Nyimbi, “The Impact of Myths, Superstition and Harmful Cultural Beliefs against Albinism in Tanzania: A Human Rights Perspective,” *Potchefstroom Electronic Law Journal*, vol. 23, pp. 1–27, Aug. 2020, doi: 10.17159/1727-3781/2020/v23i0a8793.
- [9] J. Kromberg and P. Manga, “Albinism in Africa Historical, Geographic, Medical, Genetic, and Psychosocial Aspects”. San Diego Elsevier Science, (p.196), 2018.

- [10] S. Ager, "The perils of pale: models with albinism are popular in fashion, but around the world people with the condition face scorn, health problems and savage attack" *National Geographic*. June, 2017, Vol. 231(6) p.70
- [11] ACNUDH, "Experta Independiente sobre el disfrute de los derechos humanos de las personas con albinismo," *Ohchr.org*, 2019. <https://www.ohchr.org/sp/issues/albinism/pages/iealbinism.aspx>
- [12] R. Estrada, G. Chávez y G. Estrada, "Albinismo entre los lacandones de Chiapas", *Dermatol Rev Mex*, 60(5): pp. 452-455, 2016.
- [13] A. Sjöström, M. Kræmer, J. Ohlsson, G. Garay-Cerro, M. Abrahamsson, and G. Villarreal, "Subnormal Visual Acuity (SVAS) and albinism in Mexican 12-13-year-old children," *Documenta Ophthalmologica*, vol. 108, no. 1, pp. 9-15, Jan. 2004, doi: 10.1023/b:doop.0000018366.74009.78.
- [14] OHCHR "Human Rights for people with albinism-United Nations Human Rights," *Ohchr.org*, 2013. [https://albinism.ohchr.org/human-rights-dimension-of-albinism.html#:~:text=The %20worst %20expression %20of %20discrimination, horrible %20physical %20attacks %20against %20them.&text=Persons %20with %20albinism %20deserve %20to, to %20torture %20and %20ill %2Dtreatment](https://albinism.ohchr.org/human-rights-dimension-of-albinism.html#:~:text=The%20worst%20expression%20of%20discrimination,horrible%20physical%20attacks%20against%20them.&text=Persons%20with%20albinism%20deserve%20to,to%20torture%20and%20ill%2Dtreatment).

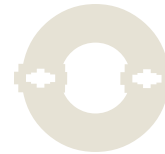


Centro de producción y venta de café para la comunidad de Apapantilla, Jalpan, Puebla

Olarte Ponce Aleida Tamara

Universidad de las Américas Puebla, Ex Hacienda Santa Catarina Mártir S/N C.P 72810
San Andrés Cholula, Puebla.

atamara.op@gmail.com



Área 4
Humanidades

Resumen

El proyecto arquitectónico que a continuación surge de la necesidad de apoyar al sector productivo del café en el estado de Puebla. Los productores de café en Puebla se han visto afectados por la intermediación de grupos que cuentan con instalaciones especiales para limpieza, selección y procesamiento del café. En el caso de este proyecto, se propone que los productores no solo puedan producir, sino procesar y vender el café, para obtener ingresos más justos. En este trabajo de tesis se propone un centro con instalaciones propias para las actividades mencionadas anteriormente, realizadas directamente por los productores.

El Centro de producción y venta de café PROVEC se ubicará en la localidad de Apapantilla, municipio de Jalpan. Consistirá

en brindar un espacio arquitectónico donde el producto a comercializar sea un fruto de la tierra: el café. Con la puesta en marcha del centro PROVEC, los trabajadores del campo serán independientes y no tendrán que recurrir a intermediarios, hacendados cafetaleros, comúnmente conocidos como “coyotes”.

En cuanto al programa arquitectónico propuesto, se ha estudiado el beneficio cafetalero del Sr. Jesús Paredes, localizado a 3.00 km de Apapantilla. La investigación en este proyecto ha consistido en la visita a aquella instalación, donde se logró identificar el proceso que se lleva a cabo dentro de una maquiladora de café, desde la descarga de los granos, hasta el empacado del café en sacos para su venta.

Palabras clave

Arquitectura industrial, Apapantilla, maquiladora de café, producción.

Abstract

This architectural project in this dissertation responds to the need of the coffee productive sector in the State of Puebla to manufacture their produce directly. This project consists of providing an architectural space, the so-called "*PROVEC Center*", to the community of Apapantilla, Jalpan. Within those premises coffee farmers will be able to clean, select and process the produce, gaining independence from intermediaries, known as "*coyotes*" who are the only ones that hold the infrastructure to manufacture coffee in the region nowadays. In the *PROVEC Center*, coffee farmers will be able to manufacture and sell their produce directly. Consequently, farmers will be able to increase their income. The proposed architectural program in this academic exercise has been developed after a site visit to the coffee plantation and ancillary premises owned by Mr. Jesús Paredes, located 3.00 km from Apapantilla. The field visits to the plantation have made it possible to identify the different phases in the manufacturing process that takes place on-site.

Keywords

Industrial architecture, Apapantilla, coffee processing plant, production.

Glosario de abreviaturas y símbolos

Centro PROVEC, Centro de producción y venta de café.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

N.P.T., Nivel de piso terminado.

Introducción

1. Perspectiva del café en México

1.1 Origen y ámbito del mercado cafetalero en México

El café es originario de Etiopía [1], se cree que se descubrió en el año 300 D.C y al inicio se consumía en forma de semilla tostada con grasa de animal, llegando a América en 1720, y entrando a Veracruz en 1796. Para 1882, [1, p. 3] México ya se registraba, por la Bolsa de Valores de Nueva York, como uno de los principales exportadores, con 70 mil sacos de café tipo oro de 60 kg., cifra que fue en aumento hasta llegar a 505 mil sacos al año en 1909, período en el cual México ocupó el tercer lugar entre los países productores de café.

A principios del siglo XX [1, p. 3], la producción cafetalera nacional se vio afectada por la Revolución Mexicana en 1910, que ocasionó un derrumbe en la producción por el abandono de plantaciones. En la década de 1930 hubo una mejora productiva, reflejada en el número de beneficios censados, que en ese entonces alcanzaba un total de 310 con una capacidad de 261 mil 575 toneladas de cereza.

En 1942, [idem] a raíz de la Segunda Guerra Mundial el Gobierno Mexicano intervino en su producción para solventar las necesidades de los países aliados por lo que su calidad se redujo considerablemente, para 1950 el Gobierno de México reguló su producción, y a mediados de la década de los 50, los campos fueron devueltos a los productores privados. Por otro lado, desde 2005 según SAGARPA [2] el café ya representaba una actividad estratégica para México, puesto que empleaba a más de 500 mil productores y contaba con 690 mil hectáreas sembradas en 16 entidades federativas, además de vincular directa e indirectamente a cerca de 3 millones de personas, y genera un valor en el mercado de alrededor de 20 mil millones de pesos por año, con dos tipos de café cultivados: el arábica (con aproximadamente 98.00 %) y el robusta. Por último, según el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) [1], en México, la caficultura se considera como una actividad estratégica fundamental, debido a que permite la integración de cadenas productivas, la generación de divisas y empleos, el modo de subsistencia de muchos pequeños productores y alrededor de 30 grupos indígenas y, en forma reciente, de gran relevancia ecológica, pues provee servicios ambientales a la

sociedad, ya que del 90 % de la superficie cultivada con café se encuentra bajo sombra diversificada, que contribuye a conservar la biodiversidad.

1.2 Principales entidades federativas productoras de café

La mayor parte de la producción cafetalera nacional se concentra en Chiapas, ya que su producción nacional se incrementó del 35.70 % de la producción en 1990, al 42.40 % en el año 2011. Veracruz mantuvo su posición como segundo productor y Oaxaca como tercer productor, pero redujo sustancialmente su aportación, ya que de producir el 21.20 % del total nacional en 1990, para 2011 produjo el 12.20 %.

Por lo que se refiere a Puebla, este se ubicaba como el cuarto productor, sin embargo, en el lapso de 1995 a 2005 muestra un aumento considerable en su producción nacional, ya que pasó de producir 7.6 % a 21.5 % en 2005, más aun, en el periodo de tiempo de 2005-2011 su productividad se redujo considerablemente un 13.7 % aproximadamente. Mientras tanto, Hidalgo se colocó como una de las entidades que perdieron participación en la producción, ya que pasó del 3.7 % al 2.1 %. [2, p. 98].

Tabla 1. Principales estados productores de café.

Porcentaje (%)						
Entidad	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Chiapas	35.7	36.80	30.40	39.90	41.00	42.40
Veracruz	24.80	17.10	28.00	20.20	28.1	26.10
Oaxaca	21.20	17.40	9.80	9.80	11.60	12.20
Puebla	7.60	16.40	21.80	21.50	10.20	7.80
Guerrero	3.70	3.90	3.70	3.00	2.90	3.80
Nayarit	1.80	1.90	1.70	1.20	2.10	3.60
Hidalgo	3.70	4.60	3.00	2.70	2.20	2.10
San Luis Potosí	0.00	1.30	0.90	1.00	1.20	1.10
Otras entidades	1.20	0.60	0.80	0.60	0.80	0.90
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Hoy en día, el cultivo y producción de café se ha extendido a 16 estados de la República Mexicana, agrupados en cuatro grandes regiones que van desde la frontera sur que colinda con Guatemala, hasta el estado de Nayarit en el Pacífico Norte. Cada una de estas cuatro regiones muestra características propias, pero con condiciones adecuadas para la generación de café de calidad. Sin embargo, el cultivo de café en México, se ha concentrado en cuatro entidades federativas

(Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla) ya que estos producen cerca del 85 % del total nacional de café. [3, p. 5].

En 2008 según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) [4], declaró que en México cada año se consumen alrededor de 1.4 kilos de café por persona y los estados de Chiapas, Veracruz y Puebla destacan como principales productores. Se debe agregar que respecto a la información del Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SIAP) [4], para el periodo 2018-2019, se calcula que el volumen de producción a nivel nacional será de 2.4 millones de toneladas; mientras que Puebla, con una superficie plantada de 70 mil 438.40 hectáreas, tendrá una producción de 128 mil 995.35 toneladas.

De acuerdo con lo mencionado por el Atlas Agroalimentario [4] y tomando en cuenta que la cifra de producción del año 2017 en el Estado de Puebla fue de 112 mil 228 toneladas, estas cifras superarían para 2018 en un 14.47 % la producción estatal. Hay que mencionar, que la producción a nivel estatal estaría reflejada en los 54 municipios poblanos dedicados a este cultivo, siendo los que aportan mayor producción los mencionados en la Tabla 2.

Tabla 2. Municipios cafetaleros del Estado de Puebla en 2017

Municipio	Producción en toneladas (t)
Xicotepec	15, 860 t.
Zihuateutla	12, 320 t.
Hueytamalco	9, 600 t.
Tlacuilotepec	8, 960 t.
Jalpan	8, 525 t.
Cuetzalan del Progreso	6, 528 t.
Tlaxco	6, 300 t.
Jópala	6, 000 t.

De ahí que la problemática identificada sea desarrollar un proyecto ejecutivo de un centro de producción y venta de café en un municipio cafetalero del estado de Puebla que no cuente con un núcleo formal que le permita a la comunidad tener concentradas aquellas actividades relacionadas con el café ya sea por cuestiones económicas, sociales o políticas. De esta manera, el lugar en el cual se propone llevar a cabo este proyecto es la localidad de Apapantilla, Jalpan, Puebla.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el municipio de Jalpan, ubicado en la Sierra Norte del estado de Puebla, México. Cuenta con 6 localidades, 3 juntas auxiliares y una población total de 12, 077 habitantes.

La metodología que se llevó a cabo para la realización de este trabajo de investigación fue de tipo cuantitativa y cualitativa. Por una parte, la investigación documental consistió en la recopilación de textos que permitieran entender el panorama a nivel nacional, estatal y local del café como producto de compra y venta. Por otro lado, la investigación de campo se basó en la visita a un beneficio húmedo, es decir que utiliza agua para la limpieza del café, y dos entrevistas realizadas, una al productor y otra, a la persona intermediaria encargada de la venta de café (coyote), las preguntas que se les hicieron ayudaron a considerar los siguientes puntos:

- El conocer la producción anual como municipio y cuántos productores hay dedicados al café, permitió definir cuántos de ellos podrían tener un lugar fijo dentro del proyecto en cuestión, por tanto, se determinó incluir 8 oficinas personales, las cuales comprenden un 60 % del total de los productores dedicados a la comercialización de este producto.
- Confirmar que no tienen un establecimiento formal como comunidad para procesar el café para venta en grano o molido, apoyó la idea de darles la oportunidad de no solo obtener el beneficio monetario de venta al producir, sino también al lograr ellos mismos procesarlo, obtuvieran un ingreso mucho mayor al que tienen de su cosecha.
- Saber cuál es la altura promedio de un terreno destinado a la cosecha de café, determinó cuales debían ser las características a considerar para el emplazamiento de un proyecto cuyo fin además de producir y vender, fuera cosechar, sin embargo, al ser esta altura mayor a 900 m.s.n.m., y tomando en cuenta que dentro de los alrededores de Jalpan la altura oscila de los 180 a los 980 m.s.n.m., Apapantilla, que es la comunidad para la cual se designó el proyecto, y la cual se encuentra a 260 m.s.n.m., no sería posible cosechar café de calidad estándar dentro del mismo terreno, es decir, se tuvo que poner en consideración el contemplar estas tres vertientes, buscando una localidad que entrara en el rango antes mencionado o bien mantener el que cada productor transportara su cosecha de su terreno al beneficio centro PROVEC.

Hay que mencionar, que la comunidad que pudiese haber sido opción se encuentra aproximadamente a 9.0 km de Apapantilla, por lo tanto, esta opción no se valoró como viable, ya que una de las dificultades enunciadas por el productor encuestado,

fue que algunos productores no tenían camioneta para transportar su cosecha y se veían en la necesidad de rentar una por viaje para así vender a el beneficio más cercano. Es por esto que, se tomó la decisión de que el terreno a elegir era preferible fuera accesible en distancia y se mantuviera el *modus operandi* de transportar el café del terreno del productor al centro PROVEC.

Consideremos ahora, que, para definir las áreas necesarias para el procesamiento de café, se tomó el caso análogo del Beneficio cafetalero en funcionamiento más cercano a la localidad de Apapantilla, el cual está localizado a 3 km y cuyo propietario es el Sr. Jesús Paredes. De esta manera, este ejemplo sirvió como caso de estudio, y gracias a la visita guiada a la que se acudió se logró identificar el proceso que se lleva a cabo dentro de una maquiladora de café, desde la descarga de los granos, hasta el empacado y almacenado del café en sacos para su venta.

1. Beneficio cafetalero Sr. Jesús Nelson Paredes Quiroga

El Beneficio del Sr. Paredes se encuentra localizado sobre la vialidad La Providencia, Buenavista, Puebla.

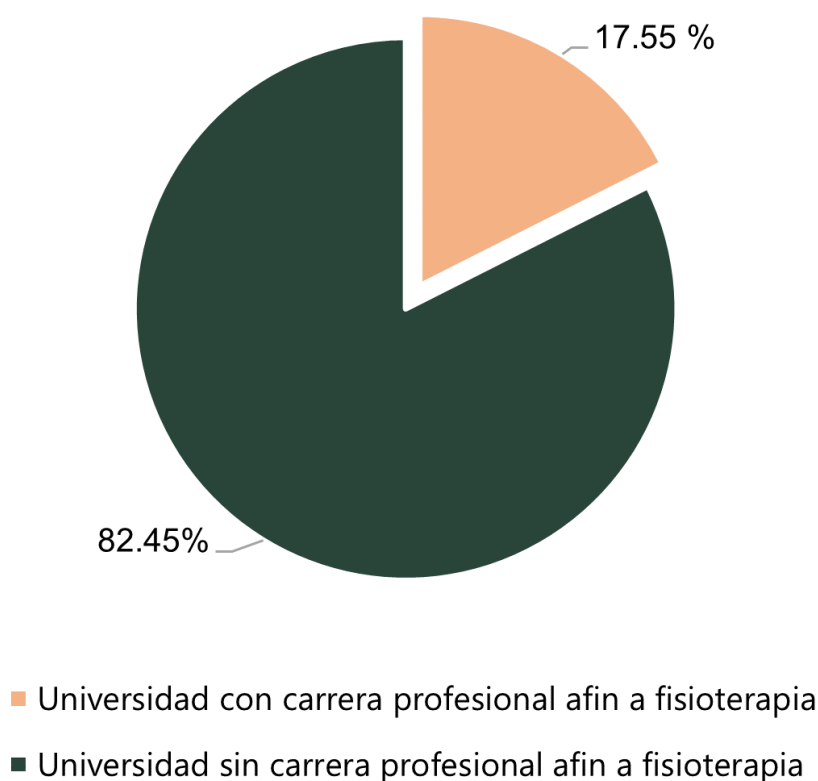


Figura 1. Localización Beneficio Sr. Jesús Nelson Paredes Quiroga

Resultados/Discusión de resultados

El Centro de producción y venta de café para la comunidad de Apapantilla, Jalpan, Puebla, conocido por sus siglas como PROVEC, desarrolla una nueva tipología arquitectónica en un edificio industrial dedicado a la limpieza, procesamiento, empaclado y venta de café.

El objetivo principal es reunir y dar soporte a todas las actividades referentes a la recepción de la producción agrícola del grano del café para procesarlo y distribuirlo como producto terminado. El centro PROVEC cuenta con las instalaciones para que directamente los productores tengan un espacio para procesar y comercializar este producto, sin tener que recurrir a un intermediario, hacendados cafetaleros, comúnmente conocidos como “coyotes”, logrando llevar a la venta el producto en forma directa.

El proyecto comprende tres etapas, la primera y la cual es el desarrollo de este trabajo, es un centro de producción y venta de café, la segunda, un mercado para comercializar el producto y la tercera, una zona de degustación. Dicho lo anterior, el edificio que se desarrolló en esta primera etapa de proyecto ejecutivo fue el del propio centro PROVEC, así como la caseta localizada en el acceso principal.

Por otro lado, debido a la naturaleza accidentada de la topografía, y tomando en cuenta que la diferencia en metros en cada una de las curvas de nivel, tomadas de Gmap, era de 10 metros, se desplantaron cuatro plataformas tomando en cuenta el que el Nivel de Piso Terminado 0.00 está localizado en el acceso, la primera y la segunda se encuentran a 1.50 N.P.T., la tercera, a 7.50 N.P.T. y una última, a 13.20 N.P.T. En la última, se desplanta el edificio en cuestión. Así, el beneficio que se desarrolló, tiene un flujo que está dado por la división de áreas en: procesamiento del café, área administrativa, área húmeda y área de mantenimiento.

El funcionamiento dentro del espacio interior fue diseñado a partir de la observación del conjunto de actividades que se deben llevar a cabo. De esta manera, el edificio PROVEC consta de una nave de 12 m de altura libre con una cubierta de armaduras de bambú y palma. Dicha cubierta tiene la particularidad de ser curva y a dos aguas, apoyada en una estructura reticulada de columnas a cada 6 m, permitiendo alojar los espacios de:

1. Área de descarga y pesado
2. Administración y oficinas

3. Área de procesamiento del café
4. Sanitarios, lavamanos, vestidores y regaderas
5. Oficina y taller de mantenimiento
6. Bodegas y almacén de producto terminado

Así, la zona de recepción de producto, comprende la oficina de atención a los productores y el área de descarga y pesado. Esta zona se encuentra directamente en la parte del acceso principal al edificio, ya que es el lugar donde se realiza el trato con el vendedor de café, para posteriormente recibir su producción, la cual llega envasada en sacos de yute de 70 kg.

Por su parte, la zona administrativa se localiza también en la parte frontal del proyecto. Cabe mencionar que el espacio destinado a esta área se proyectó a partir de la entrevista realizada al señor Juan Rodríguez, ejidatario de categoría media de la localidad de Apapantilla, quien mencionó que en el municipio existen alrededor de 185 ejidatarios y pequeños productores dedicados al café, aunque solamente son 13 los que están involucrados de tiempo completo en esta actividad. Es por ello que, en esta área se ubican una sala de espera, una sala de juntas y 8 oficinas para los productores, las cuales corresponden aproximadamente al 60 % del total de beneficiarios.

En cuanto al área húmeda, esta consta de lavabos, W.C. y regaderas con vestidores tanto para mujeres como para hombres. Siendo requisito obligatorio ducharse antes de participar en las actividades dentro de la zona de procesamiento de café, como lo son despulpado, secado y morteadado. Aunque también por higiene después de cada recepción de producto. Es importante mencionar que la cantidad espacios en esta zona, se basó en lo dictado en el Reglamento de Construcción del Estado de Puebla, Capítulo V: De las fábricas y talleres, artículo 102, el cual indica que, si en la fábrica o taller hay empleados y obreros de uno y otro sexo, los baños estarán separados por departamentos distintos. Por cada veinte obreros o empleados, habrá un baño y un mingitorio, y por cada 15 obreras o empleadas, un baño.

Por último, en la planta mezzanine, se encuentra localizada la zona de procesamiento de café, la cual cuenta con un sifón de recibo y 3 tanques de lavado con capacidad de 18 m³, donde se lleva a cabo la limpieza de los granos de café. También se encuentran 6 fermentadoras de 50 lt, 1 despulpadora y 4 secadoras con un horno de secado donde se lleva a cabo la separación de la cáscara del grano, la fermentación y el transporte del grano hacia los patios de secado del café mediante el sol, el pulido del grano para homogeneizar el color de este, su separación según densidad, forma

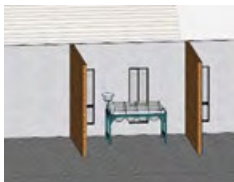
o decoloración y finalmente el pesado y envasado en sacos de henequén o yute de 70 kg, los cuales se resguardarán en el almacén de producto terminado.

El beneficio en cuestión cuenta con 14 hectáreas de predio, de las cuales 2 hectáreas son de construcción. Cabe mencionar que actualmente se cuenta con 35 personas encargadas de las actividades para la operación del lugar.

En la siguiente Tabla se hace una comparación del programa arquitectónico del beneficio visitado y el propuesto en este proyecto.

Tabla 3. Programa arquitectónico

Espacio	Caso de estudio			Centro Provec	
	M2	Mobiliario y Equipo	Imagen de caso de estudio	M2	Imagen proyecto
Área de descarga. Se controla el ingreso y salida de camionetas en esta área, también se realiza el pesaje de los sacos de café.	120	Montacargas Camionetas		80	
Área de pesado. Cuenta con una báscula encargada de confirmar el peso de los sacos que llegan, para después poder vaciar ese saco en el sifón.	60	Báscula de pesado Montacargas Cribadoras		50	
Sifón de recibo. Tanque cuadrado en donde se deposita el café en cereza y agua, ahí se limpia el café de cualquier contaminante.	60	Tolvas Mangueras Montacargas		70	
Despulpado. Se separan los granos de la cáscara (epicarpio) y parte del mucílago (mesocarpio) que las cubre mediante el desgarramiento del fruto.	120	Despulpadora		40	
Tanques de fermentación. El café despulpado se coloca en dichos tanques, se drena el agua y se recubren con lonas, de tal forma que se conserve la temperatura uniforme al interior.	120	Fermentadora		80	

Canales de corretaje o lavado. Transporte del grano de café a los patios de secado. En estos canales se lava el café a través del recorrido del grano en ellos.	120			90	
Patios de secado. Áreas en las que se seca el café por medio del sol, tienen que estar ubicados de tal manera que reciban el sol de forma directa sin ningún tipo de obstrucción que provoque sombras.	120	Patio de secado Horno de secado		120	
Secadoras. Son cilindros de lámina gruesa, de paredes agujereadas que, al irse revolucionando, mantienen en movimiento el café y lo remueve uniformemente.	120	Secadora Horno de secado		235	
Morteadado o pulido. Mejora el aspecto del grano y, sobre todo, da homogeneidad al color. Al girar el aparato los granos rozan unos con otros lográndose así el pulido.	120	Morteadora Pala		275	
Clasificación por tamaño o densidad cloro métrica. Etapa de cribado, se separan los granos de menor densidad, deformes o descoloridos e inclusive los que fueron atacados por insectos.	120	Cribadora Máquina electrónica seleccionadora de granos		40	
Empacado. Una vez realizada esta clasificación, el café obtenido, se pesa y envasa en sacos de 70 kg. Para embolsar el café se requieren sacos de henequén o yute debidamente marcados y sellados.	120	Saco de yute de 70 kg Sello empacador Lazo		40	
Almacén de producto terminado. La bodega tendrá una temperatura de 25 °C puesto que provocaría decoloraciones en el grano, entre otros daños a otra temperatura.	120	Tarimas de madera Escritorio Silla Mesa		70	

El planteamiento proyectual del centro PROVEC, se basó en una retícula compuesta de módulos de 6 m por 5 m., cada vértice se convirtió en una columna, y estas en conjunto sostienen una serie de armaduras curvas que, a su vez, sostienen la cubierta de palma.

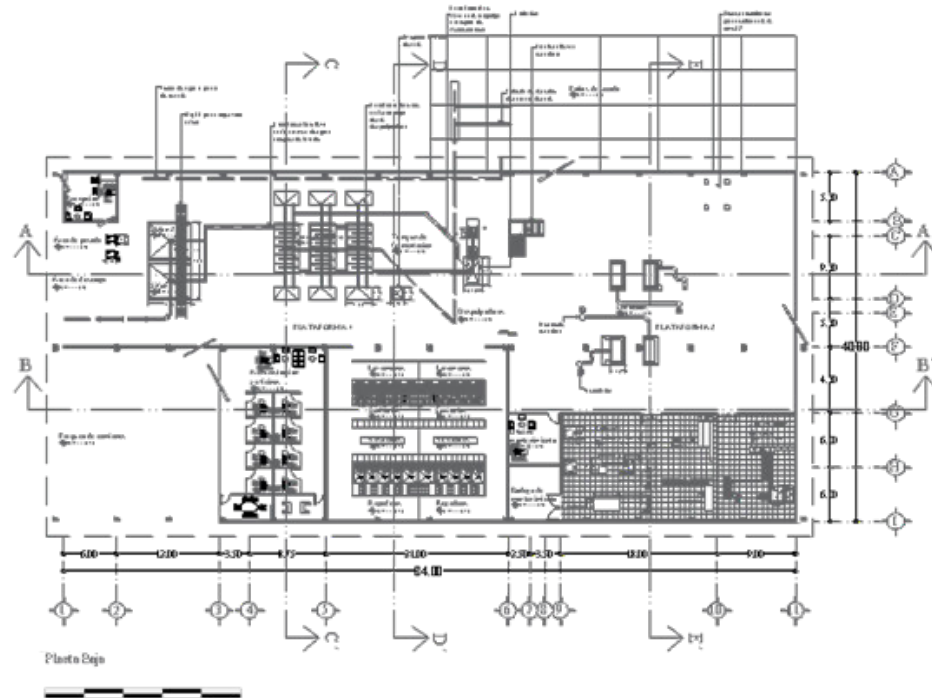


Figura 2. Planta baja Centro PROVEC

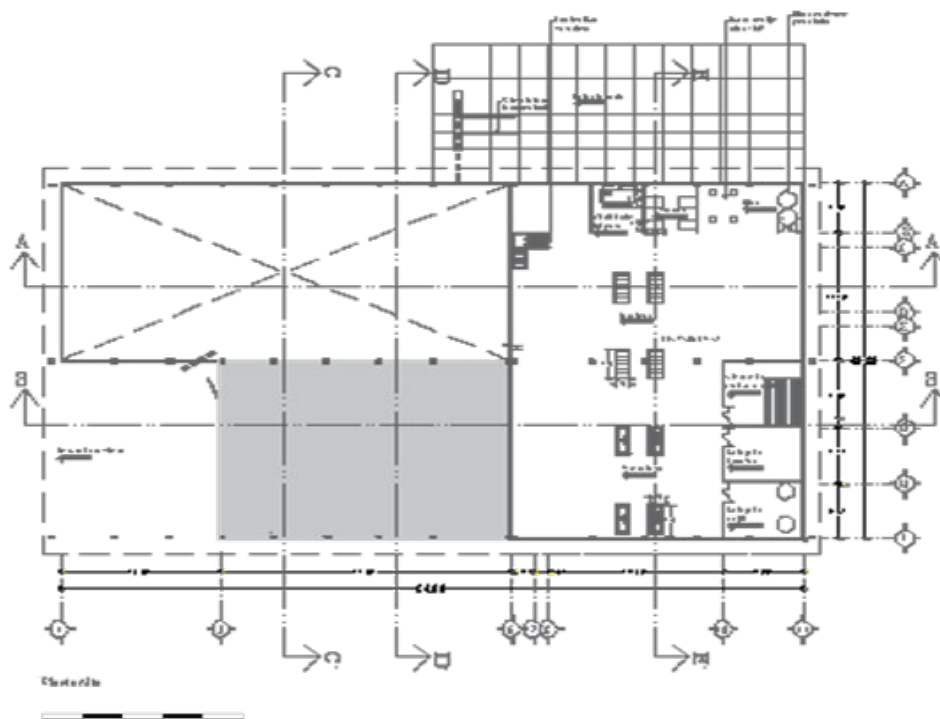


Figura 3. Planta alta Centro PROVEC

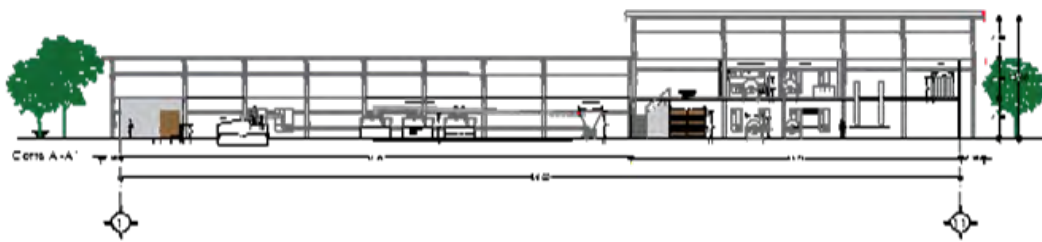


Figura 4. Corte longitudinal A-A 'de nave central

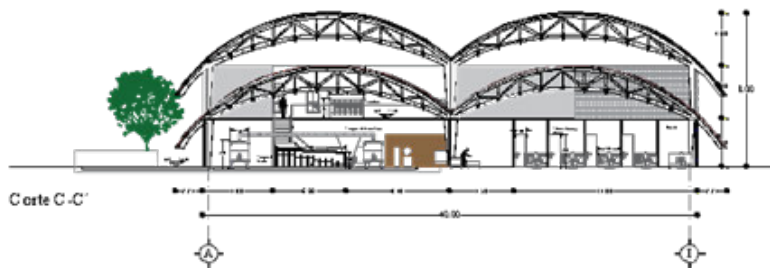


Figura 5. Corte transversal C-C' de nave central

De esta manera, el producto es transportado mediante las camionetas de cada uno de los productores, aunque se considera la opción de vehículos de carga propios del centro PROVEC, para que aquellos productores que no cuenten con transporte propio, no tengan la necesidad de pagarle a alguien el viaje de traslado de sus terrenos al centro de compra y venta.

Con el objetivo de que el edificio sea el emblema de la comunidad y el distintivo de la actividad cafetalera en la zona, se ha desarrollado en la imagen objetivo, un edificio con materiales propios del clima tropical como es el bambú, el tabique rojo recocido y el concreto aparente.

El bambú tiene la propiedad de ser biodegradable, tiene una huella ecológica baja que ayuda a reducir las emisiones de CO_2 , por su composición fibrosa permite cortes longitudinales y transversales y al tener un interior hueco, el peso del material es muy ligero consiguiendo estructuras livianas. Por otro lado, cabe mencionar que tiene una alta resistencia a tracción por lo cual es equiparable al acero, y a compresión, comparable al concreto, así también es por sus capacidades de flexibilidad, resistencia y dureza lo que lo hacen un material excelente en el ámbito de la construcción.

En este caso el bambú utilizado en la estructura de cubierta, la cual tiene una altura de 12 m, es de la especie *Guadua* y proveniente del municipio de Pantepec, región nororiental del estado de Puebla. Se debe agregar que, son alrededor de 230 elementos de bambú, entre columnas, vigas y viguetas, y que van de los 20-25 m de largo. Dicha cubierta permite la ventilación e iluminación naturales debido a la ventilación cruzada de la que es participe el centro PROVEC gracias a la estructura de bambú antes descrita, y la cual se puede observar a continuación.



Figura 4. Vientos dominantes de Noreste

Conclusiones

Esta tesis desarrolló el proyecto del centro PROVEC el cual responde a las necesidades de una comunidad cuya actividad económica principal es la producción de café. En el pasado siglo la actividad cafetalera en México ha decaído, sin embargo, hoy en día parece repuntar. El proyecto pretende apoyar a los trabajadores del campo para poder procesar y comercializar su producto de manera independiente y así no verse afectados por la baja paga que reciben al vender a precio de mero productor.

El centro PROVEC desarrolla una nueva tipología arquitectónica a partir de la observación, la visita y la investigación de campo acerca de las necesidades y requerimientos actuales de la comunidad cafetalera en Apapantilla. El edificio que integra la primera fase de desarrollo será donde se lleven a cabo las actividades de recepción, pesado, compra, limpieza, selección y envasado del producto terminado.

El original diseño con un material de la región y la volumetría de gran practicidad, sencillez y honestidad, pretende volver al edificio PROVEC un distintivo y un hito en la zona que permita crear una identidad local y dar una nueva imagen comercial de la actividad cafetalera.

Referencias bibliográficas

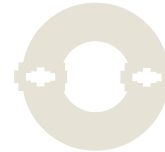
- [1] Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2019, diciembre 18). Reporte: El café en México, diagnóstico y perspectiva. Palacio Legislativo de San Lázaro. [En línea]. Recuperado: [http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/30El %20 caf %C3 %A9 %20en %20M %C3 %A9xico: %20 diagn %C3 %B3stico %20y %20perspectiva.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/30El%20caf%C3%A9%20en%20M%C3%A9xico:%20diagn%C3%B3stico%20y%20perspectiva.pdf)
- [2] J.E Hernández, (2016, enero-junio). Cortadores de café en México: El inframundo del trabajo decente. [En línea]. Recuperado: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46146927006.pdf>
- [3] G. Camarillo, Producción de café en Puebla. (s.f.) [En línea]. Recuperado: [http://derutapormexico.blogspot.com/2016/08/ produccion-de-cafe-en-Puebla.html](http://derutapormexico.blogspot.com/2016/08/produccion-de-cafe-en-Puebla.html)
- [4] Periódico El Universal, (2018, Abril 16). Producción de café en Puebla crecerá 14.40 %. [En línea]. Recuperado: [https://www.unionpuebla.mx/articulo/2018/04/16/ economia/produccion-de-cafe-en-Puebla- crecera-144-sagarpa](https://www.unionpuebla.mx/articulo/2018/04/16/economia/produccion-de-cafe-en-Puebla-crecera-144-sagarpa)



Ciudades Integrales: Identidad, sustentabilidad y enfoque de género

Ramírez, Colunga Nancy Vianey
López, Tamayo Nicolás Esteban

Universidad de las Américas Puebla, Ex-Hacienda Santa Catarina Mártir S/N Ex-
Hacienda Santa Catarina Mártir Ex-Hacienda Santa Catarina Mártir, C.P. 72810 San
Andrés Cholula, Puebla.



Área 4
Humanidades

Resumen

El crecimiento territorial y demográfico en las ciudades Latinoamericanas, está causando diversas repercusiones tanto sociales como ambientales; ya que es un crecimiento expansivo e insostenible que no prioriza la calidad de vida de los ciudadanos y el cuidado de los recursos, lo que a su vez genera diversas demandas a mayor y menor escala las cuales no son atendidas. Por lo tanto, es necesario buscar un crecimiento sustentable e integral que priorice las necesidades urbanas de cada uno de sus habitantes y que sea consciente de su entorno para crear proyectos que integren

los diversos tejidos sociales, impulsen la vida comunitaria y fomenten el aprendizaje colectivo con espacios y lugares de encuentro que se conviertan en los corazones de las ciudades. Este crecimiento es posible en San Andrés Cholula, si se implementan estrategias de apropiación del espacio y de procesos participativos a escala barrial en la planificación y gestión de la ciudad; para que mediante esfuerzos comunitarios y un urbanismo socialmente responsable se puedan crear ciudades integrales, humanas, justas, inclusivas, que sean sensibles a cada género y que sean amadas por sus habitantes.

Palabras clave

Equidad, inclusión, participación, bienestar social.

Abstract

Territorial and demographic growth in Latin American cities is causing social and environmental repercussions; since it is an expansive and unsustainable growth that does not prioritize the quality of life of citizens and the care of resources, which generates demands on a larger and smaller scale which are not met. Therefore, it is necessary to seek sustainable and comprehensive growth that prioritizes the urban needs of each of its inhabitants and is aware of their environment to create projects that integrate the social fabrics, promote community life and promote collective learning with spaces and meeting places that become the hearts of cities. This growth is possible in San Andrés Cholula if appropriation strategies and participatory processes are implemented at the neighborhood scale in the planning and management of the city; so that through community efforts and socially responsible urbanism, integral, humane, fair, inclusive cities can be created that are sensitive to each gender and that are loved by their inhabitants.

Keywords

Equity, social inclusion, citizen participation, quality of life

Glosario de abreviaturas y símbolos

ONU-HABITAT, Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos Urbanos,

CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

UVA, Unidad de Vida articulada

PMM, Planes Maestros de Movilidad

Introducción

La falta de ordenamiento territorial en las ciudades, ha repercutido directamente en la calidad de vida de los ciudadanos en los últimos años causando diferentes problemáticas y demandas tanto ambientales como sociales. Se sabe que actualmente el 55 % de la población vive en ciudades y se espera que para el 2030 este porcentaje incremente a 83 % de la población; en el caso específico del país México, se conoce que actualmente cuenta con 384 ciudades y se calcula que para el 2030 estas llegaran a ser 961 ciudades, lo cual es casi el triple de la población actual [1] [2]. Esto llega a ser un problema, porque para el caso específico de Puebla este crecimiento ha sido acelerado, expansivo, insostenible y desigual; el cual no ha priorizado las necesidades de sus habitantes y ha generado desigualdades tanto territoriales como de segregación socio-espacial, tales como la falta de vivienda digna, servicios básicos, infraestructura de calidad, movilidad urbana y sobre todo de espacio público. Asimismo, dicho crecimiento ha tenido repercusiones ambientales como la destrucción de ecosistemas o la pérdida de biodiversidad, lo cual es relevante considerando que México ocupa el quinto lugar en el grupo de países megadiversos [3].

Cabe mencionar que otra de las problemáticas urbanas, es la falta de un enfoque de género que ofrezca participación y oportunidades justas para todos; ya que hoy en día aun encontramos situaciones de inequidad, discriminación, violencia e inseguridad en las ciudades. Estas situaciones incrementan con las calles en mal estado, la falta de iluminación, el transporte descuidado o los espacios abandonados y solos que crean zonas vulnerables y de peligro especialmente para las mujeres, limitando su libertad. Es por ello, que el diseño y planificación urbana de las ciudades debe contemplar que la construcción de la ciudad debe partir del interés colectivo; en el cual la perspectiva y la participación de cada habitante sume a favor de mejores ciudades que vean por el bienestar tanto social como ambiental.

Dicho lo anterior, en este trabajo se pretende reconocer las diferentes problemáticas presentes en la ciudad de San Andrés Cholula que inhiben un crecimiento urbano integral; para generar propuestas que impulsen la construcción de ciudades más conscientes de sus habitantes, que cuiden el medio ambiente, que valoren y reconozcan sus raíces. Asimismo, se busca un cambio de enfoque de ciudad caótica a una ciudad humana, consciente, feliz, justa, diversa y sustentable; una ciudad integral que sea amada por sus habitantes. Todo lo anterior, desde una escala

barrial en donde con colaboración comunitaria se cambie el concepto de ciudad como generadora de ganancias a ciudad generadora de calidad de vida.

Siguiendo lo antes mencionado, empezaré citando a la Carta Mundial por el Derecho a la ciudad, la cual menciona que: “deben realizarse proyectos para la comunidad urbana siguiendo criterios de equidad distributiva, la complementariedad económica, respetando la cultura y la sustentabilidad ecológica para garantizar el bienestar de todos y todas los(as) habitantes, en armonía con la naturaleza, para hoy y para las futuras generaciones.” [4]; por ello, se debe buscar construir ciudades más humanas, conscientes, sensibles y sostenibles las cuales sean construidas por todos los habitantes y en donde todos tengan derecho a participar.

Del mismo modo, es igual de importante resaltar los 3 conceptos que se encuentran en el título de este trabajo: identidad, sustentabilidad y enfoque de género. Se puede definir a la identidad como el reconocimiento del pasado y las raíces de cada lugar, la sustentabilidad como el respeto a la naturaleza y el cuidado de los recursos y el medio ambiente para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer a las generaciones futuras [5] [6] y el concepto del enfoque de género, como el reconocer a cada individuo para la toma de decisiones y la creación de propuestas, independientemente la edad, la profesión, el origen étnico, la religión, la profesión, la cultura, su condición social para ofrecer las mismas oportunidades a todos.

Igualmente, un cuarto término a contemplar es el urbanismo participativo; el cual engloba los tres conceptos anteriores buscando crear proyectos que valoren lo existente para innovar y crear espacios que respondan a las necesidades de cada uno de sus habitantes reconociendo la dignidad, el potencial y el valor de cada individuo; proyectos en donde el interés colectivo y el compromiso de cada habitante aporte en la construcción de la ciudad. Todo lo anterior desde una escala barrial, ya que es en ella en donde se empieza la vida comunitaria mediante la interacción de individuos que comparten un espacio y una historia en común. Asimismo, esta escala pequeña al ser medible, permite distinguir problemas puntuales que repercuten tanto en un sitio específico como en un entorno inmediato para trabajar en propuestas colectivas y tomar decisiones que beneficien a todos.

Para aplicar lo anterior, se seleccionó la ciudad de San Andrés Cholula; la cual ha sido el resultado de un crecimiento demográfico en donde en los últimos 15 años, su población se ha duplicado siendo actualmente el 98.1 % población urbana y en donde las constantes transformaciones tanto sociales, territoriales y culturales han

acelerado este crecimiento siendo cada vez más disperso, combinado y desigual; en el cual los habitantes no son prioridad y en donde hay cierta presión sobre la tierra y los recursos naturales. Dichas transformaciones, han sido causadas por algunos eventos detonadores como: la llegada de la Universidad de las Américas Puebla UDLAP en los años 60 's, la cual trajo cambios de uso de suelo y la presencia de nuevas actividades tanto urbanas como culturales. Igualmente, otro evento detonador fue la construcción de la vía Atlixcáyotl; la cual desplazó a algunos habitantes de sus tierras, como en el caso del Municipio de Santa Clara Ocoyucan, y causó la pérdida de 2000 hectáreas de vegetación presente en esa zona.

De este modo, esta expansión territorial ha causado degradación urbana, modificando la estructura urbana de este municipio y evidenciando la falta de ciudades más vivibles y más caminables. Es por ello, que es esencial aplicar una gestión y planificación de la ciudad que priorice el bienestar de los habitantes construyendo ciudades de calidad con viviendas dignas, espacios públicos, accesibilidad a servicios, infraestructura adecuada, transporte público masivo y conectado.

Materiales y métodos

Continuando con la búsqueda y construcción de ciudades integrales, los talleres de urbanismo participativo fueron una herramienta que se implementó en dos localidades pertenecientes a San Andrés Cholula para hacer una lectura rigurosa de estas e identificar los diferentes usuarios que la habitan, sus principales preocupaciones y sus necesidades urbanas. Para ello, se analizaron las ciudades de Viena en Austria y de Medellín en Colombia como objetos de estudio; dos ciudades que han optado por elegir el urbanismo participativo en procesos urbanos para la toma de decisiones y que, gracias a ello han logrado grandes transformaciones.

La ciudad de Viena ha sido reconocida como la ciudad con la mejor calidad de vida en los últimos años y fue la primera ciudad en incluir el enfoque de género en su planificación y gestión urbana desde 1991. Estos méritos los ha conseguido gracias a la implementación de diferentes técnicas de análisis y estudio de la ciudad, tales como: exposiciones fotográficas, encuestas y campañas de concientización que además de generar información valiosa, impulsan la participación femenina. De esta forma, los resultados obtenidos con estos estudios, han sido útiles para realizar intervenciones puntuales en calles o en parques como el Parque en el distrito Margarete; así como en proyectos a gran escala como el Complejo *Fraue Werk Stadl*, creando de esta manera espacios seguros, equitativos e inclusivos. Asimismo, los

resultados obtenidos de dichos estudios han sido considerados para crear nuevas políticas, estableciendo leyes y regulaciones que fomentan un enfoque de género.

Igualmente, el segundo objeto de estudio es Medellín en Colombia, una ciudad que ha elegido el urbanismo social como estrategia de planeación; la cual ha beneficiado en la transformación de su paisaje y su imagen urbana convirtiendo a Medellín en un ejemplo de ciudad en Latinoamérica. Estas mejoras, se han logrado gracias a la creación de proyectos que han sido detonadores de cambio, como las UVAS, el parque lineal (Parques de Río Medellín) o los parques bibliotecas; todos estos proyectos han contribuido en crear un sentido de comunidad ayudando a disminuir la inseguridad y violencia presente desde años atrás. De la misma manera que Viena, esta ciudad ha implementado políticas como los PMM o el Plan Milenio; los cuales han construido una ciudad más conectada y sustentable.

Después de analizar los casos de estudio anteriores, se pudo observar que tanto Viena como Medellín son ciudades que se han esforzado en incluir la opinión de sus habitantes en los procesos de planeación y gestión urbana; lo cual ha beneficiado a ambos casos creando ciudades más humanas, conscientes y de calidad. Todo esto, gracias a la aplicación de un urbanismo socialmente responsable basado en el uso de estrategias que incluyen tanto la apropiación y la participación como el uso de recursos para la gestión, diseño, creación y construcción de proyectos que benefician a todos.

En efecto, se sabe que existen varias técnicas y herramientas para integrar la participación ciudadana en los procesos de ordenamiento territorial, tales como: consultas públicas, la realización de encuestas, talleres, etc. Considerando lo anterior y siguiendo el propósito de este trabajo, se optó por realizar 2 talleres de planeación participativa en dos localidades de San Andrés Cholula: San Bernardino Tlaxcalancingo y San Antonio Cacalotepec; ambas comunidades vecinas en las que su crecimiento no ha sido integral y ha afectado la calidad de vida de los habitantes. Los talleres realizados se basaron en una metodología que incluye: la identificación del lugar, el reconocimiento de las principales problemáticas, así como las causas y consecuencias de estas problemáticas, el planteamiento de objetivos específicos realistas y alcanzables, y la asignación de roles o comités que procuren el seguimiento de este plan de acción.

De igual forma, se aplicó una encuesta hacia un segmento de la población femenina partiendo de la premisa de que la presencia de la mujer ha aumentado en la vida urbana en los últimos años en horarios distintos y escenarios variables; por lo

cual es importante plantearse algunas preguntas como: ¿realmente la gestión y planificación de la ciudad responde a las necesidades de las mujeres?, ¿cuál es la percepción de la mujer en cuanto a la ciudad?, ¿qué necesitan las mujeres para el desarrollo de ellas en la ciudad de una manera incluyente y segura?, ¿qué estrategias se pueden implementar para fomentar un bienestar de ciudad?. Para ello, se decidió realizar una encuesta a un total de 54 mujeres de entre 15 años y 50 años que viven, trabajan o estudian en San Andrés Cholula para conocer su percepción de la ciudad e igualmente, saber si el equipamiento, el transporte y ciertos espacios son seguros, inclusivos y adecuados para ellas. Dicha encuesta aplicada, estaba formada de 18 preguntas divididas en 3 secciones: la primera parte analizaba la percepción de la mujer en su entorno inmediato, la segunda parte se enfocaba en la percepción del espacio a escala urbana y en la última parte, se analizaban los espacios que necesita incluir la ciudad desde la visión de lo femenino.

Ambas estrategias de urbanismo participativo, se emplearon a una escala barrial y pequeña en donde fue posible el acercamiento a los ciudadanos, compartiendo y poniendo en disposición el conocimiento adquirido sobre estos temas para poder identificar: ¿qué problemáticas inhiben el crecimiento consciente de estas localidades?, ¿qué se puede hacer?, ¿cómo se pueden abarcar cada una de estas problemáticas? Ante esto, en el siguiente apartado, se muestran los resultados obtenidos con cada una de las metodologías implementadas.

Resultados/Discusión de resultados

A continuación, se presentarán algunos de los resultados obtenidos de los talleres realizados en el Municipio de San Andrés Cholula en las localidades de San Antonio Cacalotepec y San Bernardino Tlaxcalancingo; así como los resultados más relevantes de la encuesta aplicada a las mujeres.

Resultados del Taller de San Bernardino Tlaxcalancingo

Tabla 1. Problemas identificados por la comunidad.

Equipo	Causas	Problemas	Efectos
Equipo 1. Cuayantla	Crecimiento poblacional	Falta de drenaje pluvial, calles sin continuación, falta de banquetas, abundancia de perros y escasez de agua.	Contaminación, inundaciones, inseguridad, tráfico.
Equipo 2. Xicotzingo	Mala planificación inicial y apatía de la gente	Falta de vialidades, escasez de agua, drenaje insuficiente, inseguridad, falta de valores.	Tráfico, inundaciones.
Equipo 3. Galeotitla	Desinterés de la comunidad	Falta de drenaje, inseguridad, pérdida de comunidad.	
Equipo 4. Coyotepec	Intereses políticos, crecimiento de la población, llegada de personas foráneas	Inseguridad, falta de agua, mala planeación, pérdida de comunidad.	Mala calidad de vida.
Equipo 5. Xinastla Tecmanitla	Uso excesivo del automóvil, mal sistema de transporte, falta de educación y desempleo	falta de vialidades, inseguridad, inundaciones.	
Equipo 6. San Diego Xochitepec	Crecimiento poblacional, desigualdad social, intereses económicos externos	Desarrollo urbano y contaminación.	Pérdida de territorio e inundaciones.

En la Tabla 1 se presentan las problemáticas, las causas y efectos que reconocieron los usuarios de San Bernardino, Tlaxcalancingo que impiden el desarrollo adecuado de esta localidad.

Tabla 2. Cuantificación de problemáticas.

Problema	Puntuación	Orden de Prioridad
Inseguridad	6	1
Infraestructura	6	1
Movilidad	6	1
Pérdida de comunidad	3	2
Suelo urbano	3	2
Planeación	6	1
Equipamiento urbano	3	2

En la Tabla 2, se presenta el análisis de las problemáticas identificadas por los habitantes de San Bernardino Tlaxcalancingo, junto con el reconocimiento de las más importantes a gestionar de acuerdo a las necesidades de la comunidad.

Tabla 3. Tabla de Plan de Acción de cada problema.

	Inseguridad	Infraestructura	Planeación	Movilidad
¿Qué?	Recuperar la tranquilidad de la gente	Impulsar un crecimiento en base al desarrollo y las necesidades de la comunidad	Organizarse	Mejorar la movilidad peatonal y vehicular
¿Para qué?	Mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y la confianza en la sociedad	Para que a mediano o largo plazo no se vuelvan insuficientes	Obtener beneficios a corto, mediano y largo plazo	Optimizar tiempos, evitar embotellamientos y mejorar calidad de vida
¿Cómo?	Creando comités, fomentando convivencia y promoviendo valores	Tomando en cuenta a la comunidad y sus servicios públicos	Vinculándose con el municipio y proponiendo alternativas	A través de planeación, educación vial y fomentar el uso de bicicletas
¿Cuándo?	En un mes, con reuniones en fin de semana	En un mes	Desde ahora hasta diciembre	Entre 1 o 2 meses
¿Dónde?	En su ámbito, calles y familia	En la infraestructura del poblado	En Tlaxcalancingo	Donde sea necesario
¿Con qué?	Con recursos públicos y privados	Con recursos públicos y privados	Con recursos de la cabecera municipal	Consenso de la ciudadanía y con el apoyo de la autoridad auxiliar y municipal
¿Quién?	Elizabeth Xinachtl	Maurilio G.M	José Cuaya y Miguel Galeote	Comité en conjunto y consejo ciudadano. Barbara Coatl

En la Tabla 3, se muestran las problemáticas principales identificadas por los habitantes de San Bernardino, Tlaxcalancingo junto con las estrategias a implementar y los comités asignados.

Resultados de la encuesta hacia la mujer

Con respecto a la encuesta realizada hacia un segmento de la población femenina del Municipio de San Andrés Cholula, los resultados obtenidos son los siguientes:

En la primera parte de la encuesta, se realizaron preguntas enfocadas al análisis de la percepción de la mujer sobre su entorno inmediato; una de estas preguntas cuestionaba sobre los lugares que les gustaría que hubiera en su entorno urbano, en donde entre las respuestas destacaron los espacios caminables y alumbrados. De esta manera, la respuesta anterior permite darnos una idea del tipo de movilidad que buscan las mujeres y algunas deficiencias que existen en la ciudad, tales como: la falta de accesibilidad al transporte y de conectividad de este.

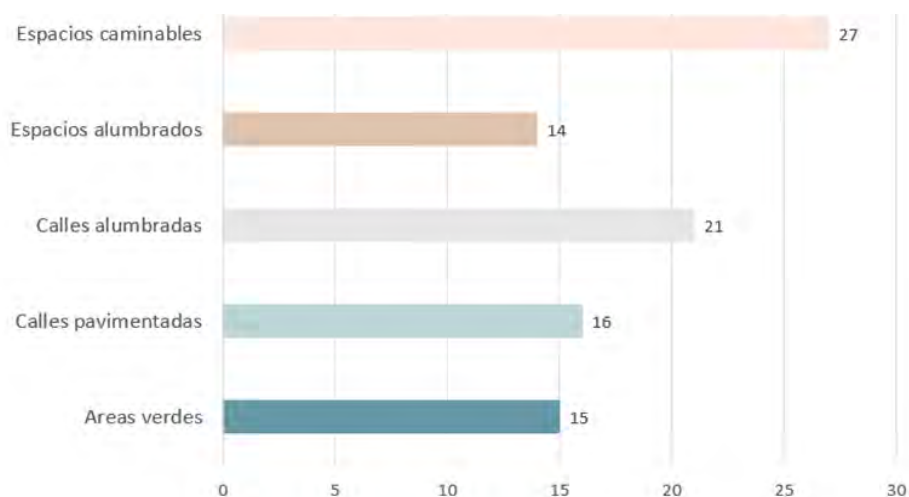


Gráfico 1: Percepción de la ciudad. ¿Qué te gustaría que hubiera en dónde vives?

Siguiendo con los resultados obtenidos, la segunda parte se enfocó en conocer su percepción de la ciudad respecto a los espacios a escala urbana y las sensaciones generadas al habitar y vivir la ciudad. Dentro de las respuestas a esta pregunta mencionaron que percibían a la ciudad sucia, caótica y estresante principalmente por el congestionamiento vial y el descuido de algunas zonas.

De igual forma, en esta segunda parte se analizó el estado emocional en la vida urbana de las mujeres, en el cual se identificó que, aunque 12 personas se sienten felices y orgullosas de su ciudad por la riqueza cultural y las oportunidades

educativas que brinda; no obstante, el 77.8 % de las encuestadas respondió que se sienten inseguras. Se conoce que dicho sentimiento de inseguridad, es influenciado principalmente por los medios de comunicación y las redes sociales que reportan los casos de violencia de género, la desaparición de mujeres, los asaltos y robos registrados en la ciudad de Puebla en los últimos años. Es así como dichos eventos han causado que la población femenina viva con miedo limitando su libertad, su vida urbana y su calidad de vida.

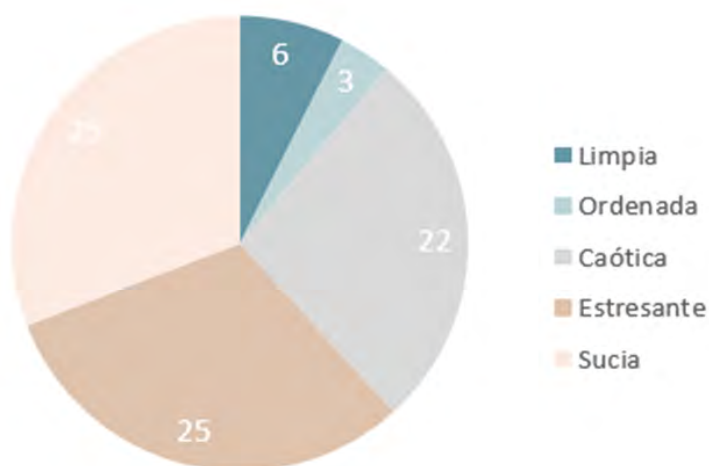


Gráfico 2: Percepción de la ciudad. ¿Cómo percibes la ciudad?

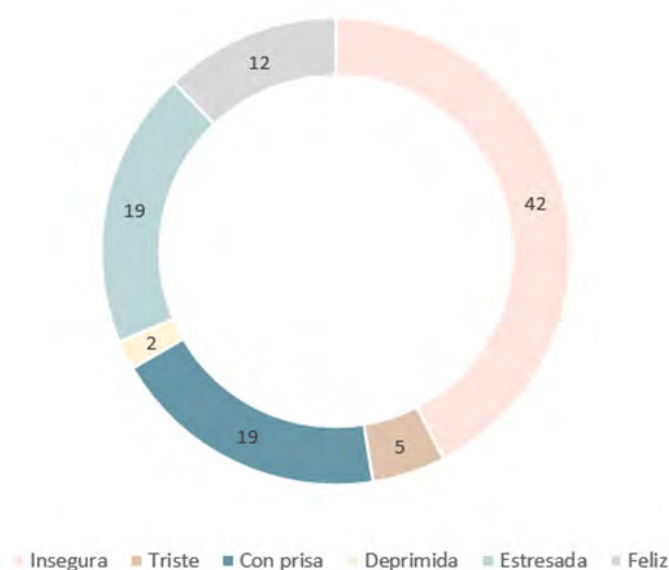


Gráfico 3: Percepción de la ciudad. ¿Cómo te sientes en la ciudad?

De acuerdo a lo anterior, otros aspectos que también interviene en la percepción de la ciudad del miedo, son la imagen y diseño urbano; es por eso, que en la tercera parte de la encuesta también se identificaron los espacios que eran considerados como lugares de peligro. Evidentemente, las vialidades muy grandes y sin espacio para el peatón, las calles descuidadas, la falta de alumbrado y de mantenimiento, crean ambientes de inseguridad y miedo. De la misma manera, en esta sección también se preguntó sobre los espacios que percibían como seguros generándoles bienestar y felicidad; dentro de las respuestas mencionaron que espacios como las universidades, las iglesias, los parques cerrados, algunos centros comerciales y las zonas turísticas son lugares en donde se sienten cómodas y en los que el común denominador es que son cerrados, hay muchas personas, están iluminados y hay vigilancia.

Tabla 4: Percepción de la ciudad.

¿Qué lugares de la ciudad te deprimen o te hacen sentir insegura?

Menciona al menos 2 y especifica la razón.

¿Qué lugares de la ciudad te hacen sentir segura, te hacen sentir feliz?

Espacios inseguros	Espacios seguros
Callejones, puentes, transporte público, mercados, zonas descuidadas, estacionamientos, lugares abandonados, colonias de escasos recursos.	Casa, espacios verdes y limpios, algunas universidades, espacios donde hay gente
Zonas: Centro, Capu, San Manuel, La marga-rita, San Ramón, San Sebastián.	Iglesias. Lomas de Angelópolis, San Andrés y San Pedro Cholula.

Asimismo, en esta parte de la encuesta se cuestionó si los espacios que brinda la ciudad satisfacen las actividades y necesidades de cada género permitiéndoles realizar sus actividades; o si estos necesitan replantearse y modificarse. Dentro de las respuestas obtenidas destaca la necesidad de espacios recreativos y culturales, zonas de lactancia, centros médicos especializados, centros de apoyo y ayuda a la mujer. Sin embargo, aunque este estudio fue orientado solamente a la población femenina, se llegó a la conclusión de que todos merecen espacios para desarrollarse y fortalecer su identidad. No obstante, es importante reconocer que es una ciudad en donde ambos interactúan, por lo que es indispensable saber convivir con respeto.

La última pregunta de la encuesta, se enfocó en conocer el rol que tiene la mujer actualmente en su vivienda, colonia, trabajo en su ciudad. Las respuestas permitieron distinguir los diversos roles que tienen las mujeres actualmente; así como la consciencia social que existe ofreciéndoles mayores oportunidades y participación.

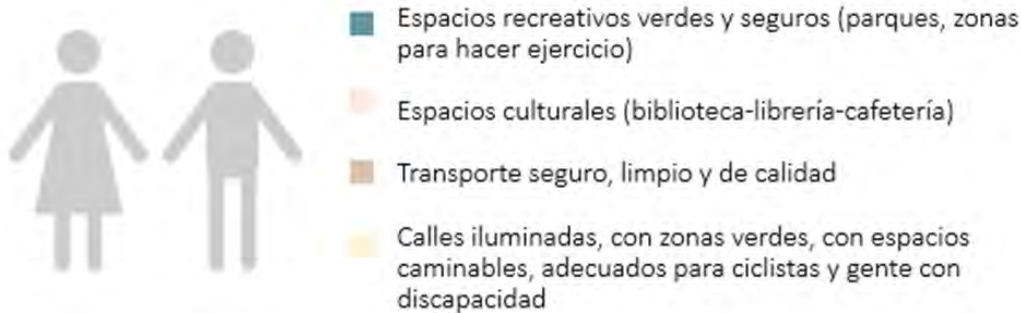


Gráfico 4: Percepción de la ciudad.
¿Qué espacios o lugares crees que necesita la mujer en una ciudad o qué debería haber más? y ¿Qué espacios o lugares crees que necesita el hombre en una ciudad o qué debería haber más?

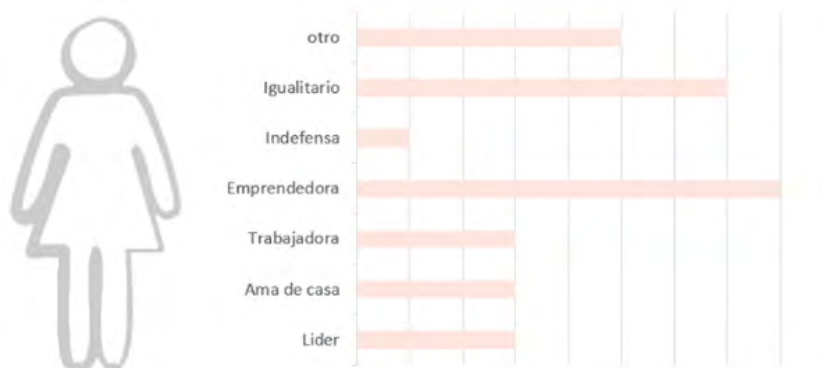


Gráfico 5: Percepción de la ciudad.
¿Cuál crees que es el papel de la mujer en la ciudad, en la colonia o el fraccionamiento actualmente?

De esta manera, la encuesta anterior además de contribuir a este trabajo con el estudio de la ciudad, ayudó a crear consciencia sobre cómo perciben las mujeres la ciudad y saber realmente qué necesitan; lo cual es de gran relevancia para mejora de la ciudad.

Conclusiones

Mediante la realización de los talleres de planeación comunitaria se logró reconocer que para los habitantes de Cholula es importante conservar sus usos y costumbres como forma de valorar su identidad; sin embargo, es algo que se ha ido perdiendo en los últimos años. Asimismo, dentro de las problemáticas que se distinguieron con ambos estudios fueron: la falta de planeación urbana, la deficiencia de estrategias de movilidad y la insuficiencia de infraestructura urbana especialmente agua y drenaje.

De igual modo, estos talleres evidenciaron que es posible empezar a hacer cambios positivos en la ciudad mediante el urbanismo participativo; pero es importante considerar que debe existir interés, compromiso, colaboración y trabajo de equipo para generar propuestas de calidad. De igual forma, se reconoció que a pesar de que San Antonio Cacalotepec y San Bernardino, Tlaxcalancingo son localidades vecinas y se implementó la misma metodología, el desarrollo de cada taller fue diferente; es por ello, que es sumamente importante considerar cada caso como único y brindarle la atención necesaria desde un ambiente de respeto, confianza y compromiso.

Por otro lado, la encuesta realizada hacia las mujeres evidenció que el diseño de la ciudad está basado en el automóvil con vialidades muy amplias y banquetas pequeñas; por lo cual es importante implementar estrategias que prioricen la escala humana. Además, se reconoció que, aunque San Andrés Cholula y San Pedro Cholula son percibidas como zonas seguras; algunas zonas al norte y al sur de Puebla no lo son. Por ello, es indispensable prestar suma atención a los espacios descuidados, solitarios, con falta de iluminación y mantenimiento; ya que estos se vuelven las principales zonas de peligro en la ciudad, restringiendo la libertad y la vida urbana de la mujer, además de aumentar los problemas de delincuencia, violencia y robos en la ciudad. Igualmente, con esta encuesta se identificó la falta de espacios recreativos, verdes y seguros, de transporte seguro, limpio y de calidad, de calles completas con espacios caminables, para ciclistas y gente con alguna discapacidad.

De este modo, los resultados obtenidos de los estudios anteriores evidenciaron la falta de planeación; lo cual además de tener repercusiones en la calidad de la ciudad afecta en el bienestar de las personas. Es por ello, que con base en los resultados obtenidos se crearon algunos principios ordenadores de urbanismo participativo con enfoque de género para generar ciudades integrales. Dichos principios se muestran a continuación:

Principios ordenadores del urbanismo participativo con enfoque de género

- Espacios caminables: generar distancias cortas donde el peatón sea la prioridad y se siga la pirámide de movilidad urbana para crear redes peatonales conectadas y accesibles para todos.
- Diseño preventivo aplicado a la infraestructura urbana: poner atención en elementos como la iluminación para disminuir percepciones de inseguridad que pueden causar ansiedad o estrés.

- Áreas verdes como inversión: optar por mayor cantidad de espacios verdes en la ciudad que además de mejorar la calidad del medio ambiente, fomentan una vida comunitaria.
- Aumentar el número de espacios públicos: crear espacios con áreas culturales, recreativas y educativas de calidad, que permitan tener un acercamiento con la naturaleza y que sean conscientes de la diversidad social y cultural impulsando la vida comunitaria conectando los diferentes tejidos urbanos.
- Implementar tecnologías inteligentes: botones de pánico en áreas vulnerables o lugares de peligro para brindar seguridad; así como agregar botones en los semáforos para aumentar el tiempo de espera según la necesidad de cada persona.
- Crear focos captadores de información en zonas estratégicas de la ciudad en donde la gente pueda proponer mejoras urbanas.
- Campañas de concientización: fomentar campañas y espacios de concientización en torno a temas importantes como: el enfoque de género, la conciencia ambiental, etc.
- Reactivación de zonas abandonadas o descuidadas: uso de técnicas de apropiación y colaboración para crear sentido de pertenencia e identidad transformando la visión y percepción de estos lugares.
- Centros comunitarios: crear lugares de apoyo y asesoramiento para mujeres que busquen el empoderamiento de las comunidades y que sean accesibles para todos.

Asimismo, para lograr el desarrollo sostenible de San Andrés Cholula; se proponen los siguientes puntos:

- I. Impulsar la gestión democrática mediante talleres de urbanismo participativo para crear ciudades integrales.
- II. Generar proyectos de calidad que fortalezcan los vínculos barriales y que reconozcan tanto al sitio como a sus habitantes, construyendo una ciudad conectada, inclusiva y segura.
- III. Incorporar la perspectiva de género en movilidad y vivienda tanto en la normativa, como en la creación de espacios conscientes de la diversidad social a partir de la participación comunitaria.

Finalmente, una ciudad integral es una ciudad inclusiva, segura, justa, consciente, en donde la solidaridad y la empatía se reconocen, en donde existe una cultura ambiental y se entiende que la ciudad es un compromiso de todos. Se pueden crear ciudades, habitables y vivibles que son amadas por sus habitantes.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este trabajo puede servir como guía para la realización de talleres de urbanismo participativo; así como la creación de encuestas para ayudar a resolver problemáticas actuales presentes en las localidades de Puebla. Tanto los talleres como las encuestas, pueden realizarse periódicamente para mejoras constantes de la ciudad.

Agradecimientos

Me gustaría iniciar dando gracias a Dios por el gran regalo de la vida, por darme fuerzas e iluminarme con cada palabra escrita y redactada en este documento. Igualmente, quiero agradecerle a cada integrante de mi familia quienes confiaron, creyeron en mí y me apoyaron en cada decisión tomada a lo largo de esta etapa, acompañándome en todo el proceso e inculcándome valores y aptitudes que reflejo en el presente trabajo.

Asimismo, quiero agradecer a cada uno de mis profesores de carrera quienes me compartieron de sus conocimientos y aprendizajes, los cuales me permitieron fortalecer y profundizar mis conocimientos; especialmente gracias a la Dra. Melissa Schumacher quien me ayudó a encontrar la pasión por ayudar a otros a través de la arquitectura y realizar proyectos sociales. También quiero agradecer a la Dra. Emma Morales quien me enseñó a observar la ciudad y a querer hacer cambios para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Igualmente, un especial agradecimiento al Dr. Nicolás Esteban López Tamayo quien dirigió mi trabajo de investigación por estos años escuchándome y resolviendo con paciencia cada una de mis dudas, compartiéndome sus profundos conocimientos y experiencias en estos temas y guiándome en cada paso para la realización exitosa de este trabajo; sin duda alguna, es un honor que haya sido mi mentor de proyecto de investigación y de vida.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos quienes me brindaron palabras de aliento y estuvieron dispuestos a escuchar cada una de mis ideas, apoyándome y confiando en mí.

A todos ellos, infinitas gracias de corazón.

Referencias bibliográficas

- [1] ONU-HABITAT, «Tendencias de desarrollo urbano en México,» 20 junio 2017. [En línea]. Disponible en: https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico#_ftn1.
- [2] Foro Social Mundial, «Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad,» Porto Alegre, 2005.
- [3] Naciones Unidas, «Nuestro Futuro Común,» Oxford University Press, 1987.
- [4] CONANP, «México Megadiverso,» 06 septiembre 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/mexico-megadiverso-173682#:~:text=M%C3%A9xico%20ocupa%20el%20quinto%20lugar, en%20reptiles%20de%20todo%20planeta.&text=Dentro%20del%20grupo%20de%20los,%2C%20Colombia%2C%20China%20e%20Indonesia>.
- [5] ONU-HABITAD, «Componentes del derecho a la ciudad,» 24 febrero 2020. [En línea]. Disponible en: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/componentes-del-derecho-a-la-ciudad>.
- [6] Banco Mundial, «Desarrollo urbano,» 20 abril 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>.
- [7] Consejo y la Secretaría de la Carta de la Tierra Internacional, «Carta de la Tierra,» 2000. [En línea].

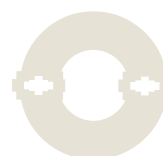


El estudio de la enfermedad mental en la ciudad de Puebla. La profesionalización de la psiquiatría en los siglos XIX y XX

^a Ramírez Velasco Eva Berenice*, ^b Jiménez Marce, Rogelio

^a Facultad de Filosofía y Letras. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. Juan de Palafox y Mendoza N° 229. Col. Centro, 7200, Puebla, Puebla.

*b3re9e@gmail.com



Área 4
Humanidades

Resumen

La atención a la locura en la ciudad de Puebla se remonta a finales del siglo XVI cuando se construyó el hospital de San Roque por la orden religiosa de los Hipólitos, quienes, movidos por un sentimiento de caridad, promovieron el cuidado de los enfermos mentales. Tras la independencia de México, el Estado asumió el cuidado de los enfermos mentales, por lo que siguiendo las ideas alienistas se sustituyeron los malos tratos con medidas como la distracción y la coerción limitada, además de que se buscó salvaguardar los derechos de los enfermos. Durante el Porfiriato, los médicos buscaron

darle científicidad a la terapéutica y se trató de prevenir los males que causaba la degeneración. En el siglo XX, se estableció un nuevo modelo de atención psiquiátrica que ponían atención en la higiene mental, durante la primera mitad del siglo XX, y en la Salud Mental, en la segunda mitad, lo que favoreció que se integraran, tanto en los establecimientos públicos como en los privados, nuevos elementos como la trabajadora social y el psicólogo, así como novedosos modelos terapéuticos que permitieron la integración del paciente con la comunidad a través de la consulta externa y el hospital-granja.

Palabras clave

Hospital de San Roque, Alienismo, Psiquiatría, Higiene Mental, Salud Mental.

Abstract

The attention to madness in the city of Puebla dates back to the end of the 16th century when the San Roque hospital was built by the religious order of the Hipólitos, who, moved by a feeling of charity, promoted the care of the mentally ill. After the independence of Mexico, the State assumed the care of the mentally ill, so following alienist ideas, mistreatment was replaced with measures such as distraction and limited coercion, in addition to seeking to safeguard the rights of the sick. During the Porfiriato, the doctors sought to give scientificity to the therapy and they tried to prevent the evils caused by degeneration. In the 20th century, a new model of psychiatric care was established that paid attention to mental hygiene, in the first half of the 20th century, and Mental Health, in the second half, which favored their integration, both in the Public and private establishments, new elements such as the social worker and the psychologist, as well as new therapeutic models that allowed the integration of the patient with the community through the outpatient consultation and the hospital-farm.

Keywords

San Roque Hospital, Alienism, Psychiatry, Mental Hygiene, Mental Health.

Glosario de abreviaturas y símbolos

AGEP. Archivo General del Estado de Puebla

OMS, Organización Mundial de la Salud.

Introducción

La mente humana ha sido objeto de interés desde tiempos muy remotos. En la antigua Grecia, el médico Hipócrates ubicaba la personalidad en el cerebro y atribuía sus afecciones al desequilibrio de los humores del cuerpo. [1] El conocimiento de la mente, y sus enfermedades, pasarían por distintas etapas hasta que ganaron preponderancia las lesiones orgánicas y los factores psicológicos como los causantes de los problemas mentales, con lo que aparecieron nuevas disciplinas que eran ajenas al campo médico y filosófico, [2] tal como sucedió con el alienismo que fue un movimiento filantrópico desarrollado entre los siglos XVIII y XIX en Europa, [3] el cual buscaba una reforma social a partir de la secularización de los establecimientos de caridad [4] y la aplicación de estrategias tendientes a la recuperación de la salud de la mente. Así, el hospital se convirtió en un espacio para llevar a cabo el régimen de vida propuesto por el higienismo [5] y en donde el médico actuaba como un facilitador cuyas funciones trascendieran los muros del manicomio, debido a la colaboración que tuvo con otros poderes reguladores como el de los jueces [6].

El tratamiento moral propuesto en Francia por Phillipe Pinel y su discípulo Jean Etienne Esquirol [7] buscó la recuperación de la subjetividad del enfermo, es decir, su capacidad de reconocer su propia locura, [8] lo cual, en el siglo XX, permitió la separación de la psiquiatría y la psicología. Estas disciplinas, junto con otras del área de las humanidades, crearían el paradigma de la higiene mental que, durante la década de 1930, implementó medidas profilácticas destinadas a la comunidad en general y que en las siguientes tres décadas, se complementarían con innovaciones tecnológicas que hicieron que el médico ya no se considerara el principal actor en la recuperación de la salud mental, además de que se desestigmatizaron ciertos padecimientos [9], [10].

La comprensión de la enfermedad mental en México no sería ajena a las transformaciones mencionadas. Así, se pasó de una visión teológica de la curación, dominante en el siglo XVIII, [11] a una teoría filantrópica en el siglo XIX, con lo que no solo se logró una mayor cientificidad, sino que se creó una amplia retórica legal para caracterizar a los enfermos que cometieron delitos. En el afán de presentar al país como una nación moderna, se asoció el bienestar con el control social. [12][13] La consolidación de la psiquiatría se produjo hasta la década de 1920. En estos años se creó el primer gremio de especialistas en esta área cuya legitimidad se consolidó en los años siguientes, merced al estipularse que la psiquiatría sería una materia obligatoria en la Academia de Medicina, además de la participación de psiquiatras

en las políticas públicas y en la aparición de nuevos modelos terapéuticos que seguían las disposiciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [9] [14].

En el caso particular de Puebla, las investigaciones sobre el Hospital de San Roque han centrado su atención en aspectos administrativos como la separación de los pacientes por sexo, medida que permitió que en 1869 se dispusiera que ese lugar solo albergara mujeres. Aunque en Puebla se utilizaban las ideas filantrópicas ilustradas que buscaban mejorar la calidad de vida de los enajenados, sería hasta el Porfiriato (1876-1910) cuando se aplicaran algunas políticas modernizadoras que buscaron hacer del hospital un centro científico más que un asilo de los enfermos [12] [15] [16] [17] [18]. Es de destacar que el estudio sobre la enfermedad mental en Puebla, durante el siglo XX, ha sido poco abordado. En este contexto, la investigación busca analizar cómo se asimilaron los paradigmas psiquiátricos en el Hospital de San Roque, pues aparecieron nuevos modelos de atención que trataban de eliminar el estigma de la enfermedad, demandaban un mayor compromiso del Estado y la participación de la sociedad en el proceso terapéutico. Este trabajo se divide en tres apartados: hablar de psiquiatría (desarrollo del concepto), el desarrollo de la psiquiatría en México y la atención de la locura en Puebla: el primer Hospital de Dementes al Hospital Rafael Serrano.

Materiales y métodos

El presente estudio se hizo a partir del análisis de fuentes bibliográficas en materia de historia de la psiquiatría, de la consulta de ejemplares de la Revista Salud Pública de México de la década de 1960 y de la investigación de archivo en el Fondo Hospital de Dementes del Archivo General del Estado de Puebla (AGEP), con el objetivo de comprender cómo ha sido tratada la enfermedad mental en Puebla en el transcurrir de los siglos XIX y XX. Ello con la intención de entender cómo se produjo la asimilación de paradigmas científicos y la utilización de ciertas tecnologías para su tratamiento. El hospital de San Roque finalizó sus actividades en la década de 1980 en el marco de un nuevo modelo terapéutico de integración a la comunidad, idea que guió las operaciones del hospital Rafael Serrano, mismo que se creó en 1967. En este trabajo, se recupera la definición de Andrés Ríos Molina respecto al loco como aquel que habitaba el manicomio, [8] aunque se tiene en cuenta que la terminología empleada por la psiquiatría variaba de acuerdo al contexto cultural y político, [19] lo cual no solo ayudará a evitar anacronismos, sino que además permite mostrar una distancia entre lo que los médicos escribían sobre la locura y lo que realmente ocurría en los establecimientos [20].

Resultados

Hablar de psiquiatría (desarrollo del concepto)

La corriente denominada alienismo apareció en Europa entre los siglos XVIII y XIX, [3] la cual sustentaba una concepción dualista para explicar la enfermedad mental que se asociaba con el alma, misma que algunos teóricos situaban en el cerebro, y que buscaba una reforma social a través de la filantropía y la secularización de los establecimientos de caridad. En la definición del alienismo no solo tendría presencia el conocimiento médico sino también el filosófico, pues esta buscaba explicar la locura por medio de las ideas de Platón quien creía que las pasiones afectaban la condición física y viceversa. La búsqueda de la secularización de la consciencia en el siglo XIX, no estaría exenta de una respuesta de tinte científico-filosófico por parte de la iglesia católica [2][4] [21] [22] [23].

La palabra psiquiatría (del griego *psique*, alma, e *iatría*, curación) sería concebida por Johann Christian Reil, en 1808, con el propósito de crear una disciplina médica independiente que buscara la cura de los problemas psíquicos tomando en cuenta el factor somático, lo cual le otorgaba legitimidad en la medicina pues se tomaba conciencia de que las enfermedades no podían entenderse simplemente desde el ámbito mental, químico o físico, sino que existía una continuidad que era posible analizar a través de las tres ramas mayores de la medicina: psiquiatría, farmacia y cirugía. [23]. En la historia de la psiquiatría, se le ha otorgado atención a la propuesta de tratamiento moral desarrollada por Phillipe Pinel, la cual se basaba en la aplicación de un régimen que, desde el punto de vista higiénico, se podía llevar de manera ideal dentro del hospital, por las posibilidades que ofrecía de establecer un control de las costumbres, el aire, la comida y otros factores, situación que no se podía llevar a cabo en un nivel macroscópico como en la ciudad. Un lugar cerrado se concebía como el ambiente idóneo para la conservación de la salud y permitía legitimar la autoridad del médico quien contaba con las “herramientas” para curar al paciente [5] [24].

A este respecto, Foucault planteó que el hospital surgió como un espacio jurídico policial en el que se aplicaron “instrumentos normalizadores” en el seno de una sociedad disciplinar, misma que encontraba en las instituciones el ambiente adecuado para vigilar a través de la exclusión [25] [26]. En ellas, el médico, como garante de la ciencia, la moral y lo jurídico, podía inmiscuirse en la subjetividad del enfermo gracias al ambiente de confianza que le otorgaba. El médico también

adquirió la función de juez y carcelero, pues era el encargado de determinar quién estaba loco y por lo mismo, debía recluirse [27][28].

El manicomio no solo era un espacio de curación sino que también podía garantizar el orden social, lo que contribuyó a legitimar el encierro pues constituía una forma de proteger a la sociedad. [27]. El poder psiquiátrico actuaba de manera ortopédica y homeostásica, es decir, se atendía el problema de manera gradual y con menor sufrimiento ante menor resistencia. En el interior del hospital se generaba una constante vigilancia sobre todos quienes lo habitaban, lo que incluía al personal, lo cual evidenció que la terapia empleada coexistía con una violencia simbólica que era socialmente aceptada [6][8].

Ahora bien, en el siglo XIX al "loco" se le consideró un ser inocente por su condición mental circunstancia que incentivó que se buscara su cuidado más que el castigo [28]. En esta nueva concepción se consideró prioritario el diálogo con el enfermo, como se ejemplificaba en la clasificación de Jean Etienne Esquirol sobre los diversos grados de alienación, idea que refuta la creencia de que el loco aislado era permanentemente silenciado [7][21]. En 1838, en Francia se emitió una reglamentación que buscaba velar por los derechos del enfermo mental [3]. Sin embargo, la subjetividad al interior de los manicomios trascendería el siglo XIX y se transformaría en el siglo XX cuando los estudios psicoanalíticos permitieron separar la psicología de la medicina [2].

Como en el siglo XX se produjo la profesionalización de la psiquiatría, se puede observar que a partir de la década de 1920 se celebraron foros y congresos, además de que se crearon organismos especializados en psiquiatría y neuropsiquiatría, en los que se promovió la higiene mental que proponía traspasar los muros del manicomio e implementar medidas profilácticas para la salud mental que llegaran a diversos sectores de la sociedad [9]. Asimismo se introdujeron nuevas tecnologías para su tratamiento como la terapia de shock, desarrollada entre 1930-1950, en la que se inculaban sustancias o se empleaba electricidad. Con la introducción de los psicofármacos en la década de 1950 y la presencia de nuevos profesionales, el médico resultaría desplazado en el proceso de recuperación de los pacientes [10].

En 1948, la Organización Mundial de la Salud (OMS) demandó un cambio en la administración del servicio de salud mental, concepto que sustituía el de higiene mental, y se pedía que esta estuviera a cargo de las instituciones estatales. En los años siguientes, se realizaron reuniones de un comité de expertos en este ámbito que buscaron la universalización de la manera en que los países comprendían y

atendían la salud mental, asunto en el que contaron con el apoyo de las nascentes neurociencias [9].

El desarrollo de la psiquiatría en México

En el caso de la Nueva España, la orden religiosa de los Hipólitos fue la primera en proporcionar atención a los dementes. Esta orden fue fundada en 1569 por Fray Bernardino de Álvarez, quien mostraba su conmiseración por aquellos que como “piedras vivas” eran incapaces de mantenerse a sí mismos, además de que eran objeto de burlas y de maltratos en las calles [29]. Otras órdenes religiosas que también asumieron la atención de este sector fueron los betlemitas, los juaninos y los jesuitas [1] [11] [15].

Es de destacar que los hospitales se consideraban sitios de descanso para los viajeros que arribaban a la Nueva España. Ese era el objetivo de la red de hospitales administrados por los Hipólitos que contaban con dos en el Pacífico (Acapulco y Oaxtepec) y con cuatro en el Atlántico (Puebla, Perote, Xalapa y Veracruz) [29]. En estos lugares, los viajeros, a cambio de oraciones y limosnas, podían recuperar su salud, pese a que eran espacios carentes de ventilación y de abastecimiento de agua [11][30]. Los hospitales eran utilizados por las clases bajas de la población, pues era común que los pudientes se curaran en sus casas [29]. En el siglo XVII; los Hipólitos determinaron que los hospitales de Puebla y de la Ciudad de México se destinaran al cuidado de los enfermos mentales, pues la Corona española prohibió el paso a tierras americanas de los aventureros o “llovidos” [12][31].

Cristina Sacristán menciona que el papel del médico, a partir de la década de 1760, sería fundamental para determinar quién estaba loco y si se le debía encerrar. Así, la definición de la transgresión, durante la época de la Ilustración en Nueva España, era atribución de una élite intelectual de la que formaban parte los letrados y los religiosos, quienes además mostraban su recelo ante ideas que cuestionaban al régimen y al orden social [11]. Tras la proclamación de la independencia en 1821, la orden de los Hipólitos sería suprimida aunque algunos de sus religiosos permanecieron en la Ciudad de México, y continuaron con la atención a los dementes hasta 1843 [29]. En 1833, el médico Pablo Martínez del Río publicó un artículo en el periódico de la Academia Mexicana de Medicina que tenía la particularidad de mencionar por primera vez al alienismo, debido a que el autor realizó una descripción de su visita a un hospital europeo que aplicaba los fundamentos de Pinel. Tras la guerra de reforma (1858-1861), los médicos asumieron la dirección de los hospitales de dementes, situación que demostraba el papel central que

comenzaron a adquirir, pues en los años anteriores solo se limitaban a prescribir medicamentos, no se les obligaba a estar en el hospital y recibían una remuneración simbólica. La presencia de los médicos ocasionó que los hospitales se convirtieran en un sitio de observación y de experimentación [1] [11].

La autoridad de los médicos no se circunscribió al hospital, sino que también se solicitaba su dictamen en cuestiones judiciales, pues se buscó determinar si algún infractor cometió un delito por causas vinculadas con la locura. Ante esta situación reaccionaron los jefes políticos y las autoridades policiales, pues los médicos advertían que en los manicomios estaban internados muchos sujetos que no lo requerían, situación que, desde su punto de vista, disminuía la calidad de la atención. Mientras que otros, desde una perspectiva policial aludían a lo peligroso que resultaba dejar al anormal en libertad [13]. En este contexto, en 1877 apareció el primer libro de medicina legal escrito por Luis Hidalgo y Carpio y Gustavo Ruíz, el cual abordaba los derechos del loco [1].

En 1888 se impartió la primera clase de psiquiatría en México, honor que le correspondió al médico Miguel Alvarado, quien era director del hospital de mujeres dementes del Divino Salvador [9]. En 1896 se determinó que la psiquiatría se volvería una asignatura obligatoria en la Escuela de Medicina, circunstancia que mostraba la función pedagógica que le asignó la élite científica y que también se podía apreciar en la literatura que, con una intencionalidad moralista, describía los efectos de la modernidad en la población pues desencadenaban un desborde de pasiones con consecuencias nefastas. Sin embargo, en 1905 la psiquiatría perdió su carácter obligatorio [1][33]. La primera década del siglo XX se caracterizó por las importantes transformaciones que se produjeron en los saberes sobre la mente. Un hecho crucial sería la inauguración del Manicomio General la Castañeda en 1910, el cual tenía la pretensión de introducir al país en el concierto de las naciones modernas, situación que se puso de manifiesto en 1913 cuando se creó un reglamento que enfatizaba la importancia de observar las causas fisiológicas de la enfermedad. Con ello se abandonó la teoría degeneracionista que sirvió como justificante para encerrar a los “anormales” a diestra y siniestra, bajo el supuesto de que era su “destino irremediable” por ser producto de una herencia malsana [34]. La psiquiatría mexicana alcanzó su consolidación en la década de 1920, pues en esos años comenzaron a egresar las primeras generaciones de profesionistas, aunque, a diferencia de otros países, estos no siguieron una misma corriente sino que desarrollaron investigaciones independientes, sin que existiera una bibliografía rectora. Ello se debió a que, según lo declaraba el médico José Mesa Gutiérrez quien

fue el primer director del Manicomio General, bastaba con la observación para obtener el aprendizaje [9].

La década de 1920 estaría marcada por la aceptación del psicoanálisis, hecho que permitió conocer las ideas del enfermo sobre lo que le acontecía, [8][9] lo cual quedaría plasmado en las historias clínicas que se establecieron de manera formal en el Manicomio General en 1922. Cuatro años después, la materia de psiquiatría se consideraría obligatoria en la carrera de Medicina que se impartía en la Universidad Nacional de México [14]. El nuevo abordaje sobre las percepciones de la mente alcanzaría presencia fuera de las paredes del manicomio, tal como se podía observar en las acciones de la Liga de Higiene Mental Mexicana, la cual se fundó en 1937 y que resultaría beneficiada por la medicina social fomentada durante el gobierno de Lázaro Cárdenas. La Liga buscó llevar a cabo una serie de medidas profilácticas de salud mental que tuvieran impacto en diversos sectores de la sociedad, para lo cual se tomaba en cuenta el efecto del ambiente en el desarrollo de la personalidad. Gracias a esta situación, algunos psiquiatras llegaron a ocupar puestos en las secretarías de Gobierno, de Educación y de Salud, además de que establecieron una colaboración interdisciplinar con otras disciplinas del área de las humanidades, entre las que destacaba el trabajo social. Cabe señalar que estas transformaciones permitieron “desmedicalizar” algunos padecimientos como la neurosis y con ello, se abrió un nuevo campo de estudio en la Academia Nacional de Medicina que buscaba explicar algunas enfermedades que carecían de un daño orgánico, pero que se podían estudiar como producto de una alteración psicológica [9].

Es importante mencionar que en 1945 se creó un nuevo modelo de atención psiquiátrica: las granjas hospital. Éstas buscaban resolver el problema de hacinamiento desencadenado por el abuso del sistema asilar del Manicomio General. Las granjas hospital tenían el objetivo de reintegrar gradualmente a los pacientes crónicos a la vida social, para lo cual se requería de la colaboración de la familia y de la comunidad. Estos recintos se establecieron en varias ciudades como Guadalajara, Morelia, Villa Hermosa, Hermosillo, Puebla y Estado de México, mismas que estuvieron en funcionamiento hasta 1968. Se caracterizó por brindar servicios médicos generales a la población de zonas no urbanas, mismas que carecían de una medicina preventiva, y se constituyeron en una fuente de trabajo tanto para los pobladores como para los mismos pacientes. Las granjas hospital favorecieron la desestigmatización del enfermo mental que se consideraba un sujeto “violento y agresivo” [19] [35]. Este modelo coincidió en su última etapa con el nuevo paradigma de Salud Mental. Este campo de la medicina, en opinión del psiquiatra Edmundo Buentello en 1956, sería menospreciado por la Secretaría

de Salubridad y Asistencia por considerarlo un lujo poco práctico frente a otras problemáticas sociales [9].

La atención de la locura en Puebla. Del primer Hospital de dementes al Hospital Rafael Serrano

El Hospital de San Roque se fundó en 1590 como parte de la red de hospitales de los Hipólitos mencionada antes. En el siglo XVII se especializó en atender a los pacientes dementes tanto por la prohibición del ingreso de aventureros o llovidos, así como por su cercanía con el Hospital de San Pedro que se destinaba al tratamiento de otras dolencias [12][31]. La comprensión de la locura en el contexto poblano estaría determinada por los cambios políticos y el desarrollo científico. La medicina en España, durante las reformas borbónicas, buscó diferenciarse de la medicina escolástica, sobre todo porque se le otorgó un amplio impulso a la que tenía fines militares. En el caso de la Nueva España, la censura ejercida por la Inquisición ocasionó que no circulara bibliografía científica, lo que favoreció el desarrollo de una medicina independiente aunque no era ajena a las ideas ilustradas [36]. En el caso de la ciudad de Puebla, sería en 1831 cuando se impartieron las primeras clases formales de medicina [16].

El hospital de dementes de San Roque pasaría a manos del Estado en 1861 como parte del proceso de secularización, pero con la instalación del Segundo Imperio en 1864 mostraría un estancamiento debido al cierre de la Academia de Medicina con el argumento de que carecía de las “condiciones óptimas para la enseñanza” [17]. Tras la caída del Imperio, en 1869 se determinó que el Hospital de San Roque se especializaría en la atención de las mujeres que padecían locura, por lo que se trasladó a los varones al convento de Santa Rosa. En sus primeros siete años de vida secular, los administradores buscaron mejorar la calidad de vida de los pacientes por lo que se buscaron obtener recursos para su sostenimiento. También se impulsaron otras acciones que evidenciaban que el sentimiento filantrópico era afín al tratamiento moral, motivo por el que no debe sorprender que muchos médicos atendieran en el hospital sin recibir remuneración. Las autoridades trataron de erradicar los castigos y de limitar medidas coercitivas como el encierro o el uso de camisas de fuerza, aunque éstas se usaban en los casos en que fuera necesario, asimismo se impulsaron ciertas actividades distractoras como los paseos en los jardines, las lecturas, el escuchar música o que realizaran labores manuales acorde a su género [17][18].

En las últimas tres décadas del siglo XIX, San Roque sufrió diversos contratiempos a causa de algunas problemáticas administrativas. Por ejemplo, a uno de los médicos se le recriminó por sus ausencias en el hospital. Éste replicó que su presencia era innecesaria, pues había dejado escritas sus indicaciones, tenía problemas de salud y enfatizaba que su sueldo era escaso. Esta actitud fue constante, pues en el Cuaderno de la Junta Directiva se incitaba a los médicos a que realizaran su labor con “entusiasmo”, lo que hace suponer que era árido el trato que le daban a las enfermas. Sin embargo, la Junta reconocía los problemas que tenían comparados con el Hospital de San Pedro, pues apenas contaban con dos enfermeros en tanto que en el segundo existía un mayor número de enfermeros, un flebotomiano, un homeópata, y un farmacéutico. Ante diversos señalamientos relativos a las condiciones insalubres de los alrededores del hospital, hay que recordar que se encontraba cerca del río de San Francisco y de varias tenerías, entre 1870 y 1885 se generaron algunas propuestas para reubicar a San Roque aunque esas recomendaciones también reconocían que Santa Rosa sufría numerosas carencias. De hecho, en un informe elaborado para la Beneficencia Pública, quien en 1877 abrió una convocatoria para conocer el estado de las instituciones que dependían de ella, se decía que San Roque y Santa Rosa, entre 1869 y 1872 tenía un déficit de 4867.21 pesos, sin tomar en cuenta las deudas acumuladas, razón por la que se pidió que se otorgara un apoyo de 200 pesos a estos establecimientos hasta 1900 [18].

Las carencias económicas ocasionaron que San Roque se considerara carente de las condiciones para constituirlo en un centro de enseñanza [17]. No obstante, en la década de 1880 se producirían algunos cambios al interior del nosocomio que estaban vinculados con un mayor fundamento teórico en materia psiquiátrica, tal como sucedió en 1883 cuando se estableció un reglamento propio para la institución. Dos años más tarde se construyó un cuarto de observación en ambos hospitales de dementes, lo cual permitiría salvaguardar los derechos del enfermo, pues después de un tiempo se podía diagnosticar si tenía algún tipo de padecimiento y de ser así, asignarle un juez defensor. Esta medida buscaba evitar la sobrepoblación de los hospitales, lo cual redundaría en una disminución de la calidad en la atención [17] [18]. Lo anterior se puede ejemplificar en el caso de Felipa N. de quien su familia, en 1885, apeló al artículo 64 del reglamento del hospital para exigir su salida, en virtud de que se había recuperado [37].

Los cambios que se realizaron en San Roque y en Santa Rosa, tanto en el ámbito reglamentario como en sus edificaciones, serían tomados como modelos en los servicios de higiene por las autoridades mexicanas, quienes mandaron los planos de los dos edificios para su exhibición en la Feria de París de 1889 [17]. Un aspecto

que se debe considerar en cuanto al tratamiento de la locura en Puebla es el papel que desempeñó el jefe político en el proceso de internamiento, pues no bastaba la científicidad de los diagnósticos y el conocimiento práctico de la psiquiatría, sino que también se determinó, entre los años de 1885 a 1910, que todos los ingresos fueran avalados por ese personaje. El interés en la psiquiatría entre los médicos poblanos se manifestó de manera fehaciente en la última década del siglo XIX, pues a pesar de que en la Academia de Medicina no se impartía una materia sobre esta temática, se presentaron seis tesis sobre esa materia aunque abordada por medio de otras ramas como la medicina legal, la patología, la etiología y la toxicología. Destaca que solo uno de esos autores contaba con la formación necesaria en la comprensión de las enfermedades mentales. Aun así, algunos médicos como Secundino Sosa, Manuel Mena y Jesús Ortega aplicaron sus conocimientos para la profilaxis social a través de diversos escritos que publicaron en la prensa, en los que advertían sobre las consecuencias que provocaba el consumo de sustancias tóxicas, como el alcohol, en las fuerzas físicas y mentales [16].

Con el cambio de siglo, en Puebla se experimentó la transición a otro modelo de atención de la enfermedad mental tanto en el aspecto científico, como en el económico. En el ámbito legislativo se reconocieron las ambigüedades del Código Civil del Estado de Puebla de 1901, pues en el apartado “De la tutela legítima de los dementes, idiotas, imbeciles y sordomudos” en realidad se prestaba atención a la situación de mujeres y niños [15]. En estos años, las instituciones privadas asumieron el tratamiento de las enfermedades mentales, tal como sucedió con el Instituto Keeley, fundado en 1908, o el Sanatorio de Nuestra Señora de Guadalupe, inaugurado el 27 de Septiembre de 1910 en Cholula, apenas unas semanas después de que se abrió el Manicomio General La Castañeda, a iniciativa del juanino Faustino Calvo, quien se encargó de comprar el predio, y de Rita Canelo, viuda de Rejón, quienes consideraban que los hospitales de dementes en el estado de Puebla prestaban una mala atención a sus internos. La inauguración del Sanatorio resultó llamativa por la presencia de autoridades políticas y de una élite médica, entre los que se encontraba el reconocido psiquiatra poblano Rafael Serrano, quien pronunció un discurso en el que enfatizó los beneficios que la medicina y el “auxilio divino” prestaban en el tratamiento de “las calamidades mentales” [38]. Es de mencionar que también se promocionaba la asistencia personalizada, como fue el caso del médico Ernesto Espinoza, dueño del Instituto Keeley, que se presentaba como especialista en cuestiones relacionadas con el alcoholismo, la neurastenia y las drogas [16]. En lo que respecta a los servicios de los hospitales públicos, ya no se volvió a vivir la bonanza que se tuvo durante el gobierno de Mucio P. Martínez (1893-1911)[15]. Ante la falta de fondos ocasionada por el período armado de la revolución

y los problemas políticos que se vivían en la entidad, en 1926 se determinó cerrar Santa Rosa y trasladar a los dementes al Hospital General [31]. Una situación similar pasó en el Sanatorio Psiquiátrico de Cholula, el cual volvió a retomar sus labores con normalidad en la década de 1940 y con un nuevo modelo de asistencia que incluía la presencia de personal especializado y de métodos modernos como la terapia de shock por insulina, la impaludización o electrochoque, el uso de la penicilina y el narcoanálisis [38].

En este Sanatorio se aplicó un nuevo paradigma de atención, pues se introdujeron las terapias laborales y deportivas, así como la consulta externa [38]. De igual manera, en julio de 1967 se inauguró el Hospital Psiquiátrico Dr. Rafael Serrano, en la zona llamada El Batán, que tenía una capacidad de 500 camas para la rehabilitación de enfermos de ambos sexos. Éste formó parte de las seis clínicas que durante la presidencia de Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970) fueran construidas con la intención de sustituir al deteriorado Manicomio General La Castañeda [39]. Este hospital formó parte del modelo de granjas-hospital que buscaba, como se mencionó antes, una reintegración gradual del enfermo a la sociedad.

En el caso de San Roque, el tratamiento que se le daba a las dementes sufrió modificaciones, pues se incorporó nuevo personal, como la trabajadora social, que permitió un conocimiento más exhaustivo del caso y un trato más empático a las enfermas. Este asunto se podía apreciar en el caso de Justina N, una mujer de la tercera edad que en 1960 fue canalizada a la Casa del Anciano, pues después de ser dada de alta seguía en San Roque porque no tenía familiares en primer grado. Ante esta situación, la Rectora decidió no sacarla del hospital, lugar que, en palabras de Justina, se había convertido en su casa. La investigación realizada por la trabajadora social mostraba las ideas que la paciente tenía de su propia enfermedad, pues ella aducía que era producto de su mala alimentación. El expediente daba cuenta de su oficio, su reincidencia, sus enfermedades y las posesiones que tenía [40]. Otros ejemplos también mostraban el papel que tenían las trabajadoras sociales, pues podían canalizarlas a otros servicios como el de neuropsiquiatría, aspecto en el que resulta llamativo que algunos médicos firmaran como “neuropsiquiatras”. El caso de Agapita N. daba cuenta de la manera en que San Roque proporcionaba el servicio de consulta externa, pues el médico Rubén A. dictaminó que se le diera tratamiento ambulatorio ante la solicitud de alta por parte de su familia [41][42].

Con el cierre del manicomio de la Castañeda en 1968, la población en San Roque creció por el traslado de algunas de las enfermas. A diferencia de la institución ubicada en la ciudad de México, el de San Roque permaneció en su locación original

hasta la década de 1980 [12]. En el caso del Sanatorio de Nuestra Señora de Guadalupe y el Hospital Rafael Serrano se ha mostrado que estos se complementaban, pues a los que se les dieron de alta en el Serrano podían utilizar el Sanatorio como una especie de casa hogar. En el Sanatorio se impartían talleres de psicoyoga y de psicoterapia individual o colectiva, asimismo se brindaban cursos de pregrado y posgrado en medicina, enfermería, trabajo social y psicología [38]. El Sanatorio concluiría sus actividades en 2013 [43].

Conclusiones

La comprensión de los padecimientos mentales se entiende a partir de la contextualización en escenarios culturales, políticos y económicos que determinan una variabilidad en lo que representa la transgresión, lo cual contribuye a explicar estados que antes se asociaban con una patología y que en nuestros días, se pueden entender como aspectos cotidianos del ser humano, ya no determinan un estigma y en cambio promueven un tratamiento integral con disciplinas que perciben al ser humano como un todo. Esta conclusión se ha desprendido de la especialización y fragmentación de lo que por siglos abarcaba el campo de la medicina, pero cuyos momentos de mayor cambio se dieron entre los siglos XIX y XX cuando se produjo una relación interdisciplinaria de la medicina con las humanidades. La locura y el hospital de dementes atravesaron por un proceso de legitimación, en el que la ciencia se convirtió en la herramienta que explicaba la causa, los factores estables que permitían reencausar la salud de la mente y los actores que podían llevarla a cabo.

La historia de la manera en que se ha concebido a la locura muestra notables variaciones. Desde aquella que en la época novohispana la entendía como una condición permanente del individuo, pasando por su irremediabilidad y el temor a la degeneración en el siglo XIX hasta la prevención de los factores desestabilizantes en el siglo XX, la cual se manifestó en el deseo de diseñar una sociedad sana que permitiera la construcción estable del nuevo estado y que, en la segunda mitad del siglo, gracias a la presencia de los organismos internacionales alcanzó uniformidad y un compromiso por parte del Estado para la definición y atención de los trastornos mentales. Así, el rescate de la subjetividad del propio paciente en el siglo XX favoreció el diseño de políticas públicas tendientes a la construcción de sociedades productivas.

La atención de la locura en Puebla ha sido testigo de estas transformaciones como da cuenta el antecedente virreinal del Hospital de San Roque que, como se ha escrito antes, inició sus actividades bajo el modelo de la caridad, pero que en la segunda mitad del siglo XIX, cuando se trasladó a los varones al ex convento de Santa Rosa, se sustituyó la acción piadosa por el modelo de filantropía desarrollado en Europa, mismo que permitiría entender al enfermo como ser humano y que para finales del siglo, pretendía, bajo los supuestos de la ciencia, explicar y tratar los padecimientos, además de que ya no se buscó prevenir anormalidades que, desde la perspectiva degeneracionista, afectaban a la sociedad y detenían el progreso. En el siglo XX se produjo un quiebre que permitió la introducción de modelos más empáticos y que empleaban tecnologías para el tratamiento de los enfermos, tal como se mostró en el caso del Sanatorio de Nuestra señora de Guadalupe en Cholula, lo cual demandó la especialización de los que iban a tratar de mejorar la salud y la calidad de vida del enfermo mental, Para ello fue fundamental la presencia de disciplinas como el trabajo social y la psicología. En el caso del Hospital de San Roque, la presencia de las trabajadoras sociales permitió un mayor conocimiento de las pacientes y que favoreció el cambio de modelo asistencial, pues en la década de 1960 se abogaba por dejarlos interactuar con sus familiares, quienes los acompañaban en su recuperación a través de la consulta externa, situación que representó un abandono gradual del estigma que pesaba sobre los dementes, pues de ser percibido como un sujeto peligroso, casi un “apestado”, se convirtió en alguien que tenía una enfermedad, como cualquiera otra, y con la capacidad para ser productivo. Aunque la aplicación del paradigma de la Salud Mental, por parte de la OMS, demandó un mayor compromiso por parte del Estado en la atención de este tipo de pacientes, lo cierto es que el desarrollo de la psiquiatría en Puebla, desde la secularización de los hospitales, ha evidenciado que la participación política no solo se presentaba en el ámbito público, sino también en el privado como ocurrió en el Sanatorio psiquiátrico de Cholula.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Esta investigación presenta un primer acercamiento a la manera en que el Hospital de San Roque asimiló los nuevos modelos de atención psiquiátrica, en un momento en que en México ya se hablaba de higiene mental y de modelos abiertos que permitieran la reintegración del enfermo a la comunidad. Hace falta construir una historia del momento en que se integraron algunas disciplinas humanísticas, las cuales permitieron ahondar en la vida del paciente, antes de su internamiento, y que ayudaron a dar un orden y seguimiento a su rehabilitación.

También hace falta conocer cuál fue el compromiso del Estado en la atención de los padecimientos mentales, pues llama la atención que el Hospital de San Roque siguiera en funcionamiento a pesar de que el Santa Rosa culminó sus actividades en la década de 1920. Otro aspecto que falta conocer es el relativo a la posibilidad de establecer el modelo de granja-hospital, mismo que se aplicó en el país durante la década de 1940 pero que, para el caso de Puebla, se pondría en funcionamiento 20 años después en el Hospital Rafael Serrano.

Referencias bibliográficas

- [1] E. Hidalgo. "La locura en Aguascalientes y sus cuatro estados de influencia durante el Porfiriato". Tesis de maestría, UAA, Aguascalientes, 2016.
- [2] L. Sanfelippo. "Vías cruzadas para la psicologización del trauma en los saberes médicos de los saberes médicos de fin del siglo XIX". *Asclepio*, Vol. 70, No. 2, pp. 237-248, Diciembre, 2018 [en línea] Disponible en: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2018.21>
- [3] J. Stagnaro. "Introducción: En torno al origen del primer alienismo". *Asclepio*, Vol. 67, No.2, pp.104-113, 2015. Mayo, 2015. [en línea] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2015.22>
- [4] E. Novella. "Introducción: las ciencias de la mente y la historia de la subjetividad". *Asclepio*, Vol. 65, No. 2, p.12-17 Diciembre, 2013 [En línea] Disponible en: doi: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2013.33>
- [5] M. Vallejo. "Impacto de la medicina de la higiene en el alienismo francés de la primera mitad del siglo XIX", *Anuario de investigaciones*, Vol. XVIII, pp.225-236. 2011 [en línea] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3691/369139947077.pdf>
- [6] M. Foucault. *El poder psiquiátrico. Curso en el College de France (1973-1974)*, primera edición, Buenos Aires, FCE, , 2003. [en línea] Disponible en: <https://monoskop.org/>images/8/80/Foucault_Michel_El_poder_psiquiatrico.pdf
- [7] R. Huertas. "Entre la doctrina y la clínica: la nosografía de J.D. Esquirol(1772-1840)", *Cronos*, vol. 2, No. 1. pp.47-66. Julio, 1999 [en línea] Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/100425/1/Cronos_2_1_1999_47-66.pdf
- [8] A. Ríos. "Locos letrados frente a la psiquiatría mexicana a inicios del siglo XX", *Frenia*, Vol.4, No.2, pp.17-35. 2004 [en línea] disponible: <http://www.revistaaen.es/index.php/frenia/article/view/16408>
- [9] A. Ríos. *Cómo prevenir la locura. Psiquiatría e higiene mental en México, 1934-1950*. Primera edición. México, Siglo XXI. 2016
- [10] A. Golcman. "Legitimar psiquiatras antes que curar pacientes. Las Terapias de Shock en Buenos Aires, Argentina (1930-1970)", *Asclepio*, Vol. 69, No. 1, pp.176-191 Junio, 2017 Disponible en: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2017.08>
- [11] C. Sacristán. *Locura y disidencia en el México ilustrado. 1760-1810*. Primera edición, Michoacán, El colegio de Michoacán. 1994
- [12] A. Bojalil. "Estar loca en la Puebla del siglo XIX: El hospital de San Roque". Tesis maestría. UDLAP. Puebla. 2009.

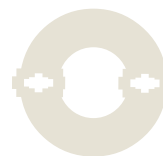
- [13] D. Vicencio. "Locos criminales en los años del Porfiriato. Los discursos científicos frente a la realidad clínica. 1895-1910". *Estudios de historia moderna y contemporánea de México*. No. 47. pp. 79-119. Enero-Junio, 2014. [en línea] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26202014000100003
- [14] J. Capetillo. "Cuerpos sin historia, de la psiquiatría al psicoanálisis en México. 1880-1920", *Frenia*, Vol. 8, No.1. pp. 95-103, 2008 [en línea] Disponible en: <http://www.revistaaen.es/index.php/frenia/article/view/16453>
- [15] R. López. "Entre lo jurídico y lo médico. Discusiones en torno a la enfermedad mental. Hospital de San Roque, Puebla, México. 1880-1911". Tesis de maestría en Historia. ICSyH. BUAP. Puebla. 2018
- [16] A. Bojalil. "La práctica psiquiátrica a través de las tesis de medicina en Puebla durante el Porfiriato", *Revista Mexicana de Historia de la Educación*. Vol. VI, No. 11. pp. 47-78. Junio, 2018 [en línea] Disponible en: <https://doi.org/10.29351/rmhe.v0i11.133>
- [17] A. Vargas. "San Roque, Un cambio de paradigma en la Historia de la Salud Mental. Puebla 1868-1910". Tesis de maestría en Historia. ICSyH. BUAP. Puebla. 2013.
- [18] A. Bojalil. "Administración pública e institución manicomial: la respuesta de los hospitales de dementes de la ciudad de Puebla a las políticas gubernamentales durante el Porfiriato". *Revista de Historia de las prisiones*, No. 7. pp. 7-27. Julio-Diciembre, 2018 [en línea] Disponible: <https://www.revistadeprisiones.com/wp-content/uploads/2018/11/1.-Bojalil.pdf>
- [19] C. Sacristán. "Historiografía de la Locura y de la psiquiatría en México. De la Hagiografía a la Historia Posmoderna". *Frenia*, Vol. 5. No. 1. pp. 9-33. 2005 [en línea] disponible en: <http://www.revistaaen.es/index.php/frenia/article/view/16413>
- [20] R. Huertas. "Historia de la Psiquiatría. ¿Por qué? ¿Para qué? Tradiciones historiográficas y Nuevas tendencias". *Frenia*, Vol. 1, No. 1, pp. 9-36. 2001 [en línea] Disponible en: <http://www.revistaaen.es/index.php/frenia/article/view/16354/16200>
- [21] J. Plumed. "La clasificación de la locura en la psiquiatría española del siglo XIX". *Asclepio*, Vol. 58, No. 2. pp. 223-254 Diciembre, 2005. [en línea] Disponible: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2005.v57.i2.65>
- [22] R. Huertas. *Historia Cultural de la Psiquiatría*. Primera Edición. Madrid, Catarata, 2012.
- [23] J. Stagnaro, " Los aportes de Johann Christian Reil al nacimiento de la psiquiatría". *Asclepio*, Vol. 67, No. 2. pp.108, Diciembre, 2015 [en línea] Disponible: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2015.26>
- [24] C. Agostoni. "Médicos científicos y médicos ilícitos en la ciudad de México durante el Porfiriato". *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, No. 19 pp.13-31, 1999 [en línea] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2733816>
- [25] J. Pastor. "Relevancia de Foucault para la psicología". *Tabula Rasa*, Vol. 21, No. 4, pp. 628-632. 2009
- [26] R. Giraldo. "Poder y resistencia en Michel Foucault". *Tabula Rasa*, Vol. 21, No. 4, pp.103-122, Enero-Junio, 2006
- [27] S. Caponi. "Michel Foucault e a persistencia do poder psiquiátrico". *Ciência y Saúde Coletiva*, vol. 14, No.1, pp. 95-103, enero-febrero, 2009,
- [28] M. Foucault, *Historia de la locura en la época clásica, tomo II*. Tercera edición, Buenos Aires, FCE, 2015.
- [29] J. Muriel. *Hospitales de la Nueva España, Tomo II. Fundaciones de los siglos XVII y XVIII*. Segunda edición, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, Cruz Roja Mexicana. 1991. [en línea] Disponible en: www.historicas.unam.mx

- unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/hospitales/hne_t2.html
- [30] G. Fajardo. "El escenario hospitalario en Puebla durante el virreinato". *Gaceta Médica de México*. Vol. 135, No. 4. pp. 427-431. Enero, 1999. Disponible en: http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/1999-135-4-427-431.pdf
- [31] H. Leicht. *Las calles de Puebla*. Quinta edición. Puebla, Ediciones Puebla, 1992.
- [32] G. Álvarez y M. Montenegro. "La psicología como sinónimo de represión en el siglo XIX mexicano". *Enseñanza e investigación en psicología*, Vol. 16, No. 2. pp. 395-401. Julio-Diciembre, 2011. [en línea] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/292/29222521013.pdf>
- [33] J. Maya. "Ficciones psicopatológicas: locura y medicina mental en la novela Pacotillas de Porfirio Parra, 1900", *Revista culturas psi*, Vol. 2, No.3 pp.73-86 Septiembre, 2014. [en línea] Disponible en: https://www.academia.edu/15494322/Ficciones_psicopatol%C3%B3gicas_locura_y_medicina_mental_en_la_no_vela_Pacotillas_de_Porfirio_Parra_1900
- [34] A. Ríos. *La locura durante la Revolución Mexicana. Los primeros años del manicomio General La Castañeda, 1910-1920*. Primera edición, México, El Colegio de México, 2013.
- [35] C. Tejeda. "Los hospitales Granjas". *Salud pública de México*. Vol. 9. No.4 pp. 587-590.1967.[en línea] Disponible en: <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/3421>
- [36] R. Vázquez y L. Rodríguez. "Los saberes en España y Nueva España en el periodo de las reformas Borbónicas: Un reflejo de la Ilustración en la medicina de frente al México Independiente". *Elementos*. No. 5. pp. 5-36. Abril, 2020
- [37] AGEF, Fondo 5. Hospital de dementes, Sección:5 Dirección, Serie: Junta de legislación, exps. 1-6, foja 7. "no se puede retener al dado de alta por el facultativo(...)violación aplica el código penal y se hará del conocimiento del ministerio público"
- [38] G. Fajardo y E. López. "Perfil histórico del Sanatorio Psiquiátrico Nuestra Señora de Guadalupe (1910- 2009), Cholula, Puebla". *Revista Facultad de Medicina UNAM*, Vol. 52, No. 5, pp.237-238. Septiembre-October, 2009.[en línea] Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2009/un095k.pdf>
- [39] "Curación de los enfermos". *Salud Pública de México*. Vol. 9, No.6. pp. 917-948. 1967. [en línea]Disponible en: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/3478/3363>
- [40] AGEF. Fondo 5, Caja 31, Sec. 2, Serie 7, exp. 22993.ff. 66, 68-70, 72-73.
- [41] AGEF. Fondo 5, Caja 31, Sec. 2, Serie 7, exp. 2994, f. 8
- [42] AGEF. Fondo 5, Caja 31, Sec. 2, Serie 7, exp. 22993. ff. 23-24.
- [43] Y. Llaven "Tras un siglo de servicio, cierra el Psiquiátrico "Nuestra Señora de Guadalupe", *La Jornada de Oriente Puebla*, 1 oct, 2013 [en línea]. Disponible en: <https://www.lajornadadeoriente.com.mx/Puebla/tras-un-siglo-de-servicio-cierra-el-psiquiatrico-nuestra-senora-de-guadalupe-en-cholula/>

El rock como sistema de creencias e identidad juvenil en Latinoamérica. Acercamientos narrativos a partir del documental “Rompan todo”

Arenas-González, Yareli Adriana, Díaz-Estrada, Francisco, Andrade-Suárez, Iderman

Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Vía Atlxcáyotl 2301, Reserva Territorial Atlxcáyotl, Puebla, Pue., México, 72453



Área 4
Humanidades

Resumen

Se abordó el tema de “El rock como sistema de creencias e identidad juvenil en Latinoamérica, acercamientos narrativos a partir del documental “Rompan todo” ya que queremos profundizar en cómo se ha reflejado en las sociedades de Latinoamérica especialmente en el estado de Puebla, es decir, conceptualizar en temas como el por qué los jóvenes se sienten atraídos por el Rock y qué ha significado para ellos, la influencia que desarrolla este género ya sea positiva o negativa, por qué es un sistema de creencia y cómo se reflexiona ante la sociedad. Al mismo tiempo, manejar el rock como ritual, identitario y sagrado donde las víctimas sienten y expresan el dolor:

también como la banalización y profanación del rock. Se tomaron en cuenta distintas perspectivas con el documental “Rompan todo” que ayudarán a entender mejor este sistema que no ha cambiado mucho a través de los años, sino que se ha ido adaptando a las distintas épocas, pero siempre transmitiendo el mismo sentimiento como cultura simbólica. Particularmente se abordarán temas como acercamientos epistemológicos sobre el impacto del rock como fenómeno a partir del documento, rock e identidad en tiempos de crisis, rock como elemento de identidad y de esperanza en México y en Puebla.

Palabras clave

Identidad, sistema de creencia, fenómeno, rompan todo.

Abstract

The "Rock" as a belief system and youth identity in Latin America with narrative approaches from the documentary "Rompan todo", we addressed since we want to delve into how this impacted Latin American societies, conceptualize issues such as why young people are attracted to Rock and what it has meant for them, the influence that this genre develops, whether positive or negative, why it is a belief system and how it is reflected in society. Moreover, handling rock as a ritual, identity, and sacred where the victims feel and express pain: the banalization and desecration of rock. Different perspectives were taken into account in the documentary "Rompan todo" which will help to understand this system that has not changed much over the years but transmits the same feeling as a symbolic culture. The topics are epistemological approaches on Rock's impact as a phenomenon based on the document, rock, and identity in times of crisis, and rock as an element of recognition and hope.

Keywords

Identity, belief system, phenomenon, break everything.

Glosario de abreviaturas y símbolos

AGEP. Archivo General del Estado de Puebla

OMS, Organización Mundial de la Salud.

Introducción

El rock es uno de los fenómenos culturales de masas más importantes de la segunda mitad del siglo. Creado por y para jóvenes, su historia está estrechamente vinculada a la formación de un nuevo sujeto social. De hecho, el rock marcó el inicio de la cultura musical de la juventud, al inaugurar parámetros de diferenciación drásticos con la cultura y la moralidad adulta imperante después de la Segunda Guerra Mundial. La juventud como sujeto social no es un cuerpo uniforme, es preciso reconocer que se trata de una población suficientemente compuesta, tanto en el plano social como en el generacional, lo que sin duda produce la existencia de universos culturales diversos y diferenciados. No obstante, es posible afirmar que el rock, en sus diversas modalidades, se ha convertido en un vehículo de expresión de las vivencias y problemáticas que experimentan los jóvenes urbanos en muchos países del orbe [1].

Latinoamérica asumió el rock con seriedad. Con suficiente seriedad como para que los gobiernos lo reprimieran. El movimiento es tan serio que las bandas cantan sobre temas políticos, problemas sociales y el espíritu de rebelión. Ha sido lo suficientemente serio como para que los aficionados se arriesguen a ser arrestados y golpeados por asistir a un concierto. Aunque el rock latino puede ser muy entretenido —pegajoso, alegre, bullicioso y desbordante— rara vez se conforma con ser un mero entretenimiento. Siempre hay algo más detrás de la melodía, el ritmo y el ruido [2].

El México de los sesentas se encuentra rodeado de muchos cambios, en muchas esferas de la vida se aprecia esa búsqueda de acercarse a la vida moderna que ofrece el vecino del norte, la gente mira escéptica, pero a la vez no les desagrada la idea. Pero quienes ven con mayor interés algunos elementos traídos del extranjero, son los jóvenes que comenzarán a despertar ante este México cambiante y aunque comparten la inquietud con sus vecinos del norte, los postulados de esta generación de mexicanos no son comparables a los de los jóvenes estadounidenses que vivían con el constante temor de ser enlistados en el ejército; sin embargo, en ambos casos, la juventud vivía sometida por instituciones y reglas morales que dictaban su comportamiento. En Puebla esto no era la excepción, ya que el cacicazgo avilacamachista de la mano con los grupos de poder, las instituciones religiosas y los grupos de derecha hacían que los jóvenes no sintieran la posibilidad de buscar nuevas formas de comportamiento, por lo que la creación de imágenes culturales

propias, definidas por Carles Feixa como un conjunto de atributos ideológicos, valores y ritos asignados específicamente a los jóvenes [3].

Por lo que el proyecto tiene como objetivo recabar y entender cómo el rock ha sido tomado como un sistema identitario juvenil en Latinoamérica, con un acercamiento narrativo a partir del documental “Rompan todo”. Al mismo tiempo, reconocer los acercamientos históricos sobre el rock y su influencia en los jóvenes latinos, como analizar los acercamientos epistemológicos sobre el impacto del rock como fenómeno a partir del documental “Rompan todo” y entender el rock e identidad en tiempos de crisis. Rock como elemento de identidad y de esperanza en México como en Puebla.

Materiales y métodos

En general en el México de la década de los cincuenta, se vivía un clima de miedo al cambio político y religioso que experimentaba la sociedad, que desde la década de los cuarenta se iba acostumbrando a los cambios de un país que dejaba el tipo de vida agrario para industrializarse. Contrario a la vida rural, energía la influencia poderosa de los Estados Unidos que se reflejaba en varios ámbitos: la música, la manera de vestir, el cine, con el anhelo de alcanzar la modernidad, vía imitación de la *american way of life*, algo ya muy distintivo a finales de los cincuenta [3].

Se había logrado mantener el desarrollo estabilizador y se había alcanzado el tan añorado milagro mexicano, se veía un gran futuro en el destino del país. Sin embargo, no todo fue miel sobre hojuelas: la corrupción, la desigualdad en el reparto de tierras y otro tipo de acciones hicieron que comenzarán movilizaciones masivas de algunos sectores afectados como los sindicatos de médicos y ferrocarrileros. Todo esto permea principalmente en los jóvenes que veían una sociedad que se transformaba, pero que no lo hacía completamente. Por ejemplo, la moralidad y las buenas costumbres representaban una camisa de fuerza para ellos, que insertos en una sociedad regida por el “qué dirán” buscaban nuevas vías de salida a su profunda insatisfacción. Tal como expone *Pansters* en *Política y Poder en Puebla*. Formación y ocaso del cacicazgo avilacamachista: “Lo que se definía como moralmente aceptable y justificable estaba determinado por la encarnación de las masas y los especialistas tradicionales en asuntos morales, es decir, las autoridades eclesiásticas. Además, lo que era moralmente responsable era sinónimo de lo que era bueno para México [4]”.

Por otra parte, según Jon Pareles, 2020² en el New York Time en Latinoamérica se asumió el rock con seriedad. Con suficiente seriedad como para que los gobiernos lo reprimieran. El movimiento es tan serio que las bandas cantan sobre temas políticos, problemas sociales y el espíritu de rebelión. Ha sido lo suficientemente serio como para que los aficionados se arriesguen a ser arrestados y golpeados por asistir a un concierto. Aunque el rock latino puede ser muy entretenido — pegajoso, alegre, bullicioso y desbordante— rara vez se conforma con ser un mero entretenimiento. Siempre hay algo más detrás de la melodía, el ritmo y el ruido.

Relatos como el de León Gieco que cuenta como en 1978, en los primeros años de la dictadura militar argentina, fue citado en un despacho de la unidad principal del ejército en Buenos Aires y un general le apuntó con una pistola desde el otro lado del escritorio. El cantante todavía no había editado *Solo le pido a Dios*, su mayor himno de protesta, pero el público ya lo coreaba cuando cerraba sus conciertos con él. El militar mantuvo el pulso y lo amenazó: “La próxima vez que cante esa canción le voy a pegar un balazo en la cabeza”. La anécdota es solo una entre cientos que cuentan los protagonistas de la música latinoamericana de los últimos 50 años en “Rompan Todo” [5].

Resultados/Discusión de resultados

Los últimos años de los sesenta y la primera mitad de los setenta fueron testigos de un fenómeno contradictorio en relación con el rock hecho en México. Años de politización juvenil y de militancias múltiples, de crítica al rock and roll por parte de una izquierda rígida y prematuramente envejecida. Años de sueños, de utopías hedonistas y socialistas, de hippies y militantes de una nueva vieja izquierda, de movimientos contraculturales y movimientos sociohistóricos. Entre lo instituyente y lo instituido, el movimiento estudiantil compuesto por jóvenes que buscaban modificar la vida cotidiana con un aquí y ahora que incomodaba a los miembros de una izquierda que prometía el reino de la libertad en un futuro lejano [6]. Por lo que este movimiento no solo era de una represión a estudiantes, sino de una lucha por la libertad y la desigualdad. Por lo que se presentan datos estadísticos de la población joven que se encuentra en esta situación.

El problema principal de este grupo de población es la pobreza, pues casi la mitad de ellas viven en dicha situación. Las personas jóvenes enfrentan un problema de discriminación estructural que es reproducido por el Estado, la sociedad y el sector privado. Dado que se les percibe como amenaza para la cohesión social, muchas

veces se les excluye de espacios y oportunidades laborales o educativas, y se impide el reconocimiento de sus derechos, especialmente los sexuales y reproductivos. Es común que las y los jóvenes enfrenten discriminación por su condición social, su apariencia física (ligada a su condición económica), la escuela donde estudiaron, el lugar donde viven o incluso sus publicaciones en redes sociales. Todas estas acciones contribuyen a que la mayoría de las personas jóvenes de México se mantengan en pobreza o no puedan ascender socialmente [7].

En México hay 37.5 millones de personas jóvenes entre los 12 y los 29 años (31.4 % de la población nacional). 6.8 millones tienen entre 12 y 14 años, 10.8 millones entre 15 y 19, 10.7 millones entre 20 y 24 y 9.3 millones entre 25 y 29 [8] Casi la totalidad de personas jóvenes en el país (98.4 %) saben leer y escribir, pero poco menos de la mitad de quienes tienen entre 15 y 24 años (46.1 %) asisten a la escuela [9].

Por carencias, 24.9 millones (67.3 %) tienen carencia por acceso a la seguridad social, 9.1 millones (24.6 %) por acceso a alimentación, 8.2 millones (22.2 %) por acceso a servicios básicos en la vivienda, 8.3 millones (22.5 %) por acceso a los servicios de salud, 5.1 millones (13.8 %) por calidad y espacios en la vivienda, y 5.1 millones (13.8 %) en rezago educativo (población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir y/o que no ha iniciado o concluido su educación primaria o secundaria) (Coneval 2015). El 87.7 % de las personas jóvenes desconfía en alguna medida de la policía: 36.6 % no confía en ellos por corruptos y 27.5 % porque cree que están relacionados con la delincuencia [10].

Existen 17.5 millones de personas jóvenes (47.1 % del total) están en situación de pobreza, de las cuales 13.9 millones (36.6 %) viven en pobreza moderada y 3.6 millones (9.7 %) en pobreza extrema. Desagregadas por ingreso, 19.7 millones (53.3 %) tienen ingresos menores a la línea de bienestar económico (2, 542.13 pesos mensuales en las ciudades y 1, 614.65 en el campo), de los cuales 7.3 millones (19.8 %) tienen ingresos menores a la línea de bienestar mínimo (1, 338.86 pesos mensuales en las ciudades y 959.72 en el campo) [11].

La situación en Puebla también se muestra con limitaciones; donde en la **Figura 1** se puede ver como los números son congruentes debido a que en el estado sufre de desigualdad social y de oportunidades.

Los datos estadísticos hacen una comparación sobre la desigualdad social, de manera global y en México como contexto social, que sirve como base para que el rock sea tomado como un sistema de fe y creencia, y sobre todo de expresión.



Indicadores	Porcentaje					Miles de personas					Carencias promedio							
	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Pobreza																		
Población en situación de pobreza	64.6	61.6	64.6	64.6	68.4	68.9	3,706.6	3,616.3	3,878.1	3,968.8	3,728.2	3,763.7	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.2
Población en situación de pobreza moderada	45.6	44.5	46.9	48.4	50.5	50.3	2,617.5	2,614.5	2,819.0	2,967.5	3,166.3	3,211.7	2.7	2.4	2.2	2.0	1.9	1.9
Población en situación de pobreza extrema	19.0	17.0	17.6	16.2	9.0	8.6	1,088.1	1,001.7	1,059.1	991.3	561.9	551.9	4.0	3.9	3.7	3.6	3.5	3.6
Población vulnerable por carencias sociales	22.6	21.6	22.0	19.8	21.5	23.2	1,297.9	1,271.2	1,320.9	1,217.5	1,347.2	1,483.9	2.3	2.2	2.2	1.9	1.7	1.8
Población vulnerable por ingresos	4.0	6.6	4.2	5.1	6.2	4.1	222.0	327.4	253.9	314.1	389.3	391.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Población no pobre y no vulnerable	8.8	11.3	9.4	10.6	12.9	11.7	626.0	666.8	623.5	643.8	807.5	749.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Privación social																		
Población con al menos una carencia social	87.2	83.1	86.4	84.4	88.9	82.1	5,003.6	4,887.4	5,199.0	5,176.3	5,075.4	5,247.6	2.8	2.7	2.5	2.3	2.1	2.1
Población con al menos tres carencias sociales	49.1	40.7	38.0	31.5	23.1	23.7	2,819.3	2,394.0	2,349.6	1,929.2	1,452.0	1,514.6	3.8	3.8	3.6	3.5	3.5	3.5
Indicadores de carencia social																		
Rozago educativo	26.7	26.3	24.1	22.9	19.9	19.4	1,476.5	1,485.6	1,449.1	1,407.5	1,349.0	1,241.8	3.7	3.6	3.3	3.1	2.8	2.9
Carencia por acceso a los servicios de salud	56.0	49.4	29.6	21.2	17.4	20.8	3,216.3	2,378.5	1,783.5	1,298.9	1,090.0	1,328.9	3.3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.8
Carencia por acceso a la seguridad social	78.0	72.3	77.1	75.2	69.2	72.1	4,480.4	4,250.5	4,637.6	4,610.1	4,340.1	4,604.1	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.2
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	22.6	19.6	19.4	18.0	14.5	11.7	1,294.6	1,132.0	1,166.0	1,161.4	907.4	744.7	4.0	4.0	3.7	3.4	3.2	3.3
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	38.8	37.3	34.8	30.6	25.7	26.5	2,226.8	2,196.4	2,095.2	1,877.7	1,613.1	1,692.1	3.7	3.5	3.3	3.1	2.9	2.9
Carencia por acceso a la alimentación	27.1	27.6	30.1	23.9	20.1	20.8	1,553.8	1,620.9	1,813.4	1,463.2	1,260.5	1,311.4	3.7	3.4	3.1	3.0	2.8	2.8
Bienestar																		
Población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos	26.9	27.7	32.9	31.9	23.1	22.3	1,543.6	1,626.8	1,981.6	1,953.9	1,449.8	1,424.4	3.3	3.0	2.7	2.6	2.3	2.3
Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos	68.6	67.1	68.7	69.7	65.6	65.0	3,937.7	3,943.7	4,132.0	4,272.0	4,117.5	4,154.9	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	2.0

Fuente: estimaciones del CONEVAL, con base en el INEGI-ENIGH 2008, 2010, 2012, 2014 y el INEGI del INEGI-ENIGH 2010 y 2018.

Figura 1. Medición de la Pobreza, Puebla 2018. Porcentaje, números de personas y carencias promedio por pobreza, 2008-2018. (Figura tomada de Coneval)

También como se observa en la **Tabla 1**, los porcentaje en que la situación de los jóvenes es de pobreza y vulnerabilidad por aumentan con los años comparando 2008 y 2018, donde uno de los indicadores de carencia social principal es el rasgo educativo, aunque se percibe una disminución en el año 2018, el número que se reporta no es bajo para un sistema con educación gratuita.

La realidad es cruda, uno de los estados más poblados en México es Puebla, por lo que los números que se mostraron anteriormente son de gran impacto para el país por eso los jóvenes del país buscan ese grito de libertad, como en Latinoamérica está absolutamente atravesado por el contexto sociopolítico, es decir, este cruce en las 2 ciencias estudiando la política desde un movimiento social (en este caso el rock) donde las nuevas generaciones deben entender los antecedentes del género. Poco a poco desde los 50 's se fue propagando todo el género en los países Latinoamericanos [12].

El trabajo de producción para el documental no solo es poder transmitir la historia y la formación del rock en español a través de los años, sino de ser ese símbolo de fuerza para las generaciones actuales. Tras el documental "Rompan todo: La historia del rock en América latina" se busca retratar como el rock es expresión y arte del dolor de los no privilegiados. La historia reciente de Latinoamérica no puede contarse sin la música que le puso letra a la inconformidad de sus movimientos sociales. Mucho menos sin las respuestas del under que surgieron cuando el rock contestatario empezó a llenar estadios. "Estas bandas nacen a finales de los setenta, cuando el rock se estaba volviendo aburrido. Ese es un ejemplo muy concreto de la transformación de la música en un momento de transición", dice Nicolás Entel, coproductor y guionista de la serie [5].

Conclusiones

El documental tanto como los datos indican que el rock no solo es un género musical, sino un símbolo identitario de los jóvenes. Muchos de los jóvenes en México y Puebla se encuentran en la lucha contra el sistema de desigualdad, donde no solo las letras expresan el dolor de aquella población sino también con el movimiento de ser escuchados.

El impacto que tienen los jóvenes en el sistema social es grande y como se puede revolucionar a través del arte, aun es más sorprendente la evolución del mismo. Como se puede concluir, todo es la mezcla de sustentos históricos, así como de arte a través de letra que cuenta una historia y por ende causa un movimiento. La situación del país muchas veces es reflejada a través de las letras del rock. Por lo que el proyecto trata de contar el impacto que tiene la música en el país y en el estado de Puebla, debido a que muchos jóvenes necesitan tener una base en la cual creer y luchar para conseguir alzar la voz de aquellos que son callados.

Referencias bibliográficas

- [1] A, Garay. El rock como conformador de identidades juveniles. *Nómadass*, Vol.1, no.4, pp. 2-6, Diciembre 2017, ISSN: 0121-7550.
- [2] J, Pareles (25 de diciembre de 2020). Rebeldía, genio y represión: 'Rompan todo' el documental que explora el legado del rock latino [online], de The New York Times, disponible: <https://www.nytimes.com/es/2020/12/25/espanol/cultura/rompan-todo-netflix.html>
- [3] R. Fernández, "Puebla y el Rock and roll-Buscando otra historia" *Fundación Dialnet*, Vol. XXVI, no. 6, pp. 155-185, Primavera 2020.
- [4] J, Agustín. *Tragicomedia Mexicana I*, México: Planeta.1998.
- [5] J-P. Criales. 'Rompan todo': una historia política del rock en Latinoamérica. 2021, (2020) de EL PAÍS Sitio web:
- [6] <https://elpais.com/television/2020-12-16/rompan-todo-una-historia-politica-del-rock-en-latinoamerica.html>
- [7] J, Quiroz. El rock mexicano y la contracultura. Tesis doctoral, Humanidades, UAM, Iztapalapa, CDMX, 2000.
- [8] Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación [Conapred], Ficha Temática: Personas Jóvenes, (2019)
- [9] Instituto Mexicano de la Juventud [IMJUVE], Diagnóstico de la situación de los jóvenes en México, (2013).
- [10] Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación [Conapred], Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017: Prontuario de resultados (2018).
- [11] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], Encuesta de Cohesión Social para la Prevención de la Violencia y la Delincuencia [ECOPRED] (2014).
- [12] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [Coneval], . Medición Multidimensional de la Pobreza 2014. (2015).
- [13] Netflix Latinoamérica (19 de diciembre del 2020). *Rompan todo* | Gustavo Santaolalla, Picky Talarico y Nicolás Entel hicieron así el documental. [video]. YouTube. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=K9fxC-UNbFc&ab_channel=NetflixLatinoam%C3%A9rica



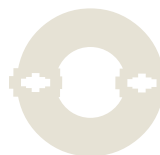
El uso de los dispositivos móviles y su impacto en el desarrollo social del niño

^a Flores Cosme Vianney*, ^b Aguilar Carrasco Luis-Ángel

^a Instituto Luisa Scheppler, Av. 11 Pte. 1309, Barrio de Santiago. Puebla, Puebla

^b Doctorado en Investigación e Innovación Educativa Facultad de Filosofía y Letras
BUAP Av. Juan de Palafox y Mendoza 410, Centro Histórico. Puebla, Puebla

*vianneyflores.f13@gmail.com



Área 4
Humanidades

Resumen

El presente trabajo se centra en el uso de dispositivos móviles y su impacto en el desarrollo social del niño, dicho impacto podría manifestarse como una forma de aislamiento debido a un uso excesivo de estos, por lo que, se busca comprender la relación que puede existir entre el aislamiento social y el uso de dispositivos móviles. Un factor influyente en la manera en que se utilizan los móviles son los padres, ya que estos son quienes normalmente otorgan un dispositivo a los hijos y quienes se convierten en los responsables de guiar y supervisar su uso.

El método que se siguió fue un estudio de caso en donde participó un sujeto de 14 años y la madre de este, por una parte, se identificaron los factores que fomentan un uso excesivo e inadecuado del dispositivo, respecto a la madre se toman en cuenta aspectos como: la supervisión, los límites y reglas establecidas, como la enseñanza del uso del móvil y qué conocimiento tiene acerca de los peligros de Internet para proteger a su hijo de estos, por otra parte, se pretende conocer las consecuencias que el uso del dispositivo ha tenido en el desarrollo social del sujeto.

Palabras clave

Dispositivo móvil, uso excesivo, aislamiento

Abstract

The present work focuses on the use of mobile devices and their impact on the social development of the child. This impact could manifest as a form of isolation due to their excessive use, therefore, it seeks to understand the relationship that may exist between social isolation and the use of mobile devices. As influencing factors in the way in which mobiles are used are parents, since they are the ones who normally grant a device to their children and who become responsible for guiding and supervising its use. The method followed was a case study in which a 14-year-old subject participated and his mother.

For instance, identifying the factors that promote excessive and inappropriate use of the device, concerning the mother they are taken into account aspects such as supervision, limits and established rules, how is the teaching of mobile use and what knowledge you have about the dangers of the Internet to protect your child from these. On the other hand, it is intended to know the consequences that the use of the device has had in the social development of the subject.

Keywords

Mobile device, excessive use, isolation.

Introducción

Actualmente la tecnología se ha vuelto una herramienta sumamente útil para nuestra sociedad, en donde poblaciones infantiles, juveniles y adultas acceden a estas con mayor facilidad, ya que, no resulta muy complejo lograr su manejo para darle un uso básico y efectivo, sin embargo, estas características también han permitido que poblaciones que aun no cumplen la mayoría de edad tengan acceso desde edades muy tempranas, en donde los principales impulsores son los padres.

Es importante destacar que la infancia se encuentra en una era digital, en la cual no hay un uso adecuado en muchos casos, por lo que, es responsabilidad de los padres y /o tutores que utilizan estas tecnologías, tomar un papel de educadores y guías en la enseñanza del uso de un dispositivo, así como conocer los diferentes peligros que se pueden presentar en la red (perfiles falsos, información falsa, *ciberbullying*, *sexting*, contenido inapropiado, etc.) para no causar daño a sus hijos por un uso inadecuado de estas, sino, buscar y recibir orientación para hacer de estas herramientas una forma moderna de aprendizaje y desarrollo.

Los efectos positivos o negativos se van a ver reflejados de acuerdo a diversos factores, tales como; la cantidad de horas que pasan los niños frente a un televisor o en este caso al dispositivo, el tipo de contenidos que ven (redes sociales, videojuegos, entretenimiento, videos, etc.), los horarios en que utilizan estas tecnologías, si son supervisados por un adulto (padres) o lo realizan de modo individual, también depende de los hábitos y límites que los padres pongan a sus hijos con respecto a su uso, si la pantalla (dispositivo) que están utilizando es interactiva o pasiva, etc.

Ante la pandemia, el estado de Puebla actualmente aun se encuentra en riesgo máximo, lo que trae como consecuencia que no se reanuden las clases presenciales en los distintos niveles educativos, en donde niños y adolescentes deben mantenerse en casa y se sigan viendo limitadas las relaciones sociales, por lo que, el confinamiento nos ha llevado a buscar otras formas de relacionarnos con los demás, de realizar actividades académicas, laborales y/o de entretenimiento a través de los medios virtuales, de las redes sociales, desde diferentes dispositivos móviles (celular, tablet, computadora, entre otros), lo cual, va generando beneficios para quienes hacen uso adecuado de éstas tecnologías y un daño sobre todo para los más vulnerables como los niños y adolescentes que no reciben supervisión ni orientación acerca de su uso.

Respecto a esto ver [1] en donde se cita a Europol describiendo que el impacto global de COVID-19 significa que las personas pasan más tiempo en línea, esto incluye tanto a niños como a adultos. Los adultos que trabajan de forma remota son menos capaces de pasar tiempo con sus hijos, a quienes se les permite un mayor acceso a Internet sin supervisión. Como resultado, los niños son más expuestos a los delincuentes a través de juegos en línea, el uso de grupos de chat en aplicaciones, contacto no solicitado en redes sociales y a través de aplicaciones educativas en línea menos seguras; más inclinado a hacer material explícito para intercambiar con sus compañeros, llegando eventualmente a los delincuentes sexuales infantiles; en algunos casos, sentirse solo y aislado, de lo que los agresores intentan beneficiarse, conectándose con ellos para producir material explícito o para concertar un encuentro en la vida real.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación de tipo cualitativo a partir del método fenomenológico, dicho método se basó en un estudio de caso. El caso se centra en el uso excesivo del dispositivo móvil por el sujeto, se identificaron los factores que refuerzan este tipo de uso, así como el contenido que se consulta y las consecuencias e impacto que pueden tener en el área social. Además, se incluyó la perspectiva de la madre acerca de los dispositivos móviles, ventajas, desventajas y la manera en que ella describió las situaciones de aislamiento y socialización al observar a su hijo.

En el estudio participó un sujeto de sexo masculino de 14 años, con acceso a un dispositivo móvil propio y un uso excesivo del mismo, actualmente cursa el tercer año de secundaria y muestra algunas acciones de distanciamiento en el entorno familiar. En el estudio también participa la madre del sujeto, mujer divorciada de 45 años, se dedica a labores del hogar y dedica entre 8 y 9 horas diarias a su trabajo. El grupo familiar está conformado por la madre, el hijo mayor y su pareja y el sujeto.

Instrumento

Para esta investigación se realizaron 2 entrevistas en profundidad, una al sujeto y otra a la madre. Respecto a las entrevistas, se tomaron en cuenta determinados puntos o tópicos de relevancia para la investigación, con base a estos se realizaron las preguntas necesarias, algunos tópicos tomados en cuenta para las entrevistas fueron, la perspectiva de ambos acerca del uso de dispositivos móviles, la supervisión

ante su uso, el acceso a contenidos, la convivencia familiar y con amigos, así como es aislamiento y la socialización.

Técnica

La primera técnica que se empleó fue la grabación en formato de audio de las entrevistas, las cuales facilitaron el proceso de la transcripción de los datos, la segunda técnica fueron las notas de campo o el diario de campo, dicha técnica permitió un registro de los datos observables, así mismo, proporciona información relevante para el análisis de los resultados.

Finalmente, para el análisis de los resultados las categorías se sometieron a un programa (UCINET) para generar una red semántica, la cual, permitió identificar la relación, relevancia e importancia de conceptos durante ambas entrevistas y realizar una interpretación.

Resultados

Una vez terminadas las dos entrevistas se realizó la transcripción de estas, las respuestas obtenidas se agruparon por categorías o conceptos para posteriormente crear una red semántica como se muestra en la **Figura 1**. La cual nos arroja un panorama más amplio de todo lo que se habló durante las entrevistas, se representa la relación entre los conceptos y los participantes, así como la importancia y/o relevancia de cada concepto. Todos estos aspectos brindan una base para la interpretación de los resultados que serán redactados en los siguientes párrafos.

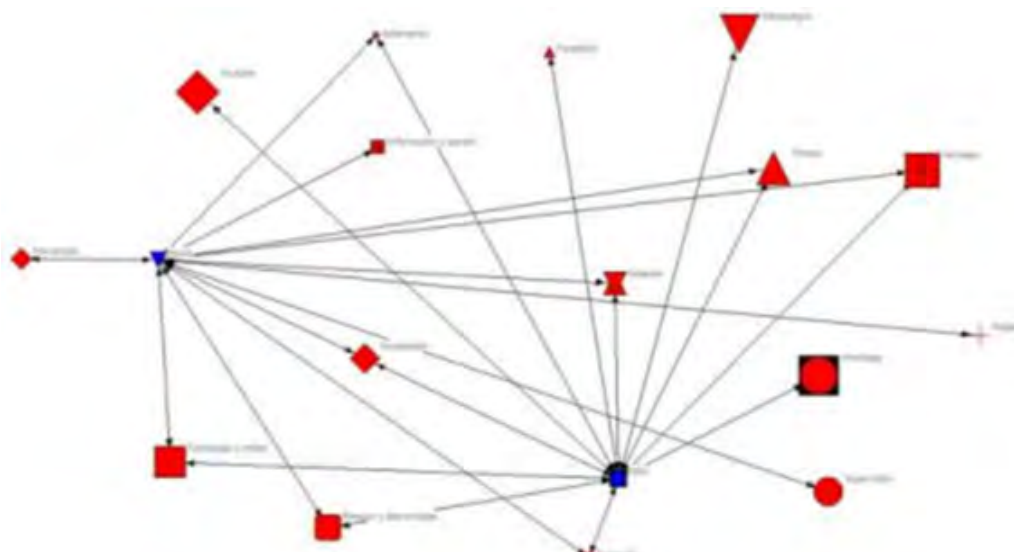


Figura 1. Red semántica. Fuente Elaboración Propia.

Relación y tecnología

El tiempo de convivencia familiar suele ser reducido debido a que la mamá trabaja, por ello los días de descanso de la mamá que son los domingos son dedicados a actividades cotidianas y a la familia. La relación familiar también se presenta por las interacciones que se tienen gracias a la tecnología, según el contenido de interés para los integrantes, por ejemplo, el niño y su hermano ven videos juntos en la sala.

Reglas, responsabilidades y límites

Una de las primeras reglas mencionadas por la mamá, fue la que estableció cuando el niño recibió el dispositivo; estar al corriente en la escuela, tomar sus tiempos para realizar las tareas y tomar tiempo para sus juegos. Cuando no se cumple con lo anteriormente mencionado la mamá menciona que normalmente no hace nada ante el incumplimiento de reglas, es decir, no hay límites.

Las responsabilidades que tiene el niño en casa, de acuerdo con las respuestas de la mamá, se rescatan 2 muy concretas, la primera es tender su cama y la segunda recoger lo que esté tirado, de este modo, al tener pocas responsabilidades es claro que el niño dispone de más tiempo libre para realizar otras actividades como lo es el uso del celular.

Creencias y opiniones acerca de los dispositivos móviles

El niño reconoce que existen riesgos y desventajas cuando hace uso del dispositivo móvil, no obstante, prevalecen más las ventajas y los beneficios que el niño encuentra en los dispositivos y en sus diversos contenidos, por ejemplo: para sus tareas escolares, el niño nos habla del uso de la plataforma de YouTube para aprender inglés con maestros profesionales y el uso del traductor para poder realizar sus tareas.

Las respuestas que reflejan las creencias y opiniones de la mamá respecto a lo anteriormente mencionado se describen a continuación:

- Dispositivos móviles. La mamá menciona que, aunque estos pueden ayudar en diferentes campos, también las personas se han vuelto dependientes de ellos.
- Niños y uso de dispositivos (Ventajas). Los niños se mantienen informados de lo más actual, el celular les puede ayudar a realizar sus tareas o trabajos, además pueden estar comunicados con sus padres ante cualquier situación.

- Niños y uso de dispositivos (Desventajas). La entrevistada opina que está mal que los niños usen los dispositivos porque pierden mucho tiempo en ellos.

Contenido consultado por el niño

Los videojuegos, WhatsApp y YouTube, fueron los conceptos más relevantes y abordados a lo largo de la entrevista con el niño, cabe resaltar que dichos conceptos están relacionados únicamente con el entrevistado y no con la mamá.

Videojuegos

El niño cuenta con 3 videojuegos en su dispositivo, el primero es *Call of Duty*, el cual, el niño lo caracteriza como un juego de guerra entre mundos, el segundo videojuego es *Five Nights at Freddy's*, que es un juego de terror, y el último es el videojuego de *Super Mario*, el niño lo caracteriza como un juego de aventuras y desafíos. De acuerdo con esto, se encuentra que el único juego apto para la edad del niño es el de *Super Mario*, ya que, va dirigido a todo el público, sin embargo, el videojuego *Call of Duty* es apto para personas mayores de 17 años y *Five Nights at Freddy's* para mayores de 15 años. Con la información obtenida, se vuelve evidente que de los 3 videojuegos con los que el niño se entretiene, 2 de ellos no son recomendados para su edad.

El niño suele jugar en sus tiempos libres, además el tiempo que refiere dedicarle a los videojuegos, es de 2 horas diarias, lo que en una semana serían 14 horas.

YouTube

Los videos que el niño suele consultar de acuerdo con lo que ha observado la madre son respecto a videojuegos, estrenos de películas y videos de animales. El niño menciona que los videos que consulta son acerca de videojuegos, secretos de los videojuegos, trucos para juegos o zonas secretas, y en algunas ocasiones videos de risa, es decir, el acceso a esta red social se inclina más hacia el entretenimiento y diversión.

Otro de los datos obtenidos es que, el niño tiene una cuenta en Youtube y es creador de un canal llamado "*The Killer OG Oficial*", a continuación, se mencionan algunas características:

- El niño suele subir vídeos cada 2 o 3 meses

- Los vídeos no son de un tema en específico, por ejemplo, el primer vídeo que subió fue una Intro que realizó para su canal.
- El tiempo que dedica al canal (grabar los videos, editarlos y publicarlos) suele ser en sus tiempos libres, cuando va a otros lugares o cuando se queda solo en casa.
- La meta que el niño tiene respecto al canal es obtener un máximo de 100 likes y llegar a los 75 suscriptores.

Facebook y Messenger

La primera cuenta de Facebook del niño, la creó cuando tenía aproximadamente 10 años. Lo que más le gusta realizar en esta red social es ver los vídeos y las publicaciones, y lo que él suele publicar en su perfil son vídeos de risa o contenido relacionado con videojuegos. Tiene aproximadamente 230 personas agregadas de las cuales, aclara no conversar con ninguna por medio de Messenger, a menos que estos envíen un mensaje es como existe interacción o se entabla una conversación, de no ser así, no suele mandar mensajes. De este modo, el uso de Facebook para el niño va más relacionado a publicar y consumir contenido, y ocasionalmente para la comunicación.

WhatsApp

Lo que más realiza el niño en WhatsApp es ver los estados de las personas que tiene agregadas, y el contenido que normalmente sube a sus estados va relacionado con su canal, y aunque una de las principales funciones de esta red social es la de comunicarse y conversar con otros, el niño aclara que al igual que en Messenger, no platica con nadie a menos que reciba un mensaje.

El tiempo que el niño le dedica a YouTube, Facebook y WhatsApp es de aproximadamente 8 horas diarias, que es el tiempo aproximado que el niño dispone como tiempo libre.

Supervisión

Tomando en cuenta que la mamá trabaja entre 8 y 9 horas diarias, y que el niño está en contacto con el celular aproximadamente 10 horas diarias, resulta evidente que los tiempos en que la mamá supervisa son muy reducidos. Las acciones de supervisión que la mamá realiza consisten en estar pendiente de lo que su hijo ve en Internet. Por ejemplo, en el caso de Facebook la mamá le pregunta a su hijo

a quienes tiene de amigos e incluso revisa los contactos del teléfono y pregunta quién o quiénes son. La madre menciona que las redes sociales a las que accede el niño son Facebook y Messenger, sin embargo, no sabe con certeza las acciones que su hijo realiza dentro de ellas.

Se considera importante mencionar que, el niño refiere que en la plataforma de YouTube tienen un canal y en las respuestas dadas por la mamá, en ningún momento hace mención del canal creado por su hijo. Por lo tanto, dentro de las posibilidades se encuentra que la mamá no es consciente de la existencia de dicho canal.

Socialización

De acuerdo con la información acerca del contenido consultado por el niño y el tiempo que se invierte a cada uno de los contenidos se obtiene que, las formas de socialización del niño, las realiza principalmente en espacios virtuales, es decir, en los videojuegos y en redes sociales como lo es Facebook, Messenger y YouTube. Al preguntarle a la mamá acerca de las habilidades sociales que ha identificado en el niño, mencionó frases como, es muy abierto, agarra confianza y se desenvuelve más o menos, dichas habilidades se ven reflejadas en las relaciones con sus amigos, a quienes suele ver cada semana o cada 15 días.

Prevención

Los temas que la mamá ha platicado con el niño acerca de los peligros de la red van relacionados con consejos y/o recomendaciones, por ejemplo, si conoce a alguien y esa persona comienza a preguntar cosas que van fuera de lo normal, que pida información como la dirección o la edad, la mamá recomienda al niño que lo bloquee inmediatamente o que le avise a ella. En base a esto, las medidas que ha tomado la mamá para prevenir al niño de los diversos peligros es preguntarle frecuentemente si ha recibido solicitudes de amistad o si tiene amigos nuevos, refiriéndose a la red social Facebook.

Aislamiento

En algún momento cuando se le preguntó al niño qué es lo que más le gusta hacer en el dispositivo, el niño señaló que ver vídeos y jugar videojuegos, posteriormente se le preguntó la razón del porque le gustaba más realizar este tipo de actividades, y su respuesta fue:

“Pues me distraigo así en momentos, pues así que esté triste o enojado pues ya me distraigo con los vídeos”.

La respuesta, se vuelve de suma importancia, ya que, el niño refiere que en momentos cuando él está triste o enojado, el contenido del dispositivo le sirve como una forma de distracción o para ignorar lo que está sintiendo. Finalmente, la mamá menciona que a su hijo lo ha notado más alejado de su entorno desde que tiene un dispositivo, ella menciona que esto se ha presentado solo en el área familiar, además, se le pregunta si su hijo ha presentado dificultades para relacionarse con otras personas, a lo que la mamá responde que sí con ejemplos como, a veces no quiere saludar y por respeto tiene que hacerlo, no le dan ganas de platicar o a veces no está de humor para hacer las cosas.

Conclusiones

1. Existen factores que refuerzan el uso excesivo del dispositivo, en este caso se identificaron 4 específicamente:

Reducidas oportunidades para la convivencia con sus amigos y con su familia. El medio principal de interacción cuando está solo es el dispositivo móvil.

El sujeto al no conocer determinadas normas respecto al uso del dispositivo, no es consciente de en qué situaciones puede utilizar el dispositivo y en qué situaciones no.

Ante el incumplimiento de reglas, tareas y/o responsabilidades y al no existir un límite ante esto, el sujeto tiene mayor tiempo disponible para la realización de otras actividades, dentro de éstas se destaca el uso del dispositivo.

Los beneficios que el sujeto observa y percibe en los distintos contenidos consultados (YouTube, Facebook, Videojuegos, etc.), crea un interés por los mismos y refuerzan la acción de consultarlos y/o consumirlos una alta cantidad de horas.

Los beneficios que el sujeto observa y percibe en los distintos contenidos consultados (YouTube, Facebook, Videojuegos, etc.), crea un interés por los mismos y refuerzan la acción de consultarlos y/o consumirlos una alta cantidad de horas.

2. Se concluyó que, la madre es consciente de ciertos peligros que se presentan en la red, por lo que se han tomado medidas para la seguridad del niño. Se confirma que no existió una persona específica para la enseñanza del uso del dispositivo móvil, además se identificó que las creencias de la mamá respecto a los dispositivos móviles van muy orientadas hacia desventajas.
3. Sí el sujeto mantiene los hábitos de usar el dispositivo sin normas y límites, el aislamiento que actualmente se observa en el entorno familiar podría aumentar o incluso extenderse a otro medio social.
4. Las dificultades para relacionarse con otros se encuentran relacionadas con una actitud del sujeto de no querer convivir con los demás, dando preferencia a la interacción digital, proceso que también ha sido reforzado por la educación que recibe en casa.
5. Los 4 factores identificados han reforzado una acción de aislamiento dentro del entorno familiar, se ha creado un ciclo, es decir, el sujeto se encontraba en aislamiento por una ausencia de sus familiares la mayor parte del tiempo, lo que reforzó el uso excesivo del dispositivo, y al estar en contacto con sus diversos contenidos, ahora el sujeto suele aislarse, dando prioridad al dispositivo, aunque exista la presencia de familiares.
6. Debido a la situación actual en el estado de Puebla, se considera que los niños y adolescentes son una población muy vulnerable que pueden encontrarse en riesgo de aislamiento por diversas razones, principalmente por la nueva modalidad virtual que viven los estudiantes para tomar sus clases, para realizar trabajos y tareas, así como la cantidad de horas que estos le dedican a sus materias. Algunas otras razones van relacionadas con el alto uso de dispositivos, de la búsqueda de contenidos como una forma de entretenimiento, de matar el aburrimiento o de ocio, también se considera que los niños que pasan mucho tiempo solos en casa con acceso a Internet y a un dispositivo móvil están más expuestos al tema tratado en esta investigación.

Referencias bibliográficas

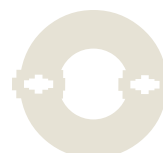
- [1] Prodecon, *Prospectivas de Implementación Tecnológica en la Administración Pública*: México. México, CDMX. 2020 [En línea]. Disponible en https://www.prodecon.gob.mx/Documentos/librosprodecon/prospectiva_de_implementacion.pdf
- [2] E. Capilla y S. Cubo. “Phubbing. Conectados a la red y desconectados de la realidad. Un análisis en relación al bienestar psicológico”, *Píxel-Bit. Revista De Medios Y Educación*. Vol. 50, pp. 173-185, Enero, 2017.
- [3] Chicos.net, *Impacto de la tecnología en niñas y niños de América Latina*, Febrero 2015.
- [4] J. Gené, M. Ruiz, N. Obiols, L. Oliveras y E. Lagarda. “Aislamiento social y soledad: ¿qué podemos hacer los equipos de atención primaria?”, *Aten Primaria*. Vol. 48, pp. 604-609, Noviembre 2016.
- [5] A. P. Goldstein, R. P. Sprafkin, N. J. Gershaw y P. Klein. *Habilidades sociales y autocontrol en la adolescencia: un programa de enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca, S. A, 1989.
- [6] A. B. Lacunza. “Las habilidades sociales como recursos para el desarrollo de fortalezas en la infancia”, *Psicodebate. Psicología, Cultura y Sociedad*. Vol. 10, pp. 231-248, 2010.
- [7] F. J. Palmer, “Seguridad y riesgos: Ciberbullying, Grooming y Sexting”, trabajo final de máster , 2017. Recuperado de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/67105/6/fpalmerpTFM0617memoria.pdf>
- [8] S. M. Suarez, (2015). “Los menores como usuarios de redes sociales y su privacidad”, *Parlamento y Constitución. Anuario*. Vol. 16, pp. 115-140, 2014.

Estrategias para el desarrollo competitivo de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados de la región de San Martín Texmelucan, Puebla

Soledad, Soto-Rivas *Bello, Rodríguez-Daniela

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan.
Camino a la barranca de pesos s/n, San Lucas Atoyatenco, 74120
San Martín Texmelucan de Labastida, Puebla.

*117050089@smartin.tecnm.mx



Área 4
Humanidades

Resumen

La presente investigación se hace con el motivo de buscar estrategias que sirvan para el desarrollo de la industria restaurantera y alimentos condimentados en la región de San Martín Texmelucan, ya que debido a la pandemia por COVID-19 se ha visto afectado dicho sector; el resultado que se busca es que la industria restaurantera de la región de San Martín Texmelucan cuente con estrategias sólidas para poder competir en el mercado en situaciones como las que se

están viviendo actualmente, y no solo para eso, también para la generación de empleos y por ende colaborar en la reactivación económica de la región, para ello se elabora una investigación con conceptos bastante detallados que nutran al tema que se está llevando a cabo, así como la aplicación de encuestas, estos dos aspectos son fructíferos para el proyecto ya que con ellos se sabrá si lo que se está planteando conducirá a un resultado favorable.

Abstract

The present research is aimed at seeking strategies that will serve the development of the restaurant industry and flavored foods in the San Martin Texmelucan region since the COVID-19 pandemic has affected the sector; The result is that the restaurant industry in the San Martin Texmelucan region has sound strategies to compete in the market in situations such as those currently being experienced, and not only for that, also for the generation of jobs and therefore to collaborate in the economic revival of the region, for this purpose we prepare research with quite detailed concepts that nourish the topic that is being carried out, as well as the application of surveys, these two aspects are fruitful for the project as they will know whether what is being proposed will lead to a favorable outcome.

Keywords

Strategy, development, competitiveness.

Glosario de abreviaturas y símbolos

COVID-19: De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) COVID-19, se toma de las palabras “corona”, “virus” y (enfermedad en inglés), mientras que 19 representa el año en el que surgió el brote.

Introducción

Si algo ha quedado claro de nuestros modos de vida previos al COVID-19, es la importancia de la industria restaurantera en nuestra vida social, no solo como una actividad que concierne a una gran mayoría de las poblaciones urbanas, sino también como una industria de suma importancia en la generación de empleos y en su aportación a las economías nacionales. (Benítez, 2021).

El sector restaurantero en la región de San Martín Texmelucan Puebla, ha sido de los más afectados desde que inició la pandemia, porque han tenido que cerrar sus establecimientos por los decretos emitidos por la federación y estado, ya sea total o parcial, lo que ha obligado a despedir personal, descansar temporalmente a la gente o bajar salarios, situación que ha afectado a miles de familias que viven de su trabajo de cocineros, meseros, administrativos, limpieza o mantenimiento, al igual que toda la república ha sido afectado por las medidas de contingencia sanitaria, si bien es una problemática a nivel nacional y global. El proyecto identificará las estrategias llevadas a cabo por los empresarios y empresarias de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados de la región de San Martín Texmelucan a través de un análisis FODA que identifique las áreas de oportunidad, así como las amenazas de un entorno competitivo y de crisis sanitaria como ha sido la pandemia del COVID-19. Según (Ezpinoza, 2014), las hipótesis son explicaciones tentativas de un fenómeno investigado, formuladas a manera de proposiciones, en ese sentido se plantea que aplicar estrategias como, la distribución eficiente del producto; mejorar la calidad en el servicio; establecer herramientas de gestión empresarial; capacitar a los empleados; y conocer cuáles son las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de la empresa, favorecerá al desarrollo competitivo de la Industria Restaurantera y de Alimentos Condimentados de la región de San Martín Texmelucan.

Materiales y métodos

Lo que se utilizará para el presente trabajo es el método de investigación cualitativa en la cual se recabará información que aporte al tema propuesto y el método de investigación cuantitativa para ello se aplican encuestas al sector restaurantero.

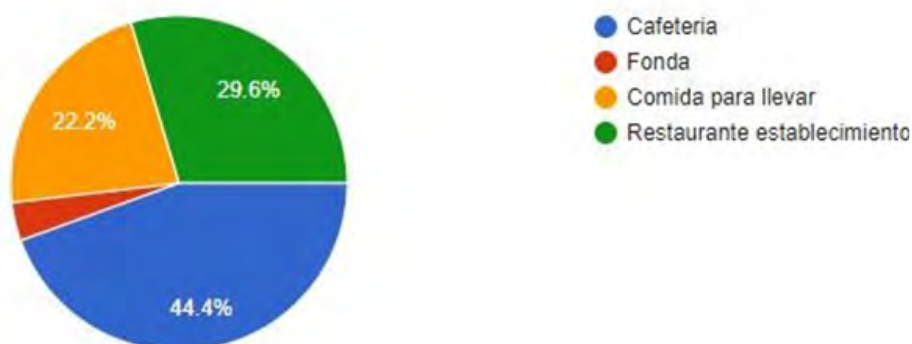
Los materiales que se utilizan son: computadora, libros e Internet.

Resultados/Discusión de resultados

A continuación, se presenta el resultado de 27 encuestas aplicadas al sector restaurantero de la región de San Martín Texmelucan, Puebla.

1.3 Clasificación de su empresa

27 respuestas



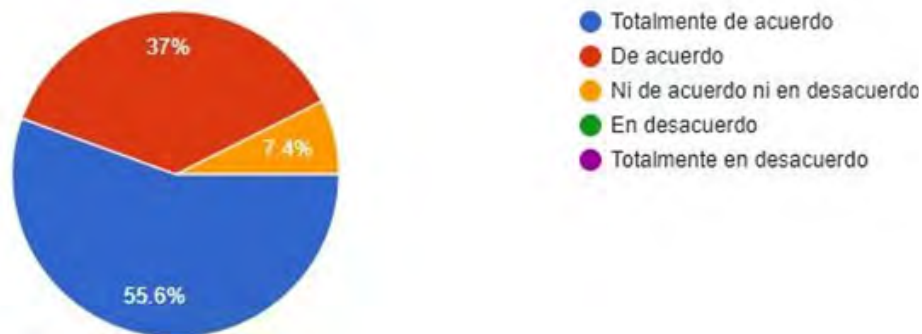
Gráfica 1. Clasificación de la empresa

En la Gráfica 1, se presenta qué clase de organización tienen los empresarios, observando que en su mayoría son cafeterías.

En la Gráfica 2, se observa que de los 27 encuestados la mayoría están de acuerdo con que la industria restaurantera es un pilar importante para la economía regional. Si bien esto es cierto ya que beneficia al sector turístico, aseguró Miguel Turrucó titular de la Secretaría de Turismo (2019).

2.1 ¿Considera usted que la industria restaurantera es un pilar de la economía regional?

27 respuestas



Gráfica 2. Importancia de la industria restaurantera en la economía regional

2.3 ¿Cuáles son los factores que impactan de forma negativa la competitividad de la industria restaurantera?

27 respuestas



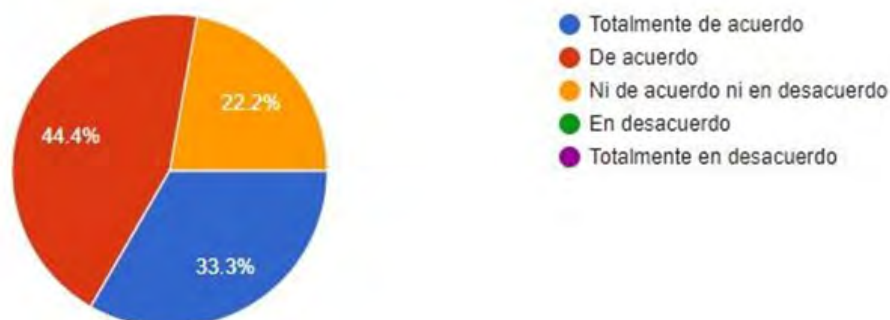
Gráfica 3. Factores que impactan de forma negativa la competitividad de la industria restaurantera

En la Gráfica 3, la mayoría de los empresarios consideran que uno de los factores que más impacta de manera negativa a la industria restaurantera es la pandemia del COVID-19.

En la Gráfica 4, se muestra como los empresarios piensan que tener establecidas estrategias empresariales tendrá un impacto positivo en los ingresos de su empresa. La revista Iberoamericana de Turismo (2016) dice que tener establecidas estrategias empresariales hará que su empresa sea más competitiva y por lo consiguiente tendrá mejores ingresos.

2.4 ¿Cree usted que tener establecidas estrategias empresariales impactarán de forma positiva en los ingresos de su empresa?

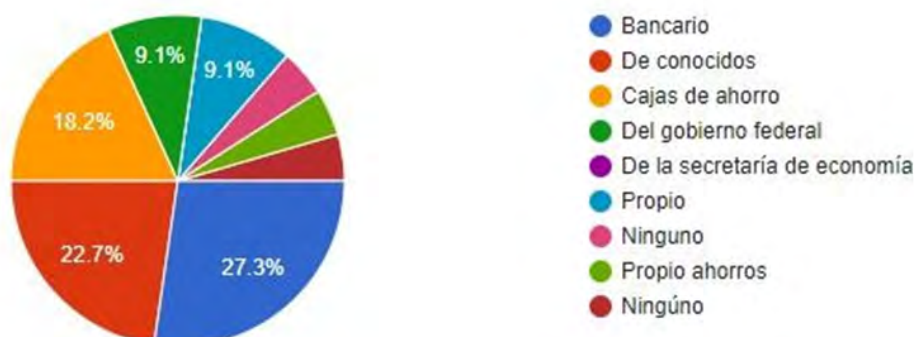
27 respuestas



Gráfica 4. Tener establecidas estrategias empresariales que impactaran de forma positiva en el ingreso de la empresa

2.9 ¿A qué tipo de financiamiento ha tenido acceso?

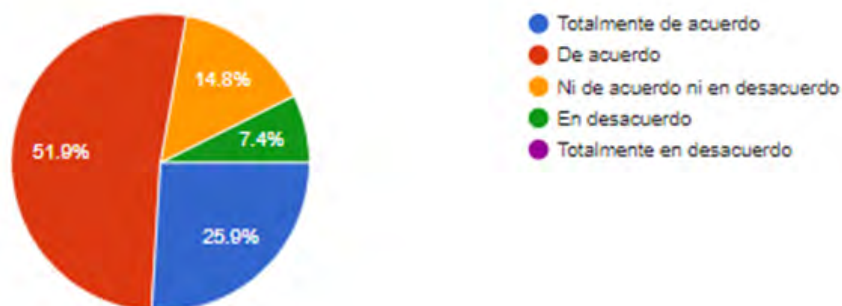
22 respuestas



Gráfica 5. Tipos de financiamiento más utilizados por los empresarios

2.10 ¿Considera usted que el tener acceso a la banca electrónica; pagos con tarjeta de crédito y débito es un valor agregado para la empresa?

27 respuestas



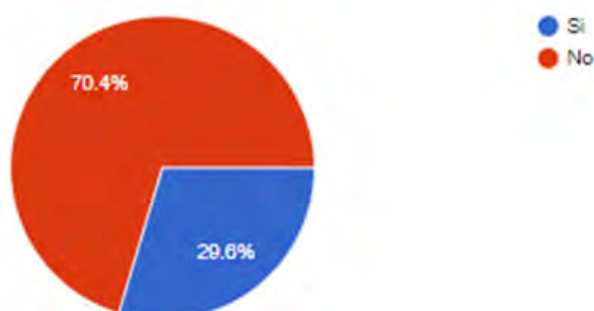
Gráfica 6. Tener acceso a la banca electrónica, pagos con tarjeta de crédito y débito es un valor agregado para la empresa

En la Gráfica 5, se muestra a qué tipo de financiación han incurrido los restauranteros de la región, se puede observar que por el que optan más son los bancos y en segundo término está el financiamiento por conocidos.

En la Gráfica 6, se puede observar que en mayoría los empresarios están de acuerdo en que tener acceso a la banca electrónica es un valor agregado para su negocio. Al final las operaciones y servicios bancarios que se realizan electrónicamente son los mismos que se han realizado siempre en el banco.

3.2 ¿Los proveedores han aplicado alguna política de apoyo por la pandemia del COVID-19?

27 respuestas

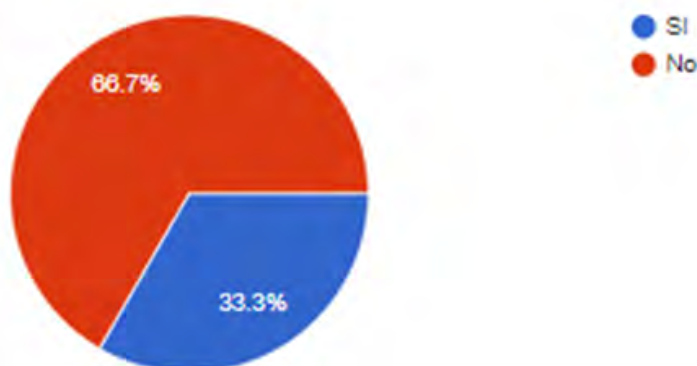


Gráfica 7. Los proveedores han aplicado políticas de apoyo por la pandemia del COVID-19

En la Gráfica 7, se observa que de un 100 % solo el 20.4 % ha recibido apoyo de parte de sus proveedores por consecuencia de la pandemia COVID-19.

3.4 ¿Ha despedido a personal derivado de la contingencia sanitaria del COVID-19?

27 respuestas



Gráfica 8. Despido de personal derivado de la contingencia del COVID-19

En la Gráfica 8, se puede observar que un 33 % de los empresarios tuvo que recurrir a despedir a su personal, esto derivado de la contingencia sanitaria.

Conclusiones

Al finalizar el trabajo de investigación, se concluye en que los restauranteros tienen que incluir estrategias, como: tener un buen conocimiento y tener acceso a financiamiento; capacitar a los empleados; buscar alternativas de distribución de sus productos (como servicio a domicilio); crear convenios con sus proveedores para el pago; etc. De esta manera se podrá competir en el mercado y no solo eso sino tener una ventaja competitiva frente a los rivales, dará un crecimiento en sus ingresos y por consecuencia reactivará la economía.

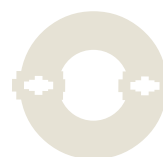
Referencias Bibliográficas

- [1] A. Benitez, «El Sol de Puebla,» 05 02 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estado/cierra-20-del-sector-alimentos-en-texmelucan-6328025.html>. [Último acceso: 10 03 2021].
- [2] E. Ezpinoza, «Sin noombre,» 06 03 2018. [En línea]. Disponible en: [https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1197/html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Izcar%20a%20\(2014\)%2C%20las,formuladas%20a%20manera%20de%20proposiciones.&text=Van%20Dalen%20\(1981\)%20conduce%20a,expresan%20como%20generalizaciones%20o%20proposicion.](https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1197/html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Izcar%20a%20(2014)%2C%20las,formuladas%20a%20manera%20de%20proposiciones.&text=Van%20Dalen%20(1981)%20conduce%20a,expresan%20como%20generalizaciones%20o%20proposicion.) [Último acceso: 10 03 2021].

La vacunación en retrospectiva, su experiencia en la región de Teziutlán. Una aproximación histórico social

^aVargas Vizuet Ana Liviere, ^aSalazar Ramos Jonathan de Jesús, ^aHernández Sánchez Diana Doris y ^bOtáñez Narváez Alexei

^aComplejo Regional Nororiental de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Arias y Blvd. S/N, El Carmen, C.P. 73800 Teziutlán, Puebla y ^bColegio de Historia de la Facultad de Filosofía y Letras de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Av. Don Juan de Palafox y Mendoza 219-229, centro histórico Puebla, Pue.



Área 4
Humanidades

Resumen

En marzo del 2020 la OMS declaró estado de alerta sanitaria en grado de pandemia a la enfermedad que se denominó COVID-19 causada por el virus SARS-CoV-2. La humanidad en general dimensionó el comunicado de distintas formas, en algunos casos con incredulidad, en otros con fatalismo y en algunos otros con cautela, *cualquiera de estas reacciones tiene efectos adversos o favorecedores en cualquier programa de prevención y cuidado que se promueva*. Este episodio en la historia de la humanidad se ha prolongado por ya más de un año y ha cobrado millones de muertes y contagios en el mundo. A velocidad nunca antes vista, se desarrollaron diferentes vacunas, protagonistas de la búsqueda médico-científica

por encontrar salida a la catástrofe. Sin embargo, hemos sido partícipes de comentarios populares que dificultan los procesos de las vías científicas, en particular de las vacunas. Por lo que este trabajo pretende hacer una revisión histórica a través de las distintas campañas de vacunación como fenómeno social en México y en particular ajustando la lente de ser posible en la región de Teziutlán; con la finalidad de encontrar constantes que, independientemente de las diferencias propias de cada campaña, surgen en situaciones de crisis sociales de salud y que pueden ser obstáculo o catalizador de las políticas públicas generadas para controlar el fenómeno.

Palabras clave

Vacunación, Historia social de la salud, Historia de la medicina, Historia regional.

Abstract

In March 2020, WHO declared a pandemic health alert to the disease called COVID-19 caused by the SARS-CoV-2 virus. Humanity in general communicates in different ways, in some cases with disbelief, in others with fatalism and in others with caution, any of the reactions have adverse or flattering effects on any prevention and care program that is promoted. This episode has lasted for a year and has claimed millions of deaths and contagions worldwide. At a speed never seen before, different vaccines were developed, protagonists of the medical-scientific search to find a way out of catastrophe. However, we have been involved in a popular commentary that hinders the processes of scientific pathways, in particular vaccines. That is why this work aims to make a historical review of the different vaccination campaigns as a social phenomenon in Mexico and in particular adjust the lens, if possible, in the region of Teziutlán; based on its social perspective to find constants that regardless of the differences specific to each campaign, arise in situations of social health crises and that can be an obstacle or catalyst for public policies generated to control the situation.

Keywords

Vaccination, Social History of Health, History of Medicine, Regional History.

Glosario de abreviaturas y símbolos

AGEP, Archivo General del Estado de Puebla

AHMT, Archivo Histórico Municipal de Teziutlán

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

HNDM, Hemeroteca Nacional Digital de México

OMS, Organización Mundial de la Salud

OPS, Organización Panamericana de la Salud

WHO, World Health Organization

Introducción

Nos ha tocado recibir una década cuyas posibilidades incluyen vivir en carne propia todo aquello relacionado con lo sorpresivo, lo increíble y lo que humanamente parece difícil de asimilar.

Está en manos de la juventud registrar para futuras generaciones, la experiencia sentida y contemporánea [1] de una pandemia, que, a su vez, es la oportunidad para revivir aquellos episodios evocados en las crónicas de tiempos pasados a veces inverosímiles, en donde perdían la vida millones, así ocurrió a principios de siglo pasado con la gripe española [2]; o si nos remontamos a la época de la conquista, la devastadora epidemia de viruela [3] que se hizo, sin estrategia militar, aliada de aquellos que justificaron o ejercieron el dominio a través de la evangelización y la imposición armada de una cultura, y que perduró hasta mediados del siglo pasado gracias a su erradicación por repetidas campañas de vacunación.

Así es, en este trabajo de investigación se pretende hacer una revisión histórica de la forma en la que la ciencia médica de nuestro país, particularizando en la vivencia documentada de la región de Teziutlán, ha hecho frente a catástrofes como epidemias, enfatizando en su perspectiva social.

Sin duda alguna y a partir del siglo XIX, una de las formas en las que se ha enfrentado la enfermedad es la vacunación [4]; por su efectividad y por la sencillez del procedimiento, que en sus inicios se dio bajo la *técnica de brazo a brazo* [5], y que, en la actualidad, requiere de años de investigación y pruebas de efectividad y seguridad; la ciencia médica vio en la vacunación la opción más eficaz para terminar con las muertes cuya etiología y desarrollo eran incontrolables a la medicina remedial.

Sin embargo, con el transcurso del tiempo las distintas campañas de vacunación han tenido sus propios escenarios, así como sus particulares recepciones y reacciones por parte de la población; y eso es justamente lo que este trabajo pretende evidenciar, ya que la historia puede dar cuenta de sucesos que parecen previsibles por su configuración cíclica y que al análisis del comportamiento social facilitarían procesos enfocados a la salud pública.

A pesar de las variantes que pudiesen presentar las diferentes campañas de vacunación que ha experimentado México aun antes de consolidarse como país

independiente, hay también constantes de índole popular que, al estudiarles desde la ciencia social y humana, hacen posible dirigir esfuerzos en la búsqueda de activar procesos benéficos para la sociedad en su conjunto “la historia como maestra de vida” [6]. De ahí la importancia de llevar a buen término iniciativas de investigación como la que se plantea.

El objetivo general de este trabajo de investigación es reconstruir la historia social de la salud desde el ámbito de las distintas campañas de vacunación y su contexto a nivel nacional, estatal, con énfasis en el nivel regional. Con la finalidad de hacer operativo el desarrollo del proyecto se identifica lo siguiente: Confrontar y reconstruir la recepción popular de la estrategia de vacunación a nivel estatal y nacional con el realizado a nivel regional.

Tarea de las ciencias sociales y de las humanidades es que fenómenos como el que se describe en este trabajo, puedan ser vistos a través de la prognosis y contribuyan a crear los modelos explicativos de las realidades propias de la época a la que corresponden, bajo sus particularidades regionales o contextuales, sin desestimar las generalidades que acompañan al desarrollo humano en su esfera social [7]. Dando paso, de esta forma, a los resultados que permitan abordar los conflictos sociales de una manera más consciente y objetiva.

En particular, el fenómeno de la vacunación no se reduce a un hecho médico o biológico, sino que supone una vivencia social que en ocasiones facilita o merma las mejores intenciones, en este caso, salubristas. Por lo tanto, todo aquello que nos ayude a tener una perspectiva más amplia sobre la forma en la que la ciencia pueda alcanzar sus objetivos, -desde el momento en que se comunican los hallazgos, sobre todo en las esferas no pertenecientes a la comunidad científica-, es de suma importancia [8].

La recepción social que se hace de las novedades médicas es sin duda una vertiente que cataliza o disminuye los propósitos del desarrollo tecnológico y científico. Conocer la forma en la que se han desenvuelto en épocas pasadas sucesos semejantes, ayuda a estar mejor capacitados y habilitados para enfrentar los desafíos por venir.

Con respecto a los estudios que se han realizado en torno al tema que nos concierne, actualmente hay un auge de las publicaciones que dan a conocer resultados de investigación en el área de las ciencias biomédicas, desarrollo de vacunas, y estudios clínicos; sin embargo, respecto de la vivencia popular sobre el fenómeno y desde

la perspectiva histórica, existen pocas publicaciones, ahora bien, con respecto al desarrollo de microhistoria o historia regional no hay estudios de este tipo, por lo tanto es importante generarlos debido a que la memoria histórica regional es pieza fundamental de la prospectiva local.

Desde la figura social sincrónica tenemos estudios como el de Oemichen-Bazán y Paris-Pombo: El rumor y el racismo sanitario durante la epidemia de influenza AH1N1, en donde se hace un análisis de las expresiones populares de cara a la epidemia de influenza del 2009 en México, los de Fernández Poncela: Psicología de masas, identidad social, epidemias y rumores: la influenza en México. Y Epidemia de rumores: expresión de miedos, riesgos y desconfianza. Ambos hacen un análisis desde el punto de vista sociológico en cuanto a la respuesta social de afrontamiento a la epidemia de influenza en México en el año 2009.

Desde la perspectiva histórica, tenemos los estudios realizados por Agostoni: Entre la persuasión, la compulsión y el temor: la vacuna contra la viruela en México, 1920-1940, y Médicos rurales y brigadas de vacunación en la lucha contra la viruela en el México posrevolucionario, 1920-1940. En los que hace un seguimiento de dichas campañas teniendo en cuenta los distintos elementos que intervinieron en su alcance. De Carrillo Farga: Los difíciles caminos de la campaña anti variolosa en México durante El Porfiriato, en donde se dedica un apartado a evidenciar las dificultades en casos generalizados de la aplicación de la vacuna, lo que lleva a hacer obligatoria su aplicación.

Teniendo en cuenta estas publicaciones y dando consecución al propósito de nuestra investigación, pretendemos enriquecer con fuentes de primera mano, la vivencia social entorno a la vacunación de manera contextual a nivel nacional, enfocando la lente respecto al recuadro estatal y finalmente ajustando detalles para contribuir a la historia regional.

La vacunación como fenómeno social de la salud

Una de las constantes en la vida del ser humano en sociedad es que se enfrenta a desafíos naturales como catástrofes, inundaciones, terremotos, huracanes, sequías, hambrunas y por supuesto la enfermedad, sin embargo, han existido episodios en la historia de la humanidad en que la enfermedad ha traspasado los límites del malestar individual convirtiéndolo en un fenómeno colectivo que requiere de una respuesta social organizada [9].

En esta respuesta se encuentra la medicina, ese gremio que ha acompañado y permanecido a lo largo de la historia de la humanidad. En particular, en este estudio se ha seleccionado el fenómeno de la vacunación, pero sobre todo con la intención de rastrear la experiencia social ante dicha medida preventiva y no tanto en el ámbito médico.

El ser humano ha enfrentado de manera colectiva, en reiteradas ocasiones, fenómenos asociados a la pérdida de la salud, es entonces que como bien dice “Marc Bloch [10] [...] es necesario que en la naturaleza humana y en las sociedades humanas haya un *fondo permanente*, sin el cual los nombres mismos de hombre y de sociedad no significarían nada. ¿Creeremos, pues, comprender a estos hombres si solo los estudiamos en sus reacciones frente a circunstancias particulares del momento?” las reacciones ante circunstancias aparentemente desconocidas en la actualidad, -como una pandemia (hace 100 años que no se vivía una)-, no lo han sido para la humanidad en otros momentos de su historia y se confirma a través del hallazgo documental; es importante porque con conciencia histórica es más sencillo enfrentar lo que es desconocido solo en apariencia; si se atiende únicamente a una visión presentista del acontecer colectivo, entonces todo nos parecerá extraño, todo incluso, tendrá una visión más fatal de lo que pudiera ser o más mal intencionada que una falacia.

De acuerdo con lo anterior, si el ser humano ha enfrentado estas circunstancias con anterioridad y con las particularidades propias de cada época, no está de más revisar la forma en la que dichas dificultades se han superado, lo que ha sucedido, las reacciones que se presentaron y la evolución de los acontecimientos con el paso del tiempo.

De esta manera, conseguir elementos suficientes que permitan identificar las constantes presentes en la vivencia popular o social de los fenómenos concernientes a la salud colectiva y la forma en la que la gente “común” enfrenta las novedades biomédicas “uniendo las experiencias del pasado con las expectativas del futuro en una imagen comprehensiva del proceso social” [11], al mismo tiempo identificar las particularidades propias de la región ante fenómenos de esta naturaleza con alcances que trascienden las fronteras geopolíticas [12] puede ser muy útil.

De acuerdo con lo anterior es entonces de suma importancia precisar que, la consulta a las fuentes primarias es insustituible, se ha enfatizado la búsqueda de información en documentos escritos en la época y por el momento, debido a la pandemia, hemos hecho uso de la HNDM en donde se han revisado más de

4 000 imágenes que contienen información alusiva a las campañas de vacunación provenientes de diarios de circulación nacional y regional, de esta forma reconstruir la vivencia social de las distintas campañas de vacunación en México, enfatizando en la experiencia de Teziutlán y sus alrededores es el motor principal de este estudio.

Materiales y métodos

Sobre la metodología. El proyecto, por su esencia, se circunscribe dentro de la metodología de las ciencias históricas, atendiendo a la búsqueda de fuentes documentales de primera mano y su análisis contextual y situacional, así como a las fuentes historiográficas concernientes al tema en cuestión, cuyo proceso de revisión permite reconstruir desde el contexto social un fenómeno.

Sobre las fuentes documentales. Se hace uso de los acervos de la Hemeroteca Nacional Digital de México y el Archivo Histórico Municipal de Teziutlán, así como el Archivo General del Estado de Puebla.

Resultados y Discusión

La expedición transoceánica colonial

Si hablamos de que las vivencias colectivas respecto de la pérdida de la salud requieren de una respuesta social organizada, para finales del siglo XVIII, uno de los más importantes avances en la historia de la medicina fue, sin duda, el hecho de que Edward Jenner, gracias a su observación perseverante y detallada, pulió y afinó el procedimiento ya usado por otras culturas orientales y mediterráneas desde épocas antiguas de variolización¹ para finalmente desarrollar lo que ahora conocemos como vacunación [13].

Es bien conocida, gracias a que quedó registrada para la historia iberoamericana, la Real Expedición Filantrópica de la Vacuna, que se convirtió en el esfuerzo más grande de la época con el propósito de llevar a las colonias españolas en continente

¹ Para el siglo V a.C. Tucídides refiere que se obtenía polvo de costras de la viruela y se hacía aspirar a quien quería prevenir la viruela, los chinos bajo el imperio de Jen Tsung del siglo XI describían el procedimiento con detalle en el manuscrito "El tratamiento adecuado de la viruela".

americano el novedoso y efectivo preventivo, su responsable fue el médico cirujano Francisco Xavier Balmis quien acompañado de otros cuatro médicos, dos practicantes, cuatro enfermeros e Isabel de Cendala y Gómez rectora de la Casa Expósito de la Coruña con 22 niños huérfanos de entre ocho y 10 años a quienes -de dos en dos- se les aplicaba la vacuna a lo largo del trayecto para efecto de que, al llegar a tierras novohispanas, se contara con fluido fresco para su aplicación bajo la *técnica de brazo a brazo*, se encargarían de sistematizar las Juntas de Vacunación en los distintos territorios coloniales [14].

La citada expedición, contó con un fuerte patrocinio de la corona y estuvo acompañada de una dinámica campaña informativa con suficiente detalle técnico de su aplicación y beneficios a quien la utilizara, todo esto como antesala a la llegada del remedio considerado *divino*, de la mano de un sólido respaldo de las autoridades eclesiásticas [5]

Cabe destacar que, al llegar, se encontraron con que ya algunos otros practicantes de la medicina se habían adelantado al propósito con el apoyo del virrey José de Iturrigaray [15], sin embargo, es importante mencionar que los integrantes de la compañía mencionada fue la autorizada y sostenida por la corona ya que además de estar constituida por un selecto grupo de expertos, llevaban consigo *El tratado histórico práctico de la vacuna* por medio del cual se pretendía poner orden además de efectuar de manera adecuada la vacunación. Esto, concerniente a los preparativos internos institucionales de acuerdo con patrones europeos de los avances dentro de la comunidad médica y autoridades de gobierno, sin embargo, qué sucedía con respecto a la recepción por parte de la población ajena a los círculos cerrados del conocimiento científico en ciernes.

Muy significativo es el párrafo que se transcribe *literalmente*:

[...] en la que sin entrar este zeloso profesor en la impertinente cuestión, de si es o no útil la práctica de vacunar (de lo que en mi concepto ya no debería hablarse, pues las infinitas experiencias de todos los profesores y países están por la afirmativa, excepto únicamente la de algún alucinado o la de algún hombre vil y pérfido que por intereses particulares y puramente personales ha tratado de desacreditar una práctica tan recomendable para hacer su peculio con los males de los semejantes) [...] lo que muchas veces no puede tener lugar, ya por la impericia en la que se hallan mucho sobre el asunto, como de los que regentan jurisdicción que por tanto procederían con la más culpable omisión despreciando una cosa cuyas ventajas no comprenden, ya por las muchas preocupaciones del vulgo, que como se sabe fueron algunos de sus individuos los que más se opusieron a la antigua práctica de la inoculación que sin embargo de las innumerables ventajas de la nueva no dejó de traer también utilidades al género humano; ya en fin por las chocheces de muchos profesores

de la ciencia saludable, qué mal imbuidos en sus antiguas doctrinas, desprecian con arrogancia todo lo nuevo, como si la preciosa ciencia que indebidamente cultivan no fuese capaz de más y más descubrimientos...[sic] [16]

A propósito de la experiencia colectiva de las campañas de vacunación y su evidente rechazo, que es evidente en el segmento anterior, a partir de lo narrado en las publicaciones periódicas de la época, quizá las voces de la gente “ordinaria” no se vean plasmadas en el papel, pero, sin duda alguna, se hace referencia a ellas de manera implícita -puesto que el protagonista en esta historia es propiamente la vacunación, lo que sucede en torno a ella suele no considerarse importante para quedar registrado en el documento oficial-, sin embargo, ha sido posible perseguir las voces latentes circunstanciales de manera indirecta por medio de los discursos en forma de llamados de atención, invitaciones, ejemplos de éxito, o indicaciones con carácter de obligatoriedad que difundían las autoridades de la época, incluso, uno que otro rumor circulante entendido como un obstáculo a la proyección salubrista esperada por las instituciones encargadas de la época y que la harían efectiva, como es evidente en el caso que se cita.

Otro ejemplo de esto se puede vislumbrar en lo siguiente: “De Dinamarca y Suecia escriben que la vacunación está allí muy acreditada, y que no temen ya a las viruelas [...] La vacuna es para los soberanos de Europa un objeto especial de su gobierno, y donde quiera que la ignorancia del pueblo se opone a esta saludable práctica los monarcas se consideran con derecho a usar de su autoridad para introducirla” [17].

Como puede constatarse en este diario de circulación nacional se da a conocer a un público general los avances que ha tenido en otros lugares del mundo la aplicación de la vacuna con una postura de credibilidad científica gracias a que se señala que no hay riesgo al vacunarse; en otros segmentos se menciona que tanta es la efectividad del procedimiento que en países como Ceilán, sus médicos especialistas han tenido que dejar su profesión al no haber enfermos de viruela que tratar [17]. Como podemos observar se trata de una pandemia y se trata de *convencer* de hacer uso del método promovido, ya que todo el texto muestra los éxitos de la vacuna alrededor del mundo, a una población que pudiera rehusarse a someterse al procedimiento.

Así mismo, para el año de 1818, se promulga como obligatoria la vacuna a menores de 5 meses de haber nacido y que para evitar justificación por ignorancia se pide que se anuncie en todos los parajes, cabe mencionar que los padres que no vacunaran a sus menores hijos se les consideraría en abierta oposición al rey [18].

Tomar medidas tan drásticas habla de una presente renuencia a las medidas preventivas de manera voluntaria, como puede verse en el texto citado en párrafos anteriores.

Incluso y quizá, debido al ambiente rebelde de la temporalidad aguerrida independentista que se encontraba en su fase terminal y de consolidación favorable para los sublevados, es que dicho espíritu flotaba por todas las esferas de la realidad, permeando el ámbito médico y de la salud, convulsionando como en un eco ondulante hasta trastocar atenuadamente, pero no ausente, en las publicaciones de la época, haciendo alusión aun como referente a naciones europeas, transición necesaria e incipiente en busca de los propios referentes nacionalistas.

El escenario nacional

Es notable que muy probablemente el ejercicio o la intención de la vacunación con poca experiencia en el tema resultaba no satisfactoria y frecuente ya que para el año de 1825 se encuentra lo siguiente en el diario *El Nivel*: “Cartilla que enseña el modo de vacunar, y distinguir la verdadera y falsa vacuna, estraida de las instrucciones y periódicos de Europa y acomodado a la simplicidad de los indios [sic]” [19]. Es evidente que ha proliferado una “falsa vacuna” ya que la cartilla que se menciona hace alusión a los detalles para identificar la verdadera de la que no lo es, y como introducción se especifica detalladamente la forma en la que se ha de proveer del fluido para realizar el procedimiento. El detalle más sobresaliente para identificar la “vacuna verdadera” de la que no lo es, es el hecho de que la primera se obtiene de un grano cuyo centro está hundido o aplanado y sus bordes son los que contienen el preciado fluido, además el borde externo es de color rosado, el día idóneo para replicar el procedimiento de vacunación en otra persona es entre el 9º y 10º día a partir de haber sido inoculado con el fluido extraído de otro grano con vacuna “verdadera”, un grano emanado de una “vacuna falsa”, será abultado en su plenitud hay mayor ardor e irritación en general. Se recomienda enfáticamente ser muy cuidadoso al efectuar la incisión ya que puede mezclarse con sangre, lo que inutilizaría el fluido.

Para seguir contribuyendo a la conformación del imaginario contextual de la época se cita el párrafo con el que se cierra dicha cartilla por lo ilustrativo de la vivencia desde la perspectiva oficial, pero aludiendo a la experiencia social ordinaria: “Últimamente, todo pueblo que logre la felicidad, de encontrar este precioso hallazgo, deberá recibirlo y conservarlo como un don inestimable de la divina providencia, trasladándolo de unos en otros por la vacunación que se

puede practicar en cualquier edad, ejecutándolo desde los primeros meses del nacimiento hasta la consistencia, y aun hasta la vejez. A tan útil preciso fin y el de que haya muchos que sepan ejecutarla, aun en los lugares más reducidos, deben contribuir los párrocos, los jueces, los primeros vecinos, y los más ínfimos, si no quieren declararse enemigos crueles de sus semejantes, de su patria y de sus propios hijos. P.H. [sic]” [19]

En la siguiente cita se puede ver que, los encargados de dar difusión a las medidas que se toman, orientadas al control del brote notan o vislumbran situaciones en las cuales creencias populares llevan a la población a una negativa de ser vacunados.

“Su excelencia el presidente se cree constituido en la sagrada obligación de manifestarlo a V. E. para que oportunamente acuerde las providencias que le dicte su celo por el bien de la humanidad, escitando si lo creyere necesario el de los ayuntamientos, párrocos y demás autoridades de la comprensión de su mando para que le secunden, cuidando particularmente de la propagación y renovación de la vacuna y de su conservación y legitimidad, con el método y economía que recomiendan las instrucciones de esta ramo y permitan las circunstancias, y de *reducir por medio de la persuasión a los infelices que adjuntando el ciego fanatismo a que regularmente se abandonan en sus dolencias, se presten a los socorros de la medicina* [sic]” [20].

En una publicación hecha en 1855, a punto de que Antonio López de Santa Anna fuera empujado a dejar la silla presidencial, para el estado de Veracruz y en el que habla en favor de la aplicación de la vacuna, de hace mención de que, según Humboldt, el Dr. Balmis se había asegurado de identificar en las vacas de Atlixco Puebla, el fluido también útil para seguir vacunando en tierras Novohispanas sin necesidad de depender por completo del fluido traído de tierras ibéricas, por lo tanto era viable continuar conservando el preciado remedio, quizá ante la resistencia por parte de los padres de familia para permitir que sus hijos contribuyeran a conservar el fluido por la *técnica de brazo a brazo* [21].

Es interesante descubrir que existió y se difundió por medio de diarios en el año de 1888, -lo que significa casi un siglo de desarrollo en investigación en torno a biológicos cuya acción seguía el principio de la vacunación de Jenner-, la relación que se estableció entre el Dr. Louis Pasteur y el fisiólogo Nikolay Gamaleya de origen ruso; en la actualidad el laboratorio que ha desarrollado una de las vacunas vs COVID-19 lleva su nombre, cabe mencionar que este último inició la relación altamente productiva entre ambos científicos gracias al interés del ruso en el desarrollo de la vacuna contra el cólera, otra de las epidemias que devastaron la época [22]. A nivel internacional el instituto Pasteur en Francia tomó a los mejores científicos de la época y contribuyó de manera inestimable a los descubrimientos más importantes de aquella época, en la que se puede identificar un auge en la

investigación biologicista en favor de replicar el medio preventivo de la vacuna en la viruela, otro de los entusiastas jóvenes investigadores estuvo Mordechai Haffkine, judío ruso que probó la vacuna contra el cólera en sí mismo con resultado exitoso [23] Lo que nos lleva a reflexionar que muchos hombres y mujeres de ciencia han dedicado su tiempo, vida y recursos enteros para experimentar con animales en favor de la salud de la humanidad, pero otros, incluso han estado dispuestos a ofrecer su vida en favor del avance científico.

En una carta llena de sarcasmo escrita en Filadelfia en el verano de 1894, dirigida al editor del periódico La Patria, el periodista, abogado, escritor e historiador Ireneo Paz (abuelo de Octavio Paz), por parte de quien se decía su amigo y firmaba con las siglas R.G.A., entre otros temas se refirió a la vacuna, comentando lo siguiente:

Y ahora que de escuelas hablo, no será malo consignar, que la Junta de Sanidad de la ciudad ha declarado obligatoria la vacuna, la instrucción también es obligatoria y gratuita; pero si el niño ya está vacunado o sus padres no creen en la impunidad producida por la vacuna, sino que, por el contrario, la consideran un germen de terribles enfermedades, de locura y aun de muerte, siguiendo la opinión de muchos sabios entonces el niño queda condenado a la ignorancia [24].

En el segmento anterior se aclara que la aplicación de la vacuna se cobra en 50 centavos. A lo largo del texto se deja entrever que el autor describe con detalle lo ostentoso de las celebraciones estadounidenses pero las fuertes necesidades que están detrás de lo que él insistentemente -a lo largo de dos páginas- concluye como superficial. Al parecer, pretende hacer entender que lo importante se deja de lado, como lo es la aplicación de la vacuna y la instrucción (educación), o lo que es peor, que existe la obligatoriedad de la aplicación de la vacuna solo en el papel más no al alcance de la población, ni con el interés auténtico de lograr avances.

Los martes, entre el 6 y el 20 de junio de 1926 fue publicado el Código de Salubridad de los Estados Unidos Mexicanos, en los diarios oficiales a nivel nacional, en él se mencionaba que su objetivo principal era mantener la salud en la población general mexicana [25] y entre otros lineamientos se menciona como obligatoria la vacunación y revacunación contra la viruela de las personas dentro del territorio nacional; además que los niños deben ser vacunados después de haber cumplido cuatro meses de nacidos. [26] La revacunación es cada 5 años y también es obligatoria. Según el artículo 116 se menciona que las vacunas aun se hacen con linfa y se proporcionan por parte del Departamento de Salubridad Pública.

Treinta años después, en junio de 1955 el presidente Adolfo Ruíz Cortines, por medio de un decreto declara como conformado el comité nacional de lucha contra la poliomielitis otorgando todas las facultades a dicho organismo para dictar las

medidas que se consideraran necesarias para beneficiar a la población, se menciona a la *gamma globulina* como uno de los elementos importantes para su producción, importación y distribución como medida preventiva así como la vacuna Salk que se menciona es de reciente descubrimiento [27].

En fecha ya muy reciente 13 de mayo de 1987 se encuentra una publicación titulada “Niegan que vacuna contra viruela esté vinculada con SIDA”, el 5 de junio de 1981 se hizo el primer reporte oficial de lo que sería conocido como Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) mismo que se define hasta septiembre del 1982, en agosto del año de nuestra noticia el *Centers for Disease Control (CDC)* en EE.UU. realizaba la primera conferencia nacional sobre VIH y se dispuso a aumentar su investigación en África; fue tal el rumor sobre el origen del SIDA asociado a la vacunación contra viruela que la OMS tuvo que desmentir argumentando que no había evidencia para sostener que el SIDA había sido generado debido a la aplicación de la vacuna contra la viruela a 19 reclutas [28]. Los rumores parecen estar asociados a circunstancias propias de la época que generan desconfianza, temor o incertidumbre.

La experiencia en el estado de Puebla

En el año de 1890, se presentó el proyecto de reglamento de boticas, era claro que el ejercicio de la expensa de medicamentos requería ser revisado y ordenarse, hasta en estos espacios se hizo vigente la frase “orden y progreso”; como algunos de los principios que aparecen en dicho proyecto están, que a cargo de una botica debe haber un responsable con al menos, dos años de experiencia y probada honorabilidad, que no se podrían vender medicamentos sin una prescripción médica, que en la receta que se surtiría debían ir las iniciales de aquel que despachaba, así como del responsable, quien de ninguna manera debía ejercer como médico a la vez, o se era boticario o se ejercía como médico pero no ambas, de infringirse esta medida se ameritaba multa de 30 a 50 pesos o arresto de diez días. Se enlistaban los medicamentos autorizados, así como aquellos que eran riesgosos en su uso y muy precisos en su dosificación, como ejemplos el aceite de crotón, acetato de cobre, estricnina y morfina, así como el ácido prúsico [29]. Junto con este proyecto y bajo el título de “Consejos al pueblo sobre las ventajas de la vacunación y revacunación” se encuentra un texto muy interesante por su contenido que a la letra dice:

"La *resistencia que se encuentra en el pueblo* para aprovechar la bienhechora acción de la vacuna está fundada en una falsa idea la de que la viruela y la vacuna son una misma cosa y de que, por consiguiente, el individuo a quien se le inocular este fluido preservador va a tener la viruela. Esto es un error grosero, la

vacuna es un líquido que se forma en el caballo y la vaca y que, al ser introducido en el cuerpo del hombre, es decir no inoculado, produce la enfermedad de la vacuna y no de la viruela [29]."

Se manifiesta también que existe un temor generalizado de que se transmita al niño por vacunar, alguna enfermedad del niño al que se le extrae el "pus vacunal", y se hace la aclaración de que eso es lo que pudiera suceder en caso de que no se cuidara el procedimiento y que por mala praxis se mezclara el fluido con sangre. Es evidente entonces que hay temores circulantes entre el común de la gente sobre lo que rodea al fenómeno de la vacunación incluso prácticas no certeras en su aplicación. En este mismo texto se menciona la existencia de "un estudio" que asegura que aquellos que han padecido de las viruelas es porque no se han querido vacunar o que lo han hecho hace ya mucho tiempo, además resalta el hecho de que aquellos vacunados y que por infortunio han padecido la enfermedad la han desarrollado en una versión muy mermada y poco fatal, incluso se agregan datos como "a fines del siglo pasado se calculó que de 100 variolosos no vacunados morían 66 y de 100 variolosos vacunados solo morían siete" [29]. Estrategias estadísticas de convencimiento de la población con el posible propósito de menguar la abundancia de rumores.

Para el 22 de enero 1897, en reunión de concejales, publicado en el Boletín Municipal de Puebla se discute entre los ciudadanos Uriarte, Grajales, Velasco y Gavito que, en la teoría, o sea, en cuanto a planificación para la aplicación y distribución de la vacuna todo está muy bien, se disponen médicos, se pagan gastos, sin embargo, se menciona que ha sido muy difícil vacunar a la cantidad idónea para lograr éxito en la prevención, y cito textualmente: "[...] recomendar a la policía que prestase su auxilio para obligar a los que se resistiesen a someterse a la operación de la vacuna, pues sabido es que en las últimas capas sociales, por ignorancia o por error, hay multitud de individuos que no la aceptan [...]" [30] Era latente el rechazo a la vacuna lo que hacía urgente otras medidas de prevención como puede verse en las medidas establecidas ante la renuencia. En la partida extraordinaria entrarían los gastos necesarios para la aplicación de la vacuna, se nombra al Dr. José de Jesús Díaz González como responsable de coordinarse con el Médico Agente de Salubridad para datos estadísticos, dar difusión a la campaña, así como pedir una lista de los infantes no vacunados a la fecha en las jefaturas políticas del interior del estado, se hacía un llamado a los médicos en las distintas regiones a vigilar por la aplicación, se recomendaba la revacunación dentro de los 10 años posteriores a la primera aplicación, se recomendaba que si hubiere enfermo de viruela en la familia se aislara de ser posible y si no, ser cuidadosos en la limpieza e higiene, se recomendaba el uso de ácido fénico y agua de cal para la limpieza de los espacios, los cadáveres deberían ser cubiertos con alguna sustancia desinfectante y sepultados dentro de

las 24 horas siguientes a la defunción, estos no deberían ser trasladados en coches de uso público ni mucho menos en carros descubiertos, posteriormente se debería desinfectar la casa con la supervisión del Médico Agente de Salubridad y un enviado de la jefatura política, el costo lo cubría el dueño de la casa pero se pedía se vigilase fuese de bajo costo, finalmente a falta de cumplimiento de las autoridades en la vigilancia de los preceptos ameritaría una multa de uno a 25 pesos o arresto de tres a ocho días [31]. Medidas drásticas tomadas ante la mencionada insuficiencia de la campaña de vacunación.

Al parecer unos años más adelante y concretamente del 14 al 23 de abril de 1905 a fin de evitar la viruela, se solicitaba linfa y pus por parte del director del Hospital de Pobres con el propósito de vacunar a alumnos de las escuelas primarias [32]

No es sino hasta febrero de 1926 que el Gobernador en turno mediante el Oficial Mayor de Gobierno solicita un local a la Beneficencia Pública del Estado para instalar una oficina de vacunación en el Ex Hospital de San Pedro [33]. Sin embargo, es notable que hubo un problema de salud entre las mujeres de la ciudad de Puebla, a raíz de los informes decenales que rendía la Beneficencia Pública sobre instancias de enfermas del Mal Venéreo [34], fenómeno informado por lo menos desde diciembre de 1925 hasta agosto de 1926 siendo el doctor Francisco Marín director del Hospital General del Estado.

Al parecer durante 1937 no se habla de una campaña de vacunación en forma, sin embargo, según consta en documentos la vacunación se ha sistematizado y normalizado entre la población ya que se encuentran documentos en los que se solicitan tubos de linfa para la vacunación de asilados del Hospital General del Estado de Puebla o del orfanato ubicado sobre Avenida Reforma 710. Las instituciones a cargo de dichas acciones eran: el entonces Departamento de Salubridad Pública Federal y el Hospital General del Estado a cargo de la Beneficencia Pública dirigida por Manuel Iturriaga quien desempeñaba el cargo de director de este [35].

Como puede constatarse en los documentos encontrados la vacunación forma parte de los protocolos oficiales de las instituciones estatales ya que se encontró una lista que contiene los nombres de 12 niños que van entre los seis meses y nueve años, recién ingresados al orfanato y que han sido sometidos al procedimiento [36].

La vivencia local, Teziutlán

Con respecto a la vivencia en el municipio de Teziutlán, hasta este momento hemos encontrado que para el año de 1925 hubo una intensa campaña de vacunación iniciada en el mes de marzo, en donde, sobre todo, se aplicó la vacuna en escuelas públicas, en particular las escuelas de señoritas “Vicente Guerrero” y “Reforma” notificaron haber vacunado a todas sus estudiantes. El encargado médico responsable y también llamado *Médico Experto* fue el Dr. León Trigos quien aparece en múltiples documentos en los que se le pide se encargue de la aplicación de la vacuna, así como de asegurarse de que se haga con la técnica “brazo a brazo” ya que se carece de “linfa vacunal”, dicha técnica hacía rendir o multiplicar el número de beneficiados. Para abril el presidente de la República Mexicana en ese entonces Plutarco Elías Calles, siendo el jefe del departamento de salubridad el Dr. Bernardo J. Gastelum, por medio de un decreto, se recordó a la población en general que la vacunación era obligatoria para todos los niños menores de cuatro meses [37].

Como estrategia de vacunación solicitada desde la capital del estado, se pidió que los médicos de todas las poblaciones al interior del estado aplicaran la vacuna de manera gratuita en las poblaciones en donde ordinariamente prestaban sus servicios. En el mismo comunicado se solicitaba que se avisase a todos aquellos que tuvieran empleados para que se responsabilizaran sobre la aplicación de la vacuna a todo su personal. Al público en general se le notificó por medio de 500 volantes distribuidos entre la población, en el que se invitaba a vacunarse en los altos del palacio municipal los sábados de 4 a 5 de la tarde, esta iniciativa aparecía rubricada por el presidente municipal Macario J. González y el secretario Luis G. Sánchez con fecha de noviembre del mismo año. Al cerrar el año hubo un cambio, en funciones y responsabilidades ya que encontramos documentación que sustenta que el Dr. León Trigos fue sustituido por el Dr. Jesús Duarte bajo el cargo de *Médico Experto* [38].

Es de llamar la atención que, para el año de 1928, en el mes de marzo, el representante de los laboratorios *Loesers* envió una carta dirigida a los *Médicos Expertos* de las comunidades ofreciendo unas inyecciones intravenosas de guayacol y yodo que, se aseguraba, habían sido muy exitosas en el tratamiento de la influenza española vivida a nivel internacional en años recientes. El ofrecimiento de dicho representante argumentaba responder a un nuevo brote de enfermedades neumónicas. Dicha carta incluía una lista de precios y productos elaborados por el mismo laboratorio, así como también se agregó una nota por parte del presidente municipal en la que aseguraba haber recibido la lista pero que debido a que en Teziutlán no había indicios de nuevo brote, no se le haría pedido. Al revisar la lista, es evidente el auge

que para esa época tenía la bioquímica ya que la mayoría eran compuestos con base en combinaciones entre los elementos de la Tabla periódica, algunos ejemplos son: bicloruro de mercurio para el tratamiento de la sífilis, mercurio cromo contra el paludismo, cloruro de calcio para la tuberculosis intestinal, yoduro de sodio para la artritis, etc.

Todo indica que la epidemia de viruela se prolongó durante todo el año 1925 ya que se encontró documento en el que se solicita linfa vacunal en febrero de 1926 para realizar la vacunación en la escuela oficial de Xoloco, misma que se surte y efectúa. Es de resaltar que las autoridades escolares tenían un papel importante en la aplicación de la vacuna ya que encontramos las solicitudes directas por parte de las autoridades de dichas instituciones. La respuesta al director Ortega no se hizo esperar y se envió al médico experto a aplicar la vacuna con tres ampollitas de linfa vacunal a los dos días de haberse recibido la solicitud.

De acuerdo con los documentos hallados, la recepción de la vacuna fue buena en estos territorios ya que nos fue posible encontrar un documento en el que el presidente de San Juan Acateno hace solicitud de la linfa vacunal debido a que, a su vez, la población la pedía pues temían los estragos que causaba la epidemia, vistos en comunidades aledañas, y estaban deseosos de evitar tal desgracia [37].

Para enero de 1928 se dio un nuevo brote de viruela, ya que se encontraron documentos en donde se solicita linfa vacunal, dando seguimiento a la correspondencia sobre el asunto, se hace mención de que la federación envía 200 tubos del biológico, sin embargo, el presidente municipal de Teziutlán dice no haberlos recibido. Se confirma recepción de 500 dosis junto con la indicación de remitirlas al *Médico Experto* para finales de febrero, así como elaborar la lista de las personas a la que se les aplique o reaplique. Para marzo el delegado federal de salubridad Federico Falcón envía un oficio por medio del cual apercibe sobre las amonestaciones multas a las que se hace acreedor aquel que evada la vacunación, haciendo referencia a los artículos del reglamento de vacunación y revacunación que lo sustentan [39].

Para el año de 1948, a los niños que nacían en el *Centro Materno Infantil* (CMI), junto con su certificado de nacimiento se aplicaba la vacuna anti variolosa y cabe hacer mención que, de un total de 145 certificados de nacimiento emitidos para ese año, 47 recién nacidos fueron vacunados, y de estos, 29 recibieron la vacuna al nacer en el CMI, los restantes 18 recién nacidos fueron vacunados en su mayoría por médicos particulares, por mencionar a uno de los más populares por el número de

certificados que emitió el Dr. Pablo Silva, a quien nos gustaría hacer una mención especial debido al detalle con el que realizaba sus notas médicas y que permitieron identificar las especificaciones sobre la presencia de reacción o no a la aplicación de la vacuna. Algunos otros médicos que sustentaron la aplicación por medio de un certificado durante ese año fueron: Manuel Pascual Hernández, Guillermo Solís, Agustín Herrera González, Alfonso Romero Carreño, Alfonso Pineda y Flavio Altieri. Según los cálculos resultado de los datos sustentados en documentos, 20 % de los nacidos se vacunaron en el transcurso de su primer año de vida, 32.45 % de los niños que nacieron en ese año fueron vacunados, 61.70 % de los niños vacunados fueron a cargo del CMI. [40].

Según consta en documentos sellados en su mayoría por la *Unidad de Salubridad y Asistencia* en el *Centro de Asistencia Infantil y Maternidad* de Teziutlán Puebla, en el año de 1950, la vacunación a recién nacidos se había normalizado ya que se hallaron certificados -expedidos a aproximadamente un mes de haber nacido- de la aplicación de la vacuna anti variolosa, además de dicha fe se agregaba, no en todas, la aclaración sobre si el menor presentó reacción “resultados negativos” a dicha aplicación. En los 23 registros que se encontraron, seis tenían dicha especificación, de los cuales, es de llamar la atención que dos niñas gemelas sí presentaron reacción, sin embargo, no se detallan signos ni síntomas. Cabe mencionar que los menores necesitaban estar plenamente sanos para que se les pudiera aplicar la vacuna ya que se encontraron documentos en el que se recomienda aplicar la vacuna una vez recuperada la salud al padecer el menor, *colitis colibacilar infantil* [40].

Conclusiones

Hacer un recorrido a través de los documentos fue, sin duda, arduo, sobre todo por la limitante del distanciamiento social y las medidas preventivas que se han implementado ante la pandemia por COVID-19. Sin embargo, ha sido satisfactorio porque muchos de los documentos encontrados parecían haber sido escritos para leerse en nuestro tiempo y hacer sentido. Es también muy significativo que este documento haya sido escrito a la vez que se vive la pandemia más importante en los últimos 100 años.

El propósito de la investigación ha sido satisfecho hasta donde las fuentes primarias lo permitieron, es importante mencionar también que para los últimos años que abarcan este estudio ya existe en México la televisión y el radio, sin embargo, no se hizo revisión del posible material que existiese al respecto por la misma razón expuesta previamente. Se recurrió como fuentes principales de información únicamente a las publicaciones periódicas de la HNDM, AGEP y AHMT, así como a los artículos y capítulos de libros que hablan sobre el tema.

Es importante resaltar que en la actualidad tenemos una dimensión más precisa sobre la difusión de rumores o comentarios populares en torno a la vacunación ya que contamos con herramientas tecnológicas que permiten que la información se difunda de manera inmediata.

Por lo tanto, es importante resaltar que, al enfocarnos a la perspectiva social de este estudio, la información hallada dependía de los medios de comunicación impresa como los diarios (en su mayoría). Sin embargo, la comunicación popular de los avances médicos a los que se hace alusión se difunde de las formas más esenciales sin la complejidad del acelerado avance tecnológico con el que contamos en la actualidad, sin menoscabo y aparentemente sin necesidad de estos medios, los rumores en torno a estos fenómenos se hacen populares sin obstáculos aparentes.

Uno de los hallazgos más significativos es que el entorno y recepción popular de las distintas campañas de vacunación varió igual que lo ha hecho en la pandemia que estamos viviendo, se recibe con esperanza y positivamente, o con temor y recelo, además cuando se da esta modalidad se asocia con elementos un tanto incomprensibles que son contemporáneos a su época, ejemplo en la época colonial así como a la época previa al Porfiriato se atribuye la resistencia a la ignorancia,

en los años recientes a las armas biológicas y en la actualidad a múltiples conspiraciones incluidas el desarrollo del G5 y métodos de control.

Otro de los hallazgos es que independientemente de los avances tecnológicos para la comunicación, los rumores se extendían de manera suficiente para ser un desafío a los propósitos de dichas campañas.

De resaltar también es, que desde que la vacunación dio inicio en su versión moderna, se hizo uso de la intersectorialidad para su éxito, ya que es evidente que sectores como el religioso o el militar trabajaron de manera conjunta con el sector salud con el único propósito de resolver las necesidades colectivas de salud, por lo tanto, vemos un ejercicio social y ampliado de los objetivos y métodos salubristas.

Es importante resaltar que durante todo el siglo XX, desde sus inicios y fortaleciéndose a partir de la segunda mitad hay un auge en la vacunación a nivel nacional y al mismo tiempo que aumentan las publicaciones en los diarios de circulación nacional en donde principalmente se dan a conocer las ventajas de la vacunación también se señalan puntualmente los alcances y los lugares en donde se han de llevar a cabo las aplicaciones, disminuyen los rumores entorno a las mismas. Quizá refleja una normalización del procedimiento cosa que sucederá en este nuevo episodio en la historia social de la humanidad.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Líneas de trabajo

Generar y difundir conocimiento emanado de la investigación en torno a la *memoria histórica regional*.

Incentivar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades en *investigación documental* por medio de fuentes de primera mano y acervos históricos digitales.

Fomentar *el análisis histórico* de los *fenómenos sociales* en torno al desarrollo de la *medicina*.

Trabajos a futuro

Con respecto a la Historia regional, cabe mencionar que hace falta investigación documental, existe mucha tradición oral, pero, contados trabajos sustentados en fuentes documentales de primera mano. De acuerdo con lo anterior ese es un buen punto de partida para cualquier otro trabajo que se oriente a reconstruir la historia local por medio de la revisión exhaustiva del acervo con que se cuenta, ya que el Archivo Histórico Municipal cuenta con más de ocho filas de cinco metros de largo por dos metros de alto cada una, de cajas de documentos aun inexplorados y sin clasificación. Y un Archivo Histórico de El Sagrario Teziutlán que conserva documentos de entre 1615 y hasta 1945 en 164 cajas [41].

Agradecimientos

Queremos agradecer de manera muy especial al CONCYTEP por la creación de estos importantes espacios en donde estudiantes en colaboración con investigadores podemos actualizarnos respecto de las líneas y trabajos de investigación que se están desarrollando en el interior del estado y en donde podemos hacer escuchar la voz de nuestros intereses desde nuestro perfil formativo.

También agradecemos a la HNMD por disponer las más de 4000 imágenes de diarios de circulación nacional en donde aparece de manera directa o indirecta el tema de nuestro interés.

También agradecemos a Don Alberto Peredo Grau cronista de la ciudad de Puebla por autorizarnos el acceso al Archivo Municipal de Teziutlán.

De la misma forma agradecemos al párroco José Alberto Guerrero Hernández de El Sagrario Santa Iglesia Catedral de Teziutlán porque llevamos trabajando con el archivo ya desde hace un par de años y también sabemos que esta distancia social pronto nos devolverá el acceso a su acervo.

Referencias bibliográficas

- [1] J. Ariostegui Sánchez, *La historia vivida. Sobre la historia del presente.*, Madrid: Alianza Editorial, 2004.
- [2] A. Carbonetti, M. D. Rivero y M. B. Herrero, «POLÍTICAS DE SALUD FRENTE A LA GRIPE ESPAÑOLA Y RESPUESTAS SOCIALES. UNA APROXIMACIÓN A LOS CASOS DE BUENOS AIRES, CÓRDOBA Y SALTA A TRAVÉS DE LA PRENSA (1918-1919)», 2014. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/astrolabio/article/view/9030>. [Último acceso: 20 3 2021].
- [3] M. E. Bustamante, «La viruela en México, desde su origen hasta su erradicación», de Ensayos sobre la historia de las epidemias en México, México, IMSS, 1982, pp. 67-92.
- [4] C. Agostoni, «ENTRE LA PERSUASIÓN, LA COMPULSIÓN Y EL TEMOR: LA VACUNA CONTRA LA VIRUELA EN MÉXICO 1920-1940», de Los miedos en la historia, Ciudad de México, El Colegio de México / UNAM, 2009, p. 149.
- [5] *Gazeta de México*, «Puebla», *Gazeta de México*, pp. 1-3, 27 octubre 1804.
- [6] E. Florescano, *La función social de la historia*, México: Fondo de Cultura Económica, 2012.
- [7] R. Kosellek, *Aceleración, prognosis y secularización*, Frankfurt: Surkhamp, 2003.
- [8] S. Blancke, K. B. Tanghe y J. Braekman, «Intuitions in Science Education and the Public Understanding of Science», de *Perspectives on Science and Culture*, Indiana, Purdue University Press, 2018, pp. 223-241.
- [9] R. Flores-Guerrero, «Salud, Enfermedad y Muerte: Lecturas desde la Antropología Sociocultural», *Revista Mad*, vol., nº 10, pp. 21-29, 2011.
- [10] M. Bloch, *Apología para la historia o el oficio de historiador*, México: Fondo de Cultura Económica, 2001.
- [11] E. Florescano, *Para qué estudiar y enseñar la Historia*, México: Instituto de Estudios Educativos y Sindicales de América, 2000.
- [12] G. Levi, «Sobre microhistoria», de *Formas de hacer historia*, Madrid, Alianza Editorial, 1993, pp. 119-143.
- [13] A. Quezada, «Los orígenes de la vacuna», *Revista Médica Clínica Las Condes*, pp. 367-373, 2020.
- [14] J. G. R. Cortés Riveroll, «Juntas de sanidad en acción», de *Historia de la medicina en Puebla*, Puebla, BUAP, 2010, pp. 37-51.
- [15] C. P. Pardo Hernández, «La primera expedición de la vacuna de Balmis en la ciudad de México, 1804. ¿Un combate contra la viruela o un debate de egos?», de *El miedo a morir. Endemias, epidemias y pandemias en México: análisis de larga duración.*, México, CONACYT, Instituto Mora, CIESAS, BUAP, 2013, pp. 451-462.
- [16] HNMD, «El regañón general» Carta Sexta, página 4 y 5, 12 de mayo 1804.
- [17] *Gaceta del Gobierno de México*, «Europa y Nueva España», *Gaceta del Gobierno de México*, p. 1, 22 marzo 1817.
- [18] B. Biure, «Edicto», *Gaceta del Gobierno de México*, vol. 10, nº 2, pp. 1-4, 1819.
- [19] HNMD, *El Nivel*, Núm. 133, Remitido, Guadalajara, martes 5 de julio de 1825.
- [20] Puchet, «Sesión del congreso constituyente del Estado de México», *El Sol*, p. 1475, 18 junio 1826.
- [21] HNMD, *El Universal: periódico independiente/ periódico político y literario*, Propagación

- de la Vacuna, Departamento de Veracruz: página 2, 9 de junio 1855.
- [22] HNNDM, El Tiempo, La vacunación contra el cólera, página 1, 28 de septiembre de 1888.
- [23] HNNDM, El Tiempo, La vacuna del cólera, página 1, 23 de septiembre 1892.
- [24] HNNDM, La Patria de México Diario, Extranjero, Filadelfia, Correspondencia particular para La Patria, página 2, 30 de junio 1894.
- [25] Periódico Oficial del Estado de Puebla, «Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos,» Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, pp. 42, Tomo 66. AGEF, 6 junio 1926.
- [26] Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, «Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos,» Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, pp. 82, AGEF, 13 junio 1926.
- [27] HNNDM, Periódico Oficial del Estado de Puebla, Decreto Poliomielitis, página 8, 24 de junio de 1955.
- [28] HNNDM, El Informador, página 6, 13 de mayo de 1987.
- [29] HNNDM, Boletín Municipal: órgano especial de la Asamblea de Concejales (Puebla), página 3, 1 de noviembre de 1890.
- [30] HNNDM, Boletín Municipal: órgano especial de la Asamblea de Concejales (Puebla), página 2, 22 de enero de 1897.
- [31] HNNDM, Boletín Municipal: órgano especial de la Asamblea de Concejales (Puebla), página 3, 22 de enero de 1897.
- [32] Fondo: Hospicio, Sección: Administrativa, Serie: Miscelánea, Caja: 48, Expediente: 04 Foja: 02 vuelta, Oficio: 49, Puebla, 1905.
- [33] AGEF. Fondo: Hospicio, Caja: 135, Sección: Administrativa, Expediente: 108, Foja: 01.
- [34] AGEF, Fondo: Hospicio, Caja: 135, Sección: Administrativa, Expediente: 108, Fojas: 01-25, 27-41 y 44-48.
- [35] AGEF, Fondo: Hospicio, Caja: 140, Serie: Administrativa, Foja: 06.
- [36] AGEF, Fondo: Hospicio, Caja: 140, Serie: Administración, Foja: 10.
- [37] Salubridad, Archivo Histórico Municipal Teziutlán, Presidencia, Caja: 154p., 1925-1928.
- [38] H. Ayuntamiento de Teziutlán, Expediente Número Siete “Aplicación de la Vacuna”, Teziutlán: Salubridad, 1925.
- [39] Falcón Federico, Oficio por el que se remiten 500 dosis de linfa vacunal, México: Departamento de Salubridad Pública, 1928.
- [40] Registro Civil, Archivo Histórico Municipal Teziutlán, Nacimientos, Caja: 772, 1948-1950.
- [41] R. Cortés Espinosa, «Inventario del Archivo Parroquial de El Sagrario, Teziutlán, Puebla.,» ADABI, México, 2008.
- [42] Departamento de Salubridad Pública, «Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos,» Periódico Oficial del Estado de Puebla, pp. 3-4, 13 septiembre 1926.
- [43] El Regañón General, «Carta Sexta,» El Regañón General, pp. 3-7, 12 mayo 1804.
- [44] Periódico Oficial del Estado Libre y Soberano de Puebla, Beneficencia e Higiene, Puebla: A.G.E.P., 1905 (14 de febrero al 30 de junio).
- [45] AGEF, Fondo: Hospicio, Caja: 140, Serie: Administrativa, Foja: 02.
- [46] AGEF, Fondo: Hospicio, Caja: 140, Serie: Administrativa, Foja: 02.
- [47] AGEF, Fondo: Hospicio, Caja: 140, Serie: Administrativa, Foja: 06.
- [48] D. Beltrán López, «El pensamiento educativo de Bernardo J Gastelum, 1915-1930,»

de Congreso Nacional de Investigación Educativa-COMIE, San Luis Potosí, 2017.

[49] AGEP, Fondo: Hospicio, Caja: 140, Serie: Administrativa, Foja: 58.

[50] Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, «Código de Sanidad de los Estados Unidos Mexicanos,» Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, p. 42 AGEP, 6 junio 1926.

[51] Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, «Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos,» Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, p. 43 AGEP, 6 junio 1926.

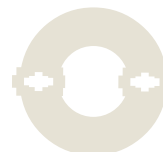
[52] Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, «Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos,» Periódico Oficial del Libre y Soberano Estado de Puebla, pp. 81, AGEP, 13 junio 1926.

Metodología de la investigación aplicada para la obtención de datos para el proyecto de la red de estudios Latinoamericanos en administración y negocios 2021

^aGonzález, Cruz-Arcangela*, Amador, Mendoza-Evelin*,
Velázquez, Vargas-José Rubén

^a Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Avenida Universidad Tecnológica
#1000, Col. Tierra Negra C.P. 73080, Xicotepec de Juárez, Puebla.

*arcangela.gonzalez@utxicotepec.edu.mx; evelin.amador@utxicotepec.edu.mx;
ruben.velazquez@utxicotepec.edu.mx;



Área 4
Humanidades

Resumen

La Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (U.T.X.J.) en colaboración con Universidad Tecnológica de Tehuacán (U.T.T.) realizan una investigación en coordinación con la Red de Estudios Latinoamericanos de Administración y Negocios (RELAYN), con el objetivo de conocer la percepción que tienen los directores de la micro y pequeña empresa sobre sus hábitos y actitudes en referencia al dinero, por lo tanto, el municipio de Xicotepec de Juárez se integra para realizar la presente investigación participando con estudiantes y docentes investigadores del área Económico Administrativa, quienes siguieron la metodología proporcionada por RELAYN aplicando 450 encuestas en este

municipio, con la finalidad de apoyar en el levantamiento e investigación de datos, los cuales serán procesados de forma estadística y posteriormente analizados para formular la creación de un capítulo de un libro denominado Caracterización de la Cultura Financiera de los micro y pequeños empresarios de Latinoamérica.

En consecuencia, el presente estudio proporcionará variables que caracterizan la cultura financiera de los directores de las micro y pequeñas empresas de nuestro municipio, las cuales permitirán desarrollar ventajas competitivas para el manejo adecuado de las Mypes en la región.

Palabras clave

Cultura financiera, Mype, percepción económica

Abstract

The Technological University of Xicotepec de Juárez (UTXJ) in collaboration with the Technological University of Tehuacán (UTT) investigate coordination with the Network of Latin American Studies of Administration and Business (RELAYN), to know the perception that the directors have of the micro and small business on their habits and attitudes about money. Therefore, the municipality of Xicotepec de Juárez is integrated to carry out this research, participating with students and researchers from the Economic-Administrative area, who followed the methodology provided by RELAYN applying 450 surveys in this municipality, to support the gathering and research of data, which will be processed statistically and subsequently analyzed to formulate the creation of a chapter of a book called “Characterization of the Financial Culture of the micro and small entrepreneurs from Latin America” . Consequently, this study will provide variables that characterize the financial culture of the directors of micro and small companies in our municipality, which will allow the development of competitive advantages for the proper management of MSEs in the region.

Keywords

Financial culture, Mype, economic perception

Introducción

La Red de Estudios Latinoamericanos de Administración y Negocios (RELAYN), se encuentra realizando un estudio para el presente año 2021 en el que se analizará la cultura financiera de los directores de las micro y pequeñas empresas Latinoamericanas, los países que participaran en esta investigación son: Colombia, Perú, Ecuador, Argentina y México, donde algunos estados de la república serán motivo del muestreo entre ellos Puebla y uno de sus municipios que se suma para la presente investigación es el municipio de Xicotepec, por lo tanto, la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (U.T.X.J.) es pieza clave para participar en la investigación señalada.

En esta investigación aplicada colaboran tanto la U.T.X.J. como la Universidad Tecnológica de Tehuacán (UTT) como miembros activos de la Red de Estudios Latinoamericanos en Administración y Negocios y por cuarta ocasión participaran en la redacción de un capítulo denominado: Caracterización de la Cultura Financiera de los micro y pequeños empresarios de Latinoamérica 2021.

Por lo tanto, el objetivo del presente proyecto es “conocer la percepción que tienen los directores de la micro y pequeña empresa sobre sus hábitos y actitudes en referencia al dinero”.

En la actualidad las micro y pequeñas empresas (Mype) son el centro de atención de numerosos proyectos de investigación fundamentalmente en la generación de empleos, lo cual permite un mayor conocimiento sobre sus características y su relación con el entorno económico, de acuerdo con los autores [1] se observa que las micro y pequeñas empresas son un componente fundamental del tejido empresarial de Xicotepec y con base en datos estadísticos con el DENUE (2020) [2] representan el 99.6 % de las unidades económicas.

Materiales y métodos

El objetivo de la investigación es “conocer la percepción que tienen los directores de la micro y pequeña empresa sobre sus hábitos y actitudes en referencia al dinero”, de igual forma se busca relacionar las características de la empresa desde la perspectiva del análisis sistémico con las percepciones que tienen los directores

de las Mypes hacia el recurso financiero. Los resultados obtenidos serán parte de la investigación anual de Relayn, mediante la aplicación de cuestionarios proporcionados por la misma Red de Estudios.

El estudio se realizó mediante un cuestionario aplicado a las Mypes del municipio de Xicotepec, se define como Mype a cualquier organización con fines de lucro con al menos dos hasta 50 personas que trabajen en ella. Por su parte, se consideró como director a la persona que toma la mayoría de las decisiones, y fue el que proporcionó los datos para esta encuesta, en caso de no contar con el director, fue el encargado en turno al que se le realizó la encuesta. El tamaño de la muestra requerido para la población es de 450 Mypes, con lo que se pudo obtener un nivel de confianza de 95 % y un margen de error del 5 %, en consecuencia, se considera que la muestra es de un tamaño adecuado.

El instrumento de evaluación contiene también secciones en las que se analizaran los resultados desde un enfoque de análisis sistemático (insumos, procesos, resultados del sistema) contemplando siete secciones entre las cuales se analizó:

1. Características de la empresa
2. Datos Generales del Director (a)
3. Insumos del sistema: Recursos Humanos, Análisis de Mercado, Proveedores
4. Procesos del Sistema: Dirección, Gestión de Ventas, Finanzas, Innovación, Mercadotecnia, Producción y Operación
5. Resultados del sistema: Satisfacción con la empresa, Ventaja Competitiva, Ámbito de Ventas, Asuntos de ISO 26000, Principios de ISO 26000, Valoración del Entorno
6. Cultura Financiera
7. Medidas ante el confinamiento por COVID-19

Métodos de aplicación

La aplicación de dichas encuestas tuvo una duración aproximada de 45 minutos, y por medio de:

- Entrevista de manera virtual, por medio de un video o vía telefónica.
- Entrevista de forma personal con disposición del entrevistado.
- El envío del formulario para ser llenado por algún dueño o director de una Mype y monitoreando la captura.

La información fue recopilada del 23 de febrero al 30 de marzo de 2021, por alumnos capacitados tanto en la aplicación del cuestionario, como en la captura de la plataforma y bajo supervisión de los autores.

Resultados/Discusión de resultados

Es importante hacer notar que el presente proyecto, se encuentra en la fase de análisis e interpretación de resultados, por lo tanto, se cuenta resultados parciales sobre las secciones del instrumento de evaluación en el cual se detalla a continuación:

Tabla 1. Avance de resultados parciales.

No.	Sección:	Avance de resultados
1	Características de la empresa	Para esta primera parte la mayoría de las respuestas que brindaron las y los empresarios coinciden en que sus empresas están constituidas como una empresa sin registro de Hacienda. También argumentan que desde el inicio de la pandemia los empresarios han tenido que reducir las horas en las que funciona su negocio, por lo que, las ventas anuales y el ingreso del personal disminuyó significativamente, lo que trajo como consecuencia que se despidieran algunos empleados en algunos negocios.
2	Datos Generales del Director	Derivado de la Contingencia Sanitaria por COVID-19, se han reducido considerablemente las actividades laborales. El rango de edad de las y los encuestados se encuentra entre 30 a 50 años.
3	Insumos del Sistema	En esta sección se analizó el comportamiento del Recurso Humano, identificando si está involucrado y comprometido con la empresa mostrando competencias, actitudes y valores en el desempeño de su función. Respecto al Análisis del Mercado se analizó el comportamiento de los precios de los productos en el mercado, la atención a clientes, análisis de fortalezas y debilidades de la competencia entre otros. Proveedores se analizó el factor servicio, atención y garantías que ofrecen los proveedores en el mercado.

4	Procesos del Sistema	Se observa que se evalúan las principales áreas de operación de las Mypes, describiendo: Finanzas: Qué los directores si conocen el estatus económico de sus empresas, identificando de forma clara los bienes, derechos y obligaciones que tienen en el ámbito financiero.
5	Resultados del Sistema	La mayoría de los empresarios se muestra medianamente satisfecho con el desempeño de su empresa, a pesar de los efectos financieros negativos que la contingencia sanitaria ha generado.
6	Cultura Financiera	Derivado de la pandemia los establecimientos se vieron en la necesidad de implementar acciones de mejora, que permitieran en medida de lo posible mantener activa su empresa, mediante la implementación de entregas a domicilio, esa fue una variante que se mostró de manera constante al momento de aplicar el instrumento. También otro aspecto que se detectó fue la implementación del uso de herramientas digitales, específicamente el uso de Internet en sus operaciones comerciales.
7	Medidas ante el confinamiento por COVID-19	Las medidas que tuvieron que tomar los establecimientos fueron que: Algunos trabajadores y trabajadoras trabajaban desde casa, se redujo el tiempo que estaban físicamente en los negocios, se dotó de material de seguridad como cubre bocas, gel, tapete sanitizante , entre otros.

Conclusiones

Desde el inicio de la pandemia las y los empresarios han tenido que reducir las horas en las que funciona el negocio, por lo que las ventas anuales y el ingreso personal disminuyeron significativamente, lo que trajo como consecuencia que no se despidieran empleados en algunos negocios.

Resulta relevante destacar la importancia de las micro y pequeñas empresas para la regeneración de fuentes de empleos, ya que, derivado de la pandemia, se han visto afectadas las Mypes en su economía, particularmente en Xicotepec, donde el 99.6% depende de estas estructuras económicas, por lo tanto, se deben de identificar de forma clara las variables que permitan mantener la operación de estos negocios, así como conocer la percepción que tienen los directores sobre el uso adecuado de sus recursos y con ello mejorar sus hábitos y actitudes en el ámbito financiero, por lo tanto, debemos esperar a que todos los datos recabados en la presente investigación sean procesados de forma estadística.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Se pretende que para el próximo año continuar con la participación en la Red de Estudios Latinoamericanos de Administración y Negocios, identificando el comportamiento de las Mypes en el municipio de Xicotepec de Juárez y Latinoamérica.

Referencias bibliográficas

- [1] O.C. Aguilar *Innovación Industria 4.0* primera edición. Ciudad México, Editorial Mc Graw Hill, 2021
- [2] INEGI, (2021, Abr 27). [Online] disponible en <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

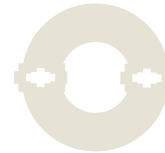


Proyecto integral para el mejoramiento urbano en asentamientos ubicados en zonas de riesgo por inundación

Prieto Reyes Ana Karen, Guerra Avilés Victor

Blvd. Cholula km 7, casa 42 Rdcial. Calabria, C.P. 72660. Plazuela del Carmen 1432-1,
Plazas de Amalucan, C.P 72310

karenprieyes.27@gmail.com



Área 4
Humanidades

Resumen

Los asentamientos irregulares suelen estar caracterizados con problemas de índole socioeconómico que se traducen en marginalidad urbana, como lo son la falta de servicios públicos, vivienda y espacio público digno, pobreza extrema, entre otros. Si bien esto representa un problema serio, pocas veces las autoridades locales los contemplan dentro de las acciones de mejoramiento de las condiciones urbanas y cuando lo hacen son de largo plazo. En este contexto se ubica la colonia Cuitláhuac, localizada al sureste de la ciudad de Puebla. Es un asentamiento

irregular, que tiene 400 habitantes aproximadamente y que presenta los problemas anteriormente mencionados, y además, se caracteriza por ser una zona en situación de vulnerabilidad y riesgo de inundación. Particularmente, en nuestro trabajo desarrollaremos una propuesta de diseño urbano con un enfoque integral que ayude a disminuir la situación de riesgo ante las inundaciones a partir de el mejoramiento de la red de infraestructura para el agua y saneamiento, de sus vialidades y del espacio público (cancha de usos múltiples).

Palabras clave

Agua, saneamiento, espacio público, asentamientos irregulares, riesgo de inundación

Abstract

Illegal settlements are often characterized by socioeconomic problems that translate into urban marginalities, such as the lack of public services, decent housing, public space, and extreme poverty, among others. Although this represents a serious problem, local authorities seldom contemplate them within the actions of urban conditions improvement and when they do, they are long-term. This is the context where Cuitláhuac's settlement is situated, located southeast of Puebla city. It is an illegal settlement, which has approximately 400 inhabitants and presents the aforementioned problems, characterized by being an area in vulnerability and at risk of flooding. Particularly, in our work, we will develop an urban design proposal with a comprehensive approach that helps to reduce the risk of flooding events by the improvement of infrastructure networks for water and sanitation, streets, and public space (multipurpose field).

Keywords

Water, sanitation, public space, irregular settlements, flood risk

Glosario de abreviaturas y símbolos

AGEP, Archivo General del Estado de Puebla

AHMT, Archivo Histórico Municipal de Teziutlán

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

HNDM, Hemeroteca Nacional Digital de México

OMS, Organización Mundial de la Salud

OPS, Organización Panamericana de la Salud

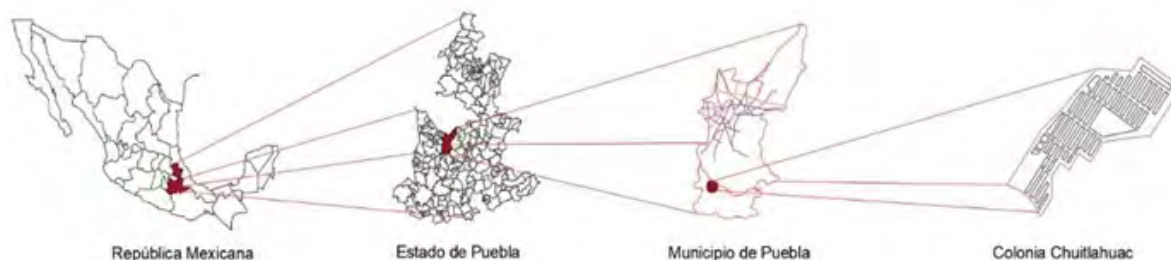
WHO, World Health Organization

Introducción

La ONU apunta que, si está bien planificada y gestionada, la urbanización puede ser un instrumento poderoso para lograr el desarrollo sostenible, particularmente para las viviendas ubicadas en zonas con riesgo de daño hidrometeorológico, que en México se calcula han causado daños a 1.5 millones de viviendas. [1]

Por otra parte, la vulnerabilidad física e infraestructural referida a aquellos asentamientos humanos localizados en zonas alejadas de la ciudad consolidada y carentes de servicios e infraestructura básicos [11] incrementa las posibilidades de desastre natural pero también influye negativamente en la seguridad, accesibilidad y movilidad cotidiana de los habitantes [12]

En este contexto se ubica la colonia Cuitláhuac fundada en 2010 y ubicada al suroriente de la ciudad de Puebla, donde habitan 400 personas aproximadamente sobre 21.20 hectáreas. Su traza urbana es de tipo ortogonal sobre una zona topográficamente accidentada. Es un asentamiento en el que podemos encontrar que la población predominante (53 %) está constituida por habitantes entre los 15 a 30 años de edad, mientras que el 31 % tiene entre 31 a 45 años. La población económicamente activa percibe en sus niveles salariales un promedio de \$5, 000 mensuales. Respecto a la población no remunerada el 34 % se dedica al hogar y 9 % son estudiantes de nivel medio y superior. [7]



Plano 1. Ubicación de la zona de estudio. Elaboración propia

Este trabajo se desarrolla a través de nuestras investigaciones de tesis de licenciatura en Urbanismo y Diseño Ambiental, desde el año 2020, que se inscriben en el proyecto de investigación de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, “Prevención del riesgo de inundación en asentamientos irregulares. El caso de la Colonia Cuitláhuac”¹. Cuenta con un

¹ Responsable del proyecto: Dra. María de Lourdes Flores Lucero

acercamiento directo con los habitantes de la colonia Cuitláhuac, por lo que busca beneficiarlos directamente sin fines de lucro, para poder servir de referente a asentamientos con características similares.

La importancia de este tipo de proyectos radica en aportar, a través de propuestas de diseño urbano alternativas y con un enfoque de sustentabilidad, al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de los asentamientos irregulares.

Métodos y materiales

Esta investigación es cualitativa que utiliza datos cuantitativos con un enfoque de desarrollo urbano sustentable y principios de resiliencia, adaptación e integración, y se basa en la investigación-acción. Establecimos un acercamiento directo con los habitantes mediante un estudiante de maestría de la Facultad de Arquitectura, de la BUAP (FA-BUAP), quien habita en la colonia y que es miembro de la mesa directiva. Gracias a este nexo se ha conseguido generar un enlace entre los colonos y los miembros del equipo de investigación (formado por las y los profesores investigadores y las y los estudiantes de licenciatura y posgrado de la FA-BUAP).

Nos basamos en el método descriptivo-analítico usando las siguientes técnicas: visitas de campo, entrevistas semidirigidas, análisis territorial a través de herramientas como *Google earth*, imágenes aéreas del espacio, datos topográficos del INEGI, fotografías del espacio. Realizamos tres acercamientos virtuales con la mesa directiva a través de la plataforma Zoom, con la intención de mostrarle a los habitantes los avances y características del proyecto con la finalidad de solicitar su opinión y preferencias.

Asimismo, se analizaron materiales bibliográficos para definir los criterios de diseño e identificar tecnologías alternativas en materia de agua y saneamiento y para la disminución de las inundaciones en el espacio público. Destacan:

- Agendas internacionales (Agenda urbana ONU 2030, *Spatial Planning for Health: An evidence resource for planning and designing healthier places.*)
- Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Libres del ayuntamiento de Madrid (2018)
- Curso de Calles e Infraestructura Verde lanzado por el CiClim (2020)
- Norma técnica de diseño e imagen urbana del Municipio de Puebla (2017)

Resultados/Discusión de resultados

Nuestro estudio identificó que organismos internacionales como la ONU reconocen la importancia de la erradicación de la pobreza en todas sus formas y dimensiones, incluida la pobreza extrema (identificada principalmente en los barrios marginales y asentamientos informales), como el mayor desafío a que se enfrenta el mundo, por lo que es una necesidad imperante desarrollar acciones que impulsen la organización espacial, la accesibilidad y el diseño de los espacios urbanos, así como la infraestructura y la prestación de servicios básicos, junto con las políticas de desarrollo, para promover la cohesión social, la igualdad y la inclusión. [3]

En este contexto, las leyes y normas mexicanas, en sus diferentes niveles (nacional, estatal y municipal) buscan promover la dotación de servicios y equipamiento públicos, así como mejorar la accesibilidad general, la inclusión espacial, fomento y apoyo de acciones para el beneficio de la ciudadanía. Sin embargo, para los asentamientos irregulares los marcos reglamentarios locales no logran desarrollar acciones específicas que contemplen a los asentamientos irregulares ubicados principalmente en las periferias, por lo que pueden permanecer en el rezago urbano durante décadas [13]. Para enfrentar esta situación, apostar por sistemas basados en tecnologías alternativas (TA) podría ser un factor determinante hacia la viabilidad de proyectos de mejoramiento urbano en el corto y mediano plazos.

Las TA se caracterizan por tener procesos de construcción simples, contemplar y aprovechar la morfología del espacio, así como elementos y especies endémicas, además de contemplar a los usuarios en los procesos de construcción y mantenimiento [9].

Diagnóstico

Medio físico natural

Las curvas altimétricas representadas en el mapa No. 1 cuentan con una separación de entre 100m y 700m una con otra, con variables altitudinales de 10 m. El porcentaje de pendiente de la zona de estudio es del 20 % [9]. De acuerdo con Oseas T. (1992) si un terreno cuenta con una pendiente de entre 10 %-25 % la zona se identifica como accidentada debido a la variabilidad de pendientes, terrenos de este tipo presenta

dificultades para los asentamientos humanos pues la planeación de redes de servicios, vialidades y edificaciones se pueden tornar más costosas de lo normal. [10]



Mapa 1. Curvas de nivel y escurrimientos

De acuerdo con el Atlas de Riesgo del Municipio de Puebla [8] el tipo de clima dominante en la colonia Cuitláhuac es templado subhúmedo con régimen de lluvias de junio a septiembre, con 150 mm de precipitación, una temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, oscilación térmica entre 5 °C y 7 °C, marcha anual de la temperatura tipo Ganges, lluvia anual promedio 43.2 mm por cada grado de temperatura media anual, con canícula.

La hidrografía se caracteriza por la presencia de escurrimientos pluviales y manchas de agua intermitentes que fluyen durante las épocas de lluvia. No existe ningún cuerpo de agua perenne dentro de la poligonal. Sin embargo, la presa de Valsequillo se encuentra aproximadamente a 745m de la zona de estudio. Por lo tanto, es natural encontrar un alto número de escurrimientos y manchas de agua en la zona, la presencia de estos elementos en un asentamiento como lo es Cuitláhuac se traduce en inundaciones en espacios públicos y casa habitación, desborde de

fosas sépticas, erosión en espacios públicos veredas y caminos, aparición de nuevas barrancas y torrenteras.

Los patrones de vientos superficiales tienden a ser irregulares a lo largo del año de acuerdo con el Atlas de Riesgos del Municipio de Puebla. La velocidad promedio anual oscila entre 4.3 km/h y 29.5 km/h siendo los vientos con dirección ENE (Este-Noreste) los que presentan la velocidad mayor promedio al año, las máximas velocidades oscilan entre 19.8 km/h del NNW (NorNoroeste) y 56.2 km/h del NW (Noroeste), el resto de los puntos cardinales presentan vientos de igual intensidad que van desde los 21.7 km/h los 43.4 km/h [8].

Las condiciones del medio físico natural no son del todo favorables para el funcionamiento e implementación de la infraestructura de agua y saneamiento convencionales, debido a las características geológicas, así como las inclinaciones topográficas del entorno. A esto se suman los escurrimientos que atraviesan la colonia y que en temporada de lluvias ocasionan inundaciones.

Medio físico construido

La colonia está emplazada en una superficie de 21.20 hectáreas. Su traza urbana es de tipo ortogonal constituida por 12 avenidas y 6 calles. Las viviendas se caracterizan por ser de autoconstrucción con materiales convencionales y algunas viviendas presentan características de precariedad al ser construidas de materiales endebles como lámina y cartón.

De acuerdo con la información recopilada se identificó que los principales medios de movilidad son vehículos motorizados, ciclistas y pedestres. Mediante visitas de campo identificamos que el 100 % de las calles son de terracería y carecen de aceras. Esto representa un peligro para los habitantes de la colonia al no contar con un espacio donde puedan transitar de manera segura y limita su movilidad, imposibilitando a veces en época de lluvias.

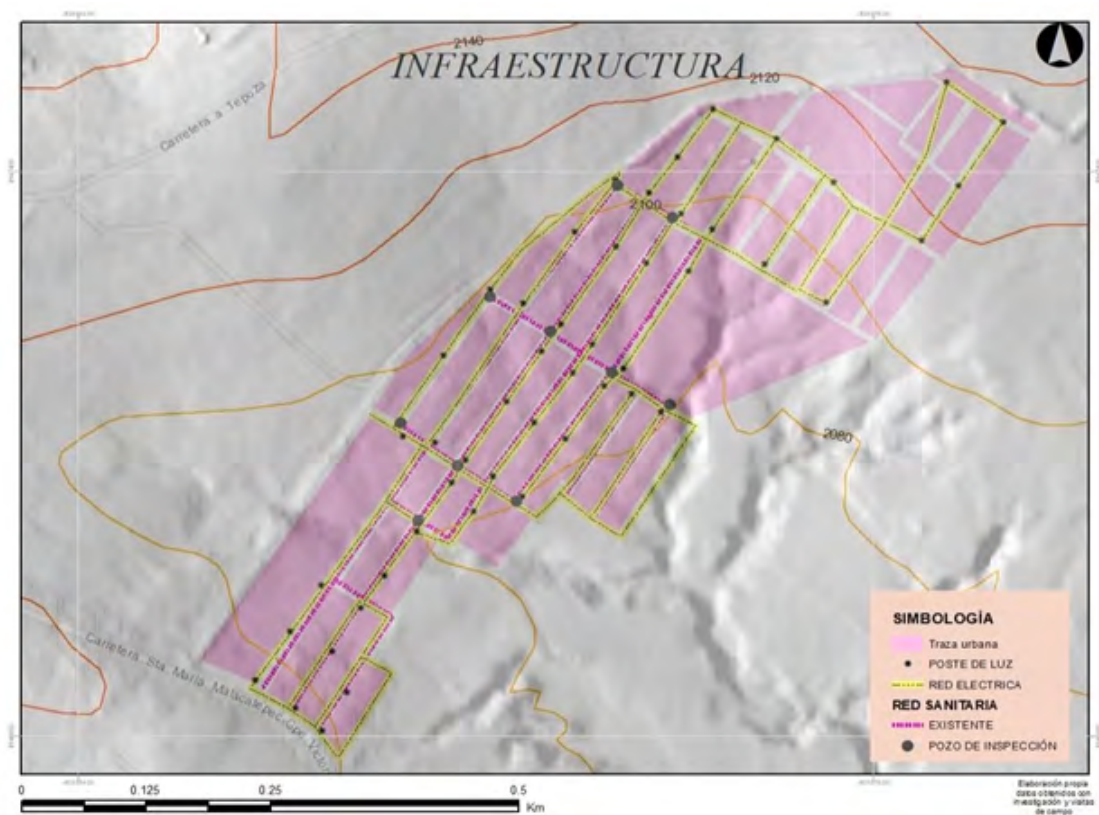
Únicamente cuenta con dos espacios que conforman el equipamiento urbano, una cancha de fútbol y una plancha de concreto, ambos en estado precario, ver fotografía 1.

El estado de la infraestructura es rudimentario y deficiente. Actualmente algunos habitantes tienen acceso a red eléctrica y luminarias, Sin embargo, el servicio no es óptimo ni suficiente. Este tiene una cobertura de no mayor al 60 %, en los sectores

centro-sur y de esta superficie existen 3 manzanas que presentan fallas en el servicio, además de tener el servicio de alumbrado público con fallas constantes [7].



Fotografía 1. Equipamiento urbano de Cuitláhuac. Captura propia



Mapa 2. Infraestructura. Elaboración propia

La red de agua potable y drenaje sanitario cuenta con elementos improvisados y poco eficientes, algunos han sido construidos por los propios colonos. Hay obras inconclusas (red sanitaria, pozo de agua) que hasta el momento son inaprovechables. Al no contar con el servicio de agua potable los colonos recurren a la renta y consumo de camiones cisterna con la finalidad de tener acceso al recurso. Esta práctica encarece el servicio considerablemente.

El drenaje sanitario es otro de los servicios básicos que se encuentra inactivo. Los vecinos desempeñan prácticas propias para poder sobrellevar el hecho de no contar con este servicio. Por ejemplo, excavaciones para la elaboración de fosas sépticas que se encuentran en condiciones perniciosas.

El drenaje pluvial es inexistente. Por lo tanto, los habitantes han tenido que asir el asunto por su cuenta, a través de sus propios medios han tratado de direccionar los escurrimientos pluviales haciendo canaletas improvisadas (consultar Fotografía 2). Esta práctica contiene y direcciona los escurrimientos en algunos lotes y secciones entre las calles Itzcoatl y Moctezuma y las avenidas Maya, Azteca Valle de Anáhuac, Mexica y Olmeca (consultar Mapa 3). Sin embargo, esta práctica solo contiene los escurrimientos hasta cierto punto, por consecuencia, las viviendas y espacios públicos continúan expuestos a inundaciones, deslaves y erosión de suelos.

Cuitláhuac al ser una colonia marginada dentro de la metrópoli de Puebla no está contemplada dentro de los programas de desarrollo urbano municipal, por lo que a partir de aquí continuaremos el análisis con base en la conceptualización por resolución de problemáticas, en la que se sugiere la realización de un análisis multi-criterio que consiste en la definición de variables, el desarrollo de una matriz comparativa y un ejercicio de priorización para determinar la zona con mayor potencial.

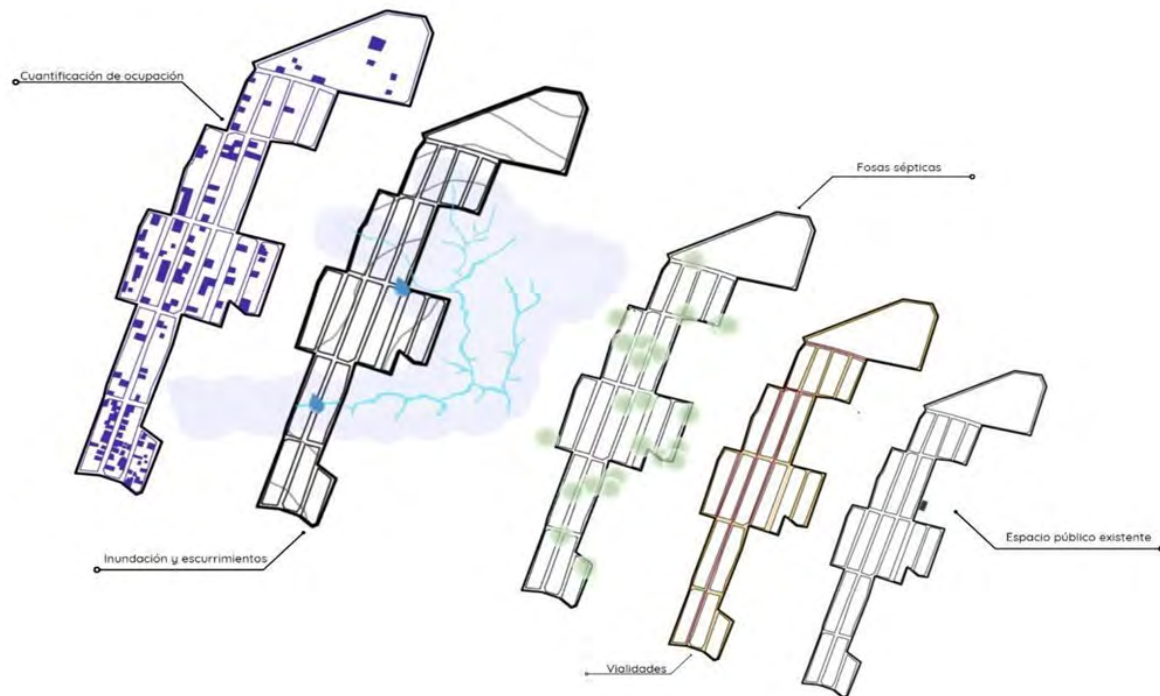


Fotografía 2. Habitantes de Cuitláhuac haciendo canaletas. Recuperado de Silverio (2020).

Mapa 3. Contención de escurrimientos. Elaboración propia.

Desarrollo de Matriz

Con base a las variables seleccionadas y los datos arrojados se desarrolla una matriz para definir las zonas de mayor impacto de intervención como se muestra en la matriz 1.



Matriz 1. Zonas de mayor impacto. Elaboración propia

Propuesta

Esta al ser una investigación que utiliza datos cuantitativos con un enfoque de desarrollo urbano sustentable y principios de resiliencia, adaptación e integración, este trabajo se basa en la investigación-acción la cual tiene como objetivo central beneficiar las condiciones de vida de los habitantes de Cuitláhuac. Establecimos un acercamiento directo mediante un vínculo clave con un maestrante que habita en la colonia y que es miembro de la mesa directiva. Gracias a este nexo se ha conseguido generar un enlace entre los colonos y los miembros del equipo, siendo esta una de las principales fuentes de información y enriquecimiento mutuo para identificar sus demandas y necesidades, y desarrollar la propuesta.

Definición de metas:

- Sistema integral de macrocaptación de agua pluvial y prevención de riesgos por inundación (SPR-MC): Tiene como propósito aprovechar el recurso hídrico pluvial; con la finalidad de abastecer la demanda de agua potable de uso doméstico en la zona de estudio, contener los escurrimientos pluviales, para mitigar el riesgo por inundación. Se implementarán acciones en materia de infraestructura (zanjas de conducción) para captación de agua pluvial, contención de escurrimientos pluviales, almacenamiento (jagüey) y un sistema de filtración a base de arena y rocas para garantizar su aprovechamiento.
- Sistema de saneamiento de aguas residuales: Se plantea aprovechar e implementar los elementos necesarios para poder aprovechar la red de tuberías que se encuentra dentro de la zona de estudio, será necesario considerar un punto de recepción, almacenamiento y procesamiento de los residuos, además de la ampliación del alcance la tubería con el propósito de abarcar a toda la extensión de colonia Cuitláhuac. Se pretende implementar una planta de tratamiento de aguas residuales que opere en base a sistema de procesamiento colaborativo tanque Imhoff, sistema de remoción de arena y cribado.
- Barrios caminables: Se dará una priorización a peatones en cuanto al espacio público se refiere, con banquetas anchas e infraestructura verde que provea sombra, así como una reducción de las islas de calor que generalmente se producen en las urbes, también señalética vertical indicando al barrio como una zona 30, es decir, de baja velocidad, cruces peatonales, etc.
- Rehabilitación de zonas inundables: se propone una alternativa usando la infraestructura verde en las zonas inundables con jardines de lluvia, cunetas de vegetación, pavimentos permeables, entre otros.
- Calles seguras y de baja velocidad: las calles contarán con la infraestructura adecuada de manera que los automovilistas puedan transitar por ellas sin poner en riesgo al tránsito peatonal
- Calles con microclimas agradables: en los puntos anteriores se plantea el uso de infraestructura verde siendo esta parte de la flora local, esto para no crear un desbalance ecológico introduciendo especies no endémicas al lugar.

Lineamientos generales del diseño Características

- SPR-MC
- Zanjas de conducción y presas filtrantes
- Jagüey como elemento receptor y de almacenamiento
- Filtro de purificación -*Drenaje sanitario*:
- Sistema colaborativo biodigestor tanque Imhoff
- Sistema para remoción de arena
- Sistema de cribado

Vialidades

- Pavimento permeable
- Banquetas que cumplan con los lineamientos establecidos por la norma técnica de Puebla
- Reductores de velocidad
- -Áreas verdes:
- Jardines de lluvia
- Franjas mixtas

Señalética

- Señalética vertical (*Zona 30, Alto, sentido de la vialidad, etc.*)
- Señalamiento horizontal (*Raya separadora de sentido de circulación, Raya separadora de carriles exclusivos, Rayas para cruce de peatones, etc.*)
- Placas de nomenclatura

Mobiliario

- Alumbrado público eficiente
- Botes de basura
- Bancas
- Cancha deportiva

Sociales y de uso de suelo

- Mejorar la movilidad y el confort de los habitantes de la colonia
- Promover espacios para la interacción social
- Romper los paradigmas del espacio público en zonas de bajos recursos

Ambientales

- La creación de un microclima generado con especies nativas, para evitar un desbalance en el ecosistema, que ayude a la reducción de islas de calor

- Pavimento permeable que permita la filtración de agua para la recarga de los mantos acuíferos
- Áreas verdes en las vialidades que contribuya al mejoramiento de imagen urbana en el barrio
- Franjas mixtas y jardines de lluvia que eleven el número de metros de área verde por habitante

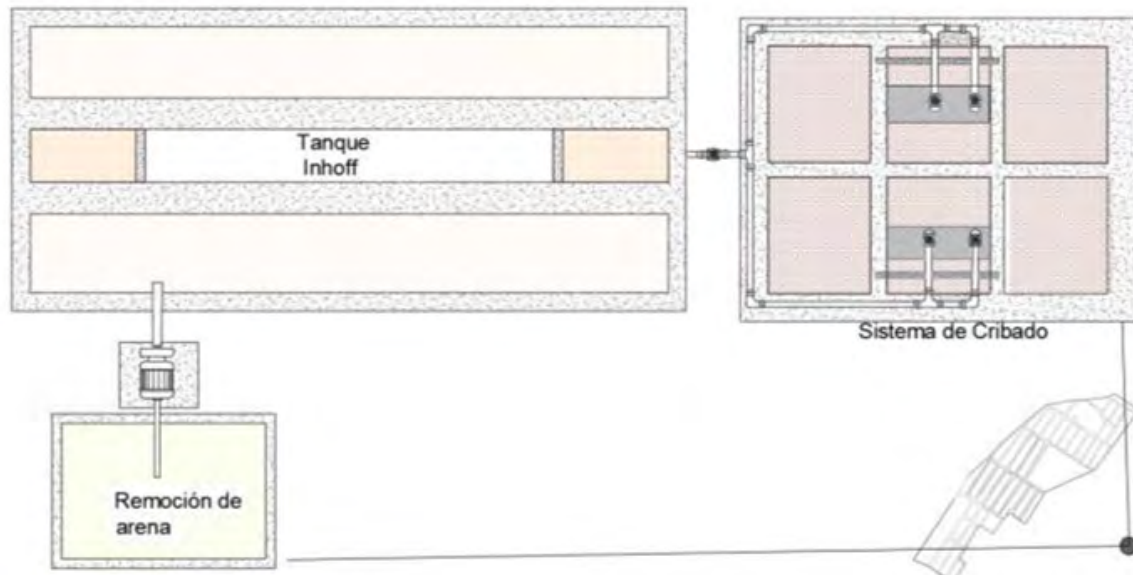
Sera imprescindible identificar sistemas eficientes y duraderos que puedan atender el déficit de infraestructura de agua y saneamiento, así como equipamiento urbano en asentamientos marginados e irregulares, no mayores a 1, 000 habitantes. Las características poco convencionales de este tipo de asentamientos requieren de soluciones poco convencionales, estas tienen que cumplir ciertos requisitos, tales como: ser viables económicamente, procesos constructivos, de mantenimiento y funcionamiento simples y ahorrativos, preferentemente involucrar a los usuarios en los procesos de mantenimiento, entre otras características.

Las tecnologías alternativas (TA) podrían ser la respuesta para solucionar la inexistencia de los servicios básicos como los de agua potable, drenaje pluvial y de saneamiento en asentamientos irregulares.

Se han propuesto sistemas de macrocaptación de agua pluvial a través de zanjas de conducción (SPR-MC), este sistema se caracteriza por su doble función, en primera instancia actuarían como elemento de contención y prevención de inundaciones en espacios privados y públicos y por otro lado funcionarían como elemento captación y conducción del recurso pluvial, estas trabajarían en conjunto con un jagüey que actuará como punto de almacenamiento del recurso recolectados, para garantizar su aprovechamiento doméstico se implementará un filtro de purificación a base de arena y rocas.



Para la infraestructura sanitaria es importante considerar el aprovechamiento de la red sanitaria existente en la zona de estudio, además de expandirla en aquellas zonas donde no hay cobertura, con la finalidad de garantizar el servicio sanitario en toda la superficie de la colonia Cuitláhuac, los residuos se almacenarán y procesarán en un biodigestor tanque Imhoff capaz de procesar las aguas residuales de hasta 1, 000 habitantes. Sin embargo, para garantizar su desempeño es importante contemplar que funciona en colaboración con un sistema de remoción de arena y cribado.



Plano 2. Distribución y ubicación de planta de tratamiento. Elaboración propia

Una vez consolidados los servicios básicos de agua y saneamiento será imprescindible rehabilitar las vialidades existentes implementando elementos que faciliten y mejoren el traslado de transeúntes y vehículos. Gracias a la aplicación de los lineamientos de la Norma técnica de diseño de Puebla [14], se renovará la distribución de las vialidades con una jerarquía que pone en primer plano al peatón, con anchos de banquetas, como primer rubro esto facilitará el traslado y acceso para los peatones. Implementando una franja mixta que da pie a un espacio para la infraestructura verde, como los árboles que generan microclimas y ayudan a minimizar los efectos que ocasionan las islas de calor y a su vez generan un ambiente de confort durante el desplazamiento por las vialidades. Los jardines de lluvia son otro elemento de la infraestructura verde, estos ayudan en los procesos de infiltración del agua y ayudando a evitar zonas de encharcamiento e inundación. Se contempla la implementación de señaléticas horizontales y verticales que regulen la velocidad de los vehículos motorizados, dando prioridad y seguridad al

peatón. La implementación de pavimentos permeables contribuirá en los procesos de penetración del agua pluvial al subsuelo. Por último, se busca rehabilitar el

Perspectiva 2. Comparativa del estado actual con la propuesta. Elaboración propia

área recreativa existente, acondicionándola a las necesidades de la población para generar un uso multifuncional, de forma que pueda ser utilizada en diferentes horarios por diferentes sectores de los habitantes en lugar de limitar su uso a una sola actividad.

Conclusión

Este proyecto de investigación muestra cómo los asentamientos irregulares al emplazarse al margen de la mancha urbana quedan fuera de la planeación y expuestos a la escasez de elementos urbanos esenciales, que abarcan desde infraestructura de servicios básicos hasta equipamiento urbano. Particularmente, identificamos que la colonia Cuitláhuac es un asentamiento en estado de marginación urbana, lo que a su vez se acentúa debido a las condiciones del medio físico natural, . Específicamente la deficiente red de agua potable drenaje pluvial y sanitario, así como la falta de espacios transitables y de recreación contribuyen a agudizar la vulnerabilidad y riesgo.



Perspectiva 1. SPR-MC, Zanjas de conducción Filtro y jagüey. Elaboración propia

Estas características obstaculizan de forma notoria el desarrollo de la colonia y por consiguiente el de la mancha urbana de la ciudad de Puebla. Es de importancia contemplar la futura integración de la colonia Cuitláhuac a la mancha urbana de la ciudad de Puebla.

Con nuestra propuesta mostramos que mediante los sistemas basados en tecnologías alternativas así como el diseño de vialidades con principios de diseño basados en la adaptación y resiliencia es posible minimizar las problemáticas urbanas en asentamientos irregulares. Incluir a las y los habitantes en los procesos de diagnóstico y diseño del proyecto es otra de las peculiaridades de esta propuesta ya que esto permite la aceptación, apropiación del proyecto y la organización vecinal para colaborar en parte de su implementación.

En esta investigación se ha demostrado que es posible realizar acciones alternas a las convencionales para los procesos de desarrollo en asentamientos irregulares. Esto nos permite pensar que, a través del uso y aprovechamiento de las tecnologías alternativas se pueden concebir acciones factibles de integración a los procesos de desarrollo y crecimiento urbano incluyente y de promover el desarrollo sustentable e integral.

Referencias Bibliográficas

- [1] ONU. (2017). Nueva Agenda Urbana. Naciones Unidas. [Online]. Disponible en: <https://undocs.org/en/A/RES/71/256> (Consulta: 11/03/2021)
- [2] ONU & World Health Organization. (2020). Integrating health in urban and territorial planning. [Disponible en]. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1274206/retrieve> (Consulta: 11/03/2021)
- [3] Public Health England. (2017). Spatial planning for health: An evidence resource for planning and designing healthier places. <https://www.gov.uk/government/organisations/public-health-england> (Consulta: 11/05/2021)
- [4] Ayuntamiento de Madrid. (2018). Guía básica de diseño de sistemas de gestión sostenible de aguas pluviales en zonas verdes y otros espacios públicos. [https://www.madrid.es/UnidadDescentralizadas/Agua/TODOSOBREAGUA\(InformaciónSobresobreAgua\)/SistemaUrbanosDiseñoSostenible/GuíaAdaptaciónSistémicaDiseñosistemas](https://www.madrid.es/UnidadDescentralizadas/Agua/TODOSOBREAGUA(InformaciónSobresobreAgua)/SistemaUrbanosDiseñoSostenible/GuíaAdaptaciónSistémicaDiseñosistemas)
- [5] CiClim, Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable-GIZ), BMU, SEDATU, & SEMARNAT. (2020). Curso de Calles e Infraestructura Verde (Dairee Ramírez, Jesús Varela, Jorge González, Oscar González, Andrea Ruíz ed., Vol. 1) [Libro electrónico]. GIZ. <https://www.gob.mx/inafed/articulos/curso-virtual-calles-e-infraestructura-verde?idiom=es> (Consulta: 11/03/2021)
- [6] P-F Agustí Asentamientos humanos e infraestructuras de servicios urbanos. Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos. Pag (24-35). Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres. Barcelona, España. (2005)
- [7] J-C Silverio, "La Movilidad en Asentamientos Irregulares, un asunto relegado. El Caso de la Colonia Cuitláhuac, Municipio de Puebla". Maestría, Facultad de Arquitectura, BUAP, Puebla, México, 2020

- [8] SEGOB, “Atlas de Riesgos del Municipio de Puebla.” SEDESOL, Gobierno de Puebla, Pue, México, 2016
- [9] Aviles V. “ Propuesta integral de infraestructura para agua y saneamiento en la colonia Cuitláhuac, ” Grado, Tesis no publicada, Facultad de Arquitectura, BUAP, Puebla, México, 2020
- [10] Oseas Martínez, E Mercado. *Manual de Investigación Urbana*. 1ª ed. México:Editorial Trillas, 2004.
- [11] Wilches-Chaux, G. (1989). La vulnerabilidad global. En línea.<http://www.desenredando.org/public/libros/1993/Idnsn/html/cap2.htm>. (Consulta: 11/11/2019)
- [12] Flores L., M. (2020) Prevención del riesgo de inundación en la Colonia Cuitláhuac. Proyecto de investigación. Facultad de Arquitectura BUAP. Sin Publicar.
- [13] Flores L., M. (2009) Los asentamientos irregulares en el municipio de Puebla, el caso de San José los Cerritos. En Revista PRAGMA, Espacio y Comunicación Visual. Año 2. Núm 4. Facultad de Arquitectura BUAP. pp. 48-59
- [14] Secretaría General de Gobierno, Orden Jurídico Poblano “Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla” Gobierno del Estado de Puebla, Pue, México, 2018



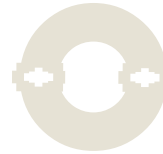
Relatos de una ciudad perdida

^aContreras, Otero-María Mitzi*, ^bGuevara, Carbino-Marisol Jezamin,
^cHernández, Cuecuecha-Nancy

Asesor: Manuel Cortés Amado

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, Privada B Poniente No. 4511,
Col. Huexotitla, C.P. 72534, Puebla, Puebla.
Benemérita Universidad Autónoma de 4 Sur 104
Centro Histórico C.P. 72000

*michi241097@gmail.com



Área 4
Humanidades

Resumen

El presente proyecto pretende hacer difusión de las calles o lugares emblemáticos del estado de Puebla a través de los medios digitales, con el propósito de expandir las fronteras del conocimiento patrimonial de nuestro estado. Al mismo tiempo haciendo hincapié en los procesos históricos y los cambios que este ha sufrido con el paso del tiempo; y así favorecer la comprensión y fortalecer la identidad poblana a través de

los recursos culturales que el estado posee, con ayuda del patrimonio cultural material.

De manera que, mediante un mini-documental, recopilamos la historia de la zona de San Francisco, mostrando la metamorfosis del espacio urbano, y cómo mediante la recuperación del archivo fotográfico y documental podemos crear pequeñas historias que nos permitan recuperar la memoria urbana de los pobladores de esos espacios.

Palabras clave

Puebla, espacio público, divulgación, historia.

Abstract

This project aims to disseminate the streets or places of the state of Puebla through digital media, to expand the borders of heritage knowledge of our state. At the same time emphasizes the historical processes and the changes that it has undergone over time, and thus favors understanding and strengthening the Puebla identity through the cultural resources that the state possesses, with the help of material cultural heritage. So, through a mini-documentary, we compile the history of the San Francisco area, showing the metamorphosis of urban space, and how by recovering the photographic and documentary archive we can create small stories that allow us to recover the urban memory of the inhabitants of those spaces.

Keywords

Puebla, public space, outreach, history

Glosario de abreviaturas y símbolos

AGEP, Archivo General del Estado de Puebla

AHMT, Archivo Histórico Municipal de Teziutlán

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

HNDM, Hemeroteca Nacional Digital de México

OMS, Organización Mundial de la Salud

OPS, Organización Panamericana de la Salud

WHO, World Health Organization

Introducción

El siguiente proyecto tiene como propósito divulgar el conocimiento histórico de la ciudad de Puebla a través de material audiovisual en plataformas digitales, con el objetivo de desarrollar una nueva visión del espacio sociocultural poblano en función de los sitios culturales del estado y así conectar el pasado del espacio público.

El estado de Puebla cuenta con una enorme riqueza cultural gracias a su ubicación geográfica, arquitectura, historia y tradición. A través de su patrimonio material, crea una fusión de estilos que flotan entre la estética europea y las técnicas indígenas. De acuerdo a los registros que respaldaron la decisión de la UNESCO se cuentan 2 619 monumentos históricos.

Del mismo modo, el centro histórico del estado se encuentra conformado por 391 manzanas, dentro de las cuales hay edificios que datan del siglo XVI, XVII, y XVIII. Un 57 % de edificios reconocidos como patrimonio se construyeron en el siglo XIX.

En este sentido, es urgente trabajar no solo para la conservación del patrimonio cultural sino para la difusión del mismo, sin olvidar como lo señala la UNESCO “el patrimonio cultural no es solo el conjunto de monumentos históricos, sino la totalidad dinámica y viva de la creación del hombre” [1]. Es decir, lograr dar difusión a la gran herencia histórica de la ciudad y rememorar, a través de mini relatos, esos espacios cotidianos que parecen no haber sucumbido al tiempo. Entonces, no solo consiste en hablar del pasado, se trata de generar una red de elementos que permitan apropiarnos de él, y así crear imágenes que resuenen en la memoria colectiva, de tal manera que nos permitan ser uno con el arte, la cultura, la naturaleza y la biodiversidad.

“El cine puede ser una vía legítima de hacer historia, de representar, interpretar, pensar y dar significado desde las huellas del pasado. El autor considera que la historia no debe ser reconstruida únicamente en el papel, ya que a través de elementos como el sonido, la imagen, la emoción y el montaje, un *film* ofrecería otras versiones de los hechos y puede hacernos reflexionar sobre los mismos” [2].

Este proyecto busca romper las fronteras del conocimiento histórico, también lograr la difusión e importancia del estado a través de recursos digitales, pues las circunstancias sanitarias nos motivan a buscar nuevas alternativas para la difusión de conocimiento.

Materiales y métodos

MATERIALES

El siguiente proyecto pretende consultar fuentes gráficas, hemerotecas, Archivo Estatal y Municipal del Estado de Puebla, así como fuentes digitales como: revistas, artículos, libros y estadísticas del INEGI para su realización, así como también medios digitales como medio de investigación y difusión.

MÉTODOS

Se propone la utilización del análisis de contenido en su vertiente cualitativa, cuya función es la de proporcionar elementos teóricos-metodológicos que nos permitan explicar la historia y el transcurrir en los monumentos históricos de la ciudad de Puebla, y de esta manera comprender la realidad en su contexto natural.

A continuación se pretende exponer la descripción del piloto de vídeo que se realizó, con el propósito de mostrar la intención y objetivo del proyecto a futuro:

Se realizó una investigación exhaustiva de la zona denominada como San Francisco en conjunto de algunos sitios importantes del espacio como: el templo de San Francisco, molino de San Francisco, la quinta Villaflora, Textilera la guía y el estanque los pescaditos, para conocer su historia a través de los años, posteriormente se buscó por medios digitales imágenes para presentar material visual de su proceso y desarrollo del mismo modo, se grabó un material visual de la zona actualmente; con estos elementos se elaboró un video piloto que pretende dar una muestra de la investigación que se desea realizar a futuro con zonas del estado de Puebla.

Resultados/Discusión de resultados

Tras la situación sanitaria muchos de nosotros nos hemos visto en la necesidad aislarnos y esto ha ocasionado que evitemos salir a la calle, por lo que comenzamos a consumir materiales digitales que nos permitieran estar en contacto con el mundo exterior.

En la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019, hecha por el Inegi, se obtuvo una importante base de datos que revelan que año con año, hay un aumento en el uso de las tecnologías de la información. Aunque aun no sale la nueva encuesta que exponga los resultados del año 2020, los expertos piensan que debido a la contingencia sanitaria, los números del consumo nacional de Internet se elevaron [3].

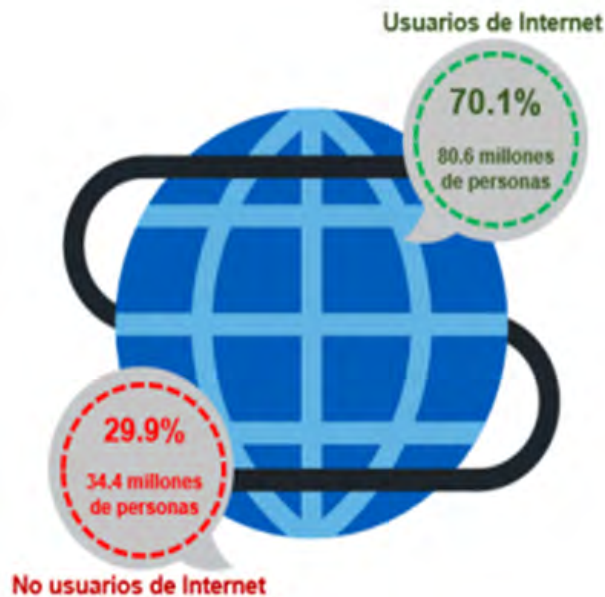


Figura 1. Porcentaje de la población de seis años o más según condición de uso de Internet [3].

Otro punto importante de la encuesta, es que nos mostró, que casi el 91.5 % de la población con acceso a Internet, precisamente utiliza esta herramienta para su entretenimiento, sobre todo para el consumo de contenidos audiovisuales. Es por ello, que nuestro proyecto pone en perspectiva el uso de los vídeos y la imagen como vínculos educativos e informativos entre todos esos usuarios de Internet [3].

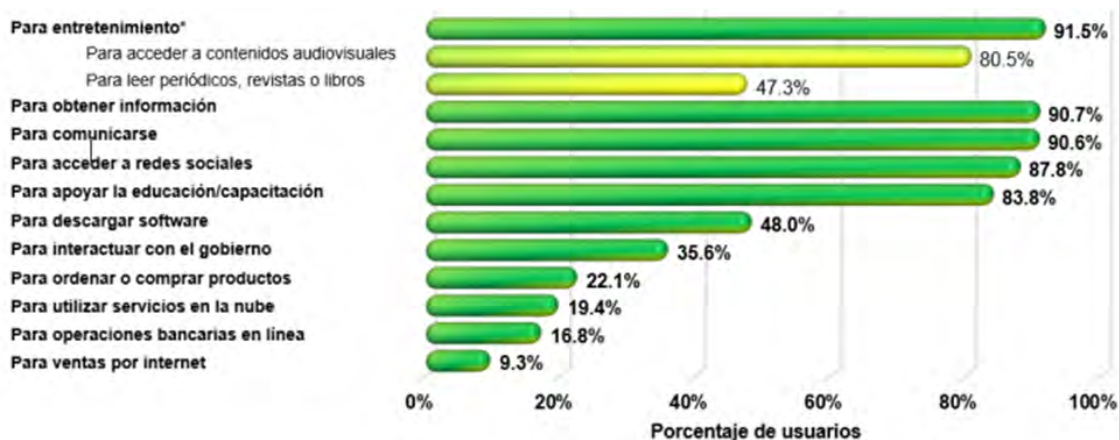


Figura 2. Usuarios de Internet por tipo de uso [3].

Añadiendo a discusión de los resultados, e importante mencionar que mostramos el vídeo a familiares y desconocidos, todos coincidieron en que el vídeo sería un contenido el cual verían o buscarían en Internet, la recopilación de las fuente y los datos fue una de las partes más agotadoras, sin embargo admitimos que lo más complicado fue la edición del vídeo, aunque el resultado fue bueno, es indiscutible que el uso de mejores herramientas fotográficas y de edición hubiera ayudado a tener mayor definición en el producto final.

Conclusiones

Es importante entender, que los contenidos audiovisuales, tienen un impacto positivo en el uso y divulgación histórica. No solo como elementos que permiten educar, sino también como herramientas de la memoria, además con lo anteriormente expuesto, podemos reflexionar, que este tipo de materiales también son los que mayor demanda tienen por parte de nuestra población.

En cuanto a la realización de nuestro video, pudimos entender y transportar nuestras posiciones como historiadoras a una perspectiva de espectador. De manera que, comprendimos que hay una importante labor técnica en la manufactura de los vídeos de divulgación, por ello creemos que es imprescindible obtener experiencia y aprender sobre estas herramientas, que son de suma relevancia para la creación de contenidos digitales.

La difusión cultural tiene una estrecha relación con los conocimientos históricos, por ello, hoy más que nunca, los historiadores tenemos la obligación y responsabilidad de acercar al público general nuestra profesión, no de una forma rigurosa sino como elementos digeribles, divertidos e innovadores. El historiador e historiadora del siglo XXI, ya no es aquel que se la pasaba en su cubículo investigando, hoy nuestro trabajo va más allá de la escritura, consiste en la labor social, en la interacción con las comunidades y en la utilización de la tecnología.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Como meta a largo plazo se espera poder continuar realizando investigaciones del proyecto titulado *Relatos de una ciudad perdida*, esperando que alguien nos quiera patrocinar o sumar a nuestro proyecto para obtener mejores herramientas de trabajo, y lograr difundir la historia de esta ciudad a partir de la divulgación

científica del Estado. Así poco a poco, lograr ubicar el significado que tiene cada uno de estos lugares, haciendo uso de líneas de investigación como historia cultural, esta busca el desarrollo de elementos culturales vinculados a las relaciones humanas que lo hacen posible.

Este proyecto también puede derivar en publicaciones importantes sobre la historia de Puebla, ya sea ensayos o libros. Además de poder convertirse o desarrollar de manera introductoria documentales sobre fenómenos específicos de la ciudad.

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer a nuestras familias por apoyar este sueño y nuestra decisión de entregar nuestra vida a la historia. No menos importante, mencionar que este proyecto no sería posible sin la ayuda de nuestro tutor el Dr. Amado Manuel Cortés, quien siempre tiene una pasión, casi tan descomunal como nosotras por la historia.

Le enviamos nuestra grata admiración a los grupos de Facebook: Puebla de Antaño y Puebla Antigua. Por ser grandes divulgadores del material fotográfico de la ciudad de Puebla. También agradecemos a todos esos trabajadores que hicieron posible que llegáramos a nuestro destino el día que comenzamos la filmación de nuestro video.

Referencias Bibliográficas

- [1] UNESCO. *Conferencia Mundial sobre Políticas Culturales de la Comisión de Desarrollo de la UNESCO*. México, 1982.
- [2] R. Rosenstone. *El pasado en imágenes*. Arie, 1997.
- [3] INEGI. *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares* [Online], (Abr. 2019). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/>

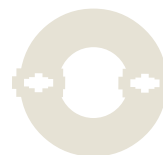


Una interpretación del arquetipo posmoderno femenino en el personaje Mimi de la película *Bitter Moon* (1992) de Roman Polański

Lastiri, García-Samantha, Galicia, Isasmendi-Berenize

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Filosofía y Letras, Avenida Don Juan de Palafox y Mendoza 219, altos. Col. Centro Histórico, C. P. 72000

*samantha.lastiri@gmail.com



Área 4
Humanidades

Resumen

La cinematografía ha cumplido la función de ser un instrumento de la cultura que provoca en sus receptores distintas formas de percibir su realidad, basado en esto, el concepto de la mujer ha sido uno de los temas más abordados a partir del uso de arquetipos o estereotipos en la narrativa de las películas. De acuerdo a lo anterior, se realizó un análisis iconográfico e iconológico del personaje Mimi de la película *Bitter moon* (1992) de Roman Polański, a partir del aporte de Erwin Panofsky [1], para identificar los mitos con los cuales está vinculado el personaje y que parecen adecuarse

completamente al estereotipo de la *femme fatale*; pero que al ahondar en dichas características desde una perspectiva aquetípica y la teoría de género de acuerdo a lo propuesto por Judith Butler, dicho personaje responde más bien a conductas propias de un sujeto femenino que a pesar de estar inserto en la heterosexualidad propias de un contexto sociohistórico específico, toma decisiones de acuerdo a las situaciones que se le presentan, actuando de forma transgresora según la heteronormatividad, por lo que su conducta no responde a simples estereotipos que sesgan la realidad.

Palabras clave

Arquetipo, estereotipo, cinematografía, teoría de género.

Abstract

Cinematography has fulfilled the function of being an instrument of culture that provokes in its receivers different ways of perceiving their reality, based on this, the concept of women has been one of the most approached themes from the use of archetypes or stereotypes in the narrative of films. According to the above, an iconographic and iconological analysis of the character *Mimi* in the film *Bitter moon* (1992) by Roman Polański was carried out, based on the contribution of Erwin Panofsky [1], to identify the myths with which the character is linked and which seem to conform completely to the stereotype of *femme fatale*; but that by delving into those characteristics from an atypical perspective and gender theory as proposed by Judith Butler, this character responds rather to the behavior of a female subject who, despite being embedded in the heterosexuality of a specific socio-historical context, makes decisions according to the situations presented to him, acting in a transgressive manner according to heteronormativity, so their conduct does not respond to mere stereotypes that skew reality.

Keywords

Archetype, stereotype, cinematography, gender theory

Glosario de abreviaturas y símbolos

AGEP, Archivo General del Estado de Puebla

AHMT, Archivo Histórico Municipal de Teziutlán

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

HNDM, Hemeroteca Nacional Digital de México

OMS, Organización Mundial de la Salud

OPS, Organización Panamericana de la Salud

WHO, World Health Organization

Introducción

Este trabajo de investigación se realizó durante el XXV Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico llevado a cabo a mitad del año 2020, el cual fue asesorado por la Dra. Berenize Galicia Isasmendi, investigadora con la que hice mi estancia de investigación en el programa “Literatura, Arte y Transdisciplinariedad”. Además de resaltar que posteriormente lo presenté como ponencia en la 7ma sesión del Seminario Intercultural y Transnacional: Literatura, Arte e Historia el día 25 de noviembre del 2020 que se realizó entre la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Università Degli Studi Di Salerno y el Centro Studi Americanistici “Circolo Amerindiano” Onlus.

Para comenzar con la base teórica, cuando hablamos del arte en su concepto más amplio conocemos las implicaciones que genera esta particular forma de expresión, es decir, el arte es un mecanismo de doble intención que logra reflejar las ideas del artista e influenciar a los receptores, moldeando de forma paulatina la manera en que estos perciben su realidad. Esto quiere decir que el arte funciona como un instrumento de la cultura, creando discursos con diversos significados que condicionan el actuar de los individuos insertos en un espacio social. Al respecto, Brian Wallis menciona que “las representaciones son construcciones artificiales mediante las que aprehendemos el mundo [...] que a su vez construyen otras representaciones sociales como la raza y el género” [2].

Tomando en cuenta lo anterior y situándonos en la época posmoderna actual, el arte no solo se ha diversificado sino que los medios de comunicación y la globalización han permitido potencializar la difusión de la cultura a niveles exorbitantes, de manera que el arte logra recorrer el globo solo en cuestión de minutos. Al respecto de ello, una de las representaciones más populares del actual entorno social es la cinematografía, y debido a su gran accesibilidad al público, podemos considerar al cine como uno de los grandes discursos que portan mensajes ideológicamente cargados generando un gran impacto en la manera en que los sujetos posmodernos perciben su realidad.

Con base en lo anterior, podemos afirmar que aspectos como el sexo y el género son conceptos normativos y se van construyendo poco a poco mediante estímulos externos que llegan a los individuos a lo largo de su vida, lo cual marcará sus principios, valores y formas de actuar “apropiados” según el contexto social en el que se encuentren. Esto de acuerdo a la teoría de la performatividad de Judith

Butler, concepto definido como “la práctica reiterativa y referencial mediante la cual el discurso produce los efectos que nombra” [3]; es decir, el sujeto se apropia de determinadas características, formas de actuar e ideas como una manera de asumir su corporalidad y estar inserto en un determinado contexto. Además, se aclara que la apropiación no surge como una imposición agresiva a la cual se somete el sujeto, sino como un proceso de identificación. Considerando lo ya expuesto, uno de los problemas que se encuentran muy latentes en el Estado de Puebla es la violencia de género, lo cual resulta ser un tema sumamente controversial y delicado. Por lo que para atender esta problemática es necesario sumergirse en lo que la teoría de género propone para conseguir una adecuada equidad entre los sujetos.

Al tomar en cuenta que el género es un aspecto que atraviesa la vida de todas las personas existentes y considerando que la teoría de género, como cualquier otra perspectiva teórica, puede resultar complicada de asimilar, esta investigación se presenta como una propuesta para entender la teoría de género junto con nociones arquetípicas ejemplificadas en una obra cinematográfica posmoderna, como una de las representaciones audiovisuales más populares en la actualidad.

Específicamente hablando del objeto de estudio de esta investigación, el propósito es cuestionar nociones muy importantes para la teoría de género como la feminidad y el amor romántico, plasmados en personajes que al estar insertos en la subjetividad heterosexual, logran crear gran identificación con la mayoría de los espectadores que también están insertos en el contexto heterosexual. Por lo que la reinterpretación y aclaración de nociones arquetípicas y de género, brindarán un mayor entendimiento y empatía a los sucesos actuales del Estado de Puebla. A partir de esto, los términos arquetipo y estereotipo, serán fundamentales para la investigación.

Conforme a esto, el concepto de la mujer ha sido uno de los temas más abordados a partir del uso y consumo de estereotipos y en menor medida de arquetipos en la narrativa de las películas, por lo que se hizo énfasis en el estudio del concepto de la *femme fatale* y sus mitos derivados como estereotipos y cómo estos se diferencian del arquetipo femenino en la película *Bitter moon* (1992) de Roman Polanski, específicamente en el personaje de Mimi.

En cuanto al objeto de estudio mencionado, puede resultar controversial hacer un análisis aplicando teoría de género a un personaje femenino que fue creado y dirigido por un director hombre, pero precisamente en esta investigación en particular es importante hacer la aclaración de que el foco de importancia está

en la forma compleja y poco común en que es presentado este sujeto femenino y no tanto en que el director de esa película sea un hombre. Por su parte, respecto al director Roman Polański, cuando nos adentramos en su poética de las obras que ha realizado encontramos que tiene una tendencia a mostrar personajes que psicológicamente son afectados por situaciones que viven, realistas o ficticias, de manera que se trastornan sin importar si el personaje es un hombre o una mujer, lo cual busca mostrar un lado más complejo y profundo de la misma esencia humana.

Particularmente en la obra de *Bitter Moon* (1992) el argumento trata sobre un matrimonio inglés compuesto por Nigel Dobson (Hugh Grant) y su esposa Fiona (Kristin Scott Thomas), quienes son una pareja que realiza un viaje para avivar la pasión entre ellos. En el crucero rumbo a su destino se encuentran con Mimi (Emannuelle Seigner) y su esposo Oscar quien es un escritor parapléjico (Peter Coyote). Nigel al conocer a Mimi queda fascinado por su belleza, de manera que acepta entrar en un juego de seducción con ella, sin que se entere su esposa, con la única condición de que él debe escuchar la historia de Oscar, quien le explicará cómo conoció a Mimi y cómo se fue dando su relación amorosa.

A lo largo de la película, tanto Nigel como nosotros los espectadores, nos vamos adentrando en la relación de Mimi y Oscar. Él es presentado como un escritor americano bohemio que vive en París, hombre galante que al encontrarse con Mimi, una chica joven, hermosa y solitaria; él queda completamente cautivado por ella y busca comenzar una relación amorosa. Oscar le narra a Nigel cómo al principio su amor era tan apasionado que no podían estar el uno sin el otro, todo el tiempo juntos y experimentando abiertamente con prácticas sexuales. Pero pasando el tiempo su relación se estancó y él comenzó a perder el interés de seguir con ella, a lo cual Mimi respondió colocándose en una posición de poder sumisa de manera que ella soportaría cualquier acción o abuso de poder de Oscar con tal que no la dejara, entrando en una convivencia tóxica propia del amor romántico dependiente.

En este punto Nigel sintió compasión y mayor afecto hacia Mimi, ofreciéndole su consuelo, pero ella insistía en que debía terminar de escuchar la historia de Oscar para que pudieran estar juntos. Siguiendo con la narración, el nivel de abuso por parte de Oscar había llegado a tal punto que la sola presencia de Mimi le disgustaba, por lo que después de persuadirla a realizarse un aborto, con engaños la mandó de viaje sola, pensando que de esa manera se desharía de ella para siempre.

Al pasar el tiempo Oscar sufre un accidente de auto y mientras se encontraba hospitalizado por heridas menores, Mimi llega a darle flores y contarle cómo le había ido en el viaje antes mencionado. Tras sentir el desprecio de Oscar, Mimi lo agrede de manera que sus heridas empeoran y dependiera en su totalidad de ella para su cuidado, ya que él no tenía a nadie más. En este momento Mimi adquiere una posición de poder dominante, de manera que en su convivencia y cuidado le devuelve a Oscar el trato que él tuvo hacia ella, continuando así con la relación tóxica basada en la codependencia de ambos. Oscar termina quedando parapléjico y deciden casarse. Al llegar su cumpleaños, Mimi decide regalarle una pistola aludiendo a usarla en el momento adecuado ya que la vida de ambos se había convertido en algo insípido y sin amor. Posteriormente deciden viajar juntos, conociendo a Nigel y a Fiona.

Terminando la historia de Oscar, se llega al acuerdo de que Nigel y Mimi se encontraran en el baile de año nuevo del barco para consumir su relación. En la cena sin que nadie se lo espere se encuentran Oscar, Nigel, Fiona y Mimi con conocimiento del engaño que quería realizar Nigel, a lo cual Mimi decide mejor seducir a Fiona y tener con ella relaciones sexuales, colocando así a Nigel como una simple presa del juego perverso entre Oscar y Mimi. Al final después de consumir el acto sexual, Nigel visita la habitación en donde se encontraban Oscar observando, y Mimi y Fiona dormidas, momento en el que Oscar saca la pistola, mata a Mimi y se suicida.

Respecto al objetivo principal de esta investigación, el personaje de Mimi se presenta como un sujeto femenino sumamente complejo que si bien cumple con las características físicas y de carácter de una mujer inserta en la heterosexualidad propia de ese momento histórico-social, a lo largo de la película adquiere posiciones de poder que resultan transgresoras a los estereotipos heteronormados conocidos. Vemos a un personaje que por momentos es vulnerable y en otros momentos es dominante, comete errores y sus decisiones se basan en las situaciones específicas en las que se encuentra, es decir su comportamiento no está delimitado por un simple patrón, por lo que esto corresponde más bien a una conducta propia de un sujeto femenino arquetípico.

Dándole continuidad a lo anterior, es necesario entender los conceptos mencionados, por lo que el arquetipo será definido por Carl Gustav Jung como aquello que “representa esencialmente un contenido inconsciente, que al concientizarse y ser percibido cambia de acuerdo con cada conciencia individual en que surge” [4], es decir, es un patrón que puede tener determinadas formas, dado que el contenido

es proporcionado por cada individuo y el grupo social en el cual se inserta; por lo tanto, los arquetipos se vinculan con los símbolos ya que estos son una expresión más concreta, con múltiples significados, de las ideas abstractas del arquetipo.

Gilbert Durand [5], a partir de Jung, ahonda y fundamenta al arquetipo como la suma de un gesto postural comprendido de esquemas, los cuales pertenecen al ámbito de lo imaginario vinculado con la naturaleza de las ideas, más el entorno social, formando una expresión estable ya que se va adecuando a lo establecido por los esquemas. El arquetipo se encuentra ubicado en el inconsciente colectivo; de este se despliegan las imágenes primordiales, las cuales son la expresión sustantificada de dichos arquetipos y están vinculadas con los símbolos cuya riqueza recae en su polivalencia. Entonces aquí se hace la diferencia entre la definición de arquetipo y la definición de símbolo: “Mientras el arquetipo está en la vía de la idea y de la sustantificación, el símbolo está simplemente en la vía del sustantivo, del hombre, e incluso a veces del nombre propio” [5]; por lo tanto el símbolo es una expresión más concreta que deviene del arquetipo y que adquiere mayor valor mientras tenga una multiplicidad de significados.

A partir de lo anterior surge el término de mito, el cual se define como “un sistema dinámico de símbolos, de arquetipos y de esquemas que tiende a componerse en relato” [5], es decir, el mito ya es un esbozo de racionalización que utiliza el discurso para resolver a los símbolos en palabras y los arquetipos en ideas. Siguiendo esta perspectiva, Mircea Eliade [6] hace una aclaración respecto a la interpretación que se le debe dar a este término, por lo que en esta investigación el concepto de mito tiene un significado apegado al dado por las sociedades arcaicas como “una historia verdadera, una historia de inapreciable valor, porque es sagrada, ejemplar y significativa [...] en el sentido de proporcionar modelos a la conducta humana y conferir por eso mismo significación y valor a la existencia” [6].

A diferencia del arquetipo, el estereotipo, definido por Andrea Fernández-Montesinos [7], es “un elemento simplista que influye en la relación con el ‘otro’ y con el mundo en general [...] supone una asociación de ideas que implica que su uso se convierta en algo automático” [6]; es decir, el estereotipo es una forma de representación que tiene como objetivo crear moldes en donde se adapten todos los individuos de manera plana y sesgada realizando copias entre los miembros de un grupo social. La intención de hacer la comparación entre el concepto de arquetipo -vinculado con el símbolo- y el estereotipo, es poner énfasis en el impacto interpretativo que traerá consigo el uso de uno u otro tipo de representación y cómo estas se inculcan culturalmente.

En referencia a lo anterior, el concepto de la *femme fatale*, es un estereotipo que sesga el significado de lo femenino, lleva consigo una carga negativa y una connotación hacia lo malvado. De acuerdo con María Emilia Chávez Lara [8] el concepto de la *femme fatale* está relacionado con los símbolos de la serpiente, el demonio, la mujer vampiro, entre otros. Pero en concreto, su gran antecedente es el mito femenino de Lilith, imagen creada desde una perspectiva androcéntrica, es la primera mujer de Adán y el origen de la mujer diablesa, la devoradora de hombres. Acorde al texto de Rosa Mendoza Valencia [9], tanto la alusión escrita como la representación iconográfica más antiguas de Lilith remontan al dos mil a. C en Mesopotamia, y cada una de las culturas le agrega sus distintas particularidades, pero para comenzar a hablar de ella se retomará desde el mito hebreo. Lilith fue creada del mismo polvo de Adán, ellos:

"nunca hallaron armonía juntos, pues cuando él deseaba yacer con ella, Lilith se sentía ofendida por la postura reclinada que él exigía. ¿Por qué he de yacer debajo de ti? –preguntaba– Yo también fui hecha con polvo y por lo tanto soy tu igual".[9]

Después de esto, Lilith decide abandonar a Adán pronunciando el nombre de Dios y elevándose en los cielos, para tener aventuras amorosas con hombres y demonios, por lo que a partir de entonces se convirtió en el caudal de males del hombre.

Lilith a lo largo de los siglos ha tenido distintas representaciones, por mencionar algunas, se le relaciona con la serpiente, ha sido representada como una vampiresa que busca apropiarse del semen vaciado de manera pecaminosa (masturbación, sueños eróticos, etc...), representa lo estéril y por lo tanto disfruta de encontrar niños para matarlos, y se encuentra relacionada con la prostituta, ya que Lilith busca adornarse y esperar en la esquina de las calles para atraer a los hombres a su perdición:

He aquí las galas que utiliza para seducir a la humanidad: tiene el cabello largo, rojo como un lirio; la cara blanca y rosada [...] su boca está formada como una puerta pequeñita, embellecida con cosméticos; tiene la lengua aguda como espada y sus palabras son suaves como el aceite; labios hermosos, rojos como lirios, endulzados con todas las dulzuras del mundo. Está vestida de púrpura [...] [9].

Tomando en consideración lo anterior se pueden hacer las siguientes afirmaciones de este mito. Lilith no es considerada humana, sino una diosa que aparece en mitos hebreos que le dan anterioridad a la creación del hombre; por lo tanto, vemos que hay una lucha entre dos sistemas, el matriarcal que la profesa y la tiene como diosa, y el patriarcal que se ha enfocado en buscar el olvido de las presencias femeninas poderosas, por lo que son satanizadas y relacionadas con todo lo maligno para

poder sustituirlas con representaciones femeninas que se subordinen y sean inferiores al hombre. Al respecto se menciona:

"Afortunadamente los patriarcas y sacerdotes no fueron lo suficientemente cuidadosos y aun restan vestigios de los que podemos sacar otra interpretación: diosa, sí, vinculada con la magia y el inframundo, pero también con la fertilidad y con la regeneración en el eterno ciclo de la vida" [9].

La representación patriarcal, culturalmente se nos ha enseñado desde la noción de arquetipo, lo cual implicaría que lo femenino naturalmente o es malvado en su totalidad o es débil e insuficiente para ser considerado digno de los derechos del hombre, afirmación que se rechaza en esta investigación, proponiendo considerar al concepto de *femme fatale* como un estereotipo, y diferenciarlo de la noción arquetípica femenina, la cual desde la figura de las diosas madre hay una vinculación con la vida y la muerte, es decir la presencia de un balance necesario, una complejidad intrínseca que corresponde con el concepto de humanidad imperfecta que recae en cualquier ser humano. De acuerdo con Jean Baudrillard el sujeto femenino representa "el dominio del universo simbólico" [10] es decir, la naturaleza de lo femenino conlleva misterio e incertidumbre, sin embargo no hay elementos objetivos que la relacionen con la pura maldad.

Considerando lo anterior, la perspectiva de género es un elemento crítico de suma importancia que ayudará a dar una interpretación mucho más real de las construcciones femeninas con las que nos encontramos en los medios masivos, el arte o cualquier otra forma de expresión, con el objetivo de hacer presente que el sujeto femenino debe ser construido respondiendo a las características humanas que tanto el hombre como la mujer poseen, pero también atendiendo a sus justas diferencias. Entonces si se logra plasmar un personaje femenino que se muestra como un ser humano complejo e imperfecto que reacciona ante las situaciones de agresión que le fueron presentadas, este ya estará rompiendo con la idealización y moldes dicotómicos de la santa/malvada que han sido impuestos.

Materiales y métodos

Teniendo en cuenta esa base teórica, para esta investigación se hizo un análisis iconográfico e iconológico a partir del aporte de Erwin Panofsky [1], atendiendo primero al análisis pre-iconográfico e iconográfico se realizó una descripción del personaje con un instrumento teórico que se presentará más adelante; y posteriormente se hizo el análisis iconológico, el cual busca contextualizar la obra pictórica a través de un proceso interpretativo.

Para el análisis a) pre-iconográfico e iconográfico, se empleó la propuesta metodológica hecha por José Patricio Pérez Ruffi [11]. Se eligió este instrumento ya que está sustentado en la visión narrativa fílmica de los textos de Cassetto, Di Chio y Chatman, quienes consideran al personaje como “un simulacro de la persona real” [11], lo cual ayudó a ubicar la presencia de los símbolos e identificar, a través de estos, si estamos ante arquetipos o estereotipos.

Para la etapa a) es necesario categorizar al personaje, centrándonos en dos aspectos descritos de forma breve:

1. La apariencia del personaje:

Fisionomía: género, edad, color de la piel, peso, altura, color de ojos y defectos físicos del sujeto

Vestuario: ropa y algunos aspectos de la imagen como el peinado y los accesorios codificados culturalmente.

2. Significación expresiva:

Carácter del personaje: “modo de ser” considerando al personaje como unidad psicológica. Esto de acuerdo a sus decisiones, acciones y reacciones a estímulos externos.

La etapa b) es el análisis iconológico mediante la interpretación de las características del personaje femenino utilizando las nociones arquetípicas y simbólicas propuestas por Gilbert Durand [5]; y la perspectiva de género con los conceptos de identidad y heteronormatividad de Judith Butler [3].

Resultados/Discusión de resultados

- a) Análisis pre-iconográfico e iconográfico. Significación fáctica: posturas y disposiciones:

1. La apariencia del personaje:

Fisionomía: género femenino, edad 18-23 años, delgada, caucásica de ojos verdes.

Vestuario: A lo largo de la película su vestuario va coincidiendo con la etapa del personaje, primero aparece con vestidos y ropa muy femenina con cierto dejo de inocencia, posteriormente utiliza prendas que reflejan su estado de ama de casa y en comparación a su vestuario anterior muestra poco arreglo personal, para concluir en su última etapa con un vestuario que refleja a una mujer segura de sí misma y madura

sexualmente. El cabello al igual que el vestuario atraviesa las etapas del personaje antes mencionadas, comienza con su cabello suelto, rubio, muy largo; posteriormente en su etapa de descuido o dependencia emocional se lo corta, lo cual resulta poco atractivo para su pareja, y al final retoma su larga cabellera.

2. Significación expresiva:

Carácter del personaje: El personaje de Mimi comienza su primera etapa siendo inocente, entregada al amor que le ofrece el hombre, mostrando curiosidad en cuanto a lo sexual y volviéndose una mujer seductora. La segunda etapa surge cuando, al pasar el tiempo, comienza a disminuir el interés del hombre en cuidar esa relación tan estrecha que tenían, por lo que Mimi empieza a tener una dependencia emocional hacia él, lo que se refleja en la adquisición de una sumisión y agresiones físicas y psicológicas de él hacia ella. Y la tercera etapa se da cuando, tras una separación, Mimi vuelve a tener contacto con este hombre, pero con objetivos distintos y muy claros, con una actitud segura y decidida, empieza a manejar las situaciones a las que se enfrenta este hombre, de tal forma que él dependa de ella en su totalidad, devolviéndole el mismo trato que tuvo con ella.

b) Análisis iconológico:

Las tres etapas mencionadas se representan en los siguientes mitos que tienen la función de estereotipo en la representación de la mujer:

1era etapa: La *enfant fatale* o nínfula. Este mito es definido por Ana V.

Clavel como “la adolescente que irradia una gracia letal [...] pequeñas ninfas de naturaleza daimónica” [12]. Si bien, el personaje de Mimi no concuerda con el rango de edad propuesto por la autora para este mito en específico (12 años), su representación y actitud sí corresponde con la descripción del mito. En este momento se observa a Mimi como una joven hermosa, curiosa, seductora que vive trabajando de mesera y haciendo lo que le apasiona que es bailar, por lo que obsesiona al hombre con su juvenil inocencia, belleza y sexualidad temprana.

2da etapa: La *femme fragile*. Al respecto Héctor Serrano Barquín [13] ejemplifica el estereotipo con la obra *María* de Jorge Isaacs en donde el personaje principal femenino muestra el modelo ideal de la época: “María baja los ojos, se humilla como una esclava, es divinizada, y, a la vez, es una niña cariñosa, risueña, o bien una ‘mujer tan pura y seductora... de sonrisa castísima>>> [13]. Este estereotipo representa el “ángel de la casa”, mujer cuya única función es estar al servicio del hombre. Mimi refleja esta imagen al intentar recuperar el amor del

hombre, lo cual se vislumbra en un descuido personal y abandono del baile que era su pasión con la intención de centrar toda su estabilidad emocional en él, provocando aun más desprecio.

3ra etapa: La *femme fatale*. María Emilia Chávez Lara [8] menciona que este concepto está relacionado con símbolos como la serpiente, el demonio, la mujer vampiro, pero su gran antecedente es el mito femenino de Lilith, imagen creada desde una perspectiva androcéntrica. En esta etapa Mimi adquiere la posición dominante, sometiendo al hombre yteniéndolo bajo su control, pero al final ella muere a manos de él y por consentimiento mutuo.

La identificación de estos mitos representados nos brinda la posibilidad de profundizar en las características que presenta este personaje en cada una de sus etapas y por lo tanto, complejizarlo. Lo que es interesante es que estamos hablando de un solo sujeto femenino que resulta ser multifacético, el cual no responde simplemente a uno u otro estereotipo mencionado de manera aislada, sino que dependiendo de la situación en la que se encuentre, este sujeto femenino va a reaccionar y tendrá una determinada función según la posición de poder en la que se encuentre, lo cual no corresponde a moldes simplistas, sino a una complejidad humana. Concretamente en este personaje, observamos cómo pasa de estar en una posición pasiva vulnerada a estar en una posición dominante que tal como lo hizo su pareja ejerció un abuso de poder, pero al final de la película ella se da cuenta que se ha convertido en ese sujeto que la violentó, sin amar y sin desear, por lo que efectúa el estímulo de darle una pistola a su pareja para que ambos mueran, lo cual termina siendo una decisión mutua. Por lo tanto, se puede afirmar que este personaje es una buena representación de un sujeto femenino que si bien está inserto en una subjetividad heteronormada, toma decisiones de acuerdo a las características de un sujeto femenino arquetípico, no estereotípico.

Conclusiones

En conclusión podemos afirmar que el director Roman Polanski y la actriz Emmanuelle Seigner lograron plasmar en la pantalla a un sujeto femenino que se muestra como un ser humano imperfecto que reacciona ante las situaciones de agresión que le fueron presentadas. La identificación particular de estos mitos representados nos brinda la posibilidad de profundizar en un personaje que se muestra multifacético, que sí está inserto en una subjetividad heterosexual propia de un determinado contexto y situación sociocultural; pero sin llegar a ser estereotípico en donde actúe automáticamente por patrones preestablecidos. Este personaje toma decisiones basadas en las situaciones particulares en las que se encuentra respondiendo a características arquetípicas lo cual implica que comete errores y también tiene momentos plenos de conciencia, reflejando así características propias del ser humano imperfecto y diverso. Esto corresponde con la afirmación hecha por Shulamith Firestone [14]: “los caracteres femeninos pueden todavía resultar verosímiles, si el autor ha sido fiel por lo menos al cómo de su comportamiento [...] es una interpretación de una realidad imperfecta que el arte pone de manifiesto” [14].

Por lo tanto, la reflexión que provoca este personaje en particular es la necesidad de ampliar los horizontes interpretativos de las obras que conocemos, específicamente cuando están involucrados sujetos femeninos, ya que la intención final debe ser plasmar e interpretar a los sujetos desde su humanidad. Lo anterior corresponde a un argumento muy importante en la teoría de género contemporánea que a veces puede ser mal interpretado en el contexto poblano y mexicano en general, el propósito de estas propuestas teóricas no es relegar al sector inserto en la subjetividad heterosexual, sino que es necesaria una reinterpretación de este, de manera que la convivencia funcione de acuerdo a directrices equitativas. El objetivo consiste en diversificar aspectos como el género, de manera que las categorías de la vida humana sean incluyentes y atiendan a sus multiplicidades, como lo afirma Celia Amorós [15]: “Lo genéricamente humano le viene grande a lo masculino que se lo apropia en exclusiva, justamente porque no es intrínsecamente masculino sino, como su nombre lo indica [...] genéricamente humano” [15].

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este trabajo de investigación se configuró para abrir paso a analizar otro objeto de estudio con la misma línea teórica, el cual se estará desarrollando en el *XXVI Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico* edición 2021, para que en conjunto con esta investigación presentada sea más de la mitad del avance de lo que será mi trabajo de tesis con el cual obtendré el grado de licenciada en Lingüística y Literatura Hispánica. También se someterá a un proceso de evaluación para que pueda ser publicado en el libro *Soledad, aislamiento y comunicación* como resultado del 4to. Encuentro Internacional e Interdisciplinario. Soledad, aislamiento y comunicación organizado por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Università Degli Studi Di Salerno. Además, se pretende que este trabajo teórico sea la base para desarrollar un trabajo de campo, en donde mediante encuestas a distintos sectores de la población se logre identificar cuál es la postura actual del amor romántico y la feminidad antes de esta interpretación arquetípica y de género del personaje y cuál es la postura posterior a la interpretación, de forma que se brinde mayor información acerca del tema con el objetivo de crear empatía en la población.

Agradecimientos

En este espacio me gustaría agradecer a la Dra. Berenize Galicia Isasmendi por su constante asesoría y apoyo a la planeación de este trabajo que comenzó en el 2019 cuando aceptó ser mi asesora de tesis. A lo largo de esta trayectoria este trabajo de investigación se ha ido construyendo, enriqueciendo y perfeccionando para crear un producto teórico del cual me siento bastante orgullosa y definitivamente representa el campo de estudio al cual deseo perfilarme en los próximos posgrados.

También quiero agradecer a mi familia, a mi madre, padre, hermano y tía Rossy por brindarme todo su apoyo incondicional y siempre motivarme a seguir adelante con mi formación académica y profesional, son mi motor para seguir adelante.

Referencias bibliográficas

- [1] E. Panofsky, *El significado en las artes visuales*, Madrid: Alianza Editorial, 1983.
- [2] B. Wallis, *Arte después de la modernidad. Nuevos planteamientos en torno a la representación*, Madrid: Ediciones Akal, 2001.
- [3] J. Butler, *Cuerpos que importan*, Argentina: Editorial Paidós, 2002.
- [4] C.G. Jung, *Arquetipos e inconsciente colectivo*, Barcelona: Editorial Paidós, 2003.
- [5] G. Durand, *Las estructuras antropológicas de lo imaginario*, Madrid: TAURUS EDICIONES, 1981.
- [6] M. Eliade, *Mito y Realidad*, Barcelona: Editorial Labor, 1992.
- [7] A. Fernández-Montesinos, “Los estereotipos: definición y funciones”, *Revista Automne*, núm. 10. Madrid: Universidad Complutense, 2016.
- [8] M. Chávez, *La canción del hada verde*. México: Universidad Autónoma de México, 2012.
- [9] R. Mendoza, “Lilith, el arriba y el abajo”. México: Prepa UNAM, 2017.
- [10] J. Baudrillard, *De la seducción*, Madrid: Ediciones Cátedra, 1994.
- [11] J. P. Pérez Rufi, “Metodología de análisis del personaje cinematográfico: Una propuesta desde la narrativa fílmica”, *RAZÓN Y PALABRA*, Primera Revista Electrónica en Iberoamérica Especializada en Comunicación, Vol. 20, núm. 4, octubre-diciembre. Málaga: Universidad de Málaga, 2016.
- [12] A. Clavel, *Territorio Lolita*, Ciudad de México: Penguin Random House Grupo Editorial, 2017.
- [13] H. Serrano Barquín, “Construcciones y figuraciones del estereotipo femenino en imagen y letras impresas”, *La Colmena*. México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2017.
- [14] S. Firestone, *La Dialéctica del Sexo: En defensa de la revolución feminista*, Barcelona: Editorial Kairós, 1976.
- [15] C. Amorós, *Feminismo y Filosofía*, Madrid: Editorial Síntesis, 2001.



Sistema de comunicación para promover la cultura de prevención de alergias dirigida a padres de familia de la ciudad de Puebla

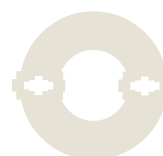
^aDirectora: Alvarez Tamayo Dora Ivonne*

Asesoras: Roura Espinosa Sandra Elisa
y Morales de León Guadalupe

^bElaboración: Hernández Morales Azalea

^bUniversidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), 21 Sur 1103 Barrio de Santiago C.P. 72410, Puebla, México

*azalea.hernandez@upaep.edu.mx



Área 4
Humanidades

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

Resumen

La alergia [1] es una reacción de hipersensibilidad iniciada por mecanismos inmunológicos; es decir, son reacciones exageradas, que causan daño ó inflamación. Se estima que aproximadamente del 10 % al 15 % de la gente padece algún tipo de enfermedad alérgica y existe evidencia de que la incidencia de estas enfermedades está aumentando en todo el mundo.

El problema inicial detectado que da pie a este proyecto fue que los padres de familia

de la Ciudad de Puebla, cuyos hijos oscilan en el rango de edad de 0 hasta 8 años, actúan de manera reactiva con las alergias, debido a la falta de difusión de una cultura preventiva. La investigación arroja que los padres tienen inseguridades por la nula información que existe del tema, por lo tanto no se puede hablar de “prevenir” algo en lo que no creen. El problema a resolver es que los padres no reconocen los problemas que las alergias traen consigo, ni conocen la especialidad de un médico alergólogo.

Palabras clave

Alergia en niños, sistema de comunicación, padres, información, prevención.

Abstract

Allergy [1] is a hypersensitivity reaction initiated by immunological mechanisms; that is, they are exaggerated reactions, causing damage or inflammation. It is estimated that approximately 10-15 % of people suffer from some type of allergic disease, and there is evidence that the incidence of these diseases is increasing worldwide. The initial problem was that the parents of the City of Puebla, whose children range in age from 0 to 8 years, act reactively with allergies, due to the lack of promotion of a preventive culture. The research shows that parents have insecurities about a subject they do not know and it is not possible to talk about "preventing" something which they do not believe because they do not have information. The problem to be solved is that parents do not recognize the problems that allergies bring with them, nor do they know the specialty of an allergist.

Keywords

Allergy in children, communication system, parents, prevention, information.

Glosario de abreviaturas y símbolos

COMPEDIA, Colegio Mexicano de Pediatras Especialistas en Inmunología Clínica y Alergias.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

WAO, World Allergy Organization.

Introducción

En México la mortalidad por alergias es baja, pero la morbilidad es muy alta, principalmente porque las alergias son tratadas de manera tardía y con medios inadecuados como los antigripales, lo que conlleva a que el paciente tenga una mala calidad de vida y tenga que recurrir constantemente a tratamientos y medicamentos que únicamente controlan de forma inmediata los síntomas, pero sigue expuesto al factor ambiental, por lo que al poco tiempo volverá a presentar recurrencia u otra agudización de los síntomas y así tendrá una calidad de vida problemática y con implicaciones económicas serias, estos costos incluyen: hospitalización, medicamentos, estudios de laboratorios, incapacidades, e inasistencias; en cuanto a las inasistencias en personas adultas[2] se pueden perder por paciente en promedio hasta 15 días laborales por año y esto varía según la severidad de los casos, pero la población infantil es el segmento más afectado, pues existen evidencias que hay una fuerte predisposición de que los niños presenten alergias si los padres son alérgicos.

Pregunta de investigación e hipótesis

1.- ¿Por qué los padres de familia con hijos que padecen alergias actúan de manera tardía en lugar de una manera preventiva?

H. La falta de información preventiva sobre las alergias, provocan que los padres de familia con hijos actúen de una forma tardía o reactiva.

Objetivo general

Diseñar un sistema de comunicación para promover una cultura de prevención de alergias dirigida a padres de familia de la ciudad de Puebla de niveles socioeconómicos C y C +, con hijos de 0 a 8 años, mediante el método *design thinking* (pensamiento del diseño).

Enfoque teórico

Alergias Infantiles

La marcha tópica [3] es un término usado por los médicos para describir las etapas por las que atraviesa un niño alérgico. Observado que los niños pequeños con

herencia de alergia comienzan a manifestar su alergia en la piel (dermatitis atópica), después aparecen síntomas en la nariz (rinitis alérgica) o alergia alimentaria y por último podrían llegar a ser asmáticos.

Analizar estas etapas ayudará al padre de un niño a anticiparse al desarrollo de nuevas enfermedades alérgicas, si se toman medidas adecuadas desde una corta edad.

Comportamiento Reactivo

La naturaleza de la conducta adulta ante diversas situaciones, aclarando que el comportamiento reactivo [4] es una manera de defensa a lo desconocido, solo se reacciona cuando se presenta un peligro para el sujeto.

Design thinking

El método *Design Thinking* [5], está relacionado con la empatía, creatividad y racionalidad, ya que se ayuda de una profunda comprensión de las necesidades que tienen los usuarios y se requiere un pensamiento creativo, experimentación y el pensamiento analítico. Así, su punto de partida es el proceso de pensamiento lógico, que desempeña un papel esencial cuando hay un conocimiento sobre el que construir y un pensamiento creativo cuando es necesario generar nuevo conocimiento o abordar los problemas de un modo diferente a como se había hecho antes.



Figura 1: “Enfoque teórico”

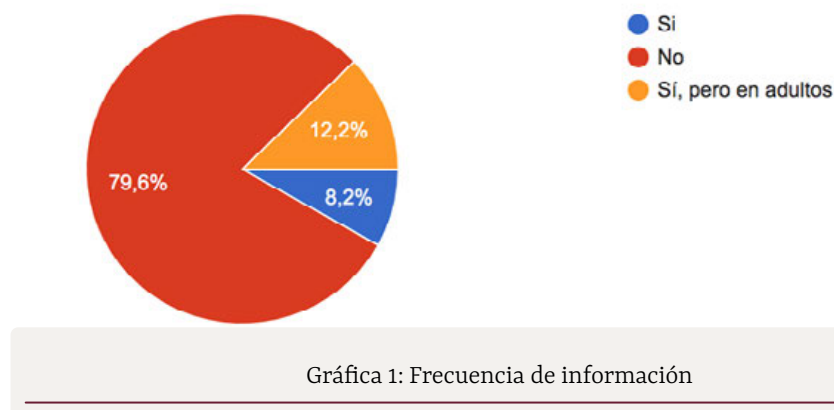
Se llevaron a cabo observaciones directas a familias con niños que radican en la Ciudad de Puebla y se detectaron que los niños que comenzaban a enfermar constantemente desde temprana edad, los padres tenían conocimiento de su

historial familiar y aun sabiendo la existencia de las alergias, los padres han esperado hasta que el cuadro alérgico fuera grave para buscar atención por parte de un especialista, no sin antes pasar por mucho otros médicos generales, sin éxito alguno. Al llegar con especialistas alergólogos se les mencionó que conforme a las etapas que los niños presentaban se tendría que redoblar medidas y realizar acciones más estrictas para controlar los síntomas.

Se realizó un sondeo a 49 padres de familia durante el mes de abril del 2020 a padres de familia de la Ciudad de Puebla, de los cuales el 83.7 % eran mujeres y el 16,3 % eran hombres de entre 19 y 52 años. Las edades de sus hijos oscilaban desde los 10 meses hasta los 17 años. El 28.6 % dijo que su pediatra o doctor no le había mencionado sobre las alergias o no recordaban que lo hicieran. El 69.7 % de los padres no habían llevado a sus hijos con un alergólogo porque no había necesidad o no habían encontrado un especialista de confianza y el 30.3 % si habían asistido porque sus hijos ya confirmaban cuadros graves de alergias.

¿Has escuchado campañas que promuevan una cultura de prevención de alergias en niños?

49 respuestas



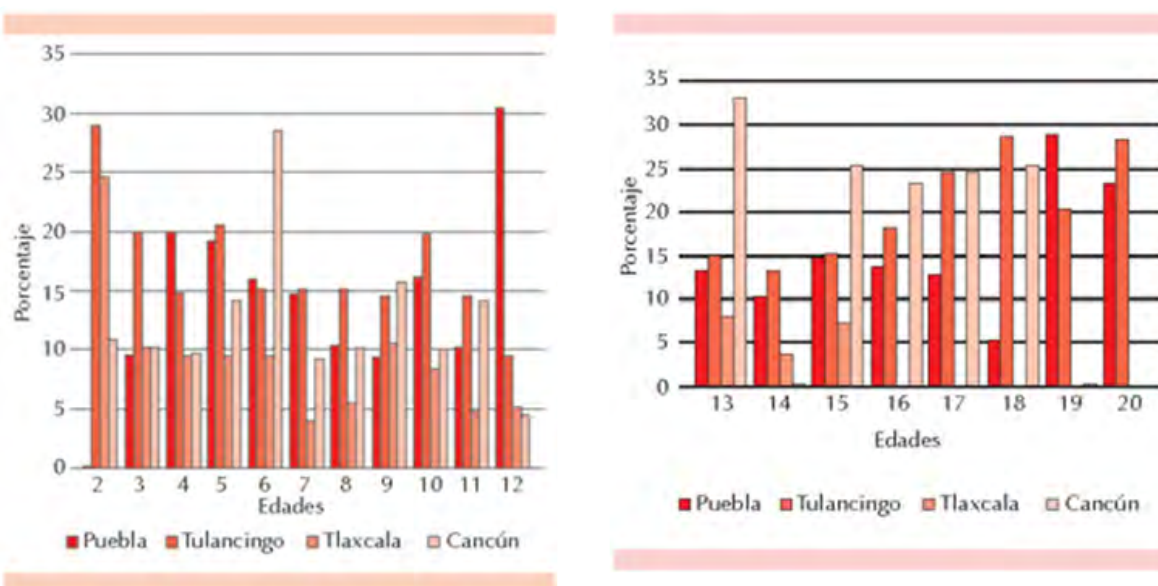
El 81.8 % afirma no haber escuchado campañas que promuevan una cultura de prevención de alergias en niños (**gráfica 1**) y para el mismo porcentaje (81.8 %) sería demasiado relevante tener información sobre las alergias en los niños.

Para la población que reside en Puebla, existen algunos factores como el clima, que provoca un aumento en la prevalencia de enfermedades alérgicas con los ambientes cálidos y húmedos, porque favorecen la existencia de alérgenos comunes, como el polen, los ácaros del polvo y los hongos [6]. El clima de Puebla [7] consiste en: 35 % de la superficie de la región central y sureste presenta clima templado subhúmedo, el 25 % del norte y sureste presenta clima cálido subhúmedo, el 19 % del sur y centro

oeste presenta clima seco y semiseco, en el norte y sureste el 14 % presenta clima cálido húmedo y el 7 % presenta clima templado húmedo en la región norte y una pequeña área hacia el sureste; también se encuentra un 0.2 % de clima frío en la cumbre de los volcanes. Puebla puede llegar desde los 28° hasta los 4° dependiendo de las estaciones del año y los estados que colindan, por ejemplo existen meses de fuertes lluvias y hay evidencia que en estas condiciones húmedas, los granos de polen pueden ser mucho más susceptibles de respirarse y otros componentes submicrónicos que pueden llegar a las vías respiratorias inferiores, donde inducen reacciones de asma en pacientes alérgicos [8].

En la revista *Alergias México* [9] se mostraron los resultados de encuestas en cuatro ciudades de cuatro estados: Puebla, Pue, Tulancingo, Hidalgo, Tlaxcala, Tlaxcala y Cancún, Quintana Roo (**gráfica 2**). Y en la ciudad de Puebla se obtuvieron 2, 267 encuestas, dando un promedio general de prevalencia de rinitis alérgica en los escolares menores de 12 años en Puebla: 30 % sexo masculino y el 70 % sexo femenino; mientras que la frecuencia de 13 años; 63 % sexo masculino, 37 % sexo femenino. dando como conclusión que existe una prevalencia de rinitis alérgica de 15 % en mayores de 13 años y de 13 % en niños de 12 años o menos.

Materiales y métodos

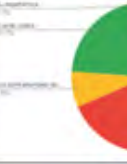


Gráfica 2. Prevalencia de rinitis alérgica en escolares niños de 12 años o menos y de 13 años o más.

El alcance de la investigación fue explicativo, ya que se analizó el porqué los padres reaccionan en lugar de prevenir; los procesos que intervienen en sus decisiones y las experiencias con las que los padres lidian con las alergias. La metodología también tuvo un razonamiento descriptivo y se mostró la o las causas del porqué no existe una cultura preventiva en la situación actual. Utilizando instrumentos mixtos para entender cualidades categorizables y por otro lado obtener frecuencias y relaciones. Dando como resultado 3 instrumentos. Los instrumentos cualitativos fueron entrevistas de dimensiones no experimentales, ya que se preguntó a los padres sobre sus experiencias y se les planteó situaciones hipotéticas reales y los instrumentos cuantitativos fueron sondeos con preguntas diacrónicas que permitió conocer preferencias medibles de especialistas y padres. El sondeo dirigido a los médicos alergólogos comenzó el 21 de enero del 2021, dándolo por finalizado el 03 de marzo del 2021 y el sondeo realizado a los padres con hijos e hijas menores de 18 años inició el 21 de enero del 2021 y finalizó el 09 de febrero del 2021. Las entrevistas a profundidad de padres comenzaron el 04 de febrero del 2021, dando fin el 08 de febrero del 2021.

La recolección de los datos obtenidos por los sondeos, se realizaron mediante dos documentos de excel creados automáticamente por la plataforma de Google forms. Se analizaron las respuestas, de manera literal y no literal creando insights de emociones positivas y negativas, además de clasificar las respuestas por edades, condiciones y actitudes (**Figura 2**). Los resultados que arrojaron las entrevistas fueron escritos y después, transcritos en un documento de excel para crear otros insights, frecuencias, comparaciones y descubrir contextos de tiempo y personas.

¿Qué necesitas saber sobre un alergólogo para que lleves a tu hijo con uno?



Respuesta	Porcentaje
¿Qué alergías tiene?	35%
¿Qué pruebas debe hacer?	15%
¿Qué medicamentos debe tomar?	10%
¿Qué alimentos debe evitar?	10%
¿Qué alergías tiene su hijo?	30%

¿Quiénes influirán en tu decisión de llevar a tu hijo con un alergólogo?



Respuesta	Porcentaje
El médico general	50%
La familia	30%
El médico especialista	10%
La familia	10%
El médico general	10%

Figura 2: Recolección y análisis de datos.

Para la aplicación se realizó un muestreo por conveniencia de bola de nieve para todas las personas que se requerían encuestar, ya que no se seleccionó individualmente a los participantes. Su participación fue lograda por contacto en redes sociales y por referidos; el acercamiento fue por correos electrónicos y mensajes por whatsapp, explicando toda la dinámica y pidiendo su consentimiento de grabar la entrevista. Al ser una participación totalmente voluntaria, los sondeos se contestaban en los

momentos que les convenía y para las entrevistas a profundidad el día, hora y la plataforma las establecían los participantes.

Metodología

El municipio de Puebla tiene 1 millón 276 mil 279 habitantes [10], de los cuales, el 9.4 % tienen entre 0 y 4 años y el 5.1 % tienen entre 10 y 14 años; dando como resultado 185 mil 061 niños que hay en el municipio de Puebla [11]; pensando que cada niño tenga a su cargo un padre o tutor, para poder hacer una generalidad se deberían realizar 384 encuestas para tener un 95 % de nivel de confianza y 50 % de heterogeneidad. El 30.2 % de los padres de familia pertenecen a los niveles socioeconómicos C+ y AB [12], lo que representaría un muestreo de 55 mil 888 padres de familia, pero para este proyecto no será necesaria la generalización.

Para los padres de familia entrevistados a profundidad, los requerimientos necesarios eran: residir en Puebla, Pue. y estar actualmente con profesionales alergólogos de consultorios particulares. Tomando una muestra de 5 personas, las edades de los participantes no requerían que fueran específicas, pero rondaban entre los 35 y 60 años.

El sondeo para los padres de familia los requisitos eran: tener hijo/s menores de 18 años, residir en Puebla, Pue. y que sus hijos fueran en colegios privados. Las edades de los participantes no eran específicas y rondaban entre los 23 y 52 años. Y se realizaron 71 sondeos.

En el instrumento de los alergólogos, los requerimientos necesarios eran consultar en Puebla, Pue., realizar consultas en el sector privado y ser pediatras alergólogos certificados. De acuerdo con la página de Compedia existen 28 alergólogos especialistas, lo que da un muestreo de 27 médicos, lamentablemente por diversas circunstancias, el número de médicos alergólogos fue de 24 por lo que no se generalizaron sus respuestas; las edades de los participantes rondan de los 36 hasta los 66 años.

Resultados/Discusión de resultados

Cuando se diseñaron los instrumentos se tuvo en cuenta 5 constructos: constructo uno (actitud hacia la prevención), por ejemplo la aceptación, la indiferencia o el rechazo. El constructo dos (herramientas de investigación), conocer los medios que frecuentemente intervienen en sus tomas de decisiones como lo son: preguntar directamente a personas cercanas, buscar en Internet o recomendaciones con médicos de confianza. El constructo tres (información relevante) lo forman tres variables: presentación, datos que generen conciencia y tipo de lenguaje. Constructo cuatro (contacto con un médico) trabaja con cuatro variables: experiencias, frustraciones, miedos y deseos. Y el constructo cinco (actitud hacia síntomas) trabajando con la variable de actitud como el constructo uno. Lo que significa que muchas de las categorías de codificación se desarrollaron *a priori*; sin embargo, otras categorías de codificación se encontraron gracias a las transcripciones y análisis de los significados de las respuestas más allá de lo literal, como se muestra en la **Figura 3**.



Figura 3: Categorías para analizar información.

Una de las preguntas claves en las entrevistas a profundidad fue invitar a que describieran cómo había sido el proceso de llegar con un alergólogo (**Figura 4**), esta arrojó interesantes patrones no solo de toma de decisiones, sino de emociones; esta pregunta demuestra los recorridos que hacen los padres para llegar con un alergólogo, ¿quiénes intervienen en esa toma de decisión?, ¿cómo buscan

información?, los sentimientos negativos que pueden sentir durante estas fases y lo que les ayuda a tener sentimientos positivos.

Sociograma: Relación de los Padres de familia con Médicos y Especialistas.

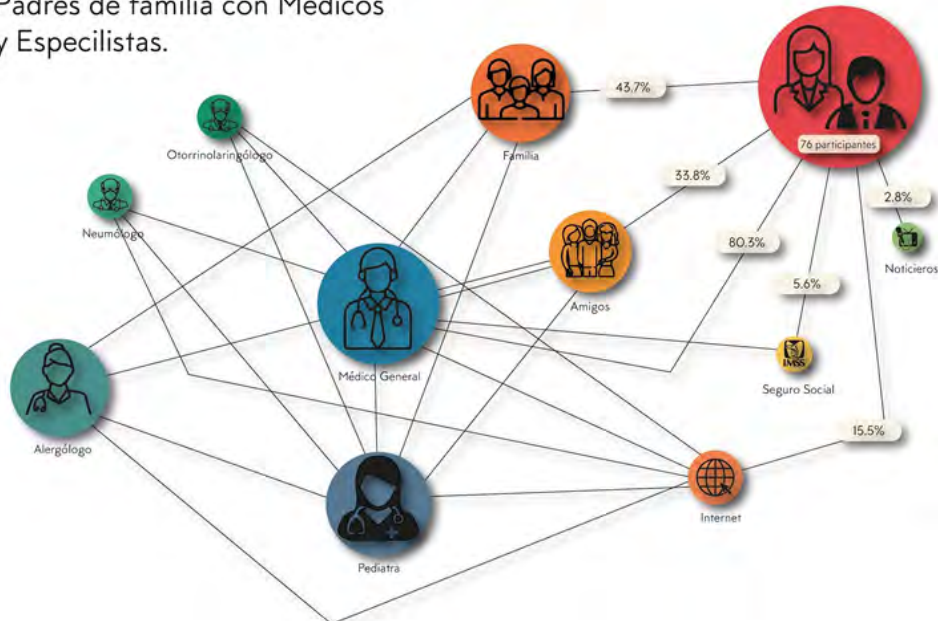
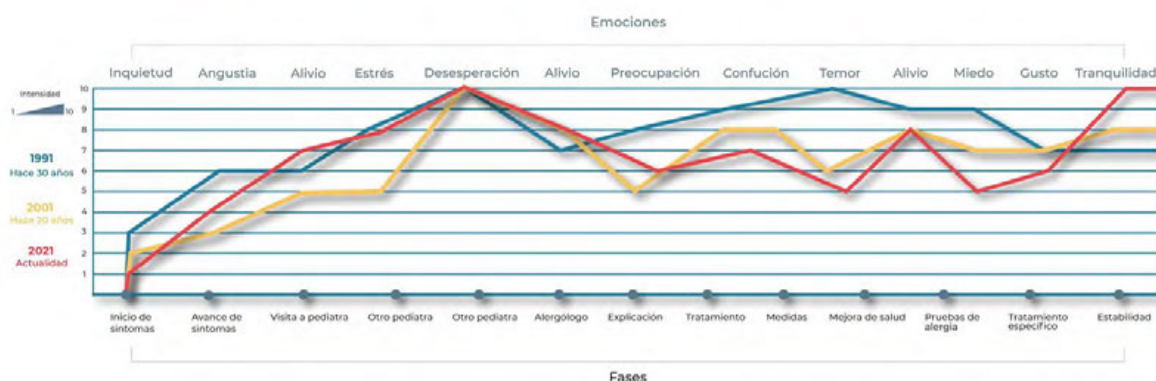


Figura 4: Sociograma

Se eligió representar la información obtenida en un sociograma, ya que es una herramienta que permite observar el contexto de las relaciones que existen en un determinado espacio. El sociograma demuestra las influencias que tiene un padre respecto a la salud de sus hijos; es indudable que la mayor influencia es el médico general, pues la investigación arrojó que los padres pierden de 1 a 3 meses cambiando de médico general o de pediatra con la ilusión de que uno pueda ayudar a su hijo/a y de los 76 padres ninguno saltó al médico ni el pediatra, yendo directamente con el especialista alergólogo. Esta información es el parteaguas para saber en dónde se debe presentar información. El recorrido que hacen los padres de médico en médico, de pediatra en pediatra, da paso a miles de emociones dejando ver los miedos, frustraciones y alivios de un padre al buscar la forma de que su hijo o hija realmente mejore (**gráfica 3**).

Emociones de padres de familia durante el proceso de tratamiento de alergias en sus hijos, antes y ahora.

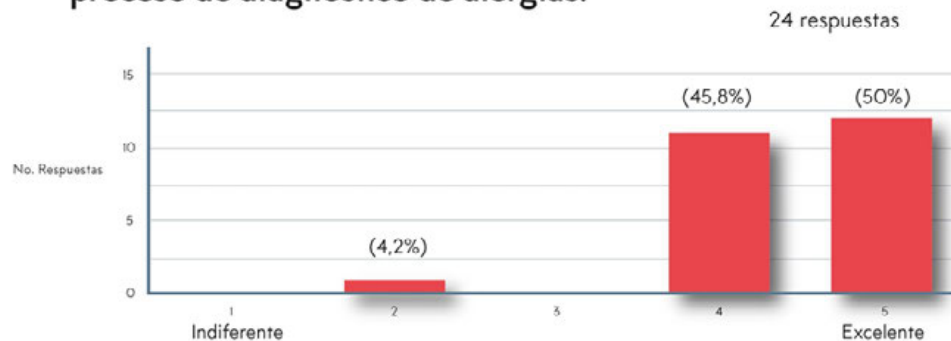


Gráfica 3: Emociones de los padres.

4 de 5 padres entrevistados mencionaron las experiencias que vivieron de pequeños, otros con sus hijos recientemente y otros con sus nietos. Abriendo mucho más el panorama, no solo en la actualidad sino, en conocer lo que hace 20 años ocurría con las alergias. Como se puede observar en la gráfica, en el año 1991 la intensidad de las emociones tanto negativas como positivas en su mayoría eran mucho más intensas a comparación del 2001 y del 2021, esto se debe a que hace 20 años no existía forma de conseguir un médico tan rápido como lo es en la actualidad, no había manera de poder investigar más allá de lo que el médico decía, por eso el miedo y la desconfianza de los padres era mucho más intenso y a pesar de que las emociones no pasan con la misma intensidad, siguen mostrando el mismo patrón.

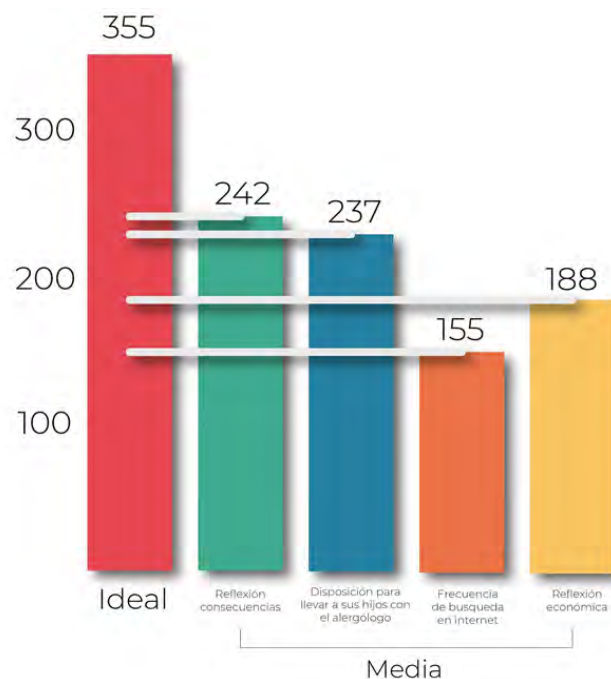
Por otra parte es difícil comprender porque aun cuando los alergólogos encuestados, perciben una muy buena y excelente actitud de parte de los padres cuando se les habla de alergias, de tratamientos y pruebas (**gráfica 4**), ¿por qué es tan difícil que los padres asistan inmediatamente con un alergólogo? las respuestas indican que no se les ha informado realmente lo que un alergólogo y las alergias significan, al no conocer la especialidad de un alergólogo es difícil tenerlo en mente, buscarlo y asistir con él.

Percepción de médicos alergólogos sobre la actitud de los padres, respecto a el proceso de diagnostico de alergias.



Gráfica 4: Actitud de los padres.

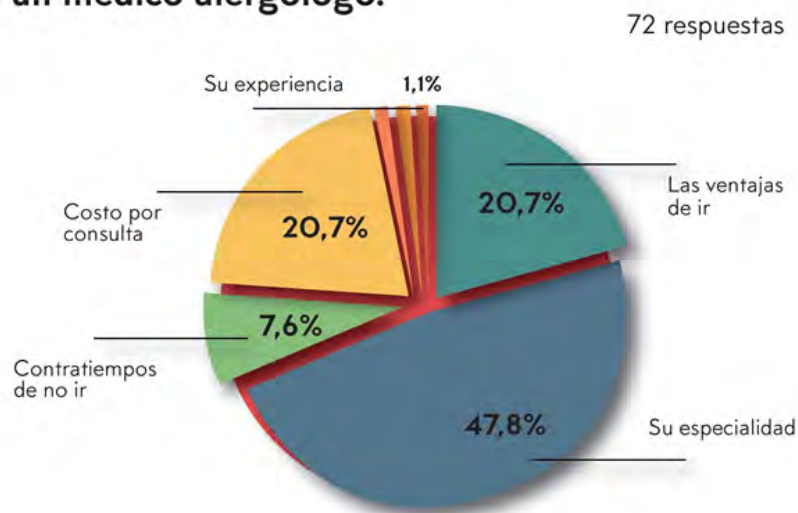
Además, que los propios padres encuestados aseguran tener una actitud más que buena para llevar a su hijo o hija con el alergólogo, si y solo si es que fuera totalmente necesario, lo que una vez más demuestra que ante los ojos de los padres “prevenir” significa acudir lo más pronto posible para que su hijo no “siga” empeorando. Esto de acuerdo con la **Gráfica 5**, muestra el impacto que tendría saber sobre las consecuencias de tratar de manera tardía una alergia y lo mucho que afecta económicamente tratar a su hijo o hija y no tratarlo.



Gráfica 5: Frecuencias.

Se ha dado por hecho, que los padres no les importa prevenir las alergias en sus hijos, pero la realidad es que tienen muchas dudas acerca de las ventajas, desventajas, sus especialidades, experiencias y los costos de llevar a su hijo/a con un alergólogo, el no conocer estos puntos se le está restando importancia a su labor, dejando ver a las alergias como una “estafa”, ya que muchos padres responden cosas muy preocupantes, como que solo buscarían ayuda de un alergólogo cuando tuvieran cuadros críticos de salud. En la **gráfica 6**, se muestra la gran necesidad de presentarle a los padres el trabajo de un alergólogo.

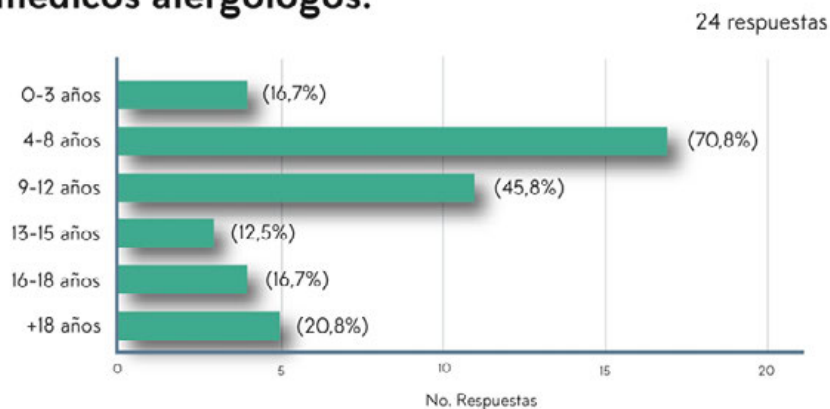
Lo que necesitan saber los padres de un médico alergólogo.



Gráfica 6: Necesidades de padres.

De acuerdo con las experiencias comentadas en las entrevistas, es muy común que las y los niños comiencen a presentar síntomas a los pocos meses de nacer, pero se les comienza a tratar de los 3 a los 4 años, lo que significa que no se está llevando a cabo una prevención ni un seguimiento oportuno. Lo que se hace es controlar, detener o minimizar los cuadros fuertes de alergia en el niño o niña, pero la mejora es tardada y las recaídas son constantes, porque lo que el padre podría conocer y entender desde los primeros meses, lo debe entender, reconocer y aplicar en cuestión de días, causando estrés, inquietud y desconfianza en el alergólogo y en el tratamiento. En **gráfica 7** se muestran que hay un seguimiento en todas las edades, infiriendo así que hay un control de por vida, ocasionalmente los síntomas disminuirán, pero no se eliminarán del todo, mientras más pronto los padres asimilen esta realidad, estarán mejor preparados, con los gastos, con la angustia y con la incredulidad.

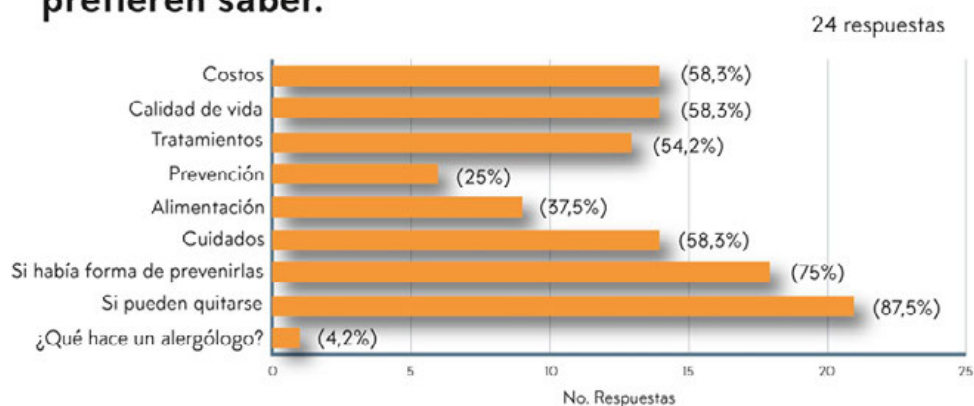
Rangos de edades que más consultan los médicos alergólogos.



Gráfica 7: Edades que más se consultan.

La información que los padres necesitan saber (**gráfica 8**) refleja interés y preocupación por haber llegado “tarde” con un alergólogo, ya que es el 2do tema que más preguntan.

Información que los padres prefieren saber.



Gráfica 8: Información que los padres prefieren saber.

Los padres encuestados presentan diferentes brechas generacionales, por lo que las respuestas a cómo se debe presentar la información fueron dos opciones: impresos y digitales. Satisfacer las necesidades particulares de cada padre sería imposible, por lo que se tomará el siguiente insight “la confianza de llevar a su hijo o hija con un nuevo doctor, son las recomendaciones de otros padres, ningún

padre va a recomendar lo que no le ayude a su hijo o hija.” Los resultados no arrojan solo presentar información rápida, legible y con un buen diseño, sino que se debe ayudar a tranquilizar al padre, acompañarlo en este “nuevo” tema y ayudar a que confíe en el alergólogo y en los tratamientos.

Conclusiones

Para los padres de la Ciudad de Puebla que han vivido los tratamientos alérgicos con sus hijos y los médicos alergólogos es un tema que les apasiona, porque arrojan diversas evidencias de que no se les da la prioridad, el interés, ni el apoyo que se merecen. Lo dicen literalmente y también sin decirlo, durante las entrevistas la voz les cambiaba cuando recordaban esos momentos de frustración o de incertidumbre. Los resultados que los padres dieron son experiencias donde describían ver que sus hijos no mejoraban, no sabían con quién acudir, hacían gastos tras gastos en medicamentos y consultas, etc. es por lo que el proyecto debe trabajar no solo con la parte informativa, sino con la parte emocional.

Se ha ido detectando problemas con la falta información sobre las alergias y los alergólogos, redireccionando así el enfoque, primero se necesita informar y luego prevenir. Confirmando que el contexto cultural de la prevención en México [13] que inició en la década de los 90 con el comienzo del término “prevenir en lugar de curar”, buscando que no hubiera un impacto negativo en la salud; fue en el 2003 que se comienza a ver la protección de la salud como un derecho humano, a partir de este momento el mexicano comienza a pensar que el derecho a la protección de la salud, es solo tener acceso al médico cuando estamos enfermos.

La solución deberá ser informativa, respondiendo a las preguntas: ¿qué es?, ¿para qué sirve?, ¿qué cambia?, ¿cómo lo encuentro?, ¿qué se puede hacer?, por mencionar las principales. También se debe dirigir a las emociones antes ya descritas y satisfaciendo la necesidad de interacción entre padres y alergólogos.

Este proyecto es relevante para la salud de los mexicanos, siendo más concreto para los habitantes del estado de Puebla, Pue, puesto que se ayudará a impedir agravaciones en la salud desde pequeños, evitando que el estilo de vida del niño y la familia se vea afectado, así como su economía. Esto ayudará a cambiar la importancia de hacer pruebas provisorias sobre las alergias, enseñará a la población la importancia de llevar un historial médico familiar; también ayudará a los médicos generales y alergólogos a no enfrentarse con cuadros de alergias

graves o muy avanzadas, ya que los padres de familia tendrán la disposición de seguir las indicaciones pues sabrán las consecuencia de no hacerlo.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

De aplicarse este proyecto, se necesitará la ayuda de diseñadores gráficos expertos en el diseño de usabilidad e interacción de plataformas web y aplicaciones; los diseñadores deberán trabajar de la mano con programadores para el desarrollo de esas plataformas. Diseñadores de información deberán trabajar con alergólogos pediatras, para corroborar la información que contendrán los folletos y trípticos y se usará la persuasión para los carteles, aludiendo la retórica para crear frases dirigidas a la parte emocional.

Para su mejor desarrollo, el sector privado podría apoyar con la distribución de estos sistemas y maneras de presentarlos a los padres; con ayuda de profesionales como notarios que redacten los acuerdos pertinentes y mercadólogos que ayuden a la creación de campañas. Esto asegura credibilidad a la información que se brinde, para la o el lector y para otros posibles apoyos como lo son farmacéuticas, para colaboraciones con medicamentos más utilizados en los tratamientos alérgicos, llegando a la mano de los médicos generales que sería el punto más importante de contacto con los padres.

Agradecimientos

Agradezco a mi directora y asesoras de la Facultad de Diseño Gráfico y Digital de la UPAEP por el tiempo brindado a esta investigación; un especial reconocimiento a la Dra. Guadalupe Morales de León, miembro de la Unidad de Alergia y Pediatría con certificaciones del Consejo Nacional de Inmunología Clínica y Alergia, por su guía y apoyo incondicional y por último a Jimena Castillo por compartir sus ideas para iniciar con este tema de investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] WAO/EAAC, definiciones de alergia. [online] 2011. <https://alergiaweb.files.wordpress.com/2011/11/wao-eaaci-alergia.pdf>
- [2] Gobierno de México. Alergias, principal causa de consulta médica. Secretaría de salud. [online] 2016. <https://www.gob.mx/salud/prensa/alergias-principal-causa-de-consulta-medica>
- [3] Colegio Mexicano de Pediatras Especialistas en Inmunología Clínica y Alergia. Control ambiental para las enfermedades alérgicas COMPEDIA. [online] 2020. <https://compedia.org.mx/control-ambiental-para-las-enfermedades-alergicas/>
- [4] D. Navarro & C. Jiménez. Conducta humana reactiva. Revista: CCCSS Contribuciones a las Ciencias Sociales. [online] 2012. <http://www.eumed.net>
- [5] R. Peralta. Design Thinking. Universidad Oberta de Catalunya. [Libro electrónico] 2013. [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/75946/4/Design %20Thinking. %20Tendencias %20en %20la %20teor %C3 %ADa %20y %20la %20metodolog %C3 %ADa %20del %20dise %C3 %B1o_M %C3 %B3dulo %204_ Design %20thinking.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/75946/4/Design%20Thinking.%20Tendencias%20en%20la%20teor%C3%ADa%20y%20la%20metodolog%C3%ADa%20del%20dise%C3%B1o_M%C3%B3dulo%204_Design%20thinking.pdf)
- [6] A.M.W. Chan, The effects of global warming on allergic diseases, Hong Kong Med J, 2018.
- [7] INEGI, Clima. Puebla. Información por entidad. [online] 2015. [http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/clima.aspx?tema=me&e=21#: %7E:text=El %20 35 %25 %20de %20la %20superficie, norte %20 y %20sureste %2C %20el %207 %25](http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/clima.aspx?tema=me&e=21#:~:text=El%2035%25%20de%20la%20superficie,norte%20y%20sureste%2C%20el%207%25)
- [8] S.A. Valero, Polinosis polen y alergia, Madrid: MRA ediciones, 2002.
- [9] E. Mancilla, et al, Prevalencia de rinitis alérgica en poblaciones de varios estados de México. Revista Alergia México, 2015, 62(3), 196-201
- [10] INEGI, Número de habitantes. Puebla. Cuéntame información por entidad. [online] 2015. <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/Pue/Poblacion/default.aspx?tema=ME&e=21>
- [11] V. López, Puebla, en proceso de colapso urbano por crecimiento poblacional. MILENIO. [online] 2019. <https://www.milenio.com/politica/comunidad/Puebla-en-proceso-de-colapsourbano-por-crecimiento-blacional>
- [12] El Financiero, 30 % de los mexicanos pertenecen al penúltimo Nivel socioeconómico. [online] 2018. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/30-de-los-mexicanos-pertenecen-al-penultimo-nivel-socioeconomico>
- [13] Mirador Universitario UNAM. Sistema Nacional de Salud en México [Vídeo]. YouTube. 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=lzdTawvjtc&feature=youtu.be>

Área 5



Ciencias de la Conducta y la Educación

Índice de Área

- 783** • Análisis de la asimetría en los programas educativos de posgrado para la fisioterapia en universidades públicas en México
- 793** • Bebés lectores: Proyecto comunitario con promotoras educativas para la atención de grupos vulnerables
- 811** • Equidad y universalidad: La definición de políticas educativas para la educación superior en México, 2018-2019

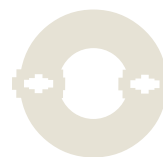
Análisis de la asimetría en los programas educativos de posgrado para la fisioterapia en universidades públicas en México

^aPineda, Ramírez-Andrea Guadalupe*, ^bPedraza, Xicotencatl-Ahamin Jhonathan, ^cTolento, Munive-Xilary, Junnuedt

^aUniversidad Leonardo Da Vinci, Tehuacán, Av. 25 Ote. 1805, Bella Vista, 72500 Puebla.

^{b, c} **Asociación de Fisioterapeutas del Estado de Puebla, Col San Antonio Abad, C 1ro De Mayo LT2, 72314, Puebla.

**afipuebla21@gmail.com, *andreapineda266@gmail.com



Área 5
Ciencias de la
Conducta
y la Educación

Resumen

Se analizó la asimetría en los programas educativos de posgrado para la fisioterapia y carreras afines en universidades públicas de tipo autónoma, politécnica y tecnológica de las entidades federativas de México. Se empleó la metodología de estudio descriptivo, transversal, observacional, retrospectivo. Se analizaron las 32 entidades federativas de México universidades públicas con la licenciatura en Fisioterapia y carreras afines durante el curso académico 2020-2021 recopilando la información de plataformas digitales de sus páginas oficiales. De 188 universidades públicas solo 33 (17.55 %) tienen la licenciatura en Fisioterapia y carreras afines, siendo la de mayor prevalencia

la de tipo Politécnico con 13 (39.39 %). La denominación de nivel superior con mayor prevalencia fue la de Terapia Física (66.67 %). No existen posgrados en ninguna de las 32 entidades federativas de México, por lo cual, puede causar que los estudiantes pierden el interés de continuar con sus estudios de posgrado, generando migración a otros estados, además de, una pérdida importante de inversión económica en las universidades que favorecería a nivel local y estatal a la sociedad. Por lo tanto, es imposible calcular la pérdida de investigación e innovación en ciencias de la salud que el estado de Puebla está desaprovechando.

Palabras clave

Fisioterapia, Posgrado, Universidad Pública, México.

Abstract

Asymmetry in postgraduate educational programs for physiotherapy and related careers in autonomous, polytechnic, and technological public universities of the states of Mexico was analyzed. Descriptive, cross-sectional, observational, and retrospective study methodology was used. The 32 federal entities of Mexico's public universities with a degree in Physiotherapy and related careers during the 2020-2021 academic year were analyzed, collecting information from digital platforms on their official pages. Of 188 public universities, only 33 (17.55 %) have a degree in Physiotherapy and related careers, the Polytechnic type being the one with the highest prevalence with 13 (39.39 %). The highest-level denomination with the highest prevalence was Physical Therapy (66.67 %). There are no postgraduate programs in any of the 32 states of Mexico, therefore, it can cause students to lose interest in continuing with their postgraduate studies, generating migration to other states. In addition to a significant loss of economic investment in the universities that would favor society at the local and state level. Therefore, it is impossible to calculate the loss of research and innovation in health sciences that the state of Puebla is wasting.

Keywords

Physiotherapy, Postgraduate, Public university, México

Glosario de abreviaturas y símbolos

WCPT, World Confederation Of Physical Therapy

TF, Terapia Física

FT, Fisioterapia

TFYR, Terapia Física y Rehabilitación

RE, Rehabilitación

Introducción

Los enfoques tradicionales en la educación son cada vez más difíciles de mantener al ritmo del crecimiento de la información actual [1]. En México, existen universidades de educación superior de tipo autónomo, politécnico y tecnológico [2], para lo cual, la licenciatura en fisioterapia y carreras afines puede variar en relación al nombre y los planes de estudio correspondientes. Según la World Confederation Of Physical Therapy (WCPT) la fisioterapia, es una profesión en el área de la salud que se enfoca en individuos y poblaciones para desarrollar, mantener y restaurar el movimiento máximo y la capacidad funcional a lo largo de la vida [3].

De acuerdo con lo anterior, es ineludible reconocer la importancia de la formación académica que se realiza en el sector educativo e identificar que puede influir en el proceso educativo-formativo de los estudiantes de educación de posgrado.

En el estudio, se analiza las universidades públicas de México con base a sus entidades federativas y su correlación de la licenciatura en fisioterapia y carreras afines acorde a estudios de posgrado (maestría o especialidad), así como, la tipificación de las diferentes denominaciones que puede recibir la licenciatura en fisioterapia en las universidades públicas.

Métodos

Es una investigación de tipo descriptivo, transversal, observacional y retrospectivo.

Materiales

Se recopiló de los 32 entidades federativas de México las universidades públicas con registro ante la Secretaría de Educación Pública de tipo autónomo, politécnico y tecnológico, durante el periodo comprendido entre el año 2020 al 2021 de acuerdo a las convocatorias anuales, semestrales y cuatrimestrales de los programas educativos de posgrado (maestría y especialidad) dirigidos exclusivamente a la licenciatura en Fisioterapia y carreras afines (Terapia Física, Terapia Física y Rehabilitación, Rehabilitación) de plataformas digitales de sus páginas oficiales.

Así mismo, la tipificación de las diferentes denominaciones de la licenciatura en fisioterapia en las universidades públicas.

Se excluyeron del estudio las universidades con posgrado vinculados a otro país y que su perfil de ingreso al posgrado fuera para profesionales de la salud en general.

Resultados

Tras el proceso de análisis, de las 32 entidades federativas de México existen 33 de 188 universidades públicas (autónoma, politécnica y tecnológica) con la licenciatura en fisioterapia y carreras afines, que representa el 17.55 % (Gráfico 1) [6-194]. Siendo la de mayor prevalencia fue de tipo politécnica con 13 (39.39 %) seguida de la de tipo autónoma con 12 (36.36 %), y por último la de tipo tecnológica con 8 (24.24 %) [6-194].



Gráfico 1. Universidades públicas a nivel nacional

Tabla 1. Tipos de licenciatura en Fisioterapia y carreras afines.

Tipo de licenciatura	Universidad			Total	%
	Autónomas	Politécnicas	Tecnológicas		
Terapia Física	3	13	6	22	66.67
Fisioterapia	6	0	0	6	18.18
Terapia Física y Rehabilitación	2	0	2	4	12.12
Rehabilitación	1	0	0	1	3.03
Total	12	13	8	33	100.00

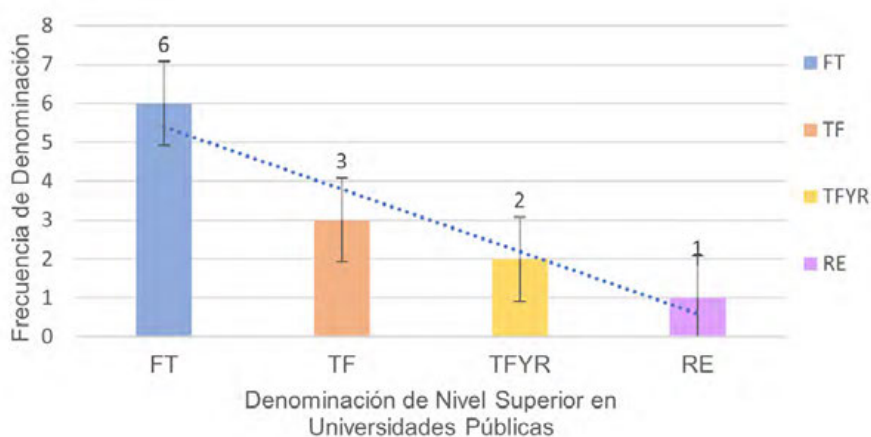
Las denominaciones de la carrera profesional de nivel licenciatura se muestran en la **Tabla 1**, siendo la licenciatura en terapia física la de mayor prevalencia con 22 menciones (66.67 %).

Universidad de tipo Autónoma

Se analizó las universidades de tipo Autónoma de las 32 entidades federativas de México, durante el transcurso del 2020 hasta el 2021. Se encontró que existen 34 universidades reportadas, de las cuales, solo 12 (35.29 %) universidades cuentan con la licenciatura en fisioterapia y carreras afines (Gráfico 2).



Gráfico 2. Universidades con carrera profesional afín a fisioterapia



Lic. en Fisioterapia (FT)

Lic. en Terapia Física (TF)

Lic. en Terapia Física y Rehabilitación (TFYR)

Lic. en Rehabilitación (RE)

Tabla 2. Denominaciones de nivel superior en universidades públicas.

Se encontraron 12 denominaciones de nivel superior de las universidades públicas, la de mayor prevalencia fue la licenciatura en Fisioterapia con 6 (50 %) (Tabla 3).

Se encontraron 3 programas educativos de posgrado relacionados a fisioterapia y carreras afines, la maestría en rehabilitación visual, maestría en rehabilitación del movimiento humano y máster en fisioterapia manual, sin embargo, su análisis fue omitido por motivos de exclusión del estudio.

Universidad de tipo Politécnica

Se encontró que existen 54 universidades reportadas, de las cuales, solo 13 (24.07 %) universidades cuentan con la licenciatura en fisioterapia y carreras afines (Gráfico 3). Se encontraron 13 denominaciones de nivel superior de las universidades públicas, la de mayor prevalencia fue la licenciatura en Terapia Física con 13 (100 %) (Tabla 3).

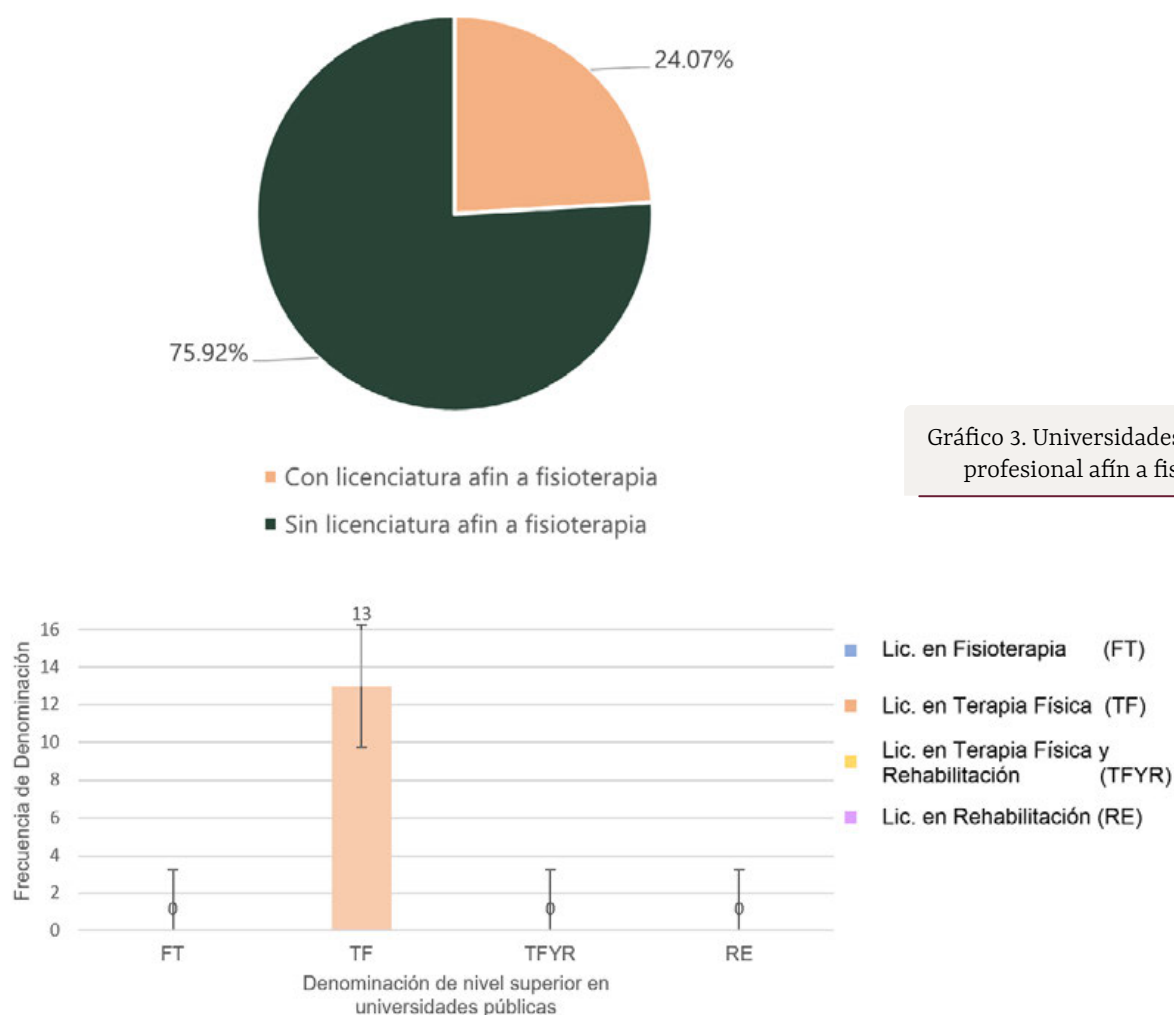


Tabla 3. Denominaciones de nivel superior en universidades públicas.

En relación a los estudios de posgrado (maestría o especialidad) su análisis fue omitido por motivos de exclusión del estudio.

Universidad de tipo Tecnológica

Se encontró que existen 100 universidades reportadas, de las cuales, solo 8 (8 %) universidades cuentan con la licenciatura en fisioterapia y carreras afines (Gráfico 4).

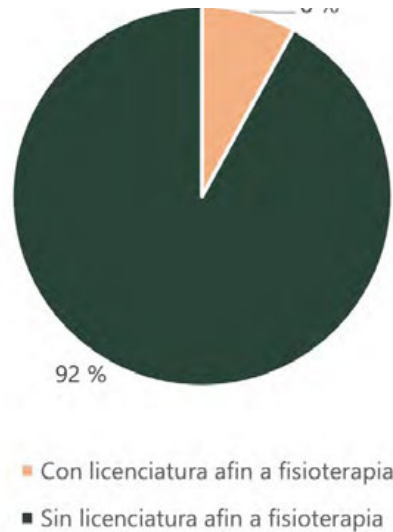


Gráfico 4. Universidades con carrera profesional afin a fisioterapia

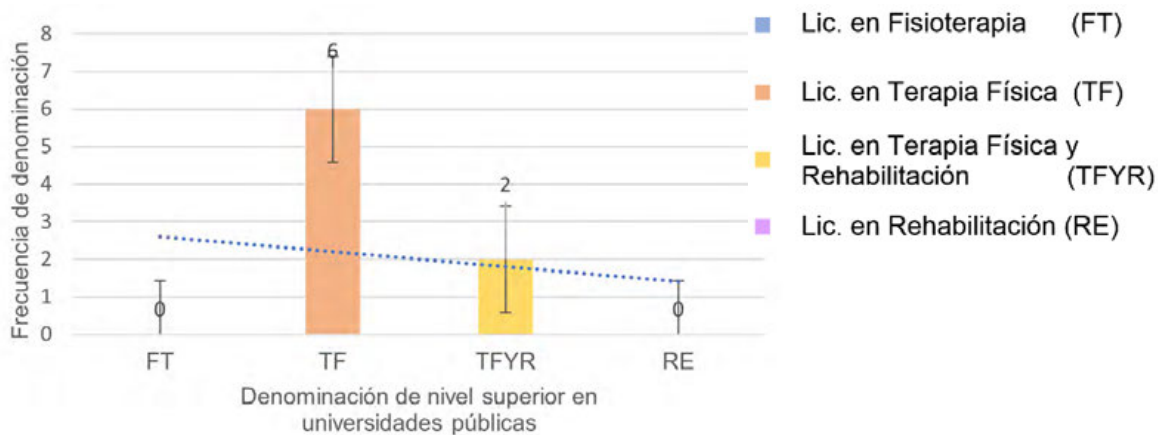


Tabla 4. Denominaciones de nivel superior en universidades públicas.

Se encontraron 8 denominaciones de nivel superior de las universidades públicas, la de mayor prevalencia fue la licenciatura en Terapia Física con 6 (75 %) (Tabla 3).

En relación a los estudios de posgrado (maestría o especialidad) su análisis fue omitido por motivos de exclusión del estudio.

Conclusiones

Al no existir posgrados en el estado de Puebla en universidades públicas, los estudiantes pierden el interés de continuar con sus estudios de posgrado, generando migración a otros estados, provocando, una pérdida importante de inversión económica en las universidades que favorecería a nivel local y estatal a la sociedad. Por lo tanto, es imposible calcular la pérdida de investigación e innovación en ciencias de la salud que el estado de Puebla está desaprovechando.

Se requiere de un análisis académico por parte de las autoridades de la Secretaría de Educación Pública en la licenciatura de fisioterapia y carreras afines para establecer una correlación profesional con estudios de posgrado (maestría o especialidad) en las entidades federativas de México. Así mismo, se deberá estimular y desarrollar el interés por la investigación en ciencias de la salud de los estudiantes de últimos semestres o cuatrimestres del estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Innovación educativa a nivel de posgrado en fisioterapia.

Agradecimientos

A la asociación de fisioterapeutas del estado de Puebla por el apoyo en la realización de este proyecto y por el apoyo estatal a la fisioterapia.

Referencias bibliográficas

- [1] Börner K, Chen C, Boyack KW. Visualizing knowledge domains. *Annu Rev Inform Sci.* 2003; 37:179-255.
- [2] Secretaría de Educación Pública. (23 de abril de 2015). Universidades Politécnicas.-Educación Superior. 01 de Marzo del 2020, de Secretaria de Educación Pública Sitio web: <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/universidades-politecnicas-educacion-superior>
- [3] Secretaría de Educación Pública. (23 de abril de 2015). Universidades Tecnológicas.-Educación Superior. 23 de abril de 2015, de Secretaria de Educación Pública Sitio web: <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/universidades-tecnologicas-educacion-superior>
- [4] Secretaría de Educación Pública. (23 de abril de 2015). Universidades Públicas Estatales.-Educación Superior. 01 de Marzo de 2020, de Secretaria de Educación Pública Sitio web: <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/universidades-publicas-estatales-educacion-superior>
- [5] World Confederation for Physical Therapy. Policy statement: Description of physical therapy [Internet]. 2011 [cited 2020 Mar 3]. Available from: <http://www.wcpt.org/policy/psdescriptionPT>
- [6 - 193] Oferta Académica de Nivel Posgrado (2021). [Internet]. Disponible en <https://www.uaa.mx/>

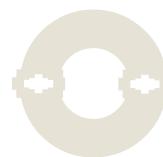


Bebés lectores: Proyecto comunitario con promotoras educativas para la atención de grupos vulnerables

^aZenteno, Juárez-Anahí Guadalupe*, ^bSánchez, Reyes-Ana del Carmen, Murrieta Ortega Raymundo

Benemérito Instituto Normal del Estado “Gral. Juan Crisóstomo Bonilla”. Licenciatura en Educación Inicial. Boulevard Hermanos Serdán No. 203, Colonia Aquiles Serdán, Puebla, Puebla, C.P. 72140

*zentenojag.lei18@bine.mx



Área 6
Ciencias de la
Conducta
y la Educación

Resumen

El proyecto comunitario, denominado “Bebés lectores” tiene como objetivo reducir el rezago de los infantes en situación de exclusión educativa y social mediante una propuesta de acompañamiento académico dirigido a las promotoras educativas del módulo 159 del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) de la comunidad de Nealtican, Puebla. El enfoque adoptado en el estudio es la investigación acción participativa sustentada en el paradigma de la pedagogía social. El proyecto inicia con el diagnóstico de necesidades mediante dos reuniones virtuales con promotoras educativas del CONAFE, acordando la implementación de un taller virtual para el diseño de

material didáctico, preferentemente con material reciclado y una guía para la intervención educativa con infantes de 0 a 3 años. En la investigación se utilizarán técnicas e instrumentos de recolección de datos como la observación, la entrevista, el diario y las notas de campo. Para el diseño del proyecto se utilizan [1] pasos estructurados mediante preguntas y descripciones, el proyecto se aplicará de septiembre de 2021 a enero de 2022. Se espera obtener beneficios en la integración de materiales didácticos para promover la lectura, diseño de una guía y el acompañamiento de las promotoras educativas durante su intervención con los infantes.

Palabras clave

Inclusión educativa, proyecto comunitario, primera infancia, vulnerabilidad, lectura.

Abstract

The objective of the community project called "*Babies Readers*" is to reduce the backwardness of infants in situations of educational and social exclusion through a proposal for academic support aimed at the educational promoters of module 159 of the National Council for Educational Development (CONAFE) of the community of Nealtican, Puebla. The approach adopted in the study is participatory action research based on the paradigm of social pedagogy. The project begins with the diagnosis of needs through two virtual meetings with CONAFE educational promoters, agreeing on the implementation of a virtual workshop for the design of didactic material, preferably with recycled material, and a guide for educational intervention with infants from 0 to 3 years old. The research will use data collection techniques and instruments such as observation, interviews, diaries, and field notes. For the design of the project, [1] steps structured by questions and descriptions are used; the project will be applied from September 2021 to January 2022. It is expected to obtain benefits in the integration of teaching materials to promote reading, the design of a guide, and the accompaniment of the educational promoters during their intervention with the infants.

Keywords

Educational inclusion, community project, early childhood, vulnerability, social pedagogy.

Glosario de abreviaturas y símbolos

WCPT, World Confederation Of Physical Therapy

TF, Terapia Física

FT, Fisioterapia

TFYR, Terapia Física y Rehabilitación

RE, Rehabilitación

Introducción

Involucrar a los jóvenes en proyectos comunitarios no consiste en una simple “metodología” o en un elemento más en el aprendizaje del alumno: es un componente crítico para el desarrollo de la comunidad misma.

-Joan Schine-

El proyecto comunitario socioeducativo que se propone, está sustentado en el Programa Sectorial de Educación (PSE) 2020-2024 del Gobierno Federal de México, el cual propone realizar estrategias prioritarias y acciones puntuales para el logro de seis Objetivos prioritarios del PSE 2020-2024 [2], al articular 30 estrategias prioritarias, integradas por un conjunto de 274 acciones puntuales, que serán instrumentadas a lo largo de la administración gubernamental, para lograr el proyecto educativo de la Cuarta Transformación.

Al mismo tiempo, el proyecto se sostiene en tres objetivos prioritarios, descritos a continuación: El objetivo prioritario 1.- Garantizar el derecho de la población en México a una educación equitativa, inclusiva, intercultural e integral, que tenga como eje principal el interés superior de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes, propone la estrategia prioritaria 1.1 Ampliar las oportunidades educativas para cerrar las brechas sociales y reducir las desigualdades regionales, al mismo tiempo se desprenden las acciones puntuales: 1.1.6 Alentar el desarrollo de proyectos educativos locales con la participación de maestras y maestros experimentados para atender a los grupos históricamente discriminados y 1.1.7 Acordar convenios con las escuelas normales y la Universidad Pedagógica Nacional para que sus alumnas y alumnos realicen el servicio social en los servicios educativos comunitarios o de educación para adultos.

Además, para el diseño del proyecto, se revisaron los postulados del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 de Puebla [3], el cual está integrado por 4 Ejes de Gobierno: 1. Seguridad Pública, Justicia y Estado de Derecho; 2. Recuperación del Campo Poblano; 3. Desarrollo Económico para Todas y Todos; 4. Disminución de las desigualdades. Evidentemente, el proyecto se sustenta en el eje cuatro, debido a que este prioriza la reducción de brechas de desigualdad social, en donde se generan condiciones de bienestar que ayuden a satisfacer las necesidades básicas de la población y mejorar su calidad de vida.

Desde el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, se desprende el Programa Sectorial de Educación 2020-2024 del estado de Puebla, el cual establece como visión: ser una Entidad que garantice el derecho a la educación de la niñez y juventud, al colocarlos en el centro de sus decisiones, con el fin de formar ciudadanía para la transformación. Con estándares pertinentes de calidad, siempre que respondan al respeto a la dignidad de las personas y promueva la formación ética con perspectiva social y de inclusión. Una educación que logre impulsar aprendizajes a lo largo de la vida, contribuya a recuperar los saberes, capacidades locales y vocaciones productivas y sean congruentes a las particularidades de las 32 regiones del territorio poblano.

El Programa Sectorial de Educación 2019-2024 del estado de Puebla se centra en acciones encaminadas a garantizar el derecho a la educación en el estado, bajo el modelo de las 4A, mismo que propone cuatro dimensiones: asequibilidad, accesibilidad, aceptabilidad y adaptabilidad. Este modelo educativo da importancia al trabajo conjunto y corresponsable de las instancias de gobierno, escuelas y ciudadanos. De esta manera, se suma con 11 estrategias y 61 Líneas de Acción a los esfuerzos internacionales para reforzar la atención en los sectores con pocas oportunidades de desarrollo.

Los programas de Educación Inicial, han tenido un objetivo primordialmente compensatorio y se han dirigido, sobre todo, a las poblaciones rurales y a las urbanas marginadas. Estos programas, han estado a cargo del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), y de la Dirección de Educación Indígena, (ambas dependencias adscritas a la SEP), prevaleciendo los modelos no escolarizados y semiescolarizados [4].

La modalidad no escolarizada de atención y educación para la primera infancia, se ha extendido en el mundo para llegar a niños que viven en situación de vulnerabilidad. En México, el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) es responsable de administrar los programas compensatorios para abatir el rezago educativo, entre estos se encuentra el Programa de Educación Inicial No Escolarizada [5].

Desde este contexto, se sostiene [5] que actualmente, la Educación Inicial No Escolarizada (EINE) es la principal estrategia de AEPI que se aplica en contextos de desigualdad social en México. La situación socioeconómica y cultural de la población de este país genera desigualdades sociales y educativas cuyas consecuencias son mayores en los primeros años de vida. Existen diversas vías que contribuyen a reducir las diferencias y compensar las desigualdades, y que pueden promover que

México sea un país socialmente más justo, sin embargo, consideramos que la AEPI es el camino más conveniente para promover el cambio.

Por lo tanto, se argumenta [5] que en México, el Programa de Educación Inicial No Escolarizada, está actualmente bajo la dirección del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), un organismo descentralizado de la Administración Pública Federal. El objetivo del Programa de Educación Inicial No Escolarizada del CONAFE es brindar atención educativa de calidad a comunidades rurales e indígenas con alta marginación o con mayor rezago educativo y social, para favorecer el desarrollo humano integral de niños, desde antes del nacimiento hasta los tres años once meses de edad, así como promover el desarrollo de las madres, padres y cuidadores.

Desde 1992, el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), a través del Programa de Educación Inicial, ofrece un espacio socioeducativo de calidad a las familias de los niños menores de cuatro años de edad, para fortalecer las prácticas a favor del desarrollo integral de la primera infancia y el desarrollo humano en comunidades rurales e indígenas.

El Benemérito Instituto Normal del Estado (BINE) “Gral. Juan Crisóstomo Bonilla” oferta desde el año 2013 la Licenciatura en Educación Inicial (LEI). A la fecha han egresados cuatro generaciones: 2013-2017, 2014- 2018, 2015-2019 y 2016-2020 de Licenciadas en Educación Inicial que son conocidas en el ámbito del nivel como agentes educativos y de acuerdo la Secretaría de Educación Pública [6] son definidas como aquellas profesionales de la educación que buscan favorecer el desarrollo físico, afectivo, social y cognitivo de niñas y niños de 0 a 3 años.

En el proceso de formación docente, las estudiantes de la LEI cursan 8 semestres, entre los cursos representativos que se vinculan con la presente propuesta están: “El material didáctico para el desarrollo en la edad temprana” (primer semestre), “Educación incluyente en edad temprana” e “Iniciación a la lectura” (cuarto semestre), además de “Proyectos de intervención educativa” (sexto semestre).

Materiales y métodos

El proceso de investigación cualitativa se caracteriza por ser “inductivo, abierto, flexible, cíclico y emergente; es decir, emerge de tal forma que es capaz de adaptarse y evolucionar a medida que se va generando conocimiento sobre la realidad estudiada [7]. Por lo tanto, las actividades iniciales consistieron en la gestión para realizar sesiones en línea con directivos y promotores educativos del CONAFE, participando 4 directivos y 9 promotores educativos, con la intención de realizar un diagnóstico de necesidades, además de establecer vínculo con los participantes en el estudio. Las sesiones se realizaron los días 24 y 26 de marzo, y el 26 de abril de 2021

El método investigación acción es una forma de búsqueda autorreflexiva, llevada a cabo por participantes en situaciones sociales (incluyendo las educativas), para perfeccionar la lógica y la equidad de a) las propias prácticas sociales o educativas en las que se efectúan estas prácticas, b) comprensión de estas prácticas, y c) las situaciones en las que se efectúan estas prácticas [8].

Al mismo tiempo, la investigación acción participativa, es una relación entre la comunidad, la educación y la acción, en donde el problema se origina en la comunidad. El objetivo es la mejora en el conocimiento de las madres de familia y en el desarrollo de los infantes, tomando en cuenta con los recursos y habilidades que tiene cada una de las informantes, para que de esta manera se cuente con la participación de las interesadas.

Por tanto, la investigación acción participativa es una actividad integral que combina la investigación social, el trabajo educativo y la acción [8].

- a) El problema se origina en la comunidad o lugar de trabajo.
- b) El objetivo es la transformación estructural y la mejora de la vida de los sujetos implicados. c) Implica a la gente en el lugar de trabajo.
- d) El foco de atención se sitúa en el trabajo con un amplio rango de grupos involucrados
- e) El papel que se toma de conciencia en la gente sobre sus propias habilidades, recursos, el apoyo para movilizarse y organizarse.
- f) El investigador se designa tanto a las personas del lugar, a la comunidad o aquellos con entrenamiento especializado [8].

La investigación acción participativa [9] es un método en el que personas construyen la realidad en la que viven; las comunidades y los grupos en las que están insertas tienen su propio desarrollo histórico y cultural, es decir, antecede y continua a la

investigación; la relación entre investigador y personas de la comunidad o grupo han de ser horizontales y dialógicas; toda comunidad dispone de los recursos necesario para su evolución y transformación y, finalmente, asume la convivencia de utilizar las distintas herramientas metodológicas, tanto cualitativas como cuantitativas.

En la práctica y como práctica, la investigación acción participativa tiene las siguientes características: la investigación se produce en un espacio histórico determinado, la investigación es propiedad de las personas investigadas; la persona que investiga ejerce un rol de persona que se inserta en una comunidad, la investigación es un proceso dialógico, en el que el diálogo es a la vez una categoría social y epistemológica, el proceso de investigación debe romper la relación de dependencia intercultural y sustituirla por un modelo de relación horizontal con las personas investigadas [9].

La investigación-acción se caracteriza porque es participativa y colaborativa [10]. Al mismo tiempo, la investigación acción permite resolver problemas cotidianos y hacer comprensible el mundo social, buscando la mejora en la calidad de vida de las personas, centrándose en la interpretación humana y la comunicación interactiva mediante pasos seriadados como la planificación, la identificación, ejecución y análisis [11] (Ver **Figura 1**).

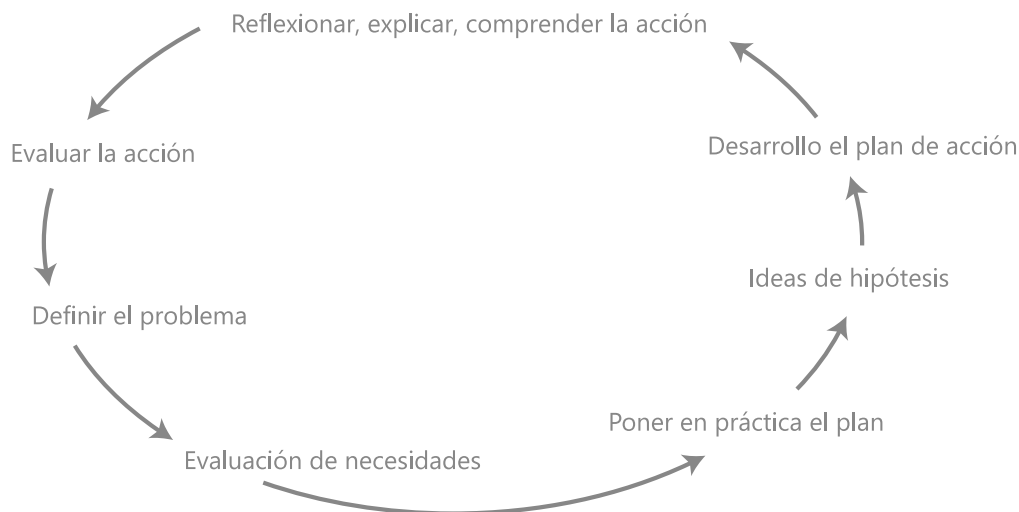


Figura 1 Procesos de la investigación acción “ciclo de acción”. Fuente Álvarez (2003).

Desglosando la **Figura 1** a nuestro proyecto, el problema es la falta de material didáctico por parte de las promotoras para disminuir el rezago y la falta de

oportunidad para promover la lectura en los infantes; la evaluación de las necesidades, se realizó mediante un formulario con 8 reactivos aplicado el día 16 de abril de 2021; las ideas o hipótesis afirman lo siguiente: al aplicar el proyecto se contribuirá con una guía y material didáctico para que las promotoras educativas reduzcan la brecha de oportunidades hacia la lectura en los infantes; el plan de desarrollo se ajusta al proyecto diseñado; poner en práctica el plan (proyecto) será durante el semestre que va de septiembre de 2021 a enero de 2022; evaluación de la acción, corresponderá a la interacción con las promotoras educativas y las madres de familia para valorar el impacto del proyecto; el paso final, se enfocará a la reflexión de lo realizado y al informe correspondiente.

Se destaca que el grupo de promotoras educativas del módulo 159 de CONAFE, pertenecientes a la comunidad de Nealtican, Puebla, serán las participantes en las actividades del proyecto, en total son nueve y fueron seleccionadas en una reunión virtual con los directivos del CONAFE realizada el 26 de marzo de 2021.

Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La recolección de datos, ocurre en los ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis. En la indagación cualitativa los instrumentos no son estandarizados, sino que se trabaja con múltiples fuentes de datos, que pueden ser: entrevistas, observaciones directas, documentos, material audiovisual, etc. Estas técnicas se revisarán más adelante. Además, recolecta datos de diferentes tipos: lenguaje escrito, verbal y no verbal, conductas observables e imágenes [12].

Las técnicas, instrumentos utilizados en esta investigación mediante estrategias de recogida de información, la investigación cualitativa se caracteriza por la utilización de técnicas que permitan recabar datos que informen de la particularidad de las situaciones, permitiendo una descripción exhaustiva y densa de la realidad concreta objeto de investigación [8].

El proceso de recolección de datos, involucró una serie de técnicas propias de la investigación cualitativa, como la observación y entrevistas, utilizando herramientas para el registro de los datos, como diarios y notas de campo, guías de entrevista y anecdotarios. El uso de la observación permite obtener datos muy importantes mediante lo que se observa sesión a sesión, para que posteriormente, la información sea recabada en un diario de campo en el cual se anotan todos los acontecimientos y datos relevantes que de la misma manera se obtienen mediante las entrevistas, toda la información resultó relevante para el análisis (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Técnicas e instrumentos que se utilizarán en la investigación.

No.	¿Qué técnica?	¿A quién se aplicará?	¿Qué instrumento?
1	Observación participante	Promotoras educativas y madres de familia	
2	Entrevista no estructurada	Madres de familia. Diario de campo. Notas de campo	
3	Entrevista estructurada	Promotoras educativas	Guía de entrevista

La observación es un factor primordial en la sustracción de información, todos hacemos uso de la observación cotidianamente, lo cual, da lugar al sentido común y al conocimiento cultural [11]. Y la observación no implica únicamente obtener datos visuales; de hecho, participan todos los sentidos. Esto suele requerir contacto directo con el (las y los) sujeto(s) aunque puede realizarse observación remota registrando a los sujetos en fotografía, grabación sonora, o videograbación y estudiándola posteriormente. En el que mediante la duración se utilizarán los recursos necesarios para que la observación sea de una manera eficiente y permita la recuperación de información para construir y fundamentar la investigación.

Observación participante

En esta investigación, se hace uso de la observación participante, para la obtención de información, durante la aplicación del proyecto “Bebés lectores” donde es participe como observador, permite que esta información sea de manera más naturalista y se vincule con la información. Los investigadores cualitativos son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas que son objeto de su estudio. Se ha dicho de ellos que son naturalistas, es decir, que interactúan con los informantes de un modo natural y no intrusivo [11].

La observación participante, es una técnica interactiva de participar hasta cierto punto en las situaciones que ocurren, de forma natural durante un periodo de tiempo y escribir extensas notas de campo que describen lo que ocurren [13]. De manera que durante las sesiones del taller se recaba la información mediante la observación participante, así como los avances del desarrollo del niño en los diálogos con las madres de familia es recabado en el diario de campo para su posterior análisis.

Diario de campo

La recolección de datos, se realizó mediante el diario de campo, sobre este recurso Martínez (2007) afirma que su uso permite enriquecer la relación teoría-práctica. También comenta que la observación es una técnica de investigación de fuentes primarias, que como ya vimos necesita de una planeación para abordar un objeto de estudio o una comunidad a través de un trabajo de campo (práctica), la teoría, como fuente de información secundaria, debe proveer de elementos conceptuales dicho trabajo de campo para que la información no se quede simplemente en la descripción, sino que vaya más allá en su análisis; de esta manera, tanto la práctica como la teoría se retroalimentan y hacen que los diarios adquieran cada vez mayor profundidad en el discurso porque, en la investigación existe una relación recíproca entre práctica y teoría [14]

El diario de campo, es un registro continuo de las decisiones tomadas durante el diseño inicial y la argumentación del momento. De manera que, el investigador puede justificar, basándose en la información disponible, las modificaciones y las reformulaciones del problema de la investigación y las estrategias [9]

Entrevista

De acuerdo a que la entrevista es una conversación que tiene una estructura y un propósito. En la investigación cualitativa, la entrevista busca entender el mundo desde la perspectiva del entrevistado, y desmenuzar los significados de sus experiencias. El propósito de la entrevista en la investigación cualitativa es obtener descripciones del mundo de vida del entrevistado respecto a la interpretación de los significados de los fenómenos descritos [11]

Proyecto comunitario, situado y experiencial: “Bebés lectores”

El proyecto comunitario [15] toma como sustento el aprendizaje situado y experiencial, promovido a través de prácticas auténticas en escenarios reales, es decir, aquel aprendizaje basado en el servicio en contextos comunitarios, también denominado aprender sirviendo. El aprendizaje en el servicio se engloba en el rubro de los enfoques de aprendizaje experiencial que toman como sustento la teoría de John Dewey y que consisten en experiencias relevantes de aprendizaje directo en escenarios reales, sean estos institucionales, laborales o comunitarios. Es decir, mediante el proyecto las estudiantes de Licenciatura en Educación Inicial fortalecerán sus aprendizajes mediante la aplicación de actividades en escenarios

reales. El término proyecto [1] hace referencia a un “conjunto de actividades concretas, interrelacionadas y coordinadas entre sí, que se realizan con el fin de producir determinados bienes y servicios capaces de satisfacer necesidades o resolver problemas”.

Por tanto, el aprendizaje basado en el servicio, se define como un enfoque pedagógico en el que los estudiantes aprenden y se desarrollan por medio de su participación activa en experiencias de servicio organizadas con cuidado y directamente vinculadas a las necesidades de una comunidad [15]. La perspectiva inclusiva, pone el foco en algunos de los problemas sociales más acuciantes y que tienen que ver con las diversas formas de injusticia, discriminación y exclusión, por la negación de las diferencias en razón del origen social, económico, étnico, religioso o de género [16].

El proyecto también se sustenta en lo experiencial y situado, es aquel aprendizaje eminentemente experiencial, pues se aprende al hacer y al reflexionar sobre lo que se hace en contextos de prácticas situadas y auténticas. Por tanto, desde las perspectivas experiencial y reflexiva, existen ciclos de desarrollo del conocimiento en espiral, donde ocurren procesos de pensamiento-acción-reflexión que dan cuenta de la manera como las personas generan representaciones y pautas para actuar en un intento por resolver algún problema, llevan a la práctica sus ideas y después reflexionan sobre los efectos de sus acciones [15].

Para la intervención con el grupo de promotoras educativas se aplicará el proyecto “Bebés lectores” que tiene como finalidad establecer un acompañamiento académico para que las participantes diseñen materiales, identifiquen su aplicación mediante una guía, involucren a los padres de familia en el diseño y aplicación de actividades con los infantes para que contribuyan en el desarrollo integral de los niños.

Por lo tanto, la propuesta para el diseño de proyectos de intervención social y cultural [1] se justifica por la existencia de una situación problema prevaleciente en una comunidad o escenario real que se quiere modificar o solucionar. Los autores ponen el acento en una planificación acuciosa, y su propuesta ha tenido gran éxito y difusión en el medio latinoamericano tanto en el ámbito de la intervención socioeducativa como en la enseñanza práctica de diversas carreras universitarias del área social. En particular, nos parece relevante su estrategia para el diseño del proyecto que parte de la respuesta a 10 preguntas centrales (el qué, por qué, cómo), que desembocan ulteriormente en los apartados formales de dicho proyecto. La idea es que los estudiantes o las personas que van a desarrollar el proyecto realicen una

primera aproximación al mismo con las respuestas a las preguntas que se indican, y que permiten aclarar el sentido, alcances y estrategia de intervención. Para estos autores, es central que todo proyecto proponga un curso de acción concreto y bien definido, y que al mismo tiempo tenga claros los productos y resultados a los que pretende arribar. Hay que observar que los elementos esenciales corresponden a los de un abordaje científico y técnico pertinente al ámbito de las ciencias sociales. Dichas preguntas y descripciones se pueden apreciar en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Pasos estratégicos para el diseño del proyecto.

-
- | | |
|-----|---|
| 1. | ¿Qué se quiere hacer? |
| | • Naturaleza del proyecto: Proyecto comunitario entre BINE y CONAFE para beneficio de los niños de Nealtican, Puebla. |
| 2. | ¿Por qué se quiere hacer? |
| | • Origen y fundamentación: porque se valora que es necesaria la vinculación entre docentes en formación y promotores educativos CONAFE. |
| 3. | ¿Para qué se quiere hacer? |
| | • Objetivos, propósitos: Para beneficiar a las familias que reciben atención de los promotores educativos |
| 4. | ¿Cuánto se quiere hacer? |
| | • Metas: Inicia con el módulo 159 (9 promotores, una zona Nealtican) |
| 5. | ¿Dónde se quiere hacer? |
| | • Ubicación en el espacio: Nealtican, Puebla. |
| 6. | ¿Cómo se va a hacer? |
| | • Procedimiento: Mediante sesiones de acompañamiento en línea. Trabajo colaborativo para el diseño de una guía de actividades para el desarrollo integral de los infantes |
| 7. | ¿Cuánto se va a hacer? |
| | • Ubicación en el tiempo: Calendarización o cronograma previsto. Durante el semestre A del ciclo escolar 2021-2022 (septiembre de 2021 a enero de 2022). |
| 8. | ¿A quiénes se dirige? |
| | • Destinatarios, beneficiarios: 9 promotoras educativas, número indeterminado de familias y niños. |
| 9. | ¿Quiénes lo van a hacer? |
| | • Estudiantes de sexto semestre, asesor, promotoras, padres familia. |
| 10. | ¿Con qué se va a hacer/costear? |
| | • Recursos y materiales financieros: Con apoyo de CONCYTEP |
-

El movimiento educativo que propugna el aprendizaje en el servicio tiene diversos referentes, de inició destacan las ideas de John Dewey acerca de la educación democrática y del aprendizaje experiencial, así como los componentes de la enseñanza reflexiva de Shön, pero también, aparecen citados enfoques como el “humanismo y el constructivismo sociocultural [15].

Resultados/Discusión de resultados

Los libros, son algo tan importante para la comunidad que deben ser vistos como acompañantes de juego, de sueño, de vida, y aportarles palabras y representaciones de su mundo circundante, de su mundo interior y de lo más lejano. Deben brindar al niño un bagaje simbólico para que comience a descifrar el mundo, a descubrir quién es y quién puede ser, interesarlos en la palabra escrita y permitirles vivenciar lo incommensurable de los hechos de la imaginación. Volver una y otra vez al mismo libro, puede obedecer a la necesidad de profundizar en el conocimiento que se está descubriendo; aunque también puede ser por el puro placer de experimentar de nuevo las emociones que provee esa historia o poema, de regocijarse en los juegos del lenguaje. En cualquier caso, los niños tienen derecho a leer el mismo libro tantas veces como lo crean necesario, y el agente educativo, como mediador, deberá estar disponible para ese gesto de repetición, amorosamente [6].

Un niño pequeño tiene todos sus sentidos muy abiertos, percibe más que nosotros, huele mejor, oye mejor, ve más, y es capaz de complejizar su lectura a través de las lecturas repetidas [17]. Para un bebé, un libro es en principio un juguete, así como las palabras son juguetes. Los bebés se acercan a los libros chupándolos, sacudiéndolos, observándolos, balbuceando, dialogando a su modo con los personajes o las circunstancias que los libros plantean. Si las experiencias de vida han acercado libros a los niños desde bebés, alrededor de los 2 años de edad la mayoría de ellos ya tiene internalizado claramente el concepto de lectura y también las diferencias entre textos de ficción y textos informativos. Al igual que Mucho antes de los 2 años, los niños distinguen letras de dibujos. Observaciones que se han hecho a bebés lectores nos muestran un acto de señalar diferenciado para las palabras y los dibujos. Todos esos elementos son cruciales en la experiencia de lectura y luego de escritura, y también para el crecimiento del lenguaje oral coloquial o de la conversación. Pero si las oportunidades de lectura no son fluidas, amorosas y generosas, estas potencias quedan dormidas en los niños [6].

Los buenos mediadores de lectura de “acompañamiento” nos hace pensar inmediatamente en los mediadores, que serán los maestros, los promotores de lectura, los padres. Hemos visto que los niños pequeños, lejos están de ser lectores precarios, podríamos decir que son lectores voraces; depende de nosotros, los adultos acompañantes, dar buen alimento a esa voracidad, y el alimento se traduce en libros ricos, y en buenos modos de mediación [17].

Como parte del estudio, el 26 de abril de 2021 a través de la plataforma google meet, se realizó una reunión con los directivos del CONAFE y las 9 promotoras educativas. En donde aplicó un formulario con 8 reactivos a las 9 promotoras educativas. Se comparten las respuestas de tres reactivos (5, 7 y 8), descritos a continuación:

5. ¿Qué le motivó a laborar en el CONAFE?

- El poder aprender más y de esa manera poder apoyar a mi comunidad
- Me gusta trabajar con niños
- La interacción con los niños y niñas
- Guiar a las familias o ayudarlas en sus prácticas de crianza
- Al conocer lo importante que es atender de manera oportuna a la primera infancia.
- Un trabajo que me diera tiempo para realizar otras actividades
- Dar información a las madres
- Su forma de trabajo
- El cómo se trabaja con los niños y las mamás en la comunidad rural, como nos adaptamos a ciertos lugares para poder dar las sesiones.

7. ¿Qué materiales didácticos le serían de utilidad?

- Juguetes por armar, libros para fomentar la lectura en los pequeños, libros sensoriales, aros, pinturas, gises, tangram, rompecabezas, pelotas, tapetes de fomi o colchonetas para los bebés, etc.
- Juguetes para ensamblar, títeres, tarjetas con números y letras.
- Tapetes, legos, albercas de pelotas, pelotas de esponja, aros
- Pelotas, aros, cubos, libros,
- Todo lo que pueda ayudar a desarrollar creatividad e imaginación de los niños como: cuentos, pintura de colores, instrumentos musicales, materiales para recortar, pinceles, globos.
- Papel, hojas, pintura, pegamento
- Rompecabezas, ensamble, entre otros
- Aros, pinturas, hojas, conos, pelotas, plastilina, pinturas acrílicas, resistol, etc.
- Materiales coloridos, de texturas, cuentos, fácil de transportar.

8. ¿Qué le gustaría que llevara la guía de actividades?

- Cómo mejorar los juegos para que los papás puedan apoyar a sus pequeños en su desarrollo. · Juegos y explicación en que les ayuda.
- Juegos, canciones, guías para elaborar nuestro propio material didáctico.
- Sobre los desechos de los niños.
- Recomendaciones de libros o películas para niños que fomenten valores.
- Actividades de manualidades.

- Información de cómo beneficia el material didáctico a los niños
- De todo un poco de acuerdo a su aprendizaje
- Juegos, cuentos, canciones, como hacer algún material con los niños y mamás por pasos
- Por todo lo anterior, se prevé que con la aplicación del proyecto “Bebés lectores” se esperan obtener los siguientes resultados:
- Participación entusiasta de las 9 promotoras educativas en el diseño de la “guía de actividades para promover la lectura en la edad temprana”, aportando sugerencias, ideas y experiencias.
- Colaboración de promotoras educativas y padres de familia en las actividades de diseño de libros cartoneros y sensoriales, mediante la aplicación en un taller en línea o presencial, esto último dependiendo de las condiciones sanitarias.
- Adquisición de materiales diversos con el apoyo del CONCYTEP para donarlo a las promotoras educativas y les sea de utilidad en la aplicación de las actividades: libros, colchonetas, bebetecas itinerantes, títeres, rompecabezas, etc.
- Los principales beneficiados con la aplicación del proyecto serán los infantes de la comunidad de Nealtican, Puebla, quienes serán estimulados desde sus cuatro áreas de desarrollo: cognitiva, social, afectiva y motora con la aplicación de las actividades de la guía.
- Obtener evidencias y datos para incorporarlos en un artículo científico para dar a conocer la experiencia académica y de investigación.

Nota: el proyecto comunitario y la investigación acción participante se aplicaría a partir de septiembre de 2021. Por lo tanto, aun no se tienen resultados específicos.

Conclusiones

Cuando se escucha “lectura en la primera infancia” se puede llegar a pensar que no tiene sentido porque simplemente los niños gramaticalmente “no entienden, ni saben leer y por lo mismo será una pérdida de tiempo”. Sin embargo, numerosos autores, al igual que neurólogos, nos dicen que son estas primeras interacciones con los libros, las canciones, las onomatopeyas, obras de teatro, etc. las que permitirán al niño alcanzar un adecuado desarrollo en el área lingüística y social permitiéndole así comunicarse para dar a conocer cuáles son sus necesidades y experiencias a lo largo de su crecimiento.

Como docentes tenemos la oportunidad y ardua responsabilidad de poner ante nuestros infantes la mayor cantidad posible de bagaje cultural y que mejor que realizándolo con libros. Debemos recordar que, como adultos experimentados, somos la herramientas para facilitar a los niños un acceso pleno a la lectura o como Vygotsky lo refiere, formar parte de la zona de desarrollo próximo para con ellos, es decir, posibilitar las acciones y actividades del niño de manera colaborativa a nosotros para que posteriormente lo llegue a hacer por el mismo y con sus iguales.

No solo se llegará a tener un afecto a literatura infantil por medio de los libros, existen otras actividades con las cuales podremos desarrollar la imaginación, despertar la creatividad, emocionarnos, asustarnos y buscar una mayor cantidad de experiencias que formen significativamente la vida de los niños como seres pensantes y es precisamente lo que en este club de lectura se buscará.

Es relevante trabajar con la lectura a edad temprana, ya que mejora la estructura del pensamiento, aumenta la actividad cerebral e incluso proporciona momentos de autorreflexión que ayuda a comprender, interpretar y relacionar un texto con otros conocimientos y experiencias, algo que en la edad adulta les hará marcar la diferencia.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

A partir de la experiencia en el acercamiento entre el BINE y el CONAFE se visualiza la posibilidad de establecer vínculos académicos para incrementar la participación de las estudiantes normalistas en proyectos comunitarios para beneficio de las comunidades desfavorecidas.

Agradecimientos

Se agradece a los directivos del CONAFE por el apoyo para la realización del proyecto, a las promotoras educativas y a los padres de familia por su interés en las actividades. Un agradecimiento especial al CONCYTEP por el apoyo financiero.

Referencias bibliográficas

- [1] M. J. Ander-Egg E. y Aguilar, *Cómo elaborar un proyecto. Guía para diseñar proyectos sociales y culturales.*, Argentina: Lumes/Hvmanitas, 1998.
- [2] S. d. E. Pública, «Gobierno de México,» 01 Abril 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sep/documentos/programa-sectorial-de-educacion-2020-2024>. [Último acceso: 01 Abril 2021].
- [3] G. d. E. d. Puebla, «Gobierno del Estado de Puebla,» 05 Abril 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sep/documentos/programa-sectorial-de-educacion-2020-2024>. [Último acceso: 05 Abril 2021].
- [4] K. V. y. L. Pinto, «Educación Inicial en Puebla, México: el reto de potenciar el carácter educativo y disminuir las desigualdades sociales desde la primera infancia,» *Cadernos de Pesquisa: Pensamiento Educacional*, vol. 10, n° 26, pp. 203-234, 2015.
- [5] V. Karla, «El programa de educación inicial no escolarizada del conafe: buenas prácticas para contrarrestar las desigualdades sociales,» *Revista Colombiana de Educación*, vol. 2, n° 76, pp. 15-32, 2018.
- [6] S. d. E. Pública, «Educación Inicial: un buen comienzo. Gobierno de México,» 20 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-descargas-LMP-inicial.html>. [Último acceso: 07 marzo 2021].
- [7] R. Bisquerra, *Metodología de la investigación educativa*, Madrid: La Muralla, 2009.
- [8] J. G. y. E. G. G. Rodríguez, *Metodología de la Investigación cualitativa*, Bogotá: Ediciones Aljibe, 1999.
- [9] C. Monje., *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*, México: Trillas, 2011.
- [10] L. Antonio, *Investigación acción. Conocer y cambiar la práctica educativa.*, Madrid: Graó, 2003.
- [11] J. L. Álvarez-Gayou, *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología.*, México: Paidós, 2003.
- [12] R. F. C. y. P. B. Hernández, *Metodología de la investigación*, México: McGraw Hill Education, 2014.
- [13] J. M. y. S. Schumacher, *Investigación Educativa*, México: Edición Pearson Educación, 2011.
- [14] L. Martínez, «La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación,» *Revista perfiles libertadores*, vol. 4, n° 80, pp. 73-80, 2007.
- [15] F. Díaz-Barriga, *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida.*, México: McGraw Hill, 2006.
- [16] J. Carbonell, *Pedagogías del siglo XXI. Alternativas para la innovación educativa*, Barcelona: Octaedro, 2015.
- [17] M. E. López, «¿Qué y cómo leen los niños más pequeños? La construcción de espacios de lecturas compartidas,» de 90. Congreso nacional de lectura “Los niños son un cuento. Lectura en la primera infancia”, Bogotá, 2009.

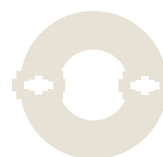


Equidad y universalidad: La definición de políticas educativas para la educación superior en México, 2018-2019

Aguilar, González-Sarai*, Flores, Solano-Brenda Lucero,
Dr. Márquez, Carrillo-Jesús, Dra. Villaseñor, Palma-Karla Monserrat

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, 4 Sur 104 Centro Histórico, 72000
Puebla, Pue.

*aguilarsarai33@gmail.com



Área 5
Ciencias de la
Conducta
y la Educación

Resumen

El presente trabajo de investigación, parte desde un enfoque cualitativo y desde el paradigma del construccionismo social con el objetivo de analizar la definición de las políticas educativas. Así como el Plan de Nación y los acuerdos en la Cámara de Diputados que permiten entender a través de los ejes de equidad y universalidad diversas modificaciones en materia de política educativa, sobre todo las correspondientes al Artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Educación, así como del anteproyecto de Ley General de Educación Superior, esto debido a que hasta el periodo analizado se han

discutido aspectos importantes relacionados con la gratuidad de los servicios públicos de educación superior, la cobertura educativa, becas, etc.

El trabajo de investigación aborda temas como la política, las políticas educativas, así como la gobernabilidad y la gobernanza. Además, refleja las consultas realizadas para darle seguimiento a los debates y adentrarse en el conocimiento de las propuestas y a los cambios que cimentaron lo que se deroga, lo que se reforma o lo que se adiciona y que se traducen en la normatividad que rige la política educativa actual.

Palabras clave

Política educativa, educación superior,
equidad y universalidad.

Abstract

The present research work sets out the qualitative approach and the social constructivism paradigm, intending to analyze the definition of the educational policies, proposed by the coalition *Juntos Haremos Historia*, alongside the national plan and the agreements on the Cámara de Diputados let us understand through the axes of equity and universality a range of modifications concerning educational policies, mainly those corresponding to the 3rd Article of the Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos, to the General Law of Education, as well as project from the General Law of Education, this as a result of the fact that, until the analyzed period, important aspects related to the gratuitousness of the public services of higher education have been discussed. The research work deals with topics like politics, educational politics, as well as governability, and governance. Besides, it reflects the consultations realized to follow up with the debates and enter the knowledge of the proposals and the changes that are based on what is repealed, what is reformed or what is added and that is translated into the normative that governs the current educational politics.

Keywords

Educational policies, higher education, equity and universality.

Glosario de abreviaturas y símbolos

AMLO, Andrés Manuel López Obrador

ANUIES, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior

CREFAL, Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe

JEEF, Jóvenes Escribiendo el Futuro

PND, Plan Nacional de Desarrollo

Introducción

En febrero de 2018, Andrés Manuel López Obrador tomó protesta como candidato a la Presidencia de la República de la Coalición “Juntos Haremos Historia” conformada por el Movimiento Regeneración Nacional (MORENA), el Partido del Trabajo (PT) y el Partido Encuentro Social (PES). El candidato inició su campaña, y en mayo de 2018 en Guelatao, Oaxaca presentó 10 compromisos por la educación centrados en:

- Fortalecer a la educación pública: las escuelas normales, la Universidad Pedagógica y la educación indígena.
- Garantizar el rechazo cero y la participación de diferentes agentes en la educación. Brindar apoyos, como becas o eliminación de cuotas escolares.
- Cancelar la reforma educativa [1]

López Obrador resultó electo presidente de la República con una aprobación del 53.19 %. Además, los candidatos a diputados y senadores por la Coalición Juntos Haremos Historia resultaron electos en su mayoría, ya que los primeros obtuvieron 308 escaños de los 500 y los segundos 79 de 128. Esta situación amplió la posibilidad de que las propuestas de campaña se materializaran a través de la legislación.

Fue posible reconocer en las propuestas de campaña que los cambios en materia de política educativa entendida en [2] como el “conjunto de decisiones (lineamientos declarativos y prescriptivos) tomadas por el Estado, para orientar la práctica educativa en contextos específicos”, estarían encaminados sobre todo a la equidad y a la universalización de la educación, por lo que se decidió que estos serían los ejes rectores para el análisis en esta investigación, entre cuyos objetivos se encuentran:

1. Identificar las propuestas para la atención a equidad y universalidad en el nivel superior que expuestas en campaña se implementan como políticas educativas durante los primeros 12 meses del sexenio 2018-2020, a través de la revisión de documentos oficiales para corroborar la legitimidad de las nuevas políticas educativas.
2. Reconocer los criterios que definirán la elección de propuestas e implementación de políticas educativas sobre equidad y universalidad, a través del seguimiento de estas con el fin de valorar su capacidad de ejecución.
3. Conocer la opinión de algunos referentes informativos en el país acerca de las acciones efectuadas por el gobierno en materia de equidad y universalidad, a través de la información que aportan los medios de comunicación, para contar con una perspectiva general.

Cabe mencionar que, para el análisis de esta investigación, se consideraron los 7 pasos u operaciones que integran la Política pública y que son propuestos por

Aguilar en [3] “1. La formación de la agenda; 2. La definición del problema público; 3. La hechura o formulación de la política, es decir, la construcción de opciones para resolver el problema; 4. La decisión o la selección entre opciones; 5. La comunicación de la política; 6. La implementación de la política; 7. La evaluación de la política”.

Es importante señalar, que esta perspectiva es relevante, debido a que permite contar con un panorama general en lo referente a las políticas educativas que se construyen a nivel nacional y que por ende influyen en otras esferas de gobierno tales como el nivel estatal o incluso local. Además de que al conocer las modificaciones en los documentos oficiales, se da paso a la creación de políticas, programas y proyectos que estén fundamentados en esas modificaciones y que puedan contextualizarse a las necesidades educativas de los diferentes estados que conforman la República.

Materiales y métodos

La investigación tuvo un enfoque cualitativo y se posiciona desde el paradigma del construccionismo social, para hacer un análisis de la definición e implementación de las políticas educativas en materia de equidad y universalidad en el primer año del sexenio de AMLO. Para ello, realizamos una revisión documental.

Se parte de una consulta al Diario de Debates del Honorable Congreso de la Unión, LXIV Legislatura, para recuperar las propuestas y cambios planteados en materia educativa correspondiente al nivel superior, a la par se revisa el Proyecto de Nación correspondiente al sexenio actual, así como la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos con énfasis en los artículos relacionados con equidad y universalidad en la educación. Aunado a esto, se realiza una recolección de noticias en los periódicos La Jornada y El Financiero que hicieran referencia a temas de equidad y universalidad en educación superior; todas las noticias que se toman en cuenta corresponden al primer año de gobierno del sexenio 2018-2024. También, se considera el Plan Nacional de Desarrollo y los artículos de opinión contenidos en Campus Milenio.

Discusión de resultados

En materia de equidad, de diciembre 2018; a abril de 2019, en la Cámara de Diputados se plantearon reformas al artículo 3° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, las cuales se aprobó que fueran anexadas en mayo de 2019 la fracción II e incisos “e, f y g”. En ellas se menciona que la educación que imparte el Estado debe ser equitativa, inclusiva e intercultural.

Como resultado de las modificaciones al artículo tercero, en la Ley General de Educación; se incluyó este mismo tema a través del Capítulo III “De la equidad y la excelencia educativa”; en él, se remarca la importancia de atender y responder a las necesidades de sectores vulnerables y en condiciones de desigualdad y al mismo tiempo se señala la obligación del Estado de brindar una educación fundamentada en la igualdad, asegurando que esto solo se puede conseguir a través de acciones como la creación de políticas, apoyo a programas educativos, ampliación de las modalidades y creación de planes de estudio, etc.

De hecho en la Ley General de Educación [4] y específicamente en el artículo 48 se menciona que las políticas educativas del nivel superior:

...estarán basadas en el principio de equidad entre las personas, tendrán como objetivo disminuir las brechas de cobertura educativa entre las regiones, entidades y territorios del país, así como fomentar acciones institucionales de carácter afirmativo para compensar las desigualdades y la inequidad en el acceso y permanencia en los estudios por razones económicas, de género, origen étnico o discapacidad.

Derivado de la equidad, el tema de la gratuidad también estuvo presente en las modificaciones a la Constitución, específicamente en el Art. 3°, se hace mención de que “corresponde al Estado la rectoría de la educación, la impartida por este, además de obligatoria, será universal, inclusiva, pública, gratuita y laica” [5], el párrafo anexoado en mayo de 2019 no especificaba que el nivel superior estuviese incluido.

Así mismo, se menciona por segunda vez a la gratuidad en la fracción IV, donde se indica que toda la educación que el Estado imparta será gratuita. Esta fracción trató de ser modificada en diciembre de 2018 cuando en la Cámara de Diputados se presentó la iniciativa del Ejecutivo Federal para reformarla, redactada de la siguiente manera: “el Estado promoverá la inclusión de los jóvenes a la educación superior y establecerá políticas enfocadas a evitar la deserción y fomentar su permanencia ” [6]. Sin embargo, la modificación no procedió.

Por su parte, en la Ley General de Educación, el tema de la gratuidad aparece mencionado en el artículo 7° donde se habla de que la educación (sin especificar algún nivel en concreto) además de ser obligatoria, debe ser gratuita por ser un servicio público que no puede ser condicionado ni debe ser impedido. De forma más específica se encuentra en el artículo 48. Allí se dice que las autoridades educativas en los diferentes niveles de gobierno deben trabajar para lograr el objetivo de garantizar la gratuidad de la educación comenzando con el nivel de licenciatura y, progresivamente, con los demás niveles, en los términos que establezca la ley.

De igual manera, se menciona a la gratuidad de la educación, en el artículo 119 de la Ley General de Educación, estableciéndose que “el monto anual en términos de la ley que el Estado destine al financiamiento en educación pública y en los servicios educativos garantizando la accesibilidad y la gratuidad en la educación, no podrá ser menor al equivalente del 8 % del producto interno bruto país” [4]. Además, señala que de este presupuesto total se debe destinar al menos el 1 % del PIB para dividirlo entre investigación, desarrollo tecnológico y educación superior.

Por otro lado, como la Ley General de Educación Superior aun se encontraba en proceso, acudimos al Anteproyecto, en el que se hacen diversas referencias a equidad, en los artículos 11°, 12° y 13°, relacionados con principios que deben orientar a la educación superior como los derechos humanos, la interculturalidad, la equidad, la igualdad, la inclusión, etc.

En él, además, se asegura que el financiamiento es un tema primordial para lograr la gratuidad de la educación, por lo que entre las acciones a realizar están brindar los recursos suficientes para lograr desarrollar de manera adecuada el nivel educativo superior, acompañado del diseño, construcción, implementación y evaluación de “políticas de financiamiento público que garanticen el cumplimiento de la obligatoriedad y gratuidad de la educación superior” [7].

En materia de cobertura, el Anteproyecto refiere que es prioritario ampliar las oportunidades de acceso al nivel superior, no solo eso: también promover acciones que permitan “compensar las desigualdades y la inequidad en el acceso y permanencia por razones económicas, de género, origen étnico o capacidades diferentes de los estudiantes” (Anteproyecto de Ley General de Educación Superior, Art. 13. fracción V p. 7). Sobre este tema, no solo menciona las pautas necesarias para lograrlo; sino que asegura que la autoridades educativas deben ser quienes diseñen e implementen programas que permitan ampliar la cobertura, ya sea a través de las distintas modalidades o diversificando la oferta, sin olvidar que se

busca lograr “en todo el territorio nacional con criterios de excelencia académica, equidad, inclusión y pertinencia”[7].

Además, se resalta que para el desarrollo de la educación en el nivel superior, es necesaria “la participación y vinculación social en el diseño, implementación y evaluación de planes y políticas de educación” [7].

Desde el inicio de su campaña, las propuestas de Andrés Manuel López Obrador buscaron permear en todos los niveles educativos, y una vez en el poder este gobierno ha tenido en claro que en materia educativa hay elementos que poco o casi nada se habían trabajado, sobre todo en el nivel educativo superior, por ser uno de los niveles en el que el Estado suele tener menor incidencia.

En el caso de la equidad, considerando los discursos políticos de campaña apuntaban a ámbitos como el fortalecimiento de la educación con carácter gratuito y como derecho de todos los ciudadanos, por lo que un hecho que causó contradicción fue que desde el inicio se habló de educación gratuita para todos los niveles educativos (por supuesto incluyendo al nivel superior), sin embargo, 17 días después de la toma de posesión, desde el Ejecutivo Federal se buscó legislar para modificar un fragmento del Art. 3° de la Constitución y que en lugar de afirmar que la educación que imparta el Estado será gratuita, se planteó la inclusión de los jóvenes a la educación superior. Lo último, pone de manifiesto que no existe realmente la intención de brindar educación gratuita en el nivel superior, sino de hacer un esfuerzo por crear condiciones para el ingreso y permanencia.

Por otro lado, en el Plan Nacional de Desarrollo se habla de que “durante el periodo neoliberal el sistema de educación pública fue devastado por los gobiernos oligárquicos; se pretendió acabar con la gratuidad de la educación superior” [8], sin embargo, cabe preguntarse si alguna vez ha sido realmente gratuita la educación superior, o incluso sería aun más importante definir qué significa que la educación superior sea gratuita para el gobierno en turno, dado que su indefinición puede suponer un obstáculo para el logro de este objetivo (brindar educación gratuita).

A su vez, es posible identificar en los documentos que regulan el ámbito educativo como es el Art. 3° constitucional y la Ley General de Educación, la importancia de crear políticas educativas desde una mirada de equidad; incluso en algunos documentos está plasmado de manera textual que debe ser un eje rector para el diseño, construcción e implementación de las políticas.

También, es fácil reconocer en los documentos oficiales la importancia de que varios agentes que forman parte del proceso educativo (desde sus diferentes roles y ámbitos de incidencia), participen del reconocimiento de las necesidades, así como de la conformación de iniciativas, lo que nos permite conocer la intención de encaminar los procesos de creación de política educativa hacia una perspectiva de gobernanza.

Por su parte el eje de universalidad —considerando las propuestas de campaña del actual presidente de la república, Andrés Manuel López Obrador— contiene las políticas relacionadas con el apoyo económico a través de becas, cobertura, la apertura de universidades, entre otras que se consideran pertinentes para alcanzar el objetivo de brindar una educación universal en todos los aspectos.

En el marco jurídico, es posible identificar que el concepto de cobertura no apareció como tal durante el año 2019, en el proceso de toma de decisiones que se lleva a cabo en la Cámara de Diputados. En cambio, se legislaron y plantearon mociones relacionadas con la entrega de becas a jóvenes de escasos recursos. De esta manera, el 17 de diciembre de 2018 el secretario de Hacienda y Crédito Público, Carlos Manuel Urzúa Macías anuncia un presupuesto de 69 mil millones a becas (28.3 miles de millones de pesos de diferencia al año anterior). Con el presupuesto otorgado se logró implementar el programa Jóvenes Escribiendo el Futuro (JEEF) y más tarde, el 24 de octubre de 2019, se realizó el informe por parte de la Secretaría de Bienestar ante la Cámara de Diputados, en donde se mencionó que el programa de becas JEEF, entre otros, recibía asesoría para evitar corrupción, aunque el 22 de octubre de 2019, se comentó en tribuna que existían irregularidades en el pago de las becas de Bienestar. Otra de las propuestas para atender a la universalidad fue la creación de 100 universidades. En la Cámara de Diputados se hizo referencia a éstas el 1° de diciembre de 2018 cuando Andrés Manuel López Obrador tomó protesta constitucional.

Respecto al debate de las políticas, Anabel Clemente apunta que el gobierno federal propone una política sobre cobertura y gratuidad para la Educación Superior, ante una realidad que podría evidenciar aun más la complejidad del alcance de una mayor cobertura, debido a que “existen entidades en las que las universidades representan apenas entre el 10 y el 30 por ciento de la matrícula universitaria estatal” [9]. Clemente [10], también informa que el subsecretario de Educación Superior, Luciano Concheiro, advierte un incremento a la matrícula de nivel superior, equivalente al 10 %.

En los artículos de opinión de Campus Milenio, se lograron rescatar cinco artículos en los que se evalúa o realiza una crítica a las políticas, discursos y estrategias que se presentan paulatinamente. En el número 800 de este suplemento; se enfatiza que para cubrir la cobertura del 50 % para 2024 es necesario definir una cifra sobre el incremento de la matrícula anual “entre 170 y 250 mil estudiantes” [11] y como consecuencia, sería necesario incrementar también los recursos financieros. Sin embargo, en 2019 no se percibió incremento en el presupuesto que contribuya al aumento de cobertura. De igual manera, considera a los recursos económicos destinados a la educación superior como esenciales para lograr elevar la cobertura del 38 al 50 por ciento durante la gestión de AMLO. Reyes [12], retoma el tema de presupuestos para mencionar que garantizar la gratuidad de la educación y la cobertura implica una gran inversión, considerando que las instituciones públicas dependen en cierta medida del cobro de cuotas para sustentar sus necesidades.

Respecto a las noticias recopiladas relacionadas con las becas, en el mes de febrero a través del periódico La Jornada se dio a conocer la entrega de constancias de 300 mil becas JEEF por parte del presidente Andrés Manuel López Obador. Más tarde, Clemente [13], informa sobre una manifestación organizada por jóvenes con el objetivo de exigir el pago de las mismas. En el caso de las becas JEEF los estudiantes manifestantes dijeron que en su mayoría contaban con otro tipo de beca y lo que esperaban era ser incluidos en el padrón de becas JEEF. En los diarios también se habla de la propuesta de reforma al artículo 4 de la Constitución para elevar a nivel constitucional los beneficios de los programas de Bienestar. La iniciativa ordena incluir en la ley que los apoyos “no podrán ser disminuidos, en términos reales, respecto del que se haya asignado en el ejercicio fiscal inmediato anterior” [14].

En Campus Milenio, Rodolfo Tuirán realiza una comparación al mencionar que durante campaña, en el marco de los 10 compromisos del ahora Presidente López Obrador, dijo que todos los estudiantes en desventaja que cursan el nivel superior contarían con una beca y en cambio dentro de los primeros meses de gobierno se creó el programa JEEF, que tendrá una cobertura inicial de 300 mil becas por un monto de 4,800 pesos bimestrales. En este artículo se dice que las becas universales anunciadas en campaña, en realidad han sido parciales bajo términos de prioridad. Así mismo, en el suplemento 828, Didou [15] expresa que los procedimientos relacionados con las becas, no gozan de un respaldo unánime y a esto se le adjunta el problema de que no se cuenta con cifras precisas que permitan darle seguimiento a las políticas educativas, pues la falta de información obstaculiza las comparaciones realizadas por organismos internacionales, así

como los foros que se realizan referente a la educación superior, ya que los datos resultan indispensables para discutir las políticas públicas.

En los periódicos, el tema de las 100 universidades, tuvo mayor difusión que en los documentos oficiales. Por ejemplo, Román [16], dio a conocer que el secretario de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), Jaime Valls Esponda, ofreció colaborar para crear escuelas universitarias. En mayo Méndez menciona que el Sistema de Universidades Públicas Benito Juárez, contaba hasta ese momento con 7 mil 575 alumnos, 459 docentes y además, se firmaría el decreto correspondiente al Sistema de Universidades, al mismo tiempo se hizo alusión al término cobertura, pues se resalta que se pretende que el Sistema de Universidades Públicas Benito Juárez cuente con al menos 300 mil alumnos durante el sexenio y así atender la demanda de zonas marginadas.

Respecto a las Universidades Públicas Benito Juárez, la coordinadora Raquel Sosa, mencionó que la matrícula de cada universidad dependerá de la capacidad de cada plantel, ya que es una opción gratuita dirigida a jóvenes de escasos recursos o que no lograron ingresar a otras instituciones públicas y los estudiantes inscritos recibirán becas mensuales de 2,400 pesos. Estas, se enfocarán en seis áreas: desarrollo sustentable, energía, estudios sociales, patrimonio histórico, social y biocultural, procesos agroalimentarios y salud; también informó que “al menos hay un plantel por estado, en sedes que fueron seleccionadas con criterios de población de 15 a 45 mil habitantes, alejados de las capitales de los estados donde no hay ninguna o muy escasa opción de educación superior, y en especial en zonas de población indígena” [17].

En el marco de la primera sesión ordinaria del órgano de gobierno del Organismo Coordinador de las Universidades para el Bienestar Benito Juárez García (UBBJ), se tomó protesta a Raquel Sosa Elízaga como coordinadora de dicha instancia, y esto se dio a conocer por medio del periódico La Jornada. El Instituto, como organismo público decretado el 30 de julio en el Diario Oficial de la Federación, cuenta con las siguientes funciones: “prestar, desarrollar, coordinar y orientar servicios para la impartición de educación superior de calidad en las sedes de enseñanza que deriven del Programa de Universidades para el Bienestar Benito Juárez García” [18]. Posteriormente, se menciona que los lineamientos relacionados con las universidades se encuentran en el Diario Oficial de la Federación.

Desde el punto de vista de los autores de Campus Milenio, el proyecto de las universidades presenta ambigüedades y se desarrolla con rapidez como intentando

presentar resultados inmediatos. Acosta [19], se refirió a las Universidades para el Bienestar durante el mes de junio al recordar que se trataba de una propuesta de campaña que parecía una “invención discursiva” sin referentes discursivos, pero ahora se reconoce que durante este periodo se han concretado y difundido ciertas características de las universidades. De igual manera, se rescata que en sitio oficial de CREFAL se pueden identificar las siguientes características de las Universidades para el Bienestar: son gratuitas, de tiempo completo, presenciales, con una duración de 8 ciclos escolares de 14 semanas cada uno, no hay examen de admisión (solo una valoración diagnóstica), los estudiantes reciben una beca de 2,400 pesos mensuales y las carreras ofertadas dependen de la sede y están adscritas a la CREFAL.

Conclusiones

Es importante mencionar que en materia de equidad, los primeros pasos para el proceso de creación de política pública, logran identificarse y entre ellos encontramos la conformación de la agenda, a partir del reconocimiento de las necesidades en materia educativa, lo que podemos ver reflejado en las propuestas de campaña y el Proyecto de Nación. Es posible observar también la definición del problema público, esto planteado una vez tomada la posesión del cargo y plasmado en el Plan Nacional de Desarrollo y en la Ley General de Educación. En los documentos antes mencionados, podemos encontrar también la formulación de la política, pues ambos permiten establecer directrices para la conformación de la política educativa. A la decisión y selección entre opciones la podemos ver en los acuerdos establecidos en el Diario de Debates de la Cámara de Diputados y por último es posible observar la comunicación de la política primero reflejada en documentos oficiales como la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y después en noticias y diarios de opinión.

Los criterios para atender a la universalidad educativa han sido concretos desde el planteamiento de las propuestas de campaña y del Proyecto de Nación. En donde se enuncia, que el eje se encuentra en función de la igualdad de acceso, así como la equidad de la asignación de recursos y que como estrategias se consideran la asignación de programas sociales y ampliar la cobertura educativa. Considerando la teoría relacionada al concepto de universalidad, es necesario reflexionar sobre las propuestas y la pertinencia de las prioridades establecidas, ya que parece que no logran figurar como soluciones pensadas para todos los ciudadanos.

Las propuestas son focalizadas, pues en la legislación no se abordan estrategias para la cobertura en específico, sin embargo, se hace un gran esfuerzo por contribuir a la atención de ciertas necesidades específicas, tales como el otorgar becas y la creación de 100 universidades. De tal manera, que el aspecto de las becas estuvo presente en el pleno únicamente para considerar los aspectos presupuestales, ya que según la información recabada los sucesos llevados a cabo fueron: asignación del presupuesto para el proyecto, definir el número de becas a otorgar, rendición de cuentas. En cuanto a su implementación fue cuestionable el número inicial de becas y los procedimientos para ser otorgadas.

También se encontró que en cuanto a cobertura, hay situaciones que demandan atención y que en algún momento estuvieron en las intenciones del gobierno federal, pero por el momento no se ha logrado concretar alguna estrategia, por ejemplo: el considerar que se requieren configurar y fortalecer subsistemas con los que se cuenta actualmente, pues es necesario que se piense en estrategias que le permitan a las universidades públicas contribuir, en conjunto con el nuevo sistema de universidades, al incremento de la cobertura. Sin embargo, durante el 2019, en los presupuestos a las universidades públicas no hubo un incremento y el dejarlas al margen no es pertinente con el concepto de universalidad. Un acierto es la participación de otros actores como la ANUIES que se encuentran interesados en el establecimiento de los lineamientos relacionados con las nuevas políticas, tal es el caso de las 100 universidades.

El proyecto de las 100 universidades se consolidó durante el 2019, por lo tanto se dieron a conocer varios aspectos relacionados con su conformación, por ejemplo: el número de alumnos a los que se atendió inicialmente, el número de docentes que conformaban la planta docente, la firma del decreto del Sistema de Universidades, la creación de un organismo coordinador y la asignación de la coordinadora, así como los lineamientos. Aunque, la premura con la que se desarrolló el proyecto también es algo que debe considerarse, pues en su mayoría no son pertinentes con el contexto en el que se encuentran o no logran atender a una verdadera necesidad como se planteaba al inicio.

De manera general, los pasos para la creación de políticas que lograron identificarse hasta el momento fueron: la formación de la agenda, conformada por los problemas que la comunidad política considera prioritaria, esto a partir de las propuestas de campaña y el Proyecto de Nación; la definición del problema público se materializó en los antecedentes o diagnósticos incluidos en el Plan Nacional de Desarrollo, que en este caso tuvo cierta concordancia con las propuestas antes planteadas; la

hechura o formulación de la política se visualiza en los programas/ propuestas en el PND, existió el período de decisión o la selección entre opciones en las Cámaras, para puntualizar aspectos de los proyectos y posteriormente proporcionar la comunicación de la política.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

- En materia de equidad educativa, el ámbito en que más ha incidido la creación de política es el administrativo. Sería importante observar, si en un momento posterior, se logra incidir de manera más precisa en los ámbitos pedagógico, social e ideológico.
- Queda por analizar si en un plazo posterior al de esta investigación, se logra garantizar la gratuidad de la educación en el nivel superior.
- Cabe señalar que en el discurso oral y escrito la palabra equidad regularmente aparece ligada a la palabra excelencia, situación que también sucede con las palabras gratuidad y calidad. Resultaría interesante investigar si esta relación es casual o causal y si representa un razonamiento que trasciende a lo ideológico.
- En materia de equidad, no fue posible observar por completo el proceso de creación de política pública, por lo que haría falta analizar la implementación y evaluación de estas políticas educativas.
- En cuanto al número inicial de becas y los procedimientos para ser otorgadas, sería bueno darle mayor seguimiento para saber si en el futuro los presupuestos otorgados permitirán contar con un mayor número de beneficiarios en el programa Jóvenes Escribiendo el Futuro (JEEF), de igual forma si el proceso de inscripción y selección de beneficiarios es modificado.
- En esta investigación, se identifican las intenciones y estrategias de la administración en turno para atender al rubro de cobertura desde las Instituciones Públicas de Educación Superior (IPES), pero faltaría ver materializadas estas estrategias y analizar su implementación.
- Respecto a las Universidades para el Bienestar, sería interesante dar seguimiento al desarrollo de las mismas y evaluar el impacto que tienen en las comunidades en las que se encuentran.
- Sería importante analizar si los criterios que definen el diseño, construcción e implementación de las políticas educativas se mantienen como durante el primer año de gobierno, o en su defecto se modifican.

- Valdría la pena comparar los resultados obtenidos en materia de política educativa al finalizar el sexenio con la visión de 2024 que se plantea en el epílogo del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

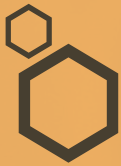
Referencias

- [1] Sitio Oficial de Andrés Manuel López Obrador. (2018). Presenta AMLO 10 compromisos por la educación en México. [Online] <https://lopezobrador.org.mx/2018/05/12/104356/superior.mx/wpcontent/uploads/2019/11/ANTEPROYECTO-LGES-Octubre-2019.pdf>,
- [2] M. Vázquez (2015) La calidad de la educación. Reformas educativas y control social en América Latina. *Latino* (60). p. 94
- [3] L. Aguilar (2012) Política Pública: Una visión panorámica. Bolivia: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, p. 18, 23, 38, 33, 34
- [4] Comisión Nacional de Derechos Humanos (30 de septiembre de 2019) Ley General de Educación. Cap. III, Art. 119 48, p. 25, 59 [Online] 98. https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/doc/Programas/VIH/LeyesNormasReglamentos/Leyes/LeyesFederales/Ley_GE.pdf
- [5] Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión (15 de mayo de 2019) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Art. 3, p. 5
- [6] Cámara de diputados del Honorable Congreso de la Unión, LXIV Legislatura (13 de diciembre de 2018) Gaceta Parlamentaria 5177-II, Iniciativa del Ejecutivo federal Con proyecto de decreto, por el que se reforman los artículos 30., 31 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, p. III [Online] <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2018/dic/20181213-II.pdf>
- [7] Subsecretaría de Educación Superior (Octubre 2019), Anteproyecto de Ley General de Educación Superior Cap. II, Art. 11, 13, fracción III, XI, XXII, p. 6, 7, 9, [Online] <https://consulta-ley-educacion-superior.mx/wpcontent/uploads/2019/11/ANTEPROYECTO-LGES-Octubre-2019.pdf>
- [8] Presidencia de la República. (2019). Plan Nacional de Desarrollo, p. 34, 42 recuperado de <https://lopezobrador.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2019-2024.pdf>
- [9] A. Clemente (06 de marzo de 2019). Mínima cobertura de las universidades estatales. *El Financiero*. [Online] <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/minima-cobertura-de-las-universidades-estatales>
- [10] A. Clemente (11 de julio de 2019). SEP estima que la matrícula de educación superior crecerá 10 % este año. *El Financiero*. [Online] <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/sep-estima-que-la-matricula-de-educacion-superior-crecera-10-este-ano>
- [11] H. Muñoz (9-15 de mayo de 2019). Retraso. Estamos atrasados en la búsqueda de una evolución del nivel superior Los cambios educativos. *Campus Milenio* (800). p. 13. [Online] <http://campusmilenio.mx/download/800.pdf>
- [12] C. Reyes (6-12 de junio de 2019). La visión de las universidades no se ajusta a las coyunturas políticas. *Campus Milenio* (804). p. 8. [Online] <http://campusmilenio.mx/download/804.pdf>
- [13] A. Clemente (27 de junio de 2019). Estudiantes se manifiestan frente a la SEP y exigen pago de becas. *El Financiero*. [Online] <https://elfinanciero.com.mx/nacional/estudiantes-se-manifiestan-frente-a-la-sep-y-exigen-pago-de-becas>

- [14] V. Chávez “Propone AMLO que sea ley dar salud, becas, vivienda”. *El Financiero*, 27 de noviembre de 2019
- [15] S. Didou (28 de noviembre-4 de diciembre de 2019). “Los datos sobre educación superior: esos, otros y aquellos” *Campus Milenio* (828). p.7 [Online] <http://campusmilenio.mx/download/campus-828.pdf>
- [16] J. Román (13 de diciembre de 2018). La Anuies ofrece su apoyo para crear escuelas universitarias. José Antonio Román. *La Jornada*. p.9. [Online]. <https://www.jornada.com.mx/2018/12/13/politica/009n2pol>
- [17] E. Méndez (29 de mayo de 2019). Esta semana, decreto para crear el sistema de universidades. *La Jornada*. p.12. [Online] <https://www.jornada.com.mx/2019/05/29/politica/012n1pol>
- [18] L. Poy (09 de agosto de 2019). Rinde protesta Raquel Sosa como coordinadora de las Universidades Benito Juárez. *La Jornada*. p.6. [Online] <https://www.jornada.com.mx/2019/08/09/politica/006n2pol>
- [19] A. Acosta (6-12 de junio de 2019) Intención vs. práctica. La puesta en marcha de las Universidades para el Bienestar El desafío de la legitimidad. *Campus Milenio* no. 804. pp.7. [Online] <http://campusmilenio.mx/download/804.pdf>



Área 6



Ciencias Sociales

Índice de Área

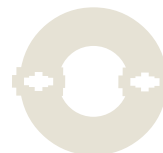
- 829** • Alcohol y Sexualidad: Los intentos de abolición de la prostitución, y la prohibición de la venta y consumo de alcohol, el caso de Puebla 1920-1941
- 845** • Análisis del Rendimiento Académico de los alumnos del ITSCS mediante un modelo Logístico de Probabilidad
- 865** • Análisis del Sistema de Ahorro para el retiro en México. Perspectivas, retos actuales poblacionales y empresariales
- 871** • El puerto aéreo de la ciudad de Puebla (1929-1954)
- 883** • Factores obstaculizantes en el proceso de aprendizaje en la pandemia por COVID-19 en alumnos de nivel superior
- 895** • Impacto de las estrategias en las empresas de servicios de CANACO SERVYTUR
- 903** • La aplicabilidad del derecho de las personas indígenas a la asignación de intérprete en la administración de justicia en México
- 923** • Propuesta de implementación de redes de economía social y solidaria para impulsar la producción de huertos urbanos a través de la agricultura de conservación en los parques públicos del Municipio de Puebla, como medida de mitigación de la pobreza urbana por pérdida del empleo por la crisis sanitaria del COVID-19
- 941** • Propuesta integral para la movilidad activa en espacios universitarios
- 955** • Resiliencia climatológica, a través de huertas agroecológicas, logrando una autosuficiencia alimentaria y soberanía familiar en la comunidad de camotepec piedras encimadas, Zacatlán, Puebla
- 971** • Un acercamiento a las expresiones socioculturales en la música: El caso del fenómeno Sonidero

Alcohol y Sexualidad: Los intentos de abolición de la prostitución, y la prohibición de la venta y consumo de alcohol, el caso de Puebla 1920-1941

^aAguirre, Ramírez-Brenda*, ^aJiménez, Marce-Rogelio

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. Juan de Palafox y Mendoza 229-227, Col. Centro, C.P. 72000, Puebla, Puebla.

*aguirreramirez@gmail.com



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

Al finalizar la lucha armada conocida como Revolución Mexicana, se llevó a cabo un proyecto nacionalista tendiente a la construcción de un país moderno. Para que esto fuera posible, se pensó eliminar cualquier vicio y enfermedad que provocaría la decadencia de la población, tal como lo era la prostitución. Se creía, además de incrementar la baja moral, era la causante de enfermedades venéreas, como la sífilis. Para el contexto de Puebla, entre 1930 y 1941, diversos decretos buscaron prohibir la prostitución y al mismo tiempo, el consumo y venta de alcohol, ya que se tenía la idea de

que las bebidas alcohólicas incitaban a las mujeres a cometer actos inmorales y criminales, así como provocaban influencia negativa en la población. En la ciudad se implementaron leyes a favor de las campañas nacionales, pero éstas no tuvieron éxito porque no se respetaron, transformándose simplemente en sugerencias debido a intereses económicos y políticos de los dueños de los establecimientos y las autoridades. La importancia del estudio, se basa en los cambios pero también las continuidades de ciertas prácticas como la prostitución, y su influencia en la vida cotidiana de la ciudad.

Palabras clave

Prostitución, alcohol, modernización, vicio

Abstract

At the end of the armed struggle, there was the nationalist project of building a modern country. For this to be possible, it was necessary to eliminate any vice and disease that would cause the decadence of the population. In the case of prostitution, it was believed that in addition to increasing low morale, it was the cause of venereal diseases, mainly syphilis. Through different proposals and laws. Federal and municipal authorities sought to eradicate prostitution, which led to the issuance of prostitution regulations and public women's registry books. In the context of Puebla, between 1930 and 1940, several decrees sought to prohibit prostitution and, at the same time, the consumption and sale of alcohol, since it was believed that alcoholic beverages incited women to commit immoral and criminal acts, as well as provoked a negative influence on the population. In the city, laws in favor of the national campaigns were implemented, but they were not successful because they were not respected, simply becoming suggestions. The importance of the study is based on the changes but also the continuities of certain practices such as prostitution, and their influence on the daily life of the city.

Keywords

Prostitution, alcohol, modernization, vice.

Introducción

Si bien, se especula que Benito Juárez tenía la idea de crear el reglamento, debido a las bajas en el ejército por las enfermedades venéreas, fue el presidente interino Manuel María Lombardini en 1853 quien plantea un proyecto para regular la prostitución. Pero sería hasta 1865, durante el Segundo Imperio, cuando se implementó el primer Reglamento para el Ejercicio de la Prostitución, el cuál dictaba registrar en un libro a las prostitutas, en el que informaban datos personales y brindaban una fotografía, y se comprometían a asistir a revisiones médicas y pagar los impuestos correspondientes. Este método se retomó durante la presidencia del general Porfirio Díaz. En la ciudad de Puebla el primer reglamento data de 1873 con adiciones en 1887, 1902. En el contenido de estos se incluían las obligaciones de las mujeres públicas, como su registro con sus datos personales, características físicas incluyendo una fotografía, las revisiones médicas semanal o mensualmente, el aislamiento en caso de enfermedad y el pago de un impuesto por ejercer el oficio y por habitar una casa de asignación. En el caso de las madrotas, estas debían cuidar la higiene y la salud de sus pupilas, así como vigilar el orden de la casa de asignación, y pagar una cuota a las autoridades municipales por ser la dueña de la casa de asignación, así como evitar escándalos o altercados en las casas o burdeles.

La regulación se continuó aun durante la Revolución Mexicana con un reglamento de 1912, aunque al concluir esta lucha armada, debido al proyecto de la creación de una nación moderna se planteó ponerle fin, pues no se permitiría la perpetuación de las leyes del antiguo régimen. Además, se creía que continuar con la reglamentación solo permitía que los lenones y matronas se enriquecieran a costa de las mujeres, haciendo evocación a la explotación de las prostitutas. Lo cierto es, que los discursos posrevolucionarios no tuvieron un gran impacto, pues se volvió a expedir un reglamento para todos los estados de la república en 1928, incluyendo a Puebla.

Dentro del proyecto de modernización, se buscaba un ciudadano modelo y sobre todo saludable. Por ello, como se mencionó anteriormente, se pretende eliminar y abolir la prostitución, por ser una de las razones de la propagación de enfermedades venéreas. En el caso del alcohol, además de afectar a los hombres, afectaba a mujeres, pues las autoridades federales y los médicos creían que el consumo de alcohol tenía relación directa con que las mujeres cayeran en la prostitución, debido a que bajo estas bebidas nublaban su “moral” por lo que cometían actos inmorales o criminales. Por lo tanto, se busca la abolición de la prostitución, basándose en la estipulación

del delito de Lenocinio, y se propone la Ley Seca a nivel nacional, que el presidente municipal dicta se establezca en la ciudad, mandando a cerrar cantinas, cabarets, casas de asignación, burdeles, pulquerías, además de suspender la expedición de licencias para la venta de bebidas embriagantes en otros establecimientos como restaurantes y hoteles.

Materiales y métodos

El método principal de este trabajo, fue el análisis de discurso. Se realizó una búsqueda y revisión de disposiciones municipales, expedientes y reglamentaciones, y de material hemerográfico para crear en primera instancia un contexto temporal abarcando antecedentes de finales de la tercera década del siglo XX y principios de la cuarta.

Resultados/Discusión de resultados

Finalizada la Revolución Mexicana, se buscó la conformación de un país moderno, con ciudadanos saludables en los aspectos físicos y morales, dentro del proyecto de la creación de una nueva nación uno de los objetivos era la erradicación de vicios y enfermedades. En los cuáles, la prostitución y el consumo de alcohol eran los principales enemigos, no únicamente por afectar a las mujeres públicas o a los alcohólicos, sino también de incitar a obreros impidiendo el avance económico del país, y de presentar una influencia negativa en los niños, que se consideraban eran la esperanza del futuro ciudadano.

Las propuestas para la disminución del “actos inmorales” fue la prohibición de venta de bebidas alcohólicas en cabarets, pues se creía que el alcohol se relacionaba con las acciones de las sexo servidoras, pues este tipo de sustancias las orillaban a llevar a cabo este oficio, además de la prohibición de la entrada de las mujeres en cantinas, y de sus servicios como meseras. Aunque también se hace mención de que el baile y cierto tipo de música es la misma que lleva a que la baja moral se combine para cometer actos inmorales en estos lugares de diversión, además de la presión que existe por los pobladores aledaños a causa de que “la taberna, el [tendejón], la pulquería son lugares que retumban y marcan el ritmo y la vida del barrio. No es extraño que los vecinos se refieran a estos espacios como lugares de maldición donde se ejercen actividades ilícitas, desde la venta de vinos no autorizados hasta mujeres que llegan para cumplir con su oficio” [2].

Zona de Tolerancia

Durante los últimos años del siglo XIX el reglamento no especificaba calles, solo los lugares aledaños de los que debían estar alejadas las casas de asignación, prostíbulos o burdeles. Se especificaba, durante el Porfiriato, que para su establecimiento “estarán situados fuera de las calles céntricas y calles por donde pase el ferrocarril urbano, y distantes de templos, establecimientos de instrucción, cuarteles y oficinas públicas” [3] aunque la *zona roja* conocida por la población, era en el Barrio de San Antonio y el Barrio de San José. En 1937, se realiza una disposición municipal con el fin llevar un registro de las casas de asignación ubicadas en San Antonio, para enumerarlas como dicta la tesorería municipal, así como el pago de registro y de impuestos; finalmente a partir de 1938 se definen las calles estableciendo como única zona de tolerancia al Barrio de San Antonio, pues define que el área destinada iniciara “partiendo de la esquina que forman las calles 28 Poniente y 3 Norte hacia el Sur hasta llegar a la esquina formada por la misma calle 3 Norte y 20 Poniente, dando vuelta hacia el Oriente hasta llegar a la esquina que forman las calles 20 Oriente y 2 Norte, de cuyo punto, dando vuelta hacia el Norte hasta llegar a la esquina 24 Oriente y 2 Norte y de ese punto hacia occidente hasta cerrar el polígono en el punto de partida.” [4]

En las siguientes imágenes, basadas en el mismo mapa, se realizó un mapeo, en el que se ubicaron algunos de los establecimientos fuera de la zona de tolerancia. En la **Figura 1**, los puntos color amarillo son los burdeles, casas de asignación y tendejones, mientras que los puntos rojos son algunos de las pulquerías, no se incluyen todos, pues solo se señala como no se respeta mantener alejados estos sitios del centro histórico. En la **Figura 2**, el círculo de color rojo es la zona delimitada como Zona de Tolerancia, ubicada en el Barrio de San Antonio, y el rectángulo azul es la zona céntrica de la ciudad, donde se ubican la mayoría de los establecimientos.

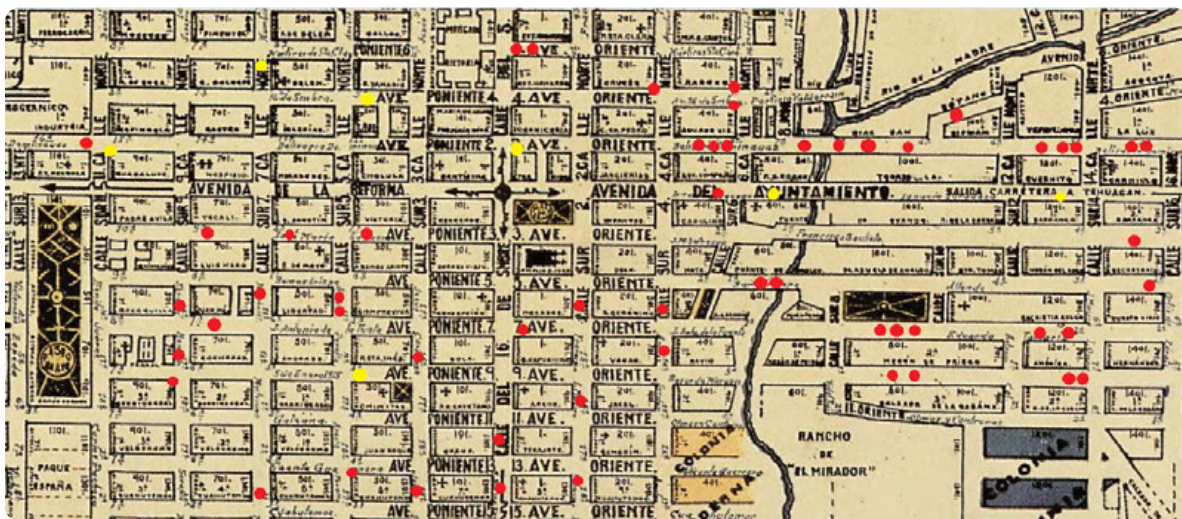
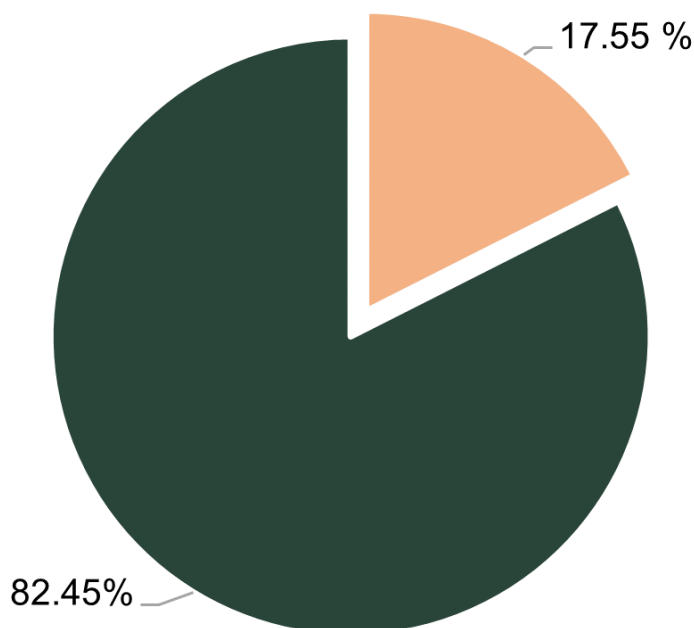


Figura 1. Mapa de la Ciudad de Puebla 1937.



- Universidad con carrera profesional afin a fisioterapia
- Universidad sin carrera profesional afin a fisioterapia

Figura 2. Mapa de la ciudad de Puebla 1937.

Si bien a partir de 1938 se estableció como zona roja al Barrio de San Antonio y que continuó hasta 1957, fueron muchas las casas de asignación, burdeles, tendejones pulquerías y cantinas con licencia que se expandieron por la zona céntrica de la ciudad, reacciones negativas de la población surgieron para que estas fueran clausuradas, “hubo grupos de madres de familia y asociaciones vecinales que solicitaron a las autoridades el cierre de varios establecimientos por encontrarse próximos a escuela o fábricas y, por tanto incitar al vicio a menores de edad y obreros”[5] como es el caso de la queja de los vecinos de una vecindad ubicada en la calle 11 norte entre 2 y 4 poniente donde se encuentran distintas casas de asignación nombradas “Mi Reina” y “La Jarocho” donde explica Sanatorio Arroyo y otro habitantes aledaños “ninguno de nosotros los vecinos podemos dormir con las orquestolas [sic] que tienen las casas de asignación (...) si no también los escándalos en mitad de la calle de mujeres de mala nota” [6] y exigen la clausura, la cual se llevó a cabo de manera parcial y se abrió por dos meses más para dar la oportunidad a los dueños de los negocios encontrar un nuevo lugar en la zona asignada.

Otro caso, es el de un prostíbulo ubicado lejano a la zona centro, ubicado en la colonia Santa María, en el número 4010 en la calle 7 norte, los padres de familia levantan una queja pues este establecimiento se encuentra “a escasos diez metros de la Escuela Federal “Jardín de Niños” [7], aunque la casa de asignación se encuentra en un área alejada del Barrio de San Antonio esta colonia tiene su propia zona de tolerancia, en la que debe de estar alejado de la rotonda central, y seguir los lineamientos básicos de mantener distancia de escuelas y fábricas.

A pesar de las disposiciones municipales de 1937 y 1938, sobre la ubicación y registro de las casas de asignación, hay alrededor de treinta y ocho multas y solicitudes de clausura de tendejones además de las contestaciones de las dueñas para apelar los reclamos, se refirma con una Honorable Asamblea incluida en los expedientes, pide “que se notifiquen a las propietarias o encargadas de los tendejones con servicio de meseras que deben trasladarse a los locales que estén adentro de la zona de tolerancia” [7] además de que ya que trabajan mujeres como sexo servidoras serán con sideradas como “casas de citas” controladas por los Agentes de Salubridad y deberán pagar los impuestos debidos ya que como tendejones pagan una cantidad menor.

Tabla 1. Registro de tendejones, casas de asignación y cabarets.

Dirección	Tipo de Negocio	Dueña o dueño
Av. Reforma y 4 Poniente #511.	Casa de asignación y cantina “La Jarochita”	María Sánchez
Av. Del Ayuntamiento #611.	Tendejón.	Carmen Herrera
2 Poniente #918, con vuelta 11 Norte.	Tendejón, con servicio de meseras.	Humberto Benavides Meza
11 Norte #206 Letra B.	Casa de asignación y cantina “Mi Reyna”	Amparo Meza
Av. 5 de Mayo #2001.	Cabaret.	Teresa Vistrain
4 Poniente #308.	Cabaret.	Ángela Ramírez
11 Norte #206.	Salón-Cantina.	Emma Veraza
Av. 22 Poniente #104.	Casa de Citas.	Emma Flores Pérez
14 Oriente y 2 Norte #1402.	Casas de Asignación.	Dolores Lepe González
7 Norte #410 Col. Santa María.	Casas de Citas.	Dora Keller
Av. 8 Poniente #904.	Casas de Citas.	
19 Norte #6.	Casa de Asignación.	
Av. Reforma #1706.	Casa de Prostitución.	Luis Ramírez, alias “Pantaleón” y Gely Acevedes

2 Oriente #12.	Hotel "Pasaje"	Gilberto Alatríste
16 Oriente #8.	Casa de Asignación "Capullito de Alelí" y Cabaret "Waikiki"	Emma
16 Oriente #15.	Casa de Asignación "La Celestina"	Juana
Av. 9 Oriente #14.	Casa de Citas	Gloria Ramírez

En la Tabla 1 se enlistan las cantinas, tendejones, burdeles, cantinas, hoteles, casas de asignación y de citas que se encuentra registrados hasta 1940, se tiene un registro de quejas y multas en el municipio por la presencia de estos establecimientos en los que se lleva a cabo el ejercicio de la prostitución, en contra de las legislaciones.

El Alcohol y La Prostitución

"El Comité Nacional de Lucha contra el Alcoholismo, creado en mayo de 1929, recomendó la prohibición del trabajo femenino en cabarets, cantinas y salones de baile por ser "público y notorio que en estos lugares la mujer se encontraba sujeta a una vil explotación que la conducía a un franco ejercicio del comercio sexual" [5] y también, a convertirse en alcohólica, pues aumentó, a causa de la Segunda Guerra Mundial y la modernización de las ciudades, el número así como la exigencia y concurrencia hacia lugares de diversiones. En la ciudad, se dispone un reglamento para la prohibición de trabajo a mujeres en establecimientos donde se expendan bebidas embriagantes el 7 de febrero de 1933, aunque en el reglamento de cabarets y cantinas del 15 de diciembre de 1939 dicta "las empleadas de Cantinas, Cabarets y Centros de vicio, deberán estar provistas siempre de su tarjeta de salud consignado los casos cuando se infrinja esta disposición." [8]

La mayoría de las noticias de crímenes, escándalos y riñas se realizan en cantinas, casas de asignación o burdeles y se inmiscuyen las prostitutas y a personas bajo el efecto del alcohol. En la prensa podemos encontrar estas referencias, por ejemplo el día 23 de febrero de 1941 "una vendedora de amor, fue internada en el Hospital General (...) debido a que un parroquiano, llamado Teodoro González la había lesionado en un antebrazo, con una enorme navaja" [9] ocurriendo los hechos en una accesoria, y si bien no se mencionan los efectos del alcohol se relaciona el lugar de trabajo de las prostitutas con el problema. Otro caso es el del día 5 de marzo "el señor Comisario en turno, consigno ayer por medio de oficio, a dos jovencitas que le fueron presentadas a las 12 del día en estado de ebriedad y que fueron capturadas en el interior de una pulquería" [9] que al parecer, después de un examen médico, no se encontraban en las mejores condiciones y ejercían la prostitución sin cubrir

los requisitos de la ley. Existen otras, que acusan a las madrotas de lenocinio, como es por parte de los vecinos “por la existencia de unas casas de mala nota que aparecen como tiendas y que se denominan La Reina y la Jarocho y otras que no tiene nombre” ubicados en la calle 4 norte entre la 2 norte y 4 poniente, pues se hacen grandes escándalos a causa del uso de la radio a toda hora del día y actos inmorales. Las acciones criminales de prostitución, riñas por alcohol, lenocinio y actos inmorales se relacionan directamente por medio de los periodistas y otros medios de prensa así como los expedientes. Y, aunque los salones de baile no se mencionan, también se relaciona la música y el baile con los actos inmorales.

Tabla 2. Pulquerías y cantinas con licencia para vender bebidas alcohólicas.

Dirección	Dueño	Dirección	Dueño
8 poniente #1511	Ramona Hernández	4 sur #301	Elisa Rojas
Callejón Panal #2	Germán López	20 poniente #2001	Luis Rojas
3 poniente #711	José Martínez	7 poniente #902	Josefa Aguilar
3 poniente #147	María Morales	8 poniente #118	Enrique Machorro
8 poniente #503	José Nieva	5 norte #2001	Reyes Huerta
17 poniente #1105	Vicente Sánchez	4 norte #602	Francisco Pérez
Esquina 11 norte y 18 poniente	Erasmus Cruz	Esquina 4 norte y 4 oriente	Francisco Gonzales
21 sur #103	Jacinto Huerta	Plazuela del Refugio	Trinidad Huerta
8 poniente #716	Rafael Galicia	2 oriente #415	Martín Pérez
14 oriente #2016	Fidel Pacheco	12 oriente #1205	Rufino Gonzales
8 oriente #13	Manuela Jiménez	6 poniente #303	José Martínez
3 poniente #726	Amparo Alvarado	10 poniente #1103	Guadalupe Cruz
5 norte #1404	Miguel Huerta	10 poniente #314	Miguel Ayan
12 poniente #102	Rafael Cordero	Calle Ayuntamiento s/n	Jacinto Rubín
6 poniente #911	Josefa Arcega	2 sur #909	Rosa Hernández
3 norte #206	Herminia Guzmán	10 poniente #607	Vicente Salazar
2 poniente #109	Placido Mata	Av. Reforma #1507	Jesús Cortez
Av. Del Ayuntamiento #1202	Víctor C.	Esquina 5 norte y 12 poniente	Juan Carrasco
22 poniente #509	Francisco G. Ramírez	14 oriente #1508	Luis de Justino Buñuelos
5 norte #1209	Leonardo Oropeza	3 sur #1309	Fausto Valderrama

En la Tabla 2 se registran solo algunas de las pulquerías registradas hacia 1927, en total con licencia son 183 pulquerías o cantinas que tenían permiso para la venta de alcohol.

Salones de Baile

Los salones de baile, según las autoridades inducían los actos delictivos, pues “por un lado, eran “escuelas del crimen” donde “vagos y desocupados” planeaban toda clase de delitos”[5], y por otro lado, incitaban a realizar actos inmorales pues “propiciaban la perdición de mujeres jóvenes e “inexpertas” que, con el pretexto de trabajar como meseras o profesoras de baile, eventualmente se prostituían y contraían el vicio de la embriaguez” [5] por lo tanto en muchas cantinas y burdeles se prohibía la música.

En el caso de Puebla, no existe un reglamento para la regulación de los salones de baile, pero sí exigía de la revisión apropiada por parte de los inspectores y de los dueños, ya sea de los cabarets o casas de citas que, con un aparato para música pudiera relacionarse con salones de baile, para evitar que se cometieran fechorías o actos inmorales, además de que estos, deben de evitar molestar con el ruido a la población aledaña a su ubicación.

Pareciese que la idea de que la música o el baile nunca antes interfirió en los aspectos de las casas de citas o burdeles, pero ya se tenía una idea de la relación de estos aspectos con el oficio, desde el reglamento del Porfiriato advierte que entre las obligaciones del encargado del burdel o casa de asignación se encuentra “no consentir ninguna clase de juegos, ni dar bailes o fiestas, ni que los concurrentes se embriaguen” [3]. En el reglamento del año de 1912 prevalece la idea de la prohibición de música y baile, pues indica dentro del apartado *de las obligaciones de la madrota o encargada*, “evitar que las pupilas o concurrentes hagan escándalos dentro del burdel, bailes o fiestas bulliciosas” [10], y continúa hasta nuestro periodo pues en el Reglamento de Cabarets y Cantinas del año de 1939 especifica “vigilará que los concurrentes a los bailes y demás actos que se verifiquen en el Centro bajo sus inspecciones se porten con corrección y no permitirá que se prefieran gritos, palabras obscenas, se hagan actos indebidos, o de otra cualquiera manera se falte al orden o a la moral.” [8]

A pesar de no encontrar una conexión directa, pues en los casos de multas y quejas únicamente aparece un salón de baile, en relación a sí la música, aun así estos establecimientos estuvieron siempre bajo la lupa del municipio y de los

inspectores, pues “desde sus inicios, las autoridades considerando los salones de baile y los cabarets como lugares peligrosos donde se realizaban diversas actividades antisociales: la prostitución y el consumo de alcohol y de enervantes”. [5] Pese a esto, se tomaron medidas preventivas para evitar que estos negocios se fueran expandiendo, dentro de estas “la más importante consistía en aumentar, de manera “desmesurada”, las tarifas que se cobraban a los dueños, de modo que les resultara imposible pagarlas y optaran por cerrar sus establecimientos” [5] así como el aumento en los precios del agua y la luz, todas estas disposiciones fueron ejecutados por el ayuntamiento.

Ejemplo de estas medidas fue el caso de la señora Emma Veraza, dueña de “La Jarocha” un salón-cantina, que había sido clausurada por las autoridades, la dueña pedía que la casa fuese reabierta además de que la cuota se redujera, pues exponía que pagaba “en la Caja de Tesorería Municipal la suma de \$108.00 CIENTO OCHO PESOS, mensuales como contribución.” [11] Y en la respuesta a la petición, el ayuntamiento le dio aviso de que su petición era imposible de acceder.

Otro caso es el de la señora Emma Flores Pérez, propietaria de una casa de citas, situada en la calle 22 poniente número 104, pues presenta una queja por el aumento en el precio de agua, así como el aumento en otros impuestos y tarifas, solicitando que se disminuya, aunque el tesorero municipal Ignacio Lozano negó la petición y aclaró la situación del monto, esclareciendo que “\$10.00 por adicional de agua potable, es la mínima (...) y en cuanto a la de \$60.00 por contribución mensual de su mismo establecimiento, también es la mínima” [11] además de señalar una cuota más de \$10.00, y en comparación con el caso anterior, la cantidad en total es de \$28.00 menos.

Los motivos prohibicionistas y abolicionistas

Eugenesia

Como mencionamos anteriormente, el proyecto para la reconstrucción del país, después de los enfrentamientos armados, era el de una sociedad mexicana moderna y saludable. Dentro de las medidas para alcanzar este objetivo, se aplicó la eugenesia, pues esta, buscaba la modificación de la herencia, eliminando los factores negativos como los criminales, las prostitutas, los extranjeros, los enfermos mentales y los consumidores de alcohol, por ser quienes “degeneraban la raza”. Basados en erradicar las enfermedades venéreas, los malos hábitos, la criminalidad y los vicios, la eugenesia

tomo como sus principales enemigos a la prostitución y al vicio del alcohol, pues no solo degeneraban el cuerpo de los ,mexicanos sino también la moral.

La razón de implementación de la eugenesia en el ámbito científico y también su influencia en la jurisdicción, fue proveer a todos los ciudadanos de una vida sana y gozar de la misma, lo que no era posible si se tenía algún tipo de enfermedad crónica como la sífilis, enfermedad mental o algún vicio como el alcoholismo o la drogadicción. La eugenesia fue un concepto que se creó en el siglo XIX, pero tomó mayor peso a principios del siglo XX, en el caso de México durante la Revolución Mexicana. En 1910 Blanche Z. publica una reseña del libro “El Feminismo Eugénico” de Caleb Saleeby, donde “plantea la eugenesia como protección de la mujer frente a enfermedades venéreas y respecto de la salud reproductiva” [12]. Las medidas que se requerían entonces eran la educación en las escuelas y los hogares, pues la responsabilidad recae sobre las mujeres, por ejemplo: “Las mujeres deben considerarse como los agentes principales por los cuales la raza ha de continuarse y evolucionar, hacia un nivel físico, intelectual y espiritual más alto (...) que se nieguen a casarse con hombres cuya condición física, intelectual y moral sea inferior” [12].

A principios de 1920, Venustiano Carranza propone la *Ley sobre Relaciones Familiares*, la cual ya no solo habla del mejoramiento físico e intelectual, sino que especifica el tipo de enfermedad, además de las crónicas, venéreas, ahondando en la importancia de la profilaxis para que la herencia mejoré y no afecte los frutos de la Revolución Mexicana, recalcando la importancia del nacionalismo en el discurso eugenésico, en su propuesta se menciona:

“Es necesario en interés de la especie, incapacitar legalmente a los incapacitados, por la naturaleza, para las funciones matrimoniales, es decir a los que padezcan de impotencia física incurable, a los enfermos de sífilis, tuberculosis o cualquiera otra enfermedad crónica e incurable, que sea además contagiosa o hereditaria (...) redundando todo ello en perjuicio de la patria, cuyo vigor depende de la fuerza de sus hijos y en perjuicio también de la misma especie, que, para perfeccionarse, necesita que a la selección natural se añada una cuerda y prudente selección artificial encaminada a orientar y mitigar los rigores de aquella.” [13]

Como ejemplo de las medidas, en 1926 Mariano Aguilar, dueño de varios hoteles, propone la formación de un grupo conformado por mujeres galantes que se nombrará *Agrupación Femenina de Orden Social y Cooperativa y Moralizadora*, que tenía inscritas para esa fecha seiscientas mujeres, que buscan su regeneración respecto

a la moralidad, y que posteriormente crearían una agrupación que beneficiará a más de sus compañeras, su motivación era entonces, según su vocero: “A solicitud de las agrupadas (...) se restablecerá un lugar recreativo, un departamento especial de costura para aquellas que deseen dedicarse al corte, pues bien puede ser que una vez dominado este aprendizaje este revele aquel de la prostitución (...) así como un amplio salón para sesiones para que después de verificadas estas, las agrupadas reciban clases culturales a fin de irles corrigiendo en la forma más prudente el mal vocabulario, manera escandalosa de vestir.” [13]

Mejoramiento Moral

La Unión Nacionalista Mexicana (Pro-Raza y Salud Pública) se fundó en 1930, la cual basaba sus propuestas en la preservación y creación del ciudadano modelo mexicano moderno. Su objetivo principal, era entonces la expulsión de cualquier migrante que causara perjuicios sobre los mexicanos o la nación mexicana, además del cuidado de las mujeres de forma moral, y de la economía de la sociedad. El Centro de propaganda se fundó en el 2º de septiembre, el promotor del comité y posteriormente el director Norberto Rochin, convocó a una reunión para la creación del centro, que se situaría en el Distrito Federal, en la calle Cozumel número 68. El discurso de inauguración abarca: “En vista de las circunstancias de interés social, con respecto a la inmoderada invasión de asiáticos (chinos) a nuestra república y la necesaria eliminación de ellos, así como a la depuración de otros extranjeros [...] perjudicando nuestros intereses sociales y a la salubridad pública, propone se funde con la colaboración de todos los presentes.” [14]

Dos fueron sus objetivos principales, el primero incluye el mejoramiento no solo físico sino también moral e intelectual de la raza, en los que toma como alternativa la anulación del matrimonio, si este se ha celebrado con “individuos de raza degeneradas y muy especialmente chinos (asiáticos) que degeneran a los pueblos.” [14] El segundo, el cuidado y la vigilancia de la salud pública “depuración racial, física y moral” [14] por esta razón se crearían comitivas de propaganda para la difusión en todo el territorio nacional.

Conclusiones

Después de casi ochenta años de la reglamentación para el ejercicio de la prostitución, y de retomar discusiones respecto a un discurso de doble moral y de finalizar con la explotación de terceras personas, así como de desigualdad entre dos

géneros, se inicia una discusión acerca de nuevos delitos que se adhieren al código civil como el “lenocinio”, y acusando a las madrotas y proxenetas de explotación sexual. Además de relacionar la venta de bebidas alcohólicas, la concurrencia a los salones de baile o lugares donde se pueda apreciar la música y se pueda consumir alcohol con la asistencia de mujeres que caen en la baja moral y tienden a ejercer la prostitución por el ambiente en el que conviven, aun si solo trabajan como meseras o encargadas, pues el poco sueldo que esto les llega a ofrecer no les es suficiente por la modernización que se vive en el país, gracias al proyecto de progreso de la ciudad y el país.

El problema que se crea a la par de la implementación del reglamento, a pesar de que se delimita un espacio para la zona de tolerancia que no se respeta, además de los múltiples escándalos que esto desata, pues las población “de bien” se ve afectada por los las riñas, gritos, crímenes y actos inmorales que se realizan fuera o dentro de las cantinas, casas de asignación, tendejones o burdeles que se encuentran en la zona céntrica de la ciudad incitando a la población joven u obreros a caer en vicios.

La creación de la Liga Nacional Antialcoholismo, fue una medida preventiva y previa para la eliminación del ejercicio de la prostitución reglamentada, argumentando que estos dos vicios iban de la mano, si bien en la ciudad de Puebla es escasa la información de reglamentos durante los 40’s los archivos previos de los años 30’s y otros de finales del siglo XIX, nos permiten crear un panorama sobre la intención de poner fin a las diversiones que, en su momento, sirvieron como una medida para la guarda de la honra de las mujeres decentes, así como su protección en el ámbito de salubridad, y la satisfacción de las necesidades de la población masculina sin recurrir a hacerle daño a la sociedad cometiendo crímenes hacia las mujeres de sociedad, y que ahora “tanto mal” le estaba ocasionando a esta población, intentando lograr una ley seca para que la población junto con la ciudad tuvieran exitosa modernización.

Si bien son escasos los casos en la prensa y en las quejas y expediente sobre la relación directa de las bebidas alcohólicas, la baja moral y el oficio de la prostitución, desde el siglo XIX se estableció un vínculo de estos en teorías de criminológicas que incluso al día de hoy no se han podido romper. Pues la idea de la el alcohol nubla la visión de acciones correctamente morales sigue en pie.

La prostitución que un principio que fue reconocida como un “mal necesario” se fue considerando cada vez más en un oficio que debía de ser erradicado, lo que alguna vez funcionó para proteger a cierta parte de la población, resulto “afectando” al

resto. Al iniciar el plan de modernización, no se tomó en cuenta a esa parte de la población que siempre le resulto incomoda al resto aun si este cumplía el papel de proteccionismo a las mujeres de familia y de diversión. Pese a los discursos feministas que se surgieron alrededor de los países europeos, a la par de que el proyecto era joven en el país este en ningún momento pensó en detenerse. A pesar de los registros de papel de víctima que jugaban las prostitutas al ser agredidas físicamente y juzgadas, que se encuentran concentrados en los anteriores doce volúmenes de registros de mujeres que existen en la ciudad de Puebla.

Las autoridades, por su parte cumplieron el papel para castigarlas, no solamente a las sexo servidoras sino también a las madrotas o las dueñas de los establecimientos, clausurando los establecimientos y dando de baja a las prostitutas, aunque recibían el dinero de las cuotas mensuales, y el ayuntamiento sabiendo que había lugares de diversiones fuera de la zona delimitada seguía recibiendo el dinero, y permitía que siguieran registrándose. Además de poner obstáculos para que estas fueran cerradas, aumentando los impuestos y requerimientos póstumos a su apertura.

Aunque pareciese que la situación de la prostitución cambiaba, y se especulaba que el proyecto de “higiene moral” tenía éxito, la realidad es que la primera no estaba desapareciendo, solo estaba afectando a las trabajadoras, y la segunda no estaba logrando más que pintarse con una cara completamente distinta, pues acusaba a estas mujeres de criminales y viciosas, cuando en realidad solo eran mujeres que se vieron orilladas a este oficio por falta de recursos o porque fue el trabajo que decidieron ejercer.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Es necesario revisar con mayor detenimiento los registros históricos, así como la prensa, pues es uno de los factores que apoyan las teorías sobre el vicio y la prostitución como causantes de la degeneración. Asimismo, se necesita tener en cuenta la situación de cada una de las mujeres que ejercían el oficio, pues no todas son criminales ni mucho menos son alcohólicas, sino simplemente buscaban un medio para sustentarse a sí mismas o a sus familias.

Referencias bibliográficas

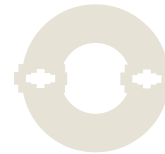
- [1] P. J. Fuentes, “Burdeles, prostitución y género a través de los procesos de lenocinio. Ciudad de México, década de 1940” en *Vicio, prostitución y delito. Mujeres transgresoras en los siglos XIX y XX*. México: Instituto de Investigaciones Históricas, 2016, pp. 227-256.
- [2] R. Estrada Urroz, “Entre la esquina y el callejón, el imposible silencio y la incómoda palabra. La ciudad de Puebla de finales del siglo XIX a las primeras décadas del siglo XX, ” en *Coloquio: Espacios, palabras y sensibilidades*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2007.
- [3] Reglamento de Prostitución, sin fecha de impresión, con fecha de adiciones de 1896, Archivo Histórico Municipal de Puebla. Signatura: Expediente. Tomo: 395.
- [4] Disposiciones que establecen los límites de la Zona de Tolerancia, con fecha de 30 de noviembre de 1938, Archivo Histórico Municipal de Puebla. Signatura: Disposiciones Municipales. Tomo: 41.
- [5] O. Rojas Sosa, “El bajo mundo del pecado. Vicio, crimen y bajos fondos en la ciudad de México, 1929-1944” en *Vicio, prostitución y delito. Mujeres transgresoras en los siglos XIX y XX*. México: Instituto de Investigaciones Históricas, 2016, pp. 49-84.
- [6] Comisiones de Salubridad, Hacienda y Presidencia, Expediente Número 101. Archivo Histórico Municipal de Puebla. Signatura: Expedientes. Tomo: #1045 Foja: 648.
- [7] Honorable Asamblea, Expediente Número 101. Archivo Histórico Municipal de Puebla. Signatura: Expedientes. Tomo: #1045 Foja: 680.
- [8] Reglamento de cabarets y cantinas, con fecha de 15 de diciembre de 1939, Archivo Histórico Municipal de Puebla, Signatura: Disposiciones Municipales. Tomo: 42.
- [9] Periódico La Opinión, con fecha de enero a abril de 1941, Archivo General del Estado de Puebla, Página: 4-5.
- [10] Reglamento de Prostitución, 6 de agosto de 1912, Archivo Histórico General Municipal de Puebla. Signatura: Periódico Oficial Vol. 230.
- [11] Comisiones de Salubridad, Hacienda y Presidencia, Expediente Número 101. Archivo Histórico Municipal de Puebla. Signatura: Expedientes. Tomo: #1045 Foja: 667.
- [12] L. Suárez, “Evolucionismo y eugenesia en México”, *Boletín Mexicano de Historia y Filosofía de la Medicina*, Vol. 1, no. 12, pp. 19-23, 2009.
- [13] Carta de la Cooperativa Moralizadora, 1920. Archivo Histórico de la Secretaría de Salud. Fondo: Salubridad Pública, 1920, Caja 5.
- [14] Acta Constitutiva y Estatutos de la “Unión Nacionalista Mexicana” (Pro-raza y Salud Pública) 1930. Archivo Histórico de la Secretaría de Salud, México. Fondo: Salubridad Pública, Caja 23.

Análisis del Rendimiento Académico de los alumnos del ITSCS mediante un modelo Logístico de Probabilidad

Armenta Roque Karla Elisson, Hernandez Ortiz Gabriela

Asesor: Arhiadna Jocelyn Vázquez Sánchez

Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, Av. Instituto Tecnológico S/N Junta Auxiliar "La Gloria", Ciudad Serdán, Puebla, México, C.P.75520.



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

El presente proyecto, tuvo como objetivo estimar la probabilidad de que un alumno o alumna del ITSCS tenga un rendimiento académico "bueno o malo" mediante un modelo logit; la población objetivo fue conformada por los alumnos y alumnas del semestre agosto-diciembre 2020 (235 estudiantes). Se define al rendimiento académico como: el promedio de materias aprobadas cada año y mediante técnicas estadísticas probabilísticas de regresión logística, en donde se determinó la influencia que tiene diferentes variables de índole personal, académica y socioeconómicas.

Los resultados obtenidos, permiten concluir que las variables estadísticamente significativas del rendimiento académico para los estudiantes del ITSCS son: el promedio del primer año de la carrera y la asistencia regular a las clases, siendo la variable de asistencia a clases la más sobresaliente, destacando que, si él o la estudiante asiste a todas sus clases en el semestre, tendrán un buen rendimiento académico. Finalmente, se estipularon algunas propuestas para potenciar el rendimiento académico de los y las estudiantes del ITSCS.

Palabras clave

Rendimiento académico, análisis probabilístico, modelo logit.

Abstract

The objective of this project was to estimate the probability that an ITSCS student has a "good or bad" academic performance through a logit model; the target population consisted of the students of the August-December 2020 semester (235 students). Academic performance is defined as the average number of subjects passed each year and employing probabilistic statistical techniques of logistic regression, where the influence of different personal, academic and socioeconomic variables was determined. The results obtained allow concluding that the statistically significant variables of academic performance for ITSCS students are: the average of the first year of the career and regular attendance to classes, being the variable of attendance to classes the most outstanding, highlighting that if the student attends all his or her classes during the semester, he or she will have a good academic performance. Finally, some proposals were stipulated to enhance the academic performance of ITSCS students.

Keywords

Academic performance, probabilistic analysis, logit model.

Glosario de abreviaturas y símbolos

ITSCS, Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán

RA, Rendimiento académico.

MODELO LOGIT, Modelo logístico de probabilidad

IGEM, Ingeniería en Gestión Empresarial

IIND, Ingeniería Industrial

IIAS, Ingeniería Innovación Agrícola sustentables

IINF, Ingeniería Informática

IMEC, Ingeniería Mecánica

IIAL, Ingeniería en industrias Alimentarias

STATA, Software de estadística para el análisis de Datos, gestión de datos y gráficos $P > |z|$, p-valor (probabilidad)

RAE, Real Academia Española

Introducción

El presente proyecto de investigación se realiza por el interés de analizar el rendimiento académico de las y los alumnos del ITSCS mediante un modelo logístico de probabilidad. Con esto se busca estimar la probabilidad y conocer qué variables influyen en un alumno o alumna del ITSCS para que tenga un rendimiento “bueno o malo” mediante un modelo Logit.

Como lo menciona (Ruiz Recéndiz, Álvarez Huante, Anguiano Morán, & González Villegas, 2019) el rendimiento académico puede tener diferentes variables, que son determinantes en los estudiantes universitarios, como es el grado de satisfacción, o diversas variables como lo son: el sexo, el semestre el que se encuentra cursando y el programa académico en el que están inscritos. Se dice que el rendimiento académico no es el producto de una única capacidad, sino el resultado sintético de una serie de variables que actúan en, y desde, la persona que aprende.

El bajo rendimiento académico es un problema que enfrentan estudiantes y profesores en todos los niveles educativos. Su trascendencia para el individuo y la sociedad es palpable a partir de dos elementos fundamentales: primero, cuando el bajo rendimiento académico afecta la autorrealización profesional de los educandos; y segundo, cuando el nivel de conocimientos y habilidades que pueden adquirir, resulta limitado a las exigencias de su práctica profesional. Para (Tonconi Quipe, 2010) el rendimiento académico constituye un indicador del nivel de aprendizaje alcanzado por el o la estudiante, representa el nivel de eficacia en la consecución de los objetivos curriculares para las diversas asignaturas.

Tomando en cuenta lo anterior y en la búsqueda de los factores que en el ITSCS son significativos al rendimiento académico, a través de un modelo logit, se determinaron las variables (cualitativas y cuantitativas) que influyen en la probabilidad de que un alumno o alumna tenga un rendimiento académico bueno o malo.

Como institución de educación superior, el ITSCS no cuenta con información estadística que proporcione datos “duros” emanados de un estudio de investigación aplicada, que explique de la manera más fiel posible el comportamiento del rendimiento académico del alumnado en la coyuntura actual.

El presente trabajo, tiene como objetivo el conocer los determinantes del rendimiento académico a nivel “local”, no obstante, puede fungir como trabajo

pionero del análisis del rendimiento académico y sus causas a nivel Estado de Puebla. Obviamente con las adecuaciones y mejoras que exijan cada una de las particulares regiones en el Estado, y así coadyuvar a la correcta planeación y toma de decisiones de los hacedores de la política educativa en el Estado de Puebla.

Materiales y métodos

Determinación de variables

Las variables independientes consideradas para este estudio y cuyo grado de incidencia sobre el rendimiento se pretende determinar, se clasifican de la siguiente manera:

- Condiciones personales: Género
- Condiciones socioeconómicas: Ocupación además de ser estudiante
- Condiciones académicas: El ITSCS como primera opción, elección de carrera, promedio del primer año de carrera, asistencia a clases y rendimiento académico Las variables y su descripción correspondiente son:
- **Rendimiento académico:** Variable dicótoma y dependiente, se toma como un indicador de buen o mal desempeño académico en el o la estudiante.
- **Sexo:** Variable cualitativa, entendiéndose sexo como la condición orgánica que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos o femeninos.
- **Ocupación además de ser estudiante:** Variable cualitativa, y entendiéndose como la acción o trabajo adicional que el o la estudiante pueda tener además de atender sus estudios.
- **Promedio del primer año de carrera:** Variable cuantitativa, que consiste en el resultado que se obtiene al final del semestre. Teniendo en cuenta que el primer año de carrera es la introducción a los estudios, el promedio es expresado en una escala del 60 al 100, respetando la cifra entera sin decimales. Ejemplo: “89”
- **Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán:** Variable cualitativa, entendiéndose que los y las aspirantes que consideraron al ITSCS como su primera opción de estudio, al igual que busca que se adapte a sus necesidades (ingreso familiar, apoyo familiar, proximidad de la universidad a la residencia de la o el estudiante) manifieste un mejor desempeño académico.
- **Elección de la carrera:** Variable cualitativa, haciendo referencia a que los y las estudiantes eligieron su carrera (IGEM, IIND, IIAS, IINF, IMEC, IIAL) como su primera opción.

- **Asistencia a clases:** Variable cualitativa, la asistencia, considerada como un elemento de evaluación, muestra ser un factor que permite estimar el RA del alumno, considerando que los y las alumnos que asisten regularmente llevan al corriente sus apuntes, trabajos y tareas. Teniendo en cuenta que se pueda tener un máximo de 2 faltas.

Hipótesis

De acuerdo a las variables previamente establecidas las hipótesis planteadas para el modelo son las siguientes:

- **Rendimiento académico:** *Si el o la estudiante ha aprobado al menos el 80 % de sus materias en el semestre pasado se le considera un buen RA y aquellos que tienen menos del 80 % de sus materias aprobadas en el semestre se le considera como estudiantes con mal RA.*

Donde:

1 - si el o la estudiante ha aprobado al menos el 80 % de sus materias en el semestre pasado.

0 - si el o la estudiante tiene menos del 80 % de sus materias aprobadas en el semestre pasado.

- **Sexo:** *Si un estudiante es mujer tiene mayor probabilidad de tener un buen RA que aquellos alumnos que son hombres.*

Donde:

1 - si es mujer

0 - si es hombre

- **Ocupación además de ser estudiante:** *Los y las estudiantes que solo se dedican a estudiar tienen mayor probabilidad de tener un buen RA que los y las estudiantes que también trabajan.*

Donde:

1 - si el o la estudiante solo se dedica a estudiar

0 - si el o la estudiante estudia – trabaja

- **Promedio del primer año de carrera:** *A mayor promedio en el primer año de carrera mayor probabilidad de tener un buen RA después del quinto semestre y viceversa.*

Donde: el promedio es expresado en una escala del 0 al 100, respetando la cifra entera sin decimales.

Ejemplo: “89”

- **Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán:** Los y las alumnos que consideraron al ITSCS como primera opción tienen mayor probabilidad de tener un buen RA que aquellos estudiantes que no lo consideraron como su primera opción.

Donde:

1 - si el o la estudiante consideró al ITSCS como su primera opción

0 - si el o la estudiante no consideró al ITSCS como su primera opción

- **Elección de la carrera:** Los y las estudiantes que consideraron su actual carrera como primera opción tienen mayor probabilidad de tener un buen RA que aquellos estudiantes que no la consideraron como su primera opción.

Donde:

1 - si el o la estudiante considero su actual carrera como su primera opción

0 - si el o la estudiante no considero su actual carrera como su primera opción

- **Asistencia a clases:** Si el o la alumno asiste regularmente a clases es mayor la probabilidad de tener un buen RA que el o la alumno que no asiste regularmente a clases. Teniendo en cuenta que se pueda tener un máximo de 2 faltas en el semestre.

Donde:

1- si el o la) estudiante asiste regularmente a clases

0 - si el o la estudiante no asiste regularmente a clases

Estimación del modelo matemático

Una vez determinadas las variables independientes que pueden incidir en el rendimiento académico de estudiantes del ITSCS, se prosigue con la estimación del modelo matemático. Es decir, la variable de respuesta “Y” (dependiente) es una variable binaria (dicótoma) que será el RA.

En un modelo donde “Y” es binaria, el objetivo es encontrar la probabilidad de que un acontecimiento suceda, es por eso que, a los modelos de regresión con respuesta cualitativa también se les conoce como modelos de probabilidad. De los cuatro métodos existentes para crear un modelo de probabilidad para una variable de respuesta dicótoma se ha elegido el modelo *logit*.

Obtención de la base de datos

Se realizó a través de una atenta solicitud a las áreas correspondientes, que se mencionan a continuación: Jefa de la división de IGEM, Dirección Académica, Departamento de servicios escolares y Coordinación de tutorías. El primer archivo que

corresponde a datos de los(a) estudiantes contenía los siguientes datos: Número de control, correo electrónico institucional, carrera y nombre completo El segundo archivo que corresponde a datos de los(a) asesores contenía los siguientes datos: Nombre de los docentes, carrera, semestre, grupo del cual era tutor y correo institucional del tutor.

Población

La población de interés está compuesta por 602 estudiantes de las diferentes carreras que componen al Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán de los 5to, 7mo y 9no semestres, los cuales se encontraban inscritos en el periodo agosto-diciembre 2020

Prueba piloto

Para la prueba piloto de este proyecto, se tomó un muestreo no probabilístico de conveniencia, por la disponibilidad que se encuentra en esta, además de seleccionar una parte de la población de interés.

La encuesta fue enviada a un total de 482 estudiantes que conformaban la generación 2016 pertenecientes a las diferentes carreras de la institución y que actualmente se encontraban cursando el 9no semestre, para el día que se cerró la encuesta se había obtenido un total de 35 respuestas por parte de los y las estudiantes.

Tamaño de la muestra

Para estimar el tamaño de la muestra representativa, se utilizó la fórmula de población finita o conocida, fórmula general (Earl, 2000) ya que la variable principal de la investigación es cualitativa o dicotómica, obteniendo que el tamaño de la muestra a encuestar es de 235 estudiantes.

Obtención de la muestra estratificada

Se usó el muestreo estratificado ya que se dividieron por estratos a las diferentes carreras que componen el ITSCS. El tamaño de muestra de cada subgrupo depende del número de sujetos que posea cada uno de los estratos (Mateu, 2003). En cada subgrupo se toman “n” sujetos, en la Tabla 2 estratos por carrera, muestra el número de estudiantes total y el número de estudiantes a encuestar.

Tabla 1. Estratos por carrera

Carreras	No. De Población	Tamaño Muestra
Gestión Empresarial N1	112	44
Informática N2	101	39
Innovación N3	82	32
Mecánica N4	84	33
Industrial N5	173	68
Alimentarias N6 Total	50	20
Total	602	235

Diseño de investigación

Para la recolección de los datos se elaboró un cuestionario como técnica básica, ya que permita la recolección de información y los datos para su tabulación, y así poder clasificarlos y analizarlos para poder abordar los objetivos del trabajo. En dicho cuestionario, se mencionó el título de la investigación, el objetivo de su aplicación, sus instrucciones y las preguntas (algunas con un ejemplo para que no hubiera dudas).

Para poder obtener la respuesta de los y las estudiantes se elaboraron 6 diseños de presentación conforme a cada una de las carreras ocupando las mismas preguntas.

El diseño de los formularios se realizó en la plataforma de Google drive, esta plataforma es una aplicación en la nube que a su vez tiene varios servicios incluidos, y uno de ellos es el de Formularios de Google para crear encuestas y cuestionarios *online* y enviárselos a otras personas. Para este caso de investigación, se les envió a los y las estudiantes activos a su correo institucional,

Resultados/Discusión de resultados

Estimación de los parámetros

En el programa estadístico *Stata*. Se importó la base de datos que correspondía, a las respuestas de los y las estudiantes, como se observa en la **Figura 1**, en la cual se visualiza los valores de los coeficientes que indican la relación que hay entre la variable dependiente con cada una de las variables independientes.

.logit RENDY SEXO EDAD OCUACIÓN APOYO PROMBACH BACHPRES P
ROMTEC TECPRIM CARPRIM TIMED ASISTENCIA

Iteration 0: log likelihood = -129.04084
Iteration 1: log likelihood = -116.24741
Iteration 2: log likelihood = -115.82935
Iteration 3: log likelihood = -115.82857
Iteration 4: log likelihood = -115.82857

Logistic regression	Number of obs	=	235
	LR chi2(11)	=	26.42
	Prob > chi2	=	0.0056
Log likelihood = -115.82857	Pseudo R2	=	0.1024

RENDY	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95 % Conf. Interval]	
SEXO	.2314882	.351877	0.66	0.511	-.458178	.9211545
EDAD	.0218804	.0181663	1.20	0.228	-.0137248	.0574856
OCUACIÓN	.2684806	.3475332	0.77	0.440	-.4126719	.9496331
APOYO	.3619939	.3857616	0.94	0.348	-.394085	1.118073
PROMBACH	.048898	.2859298	0.17	0.864	-.5115141	.60931
BACHPRES	-1.164193	1.59317	-0.73	0.465	-4.286748	1.958363
PROMTEC	.1091532	.0286751	3.81	0.000	.0529511	.1653554
TECPRIM	-.074159	.3882573	-0.19	0.849	-.8351293	.6868113
CARPRIM	.2306663	.3978782	0.58	0.562	-.5491606	1.010493
TIMED	-.0021498	.0052397	-0.41	0.682	-.0124194	.0081198
ASISTENCIA	1.223873	.7236804	1.69	0.091	-.1945145	2.64226
_cons	-9.11435	2.885369	-3.16	0.002	-14.76957	-3.459132

Figura 1. Valores de los coeficientes de cada una de las variables

No obstante, como puede observarse en la **Figura 1**. Valores de los coeficientes de cada una de las variables, en el modelo solamente se obtuvo una variable significativa que corresponde a la variable PROMTEC ya que su coeficiente $P > |z|$ resulto ser menor a 0.05 y las variables SEXO, EDAD, OCUPACIÓN, APOYO PROMBACH, TECPRIM, CARPRIM, TIMED Y ASISTENCIA resultaron estadísticamente no significativas ya que eran mayor a 0.05.

A consecuencia de eso, fue necesario que el modelo se reajustara, para que posteriormente se realizaran, la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas anteriormente.

Ajuste para el modelo final

Cuando se comenzó con el ajuste del modelo, lo primero fue realizar algunas pruebas omitiendo algunas de las variables. Como se observa en la **Figura 2** ajuste del modelo, solo se agregaron 8 variables, este fue corrido en el programa *Stata*, obteniendo los siguientes resultados:

.logit REND OCUPACIÓN APOYO BACHPRES PROMTEC TECOPC CARRERA TIEMPO ASISTENCIA						
Iteration 0: log likelihood = -105.61322						
Iteration 1: log likelihood = -97.825007						
Iteration 2: log likelihood = -96.915983						
Iteration 3: log likelihood = -96.908746						
Iteration 4: log likelihood = -96.908746						
Logistic regression						
			Number of obs	=	235	
			LR chi2(8)	=	17.41	
			Prob > chi2	=	0.0261	
Log likelihood = -96.908746			Pseudo R2	=	0.0824	
REND	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95 % Conf. Interval]	
OCUPACIÓN	-.3571032	.3801294	-0.94	0.348	-1.102143	.3879368
APOYO	.6218144	.4463311	1.39	0.164	-.2529786	1.496607
BACHPRES	-.2080938	1.604378	-0.13	0.897	-3.352617	2.93643
PROMTEC	.0748285	.0260817	2.87	0.004	.0237093	.1259478
TECOPC	.0405813	.4361044	0.09	0.926	-.8141675	.8953301
CARRERA	.0847354	.4398844	0.19	0.847	-.7774222	.9468931
TIEMPO	-.0031995	.0059119	-0.54	0.588	-.0147866	.0083877
ASISTENCIA	1.469293	.7160845	2.05	0.040	.0657936	2.872793
_cons	-5.796674	2.364527	-2.45	0.014	-10.43106	-1.162286

Figura 2. Ajuste del modelo

En este segundo modelo se obtuvieron únicamente dos coeficientes estadísticamente significativos, los cuales fueron el PROMTEC y ASISTENCIA. Por lo que fue necesario para efectos del modelo se eliminaran todas aquellas variables que resultaron no ser significativos, es decir, que su valor en $P>|z|$ fueron mayores a 0.05. Por tanto, el modelo final que se obtuvo fue el siguiente:

$$L_i = \ln \left(\frac{p_i}{1-p_i} \right) = \beta_0 + \beta_8 \text{PROMTEC}_i + \beta_{12} \text{ASISTENCIA}_i + u_i$$

En la **Figura 3** modelo final se puede observar que las variables significativas son dos, las cuales son el PROMTEC y ASISTENCIA.

.logit RENDY SEXO EDAD OCUACIÓN APOYO PROMBACH BACHPRES P ROMTEC TECPRIM CARPRIM TIMED ASISTENCIA						
Iteration 0: log likelihood = -105.61322						
Iteration 1: log likelihood = -99.246252						
Iteration 2: log likelihood = -98.503337						
Iteration 3: log likelihood = -98.501502						
Iteration 4: log likelihood = -98.501502						
Logistic regression						
			Number of obs	=	235	
			LR chi2(11)	=	14.22	
			Prob > chi2	=	0.0008	
Log likelihood = -98.501502			Pseudo R2	=	0.0673	
RENDY	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95 % Conf. Interval]	
PROMTEC	.0744699	.024884	2.99	0.003	.0256982	.1232415
ASISTENCIA	1.294521	.6647187	1.95	0.051	-.0083036	2.597346
_cons	-5.928862	2.138188	-2.77	0.006	-10.11963	-1.73809

Figura 3. Modelo final

Las variables que son significativas para el modelo, muestran tener un valor en $P>|z|$ por menor a 0.05, realizando una excepción en el coeficiente que corresponde a la asistencia, debido a una mínima décima que sobrepasa a 0.05 pero al no afectar de manera grávida al modelo no resulta necesario eliminarla.

Otro aspecto que nos indica que el modelo es bueno es la *Prob> chi2* que para el modelo general es una prueba de la hipótesis nula vinculada a todos los coeficientes de regresión (distintos del término constante) son cero. Eso, no es lo mismo que probar cada coeficiente por separado. Al ser menor de 0.05 comprueba que el modelo es bueno.

Prueba de hipótesis

De acuerdo al primer modelo y la significancia obtenida en cada una de las variables, para poder realizar el ajuste del nuevo modelo se necesitó ir descartando las variables con su respectiva hipótesis.

- **Sexo:** Con un $P > |z|$ de 0.511 muestra ser superior a 0.05, de tal manera que no es estadísticamente significativo, es decir, que dentro del ITSCS, el sexo de los y los estudiantes no es relevante para obtener un buen o mal RA, se rechaza la hipótesis.
- **Ocupación además de ser estudiante:** Con un $P > |z|$ de 0.440 resultó estar por encima de 0.05, de tal forma que la variable no fue estadísticamente significativa, es decir, que dentro del ITSCS, el hecho de que los y las estudiantes puedan tener una ocupación adicional además de estudiar y cumplir con sus obligaciones escolares no es un componente notable para que puedan obtener un buen RA, se rechaza la hipótesis.
- **Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán:** Con un $P > |z|$ de 0.849 tuvo un resultado que es superior a 0.05, volviendo a la variable no estadísticamente significativa, esto quiere decir que, en el ITSCS, el ser la primera opción en universidades considerada por los y las estudiantes no es relevante para que puedan tener un buen RA, se rechaza la hipótesis
- **Elección de la carrera:** Con un $P > |z|$ de 0.562 mostró tener un resultado que es superior a 0.05, volviendo a la variable no estadísticamente significativa para el modelo, esto quiere decir que en ITSCS no es relevante si los y las estudiantes no eligieron la carrera que actualmente cursan como primera opción, ya que no interfiere en el buen rendimiento que puedan tener, por esa razón la variable es descartada y la hipótesis fue rechazada.
- *Una vez rechazada las variables que mostraron no ser estadísticamente significativas para el modelo, fue posible proseguir con la aceptación de hipótesis de las variables que resultaron ser estadísticamente significativas en el modelo final.*
- **Promedio del primer año de carrera:** Para esta variable, de acuerdo a los resultados en el modelo final, obtuvo un $P > |z|$ de 0.003, lo que es mucho menor a 0.05 mostrando que es por mucho estadísticamente significativa, esto demostró que, dentro del ITSCS, el promedio que los y las estudiantes obtienen en el primer año de su carrera, es crucial para que puedan obtener un buen rendimiento académico. Por tanto, la variable junto con la hipótesis fue aceptada.
- **Asistencia a clases:** Para la variable que corresponde a la asistencia en el modelo final obtuvo un $P > |z|$ de 0.051 que es igual 0.05 y aunque tuvo una décima que superó a lo esperado, no afectó de manera grávida a la significancia estadística de la variable en el modelo. Esto prueba que, en el ITSCS, la asistencia es un variable con gran peso para que los y las estudiantes puedan obtener un mejor rendimiento académico. Por tanto, la variable y la hipótesis fueron aceptadas.

Interpretación de resultados.

Antilogaritmos

A todo número positivo o negativo le corresponde el logaritmo de otro número, que se llama antilogaritmo. (N Gujarati & C Poter, 2010)

Al tomar el antilogaritmo del coeficiente de PROMTEC igual a 0.744699 se obtuvo ($\approx e^{0.744699}$)= 1.077312916, esto significa que él o la estudiante que tengan un buen promedio en su primer año de carrera son 2 veces más propensos o propensas a tener un buen rendimiento académico que los y las estudiantes que no tuvieron un mal promedio en su primer año de la carrera.

En cuanto al antilogaritmo del coeficiente de ASISTENCIAS, igual a 1.294521 se obtuvo ($\approx e^{1.294521}$)= 3.649247566, esto significa que él o la estudiante que tenga una buena asistencia regular a sus clases son 3.6 veces más propensos o propensas a tener un buen rendimiento académico, de aquellos estudiantes que no tienen una asistencia regular a sus clases.

Probabilidad estimada

Para poder obtener la probabilidad estimada de cada estudiante, se genera en el programa *Stata* con base en la probabilidad de la variable dependiente usando el comando predict (variable dependiente) __prob y se saca la comparación probabilística que se muestra a continuación. Ejemplo:

Alumno no. 3: Un alumno que no tiene un buen desempeño académico y que obtuvo un promedio de 75 en el primer año de carrera pero que asiste constantemente a clases entendiéndose que puede tener un máximo de dos faltas en todo el semestre tiene una probabilidad de 79.87 % de obtener un buen rendimiento académico.

Tabla 2. Probabilidad estimada de cada uno de los estudiantes.

obs.	REND	PROMTEC	ASISTENCIA	REND_prob	obs.	REND	PROMTEC	ASISTENCIA	REND_prob
1	1	89	1	0.8531786	118	0	70	0	0.3819422
2	1	80	1	0.8298945	119	1	91	1	0.9223451
3	0	75	1	0.798689	120	1	87	1	0.9263845
4	0	79	1	0.878589	121	0	89	1	0.8735036
5	1	87	1	0.9034935	122	1	76	1	0.7017654
6	1	91	1	0.9070951	123	1	90	0	0.7670346
7	1	78	1	0.7193797	124	1	92	1	0.950702
8	0	96	1	0.8976673	125	1	84	1	0.9162677
9	1	89	1	0.8428735	126	1	84	1	0.8853569
10	1	94	1	0.8768219	127	1	90	1	0.8970103

Con el ejemplo anterior, es posible realizar la probabilidad estimada de cualquier estudiante.

Únicamente es necesario interpretar los datos obtenidos del estudiante considerando la probabilidad que cada uno obtuvo.

Odds Ratio

Obteniendo los Odds ratio de cada una de las variables independientes, se visualiza en la **Figura 4** que los odds ratio de PROMTEC y ASISTENCIA son estadísticamente significativos. Dado que los odds ratio son mayores a 1.

.logit RENDY SEXO EDAD OCUACIÓN APOYO PROMBACH BACHPRES P
ROMTEC TECPRIM CARPRIM TIMED ASISTENCIA

Iteration 0: log likelihood = -105.61322
Iteration 1: log likelihood = -99.246252
Iteration 2: log likelihood = -98.503337
Iteration 3: log likelihood = -98.501502
Iteration 4: log likelihood = -98.501502

Logistic regression	Number of obs	=	235
	LR chi2(11)	=	14.22
	Prob > chi2	=	0.0008
Log likelihood = -98.501502	Pseudo R2	=	0.0673

RENDY	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95 % Conf. Interval]
PROMTEC	1.077313	.0268078	2.99	0.003	1.026031 1.131158
ASISTENCIA	3.649248	2.425723	1.95	0.051	.9917308 13.42805
_cons	.0026615	.0056908	-2.77	0.006	.0000403 .1758559

Figura 4. Odds ratio de PROMTEC y ASISTENCIA

El odds ratio de la variable promedio del primer año de la carrera (PROMTEC) es de 1.077313, podemos decir que, si aumenta en una unidad el promedio del primer año de la carrera de él o la estudiante, esto significa que podríamos apostar 1 a 1 que él o la estudiante tenga un buen rendimiento académico.

El odds ratio de asistencia a clases (ASISTENCIA) es de 3.649248, en este podemos decir que, si aumenta la asistencia regular a clases de él o la estudiante, esto significa que podríamos apostar 3.6 a 1 que él o la estudiante tenga un buen rendimiento académico.

Efectos marginales

En la **Figura 5** se muestra el impacto en el cambio de una variable dependiente cuando de forma controlada y predecible, cambian las variables independientes en un modelo. Útil para variables discretas.

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

.mfx

Marginal effects after logit

y = Pr(REND) (predict)
=.84877188

Variable	dy/dx	Std. Err	z	P> z	[95 % C. I.]	X
ASISTENCIA	.0095588	.00312	3.06	0.002	.0003441 .015677	86.2085
_cons	.2360269	.15236	1.55	0.121	-.0626 .534654	.953191

Figura 5.Efectos Marginales de las variables PROMTEC y ASISTENCIA

En este caso, de manera general la probabilidad de que un estudiante tengan un buen rendimiento académico para esta muestra específica es de aproximadamente del 84.87 %, por lo tanto si un estudiante tiene un buen promedio en su primer año de la carrera aumenta la probabilidad de 0.95588 % puntos porcentuales de que tenga un buen rendimiento académico, con relación a la asistencia si él o la estudiante asiste regularmente a clases, esto aumenta la probabilidad de 23.60269 % puntos porcentuales que tengan un buen rendimiento académico.

R² McFadden

Debe notarse que en la **Figura 6** la bondad del ajuste tiene una importancia secundaria. Lo que interesa son los signos esperados de los coeficientes de la regresión y su importancia práctica y/o estadística. (N Gujarati & C Poter, 2010).

Por tanto y de acuerdo con la pauta general, el pseudo R² o McFadden del modelo final muestra un coeficiente de 0.067 en el programa *Stata* y 0.067337 en el programa *Eviews*, en el modelo el valor de pseudo R² el resultado salió cercano a cero, por lo tanto, el modelo tiene un mal ajuste, pero de acuerdo con lo que menciona (N Gujarati & C Poter, 2010) su bondad de ajuste no es tan relevante en este modelo tiene una importancia secundaria, ya que, lo que interesa son los signos esperados de los coeficientes de la regresión y su importancia práctica y/o estadística.

Method: ML - Binary Logit (Newton-Raphson / Marquardt steps)
Date: 01/24/21 Time: 14:09
Sample: 1 235
Included observations: 235
Convergence achieved after 3 iterations
Coefficient covariance computed using observed Hessian

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-5.928862	2.138188	-2.772844	0.0056
SER02	0.074470	0.024884	2.992686	0.0028
SER03	1.294521	0.664719	1.947472	0.0515

McFadden R-squared	0.067337	Mean dependent var	0.834043
S.D. dependent var	0.372837	S.E. of regression	0.358247
Akaike info criterion	0.863843	Sum squared resid	29.77502
Schwarz criterion	0.908007	Log likelihood	-98.50150
Hannan-Quinn criter.	0.881648	Deviance	197.0030
Restr. deviance	211.2264	Restr. log likelihood	-105.6132
LR statistic	14.22343	Avg. log likelihood	-0.419155
Prob(LR statistic)	0.000815		

Obs with Dep=0	39	Total obs	235
Obs with Dep=1	196		

Figura 6. R² de Mcfadden

Test de Wald

En la **Figura 7** test de Wald obtenido corresponde a la hipótesis nula: con la variable dependiente y las dos variables independientes.

Wald Test: Equation: Untitled			
Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	4.813375	(2, 232)	0.0089
Chi-square	9.626750	2	0.0081
Null Hypothesis: Hypothesis C(1)=0, C(2)=C(3) Null Summary:			
Normalized Restriction	(= 0)	Value	Std. Err.
C(1)		-5.928862	2.138188
C(2)-C(3)		-1.220051	0.667332
Restrictions are linear in coefficients.			

Figura 7. Wald Test que corresponde a la hipótesis nula

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos confirmar lo siguiente, la hipótesis nula indica que las variables en el modelo final corresponden a 0, es decir, que no son estadísticamente significativas, recordando que la hipótesis nula es la idea contraria a la que se ha llegado en la investigación.

No obstante, al observar la probabilidad, es posible darse cuenta que dicho valor es 0.0081 y que resulta ser por mucho muy bajo del 0.05 que es el nivel de significancia, por tanto, la hipótesis nula es falsa y se rechaza. Esto significa que las variables son diferentes de 0 mostrando tener una influencia significativa en el modelo.

Conclusiones

La presente investigación demostró que el rendimiento académico de las y los estudiantes, está ligado al promedio del primer año de carrera y a la asistencia a clases.

Con respecto al promedio del primer año de carrera, se encontró que si el alumno o la alumna tuvo un promedio alto en el primer año de carrera la probabilidad de que tengan un buen rendimiento académico a lo largo de su vida académica es mayor.

En lo referente a la asistencia se encontró que, si un alumno o alumna asiste regularmente a sus clases, teniendo un máximo de dos faltas en el semestre, tienen una mayor probabilidad de tener un buen rendimiento académico.

Para efectos de mejorar el rendimiento académico de los y las estudiantes pertenecientes al Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, es dándoles un seguimiento con el apoyo de los tutores que se les asigna en los primeros semestres de carrera, verificando el cumplimiento y compromiso de los y las estudiantes, siendo el caso que si se presenta un mal rendimiento académico, se pueda recurrir a dichas variables y analizar en cuál está fallando el estudiante para corregir el problema y evitar que su mal rendimiento crezca, provocando así la deserción del estudiante.

El presente trabajo, tiene como objetivo el conocer los determinantes del rendimiento académico a nivel “local”, no obstante, puede fungir como trabajo pionero del análisis del rendimiento académico y sus causas a nivel Estado de Puebla. Obviamente con las adecuaciones y mejoras que exijan cada una de las particulares regiones en el Estado, y así coadyuvar a la correcta planeación y toma de decisiones de los hacedores de la política educativa en el Estado de Puebla.

Referencias bibliográficas

- Earl, B. (2000). Fundamentos de la investigación social. En B. Earl, *Fundamentos de la investigación social* (págs. 232-256). México: Thomson editores.
- Mateu, J. C. (2003). Tipos de muestreo. *Revista de epidemiología y medicina preventiva*.
- N Gujarati, D., & C Poter, D. (2010). *Econometría quinta edición*. México: McGRAW-HILL/ Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Ruiz Recéndiz, M. d., Álvarez Huante, C. G., Anguiano Morán, A. C., & González Villegas, G. (2019). Rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Revista Relep*, 9.
- Tonconi Quipe, J. (2010). *Factores que influyen en el rendimiento académico y la deserción de los estudiantes*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/ced/11/jtq.htm>

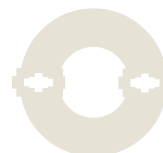


Análisis del Sistema de Ahorro para el retiro en México. Perspectivas, retos actuales poblacionales y empresariales

Serrano Parra Ivonne, Dra. Soto Rivas Soledad

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Camino a la Barranca de pesos s/n. San Lucas Atoyatenco. 74120. San Martín Texmelucan de Labastida Puebla.

L17050011@smartin.tecnm.mx



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

La presente investigación se realiza con la finalidad de analizar el Sistema de Ahorro para el Retiro en México, así como los retos a los que se enfrentan las poblaciones actuales entre ellos los millennials y las empresas. Es importante hacer conciencia de lo que se vive actualmente, puesto que la mayoría de la población puede que no tengan el suficiente conocimiento de cómo funciona dicho sistema y por la misma razón no se animan a ahorrar para su retiro. Desafortunadamente en México existe una falta de cultura en cuanto al ahorro y solo una pequeña parte de la población lo lleva a cabo como una actividad de manera correcta. Es importante no perder de vista el tema de las pensiones, por que a partir del cambio de las leyes las personas que entraron a trabajar a partir

del 1997 están sujetas al régimen del 97, es decir, su pensión dependerá únicamente de lo acumulado en las AFORES, si su ahorro resulta ser pequeño, el ingreso de su retiro será limitado e incluso imperceptible. Es por ello que al analizar el Sistema de Ahorro para el Retiro de se darán a conocer las ventajas y desventajas que tienen, así como los retos a los que se enfrenta México en cuanto a este sistema. Uno de los principales retos a los que se enfrentaran los millennials y las generaciones siguientes es que se retiraran de manera diferente, ya que cada vez hay más trabajadores independientes o por honorarios y el ahorro patronal deja de existir y su retiro dependerá únicamente de lo que voluntariamente ingresen a su AFORE o a cualquier otro instrumento de ahorro.

Palabras clave

Sar, afore, retos, perspectivas.

Abstract

This research is carried out to analyze the Retirement Savings System in Mexico, as well as the challenges faced by current populations, including millennials and companies. It is important to become aware of what is currently being experienced since most of the population may not have sufficient knowledge of how this system works and for the same reason they do not dare to save for retirement, it is known that it is not designed to being the sole breadwinner for the family and the retiree that is why this research also seeks to promote savings and apart from the contributions of the employer, government and the worker himself, they should make a contribution more voluntarily or save on their part so that when they arrive that moment they can enjoy a calmer life.

Unfortunately, in Mexico, there is a lack of culture regarding saving and only a small part of the population carries it out as an activity correctly, saving is related to the income of each person and although it seems complicated, this does not imply that saving is something impossible. It is important not to lose sight of the issue of pensions because as of the change in the laws, the people who started to work in 1997 are subject to the 97 regimes, that is, their pension will depend only on the amount accumulated in the AFORES.

If the savings turn out to be small, the retirement income will be limited and even imperceptible. That is why when analyzing the retirement savings system, the advantages and disadvantages that they have will be revealed, as well as the challenges that Mexico faces in terms of this system, one of the main challenges facing *Millennials* and subsequent generations will face is that they will retire differently since there are more and more independent workers or for fees and employer savings cease to exist and their retirement will depend solely on what they voluntarily enter into their AFORE or any other instrument of saving.

Keywords

Academic performance, probabilistic analysis, logit model.

Introducción

La investigación se realiza analizando el Sistema de Ahorro para el Retiro en México creado el 1 de mayo de 1992 como un complemento de la pensión de los trabajadores que cotizaron en el IMSS entre mayo de 1992 y junio de 1997. Existe una falta de cultura en México que ha llevado a los trabajadores a sentir nulo interés ante el futuro de su pensión, ya que en 1997 ocurrió un cambio que provocó una mayor complejidad en el ahorro atendiendo a una cuenta individual mediante las llamadas AFORE. Por lo cual las “aportaciones voluntarias” juegan actualmente un papel de suma importancia, que impactará en las pensiones en años posteriores, cuando se observen los primeros pensionados bajo la ley de seguridad social de 1997 (Ortega y García, 2019). Desde hace mucho tiempo existe una gran preocupación en los trabajadores en el tema del sistema de ahorro para el retiro, puesto que no saben si están ahorrando de manera suficiente para sostenerse cuando llegue ese momento, ya que se ha demostrado que en muchas ocasiones el nivel de ahorro resulta insuficiente. (Agüero, 2016).

Materiales y métodos

En esta investigación, se utilizará el método cuantitativo puesto que se aplicarán encuestas a la población del estado de Puebla para poder recabar la información necesaria. Algunos de los materiales que se utilizaran son: recursos bibliográficos, una computadora e Internet para el desarrollo de la misma.

Resultados/Discusión de resultados

Se tomó una muestra de 30 personas para la aplicación de la encuesta, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

1.3 Ocupación
30 respuestas

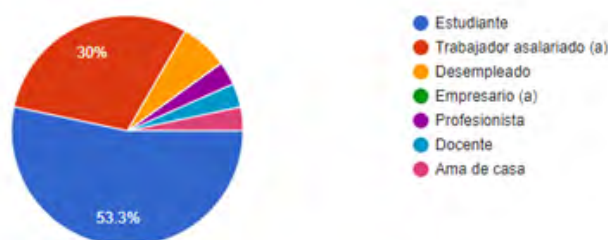


Figura 1. Ocupación

La **gráfica 1** representa la ocupación de las personas encuestadas y se observa que en un 53 % son estudiantes.

2.3. ¿Considera usted importante contar con algún sistema de pensión?

30 respuestas

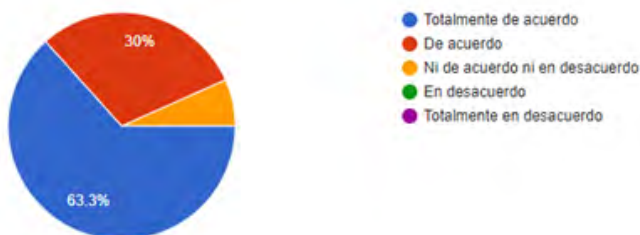


Figura 2. Importancia de contar con un sistema de pensión.

En la **gráfica 2**, un 63 % está totalmente de acuerdo en contar con un sistema de pensión.

2.5. ¿Considera usted que es importante conocer los sistema de pensiones vigentes en México?

30 respuestas

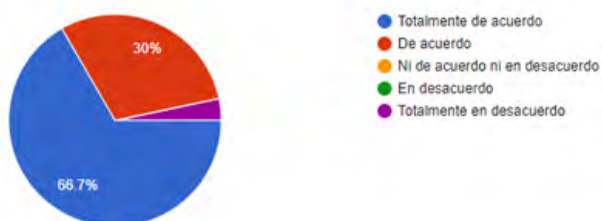


Figura 3. Importancia de conocer los sistemas de pensiones.

En la **gráfica 3**, más de un 60 % considera importante conocer los sistemas de pensiones vigentes.

2.8. ¿Sabe usted lo que representa una AFORE?

30 respuestas

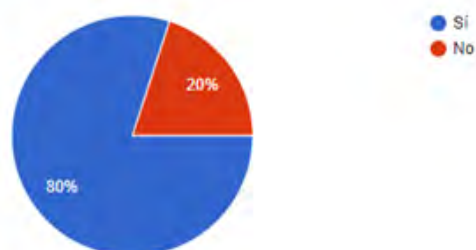


Figura 4. Conocimiento en cuanto a la AFORE.

Como se observa en la **gráfica 4**, la mayoría de la población encuestada conoce que es una AFORE.

2.12. Algún familiar de su núcleo familiar cuenta con pensión, señale el parentesco.

30 respuestas

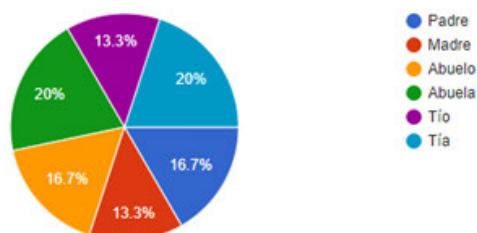


Figura 5. Familiares que cuentan con pensión.

Como se observa en la **gráfica 5**, cada uno de los encuestados cuenta con un familiar que cuenta con una pensión.

2.13. ¿Conoce usted en qué régimen de pensión se encuentran?

30 respuestas

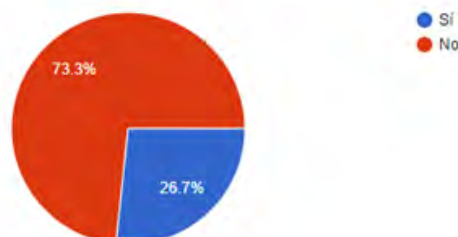


Figura 6. Conocimiento en el régimen de pensión.

De las personas encuestadas más de un 70 % desconoce en qué régimen se encuentra su familiar pensionado.

Conclusiones

Para concluir la presente investigación, la población de los denominados millennials se encuentra preocupada, puesto que nunca previeron que para su generación no contarían con una pensión que realmente les brinde una vejez tranquila. Con las reformas actuales se ven afectados, porque los actuales sistemas de pensiones requieren mil 250 semanas de cotización, casi 25 años, para tener acceso a un ingreso después de la vida laboral. Pero las malas prácticas de ahorro han hecho que muchos jóvenes no tengan lo necesario para sobrevivir en el futuro. Es por ello que realiza esta investigación, para conocer a que se están enfrentando los jóvenes millennials, la población en general y las empresas.

Referencias bibliográficas

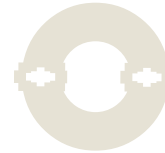
- [1] CONSAR. (17 de 3 de 2021). *Gobierno de México*.
Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/consar/articulos/por-regimen-de-97?idiom=es>
- [2] Dirce, O. J. (1 de Julio de 2019). *Universidad Veracruzana, Instituto de Contaduría, Xalapa, Veracruz*. Obtenido de Universidad Veracruzana, Instituto de Contaduría, Xalapa, Veracruz: [http://www.web.facpya.uanl.mx/Vinculategica/vinculategica_5_2/A.65 %20 La %20educacio %CC %81n %20 del %20ahorro %20ante %20el %20 sistema %20de %20pensiones %20en %20 Me %CC %81xico.pdf](http://www.web.facpya.uanl.mx/Vinculategica/vinculategica_5_2/A.65%20La%20educacio%CC%81n%20del%20ahorro%20ante%20el%20sistema%20de%20pensiones%20en%20Me%CC%81xico.pdf)

El puerto aéreo de la ciudad de Puebla (1929-1954)

Castillo Rodríguez Víctor Alfonso

Facultad de Filosofía y Letras de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av.
Don Juan de Palafox y Mendoza, no. 229, Col. Centro, C.P. 72000, Puebla, Puebla.

victorcastillo1521@gmail.com



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

La aviación mexicana es un tema que los historiadores no se han atrevido a trabajar, por fortuna ha sido abordada por algunos apasionados aeronáuticos produciendo algunas cronologías interesantes. Por momentos, parece que México no ha figurado dentro de los avances aeronáuticos, sin embargo, estamos dejando de lado un gran camino recorrido por los aventureros mexicanos y sus aportes a la aviación mundial.

Un elemento importante dentro del estudio de la aviación, es el lugar en el que se desarrollan las operaciones aeronáuticas ya que además de ser útiles para los aviones también configuran el entorno que los rodea

y modifican la vida cotidiana de los habitantes cercanos. Este es el caso, del puerto aéreo de la ciudad de Puebla, un espacio que cobró tal relevancia que albergó los festejos del cuarto centenario de la fundación de la ciudad, además de trascender en el tiempo y brindar recuerdos a los poblanos que presenciaron el despegue y aterrizaje de aviones en un espacio abierto al público.

El presente estudio, rescata la historia del puerto aéreo con la finalidad de brindar una base para el estudio de la aeronáutica poblana, ya que no existe un trabajo histórico similar.

Palabras clave

Aviación, aeropuerto, avión, Puebla.

Abstract

Mexican aviation is a subject that historians have not dared to work on, fortunately, it has been approached by some passionate aeronautics producing some interesting chronologies. At times it seems that Mexico has not figured in the aeronautical advances. However, we are leaving aside a great road traveled by Mexican adventurers and their contributions to world aviation.

An important element in the study of aviation is the place where aeronautical operations take place since, in addition to being useful for the airplanes, they also shape the surrounding environment and modify the daily life of the nearby inhabitants. This is the case of the airport of the city of Puebla, a space that became so important that it hosted the celebrations of the fourth centenary of the founding of the city, besides transcending in time and providing memories to the inhabitants of Puebla who witnessed the takeoff and landing of airplanes in a space open to the public.

This study rescues the history of the airport to provide a basis for the study of aeronautics in Puebla since there is no similar historical work.

Keywords

Aviation, airport, airplane, Puebla.

Introducción

Alrededor del año 2014, comencé a trabajar la aviación desde la mirada de la Historia, por supuesto mi primera mirada no fue clara y se concentró más en los eventos relevantes para la aviación nacional mexicana. Desde ese primer acercamiento, me di cuenta de que los autores que abordan la historia de la aviación no son historiadores. En muchos de los casos, son personas relacionadas al ámbito aeronáutico que comparten la pasión por la aviación y la investigación, en otros casos, encontré periodistas y en otros casos militares.

También, me percaté de que el grueso de los artículos, libros y documentales se enfocan en episodios muy marcados de la aviación nacional, como el combate aeronaval de Topolobampo, algunos vuelos de buena voluntad y la participación del escuadrón 201 en la segunda guerra mundial. Además, quiero hacer notar que las investigaciones se centran en los sucesos, y salvo algunas pocas excepciones, no hay un análisis del impacto de aquellos sucesos en la sociedad. Esta reflexión, me llevó a notar que no se presta atención a los aeropuertos, a pesar de ser un elemento necesario para la realización de actividades aeronáuticas. Salvo el caso del Puerto Aéreo Central de la ciudad de México, del cual sí se han escrito algunas cronologías; pero de nueva cuenta las investigaciones y los artículos se centran en la construcción y operación de este espacio y dejan de lado el impacto social que provoca.

Es aquí donde radica la importancia de mi trabajo, no hay una investigación histórica ni un estudio que hable del campo de aviación de la ciudad de Puebla ni de su impacto urbanístico y social, por lo que mi intención es aportar una fuente para el estudio de la aeronáutica nacional y para la historia de nuestra ciudad.

Antecedentes

Mi primer acercamiento hacia la aviación en México vista desde la Historia, fue con un trabajo titulado “*Un vuelo de a brinquitos*” en el que escribí un poco sobre los inicios de la aviación con los hermanos Wright, los inicios de la aerostación en nuestro país con los primeros globos aerostáticos, la llegada de los primeros aviones a la capital mexicana y sobre algunos episodios durante la revolución mexicana, lo que me permitió observar un panorama general de la aeronáutica nacional.

Posteriormente, realicé un trabajo llamado “*Los otros ángeles de la Puebla de los Ángeles. El campo de aviación Pablo L. Sidar. 1926- 1954*”, en el que tuve mi primer acercamiento al aeródromo de la ciudad de Puebla. El trabajo inició con breves antecedentes de la aviación en Puebla antes de la construcción del campo de aviación, para continuar con la historia del aeródromo y algunas festividades aeronáuticas como el cuarto centenario de la fundación de la ciudad en 1931, la investigación terminó con el recuento de las escuelas de aviación que en dicho aeródromo se instalaron. Aquella investigación, me permitió darme cuenta de que no hay autores que hablen en específico del tema y de que la información al respecto no se encuentra localizada en los archivos de la ciudad, además de que el personal desconoce del tema, por lo que mi principal fuente fue el periódico “La Opinión”.

En el año 2017, comencé a darle forma al proyecto de tesis a través de los seminarios de metodología y de tesis que se imparten en el colegio de Historia. Para el año 2018, comencé a investigar formalmente al campo de aviación usando nuevamente al periódico “La Opinión” como mi fuente principal.

La investigación se divide en tres capítulos que llevan al lector del panorama mundial hasta el campo de aviación Pablo L. Sidar. El capítulo I, titulado “*De los globos franceses a los aviones mexicanos*” hace un recuento desde el nacimiento de los globos aerostáticos en Francia hasta los aviones construidos en nuestro país, pasando por los aportes de los hermanos Wright, la llegada de los dirigibles a México, el uso de los primeros aviones en la capital mexicana, los vuelos de buena voluntad y la creación de los primeros campos de aviación en la república mexicana.

El capítulo II, titulado “*La aviación en Puebla*” habla sobre los antecedentes de la aviación en nuestro estado antes de la construcción del campo de aviación, la construcción del campo de aviación y la historia del campo de aviación entre 1929 y 1954.

El tercer capítulo se titula “*El campo de aviación y su relación con la ciudad de Puebla entre 1929 y 1954*”, en este capítulo se hace un análisis urbanístico y social alrededor del campo de aviación, tomando como referencias las modificaciones que se hicieron a la ciudad y los eventos relevantes que se realizaron en él, como los festejos del cuarto centenario de la fundación de Puebla, las carreras aéreas, los honores funerarios, los ejercicios militares y la instalación de escuelas de aviación.

Por último, se presentan las conclusiones de la investigación y los puntos que no se alcanzaron a tocar durante la misma, así como las líneas de investigación que pueden desarrollarse en posgrado.

OBJETIVOS

La presente investigación, busca introducir el campo de aviación poblano a la Historia de la aviación mexicana a través de tres objetivos generales.

- 1- Generar una investigación histórica sobre el campo de aviación poblano para proporcionar una nueva fuente sobre la aviación mexicana.
- 2- Descubrir la relación entre el campo de aviación y la sociedad poblana.
- 3- Entender el papel de la ciudad de Puebla en el desarrollo de la aviación nacional.

Materiales y métodos

Construcción metodológica

Llegar al campo de aviación poblano como objeto de estudio, requirió de mucho trabajo de reflexión y búsqueda de información. Desde que inicié mi licenciatura en 2011, siempre tuve claro que mi tesis hablaría sobre aviación, con el paso del tiempo, y los trabajos finales que se entregaban a cada materia, comencé a acercarme a la historia de la aviación mundial lo que me llevó a reconocer los primeros obstáculos, la poca bibliografía acerca del tema, la difícil localización del material y en algunos casos el idioma del mismo. Por supuesto, encontré algunas obras que me permitieron empezar mi andar por este camino como *Historia de la Aviación Mundial*, tomos I al VI del militar Liborio Pérez Elorriaga que hace un recuento de la evolución de la aviación mundial, *Historia de las comunicaciones: Transportes aéreos* de Valery Bridges que reseña las etapas de la aviación desde los globos aerostáticos hasta los transbordadores espaciales y algunos artículos como *Nuestro primer vuelo* escrito por Orville Wright, donde el aeronauta, narra cómo superaron los primeros obstáculos que aparecieron en la construcción y operación de su aparato, el *Flyer 1*, solo por mencionar un par de ejemplos..

A medida que me fui acercando a la aviación nacional, encontré algunas trabas que seguían la misma línea, poca bibliografía, poco accesible y en algunos casos costosas, por suerte la Biblioteca Central de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, cuenta con algunos títulos bastante útiles. La primera obra a la que me acerqué fue *Aeropuertos: Historia de la construcción, operación y administración aeroportuaria de México* escrita por un periodista español radicado en nuestro país llamado Manuel Ruiz Romero; su obra se encuentra bien acompañada de una amplia colección de fotografías que son parte de una colección del mismo autor, de este libro tome algunas ideas que deseaba desarrollar como hacer una Historia Tecnológica de la Aviación Mexicana, proyecto que rondaba constantemente por mi cabeza, pero que después de varias reflexiones abandone debido a que no cuento con los elementos teórico metodológicos para abordar el tema, además de la necesidad de consultar distintos archivos como el Archivo General de la Nación y el archivo de la Secretaría de la Defensa Nacional para lo que requiero recursos económicos. Sin embargo, este libro me inspiró a buscar más bibliografía sobre aviación nacional.

Un tiempo después encontré otra obra del mismo autor, *100 años de la Aviación en México* tomos I y II, dichas publicaciones me acercaron a distintos episodios de la aviación nacional; pero aun no era capaz de construir un objeto de estudio, sin embargo, comencé a notar que en la bibliografía, las revistas y las páginas web que consultaba casi nunca se mencionaba a Puebla, lo que hizo que me preguntara sobre la situación de nuestro estado en el marco del nacimiento de la aviación en los inicios del siglo XX. Mi nuevo proyecto se encontraba encaminado a construir una Historia tecnológica de la aviación poblana. Al comenzar a rastrear información sobre Puebla me encontré con la sorpresa de que prácticamente no hay nada ni nadie que hable sobre nuestra ciudad y su espacio aéreo. Como comente anteriormente, abandone mi intención de hacer historia de la tecnología debido a la falta de formación teórico metodológica en dicha corriente, por lo que recordando el primer libro que consulte sobre aviación mundial pensé en trabajar el espacio donde se desarrollan las operaciones aeronáuticas, me refiero al aeropuerto.

Mi primer acercamiento al campo de aviación de la ciudad de Puebla, fue con una perspectiva social, ya que creía que la mejor manera de generar mi tesis era a través de la Historia Social. La primera solución que di al problema de las fuentes fue acercarme a la hemeroteca Juan Nepomuceno Troncoso, donde por fortuna, y mucho tiempo leyendo el periódico *La Opinión*, comencé a encontrar algunas notas. Los mismos encabezados de la prensa me dieron pistas sobre la otra perspectiva

que uso en mi tesis; la Historia Urbana, poco a poco aparecían notas sobre la transformación y modernización de la ciudad.

Por fin, pude encontrar un camino a mi alcance y que además cumple cabalmente el criterio de originalidad, aporta a la historia de la aviación y a la historia poblana. El acercamiento al campo de aviación, en mi tesis, se da a través de la Historia Social para comprender la interacción entre este espacio y la sociedad poblana, y a través de la Historia Urbana para comprender la transformación que sufre el entorno a raíz de la construcción del puerto aéreo. Debo mencionar que los libros que leí sobre aviación nacional presentan episodios o cronologías, por lo que no encontré un modelo que pudiera seguir o guiar la construcción de este trabajo. Por lo que la construcción metodológica fue un proceso largo pero muy satisfactorio, incluso por momentos me acerque a la arqueología histórica, ya que me di a la tarea de encontrar los vestigios y construcciones que sobreviven de aquel puerto aéreo, lo que me permitió reconocer elementos del trazo del actual “Parque Ecológico” que anteriormente eran parte de la pista de aterrizaje, de las calles de rodaje y de la gota¹.

Comprendiendo a las ciudades como entes vivos donde la vida se desarrolla, la Historia Urbana aporta mucho a la comprensión de la Historia Social, por ello decidí usar ambas metodologías en esta investigación.

Materiales

En varias ocasiones he mencionado la falta de material bibliográfico y documental e incluso el desconocimiento del tema por parte de los empleados de los archivos que consulte como el Archivo Histórico Municipal, el Archivo General del Estado o el Archivo de Notarías, quienes me atendieron de forma amable, pero reconocieron que no saben dónde localizar información documental ni cartográfica acerca del campo de aviación. Debo precisar que el Archivo Histórico Municipal, me canalizó a la antigua cementera donde me proporcionaron algunas fotos sobre el juramento de los jóvenes del servicio militar nacional y una foto aérea del aeródromo Pablo L. Sidar, caso contrario a la fototeca Juan C. Méndez donde me comentaron que no tenían material sobre el tema; pero que revisarían su acervo y me llamarían, de eso ya un par de años.

¹ Se le denomina “gota” a un extremo de la pista de aterrizaje con forma circular que permite que los aviones puedan girar para iniciar la carrera de despegue. Actualmente en lo que fue la gota del extremo 03 de la pista del puerto aéreo, se encuentra un acceso al “Parque Ecológico” y una cafetería Italian Coffee.

Ya que en los archivos no encontré una idea clara de la documentación existente comencé a hacer “Historia de a pie”, camine por las colonias aledañas al actual parque ecológico, toqué puertas y pregunté si alguien recordaba algo sobre el campo de aviación. Algunas personas platicaron conmigo con muchas restricciones, otras prefirieron disculparse comentando que no sabían nada, incluso pude entrar a la sede de las Unidades Móviles Alimentarias de SEDESOL en la 24 sur donde localicé una placa referente a un acontecimiento aeronáutico en 1978. Así comenzaron a brotar algunos datos como accidentes o recuerdos de personas que jugaron de niños ahí y vieron operar algunas aeronaves. Estos datos, me hicieron voltear a la hemeroteca Juan Nepomuceno Troncoso, donde el personal fue amable conmigo; pero de igual modo desconocían dónde localizar información, así que me di a la tarea de revisar día por día desde 1926 hasta 1928 año en el que comencé a encontrar notas sobre la futura construcción de un gran campo de aviación. Por ello, la gran mayoría de mi investigación se sustenta en las notas encontradas en el periódico La Opinión.

Para el caso de las fotografías, de las cuales poseo una recopilación de alrededor de 57 imágenes, me apoyé en distintos medios como la página Puebla antigua, ubicada en la red social Facebook, algunos libros sobre historia de Puebla como Puebla en Imágenes, Aviación Militar o Historia de los Aeropuertos de México, solo por mencionar algunos ejemplos. Además de recopilar fotografías propias de monumentos y cédulas en el Parque Ecológico que me permitieron comprender la transformación del espacio físico actual.

Fue difícil encontrar imágenes que se enfocaran al campo de aviación, por lo que en varias fotografías fueron tomadas con otra intención, pero se logra apreciar en contexto la pista de aterrizaje o el faro de señales que existía en el fuerte de Guadalupe.

El caso de la cartografía fue un poco diferente al de los documentos o las fotografías, el personal de la mapoteca Jorge A. Vivó me permitió revisar algunos planos del INEGI desafortunadamente ninguno de ellos brinda una perspectiva clara de la zona oriente de la ciudad, sin embargo, con el apoyo del mismo personal reconstruimos el trazo del campo de aviación a partir 4 mapas que tocaban esa zona. Además, me proporcionaron un mapa editado por el periódico Mignon en el año de 1937, donde se aprecia el perímetro del aeródromo, un Plano Comparativo del Crecimiento de la Ciudad elaborado por Enrique Cordero y Torre y un plano de límites de colonias levantado por el Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas editado en 2001 donde se aprecia el trazo del Parque Ecológico.

La búsqueda de información contribuyó enfocar el objeto de estudio hacia la Historia Urbana, ya que la mayoría de datos arrojan transformaciones estructurales como el trazo de calles, avenidas o el cambio de uso de suelo de zonas aledañas al puerto aéreo lo que a su vez nos muestra la interacción con algunos sectores sociales. Es aquí donde la ciudad, vista como un ente compuesto por varios núcleos que se conectan entre sí, nos permite comprender la influencia del campo de aviación en el desarrollo de la mancha urbana hacia el oriente.

Resultados/Discusión de resultados

El puerto aéreo poblano fue importante para la transformación urbana y social de la Puebla de la primera mitad del S. XX.

Prueba de ello, son los esfuerzos que se hicieron para integrar al campo de aviación a la vida cotidiana y a los actos políticos y festivos de la época. Sin duda los poblanos de la primera mitad del S. XX vivieron con sentimiento los actos luctuosos del piloto Pablo L. Sidar y con emoción el primer aterrizaje en la ciudad de Puebla. Del mismo modo se atemorizaron con los sonidos de los primeros vuelos nocturnos que despertaron rumores como el del “avión que se alimentaba con grasa humana”.

Considero que hay muchos temas que los historiadores aun deben explorar para captar el interés de la sociedad moderna, sobre todo en estos tiempos en los que el pensamiento crítico no está al alcance económico y cultural de todos.

Conclusiones

La historia de la aviación mexicana, es un campo fértil para el estudio de la sociedad del S. XX, en este sentido la aviación poblana es terreno virgen en el que los historiadores podemos tenemos mucho que hacer. Mi investigación busca brindar una base para el estudio de la aviación poblana, la conformación de la sociedad poblana del S. XX y el crecimiento de la ciudad.

Dicha investigación cumple con el criterio de originalidad que requiere una investigación histórica además de la disciplina que caracteriza a nuestra ciencia histórica.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El estudio de la aviación poblana brinda varias oportunidades de investigación como:

- El surgimiento de la sociedad Jet-Set.
- La instalación de campos de aviación en las comunidades pobres para generar líneas de comunicación.
- La aviación agrícola
- Los accidentes de aviación en el estado de Puebla.
- Las escuelas de aviación en Puebla.
- Arqueológica histórica enfocada a los vestigios relacionados al campo de aviación como: Cuartel general, torre de control, faro en el fuerte de Guadalupe, pistas de aterrizaje, calles de rodaje etc.

Referencias bibliográficas

Archivos

Archivo General Municipal de Puebla.

Archivo General del Estado de Puebla.

Hemeroteca

Hemeroteca Pública Juan Nepomuceno Troncoso.

Mapoteca

Mapoteca Jorge A. Vivo, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Bibliografía

Angulo Castañón, Félix. *Estampas poblanas*. Puebla: INVUNI, 1969.

Bridges, Valery. *Historia de las comunicaciones: transportes aéreos*, España, Salvat editores de México s.a., 1969.

Cámara de Diputados LXII legislatura. *Fuerza Aérea Mexicana. La aviación militar. Un siglo de historia (1915- 2015)*, México, Casa Aldo Manuzio, 2015.

Cordero y Torres, Enrique. *Historia Compendiada del Estado de Puebla. Tomo III*, México, Bohemia Poblana, 1986.

Fierro Villalobos, Roberto. *Esta es mi Vida*, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1964. Nieto, Ambrosio, *Geografía y Cartografía del estado*

de Puebla, Puebla, Casa Nieto, 1978. Obregón, Álvaro, *Ocho mil kilómetros en campaña*, México, Fondo de Cultura Económica, 1959. Pérez Elorriaga, Liborio, *Historia de la aviación mundial. Tomo II*, México, Biblioteca del Oficial Mexicano, 1982. Ruiz Romero, Manuel, *100 años de la aviación en México, tomo I*, México, Aeropuertos y Servicios Auxiliares, 2011.

Ruiz Romero, Manuel, *50 años Aeropuertos y Servicios Auxiliares*, México, Biblioteca Mexicana del Conocimiento, 2015.

Ruiz Romero, Manuel, *Aeropuertos. Historia de la construcción, operación y administración aeroportuaria en México*, México, Aeropuertos y Servicios Auxiliares, 2003.

Ruiz Romero, Manuel, *Aviación militar. Historia de la fuerza aérea y de la aviación naval*, México, Biblioteca de la Historia Aeronáutica de México, 2004.

Ruiz Romero, Manuel, *Historia de los Aeropuertos de México*, México, SACSA, 1997. Villela Gómez, José, *Breve Historia de la Aviación en México*, México, José Villela Gómez, 1971.

Bibliografía en pdf

De Gortari Rábiela, Hira, “¿Un modelo de urbanización?”. *Secuencia*, mayo-agosto 1987. Edición para pdf. Galindo Trejo, Jesús, *La traza urbana de las ciudades coloniales en México: ¿una herencia derivada del calendario mesoamericano?*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2013. Edición para pdf.

Jiménez Aparicio, Ángel, *México Fábrica de Aviones*. México, S.M.E.A.L., 2010. Edición para pdf. Leich, Hugo. *Las calles de Puebla*. México, Secretaría de Cultura Federal, 2016. Edición para pdf. Osgood, Carl, *Como los hermanos Wright realizaron el primer vuelo propulsado*. EIR, 2005. Edición para pdf. Wright, Orville, *Nuestro primer vuelo*. Washington D.C., Federal Aviation Administration. Edición para pdf.

Hernández Domínguez, Erick de Jesús, *Alas de México: la industria aeronáutica mexicana. Los talleres Nacionales de Construcción Aeronáutica*, México. Edición para pdf.

Páginas web

“Definicion.de”. *Definición de avión*. Disponible en <https://definicion.de/avion/>

Juan A., José, “El espíritu de San Luis a noventa años de distancia”, *A21 mx*. 31 de mayo de 2017. Disponible en [http://a21.com.mx/desde-mi-ventanilla/2017/05/31/el-espiritu-de-san-](http://a21.com.mx/desde-mi-ventanilla/2017/05/31/el-espiritu-de-san-luis-noventa-anos-de-distancia)

[luis-noventa-anos-de-distancia](http://a21.com.mx/desde-mi-ventanilla/2017/05/31/el-espiritu-de-san-luis-noventa-anos-de-distancia) Romero Navarrete, José Antonio, “La hélice Anáhuac un siglo después”, *Universidad Autónoma de Querétaro*, Disponible en https://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/ArchivosPDF/v4-n3/t4.pdf

Blog

Hernández Domínguez, Erick de Jesús, “Embajadores del aire: orígenes de la aviación mexicana”. *Aviación e Historia* (blog), 6 de abril de

2017, Disponible en <http://haviacionmexicana.blogspot.com/2008/06/embajadores-del-aire-origenes-de-la.html>

Tesis

Carral García, E. D. “Sitios urbanos en Puebla”, tesis de licenciatura. Universidad de las Américas Puebla, 2004.

Artículos consultados

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Puebla.

“Acuerdo dictado por el C. gobernador del Estado, con motivo de la solicitud hecha por empleados del Gobierno del Estado, del H. Ayuntamiento y del Ramo Judicial, para la formación de una Colonia Urbana”, *Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Puebla*, Puebla, 15 de julio de 1932.

“Acuerdo dictado por el C. Gobernador Constitucional del Estado, con motivo de una solicitud presentada por vecinos de esta Ciudad, que piden la formación de una Colonia Urbana en terrenos comprendidos en la Av. que parte de la Escuela de Santiago al Campo de Aviación”, *Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Puebla*, Puebla, 22 de julio de 1932.

“Acuerdo dictado por C. Gobernador Constitucional del Estado, referente a la solicitud presentada por vecinos de esta Ciudad, para la formación de una Colonia Urbana que se denominará

Aviación”, *Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Puebla*, Puebla, 18 de noviembre de 1932.

Jueves de Excelsior

“La aviación militar en México progresa notablemente”, *Jueves de Excelsior*, México, 14 de enero de 1926. “Del Globo de Cantoya al Avión Ligerero”, *Jueves de Excelsior*, México, 17 de febrero de 1926. “Los sucesos mundiales a través de la cámara”, *Jueves de Excelsior*, México, 8 de abril de 1926. “A través del Atlántico en

Aeroplano sin hacer escala”, *Jueves de Excelsior*, México, 10 de abril de 1926.

“La significancia de la carretera de la ciudad de México a Puebla”, *Jueves de Excelsior*, México, 21 de octubre de 1926.

La Opinión

La Opinión, Puebla, del 10 de octubre de 1928 a diciembre de 1943.

El Universal

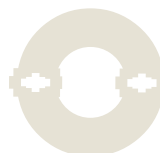
“Visita el Presidente la capital de Puebla”, *El universal*, México D.F., 2 de diciembre de 1943.

Factores obstaculizantes en el proceso de aprendizaje en la pandemia por COVID-19 en alumnos de nivel superior

Morales Castillo Silvia Fernanda, Ruiz Tejeda María de Lourdes, Tejeda Polo Patricia Leonor

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán, Puebla. 73960

victorcastillo1521@gmail.com



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

El panorama que contrajo la pandemia por COVID-19 llegó a transformar los contextos educativos en los diferentes niveles educativos. Debido a que los cambios de paradigmas educativos se transformaron, tomando en cuenta los ajustes sociales requeridos, es por ello, que se realiza esta investigación que tiene con motivos a identificar los factores que obstaculizan el impacto

en la continuidad académica desfavoreciendo la interacción entre alumno-docente y, los contenidos motivando al primero a fortalecer sus competencias y el autoaprendizaje. Lo cual puede ser un referente para promover el abandono escolar y continuar con procesos educativos de calidad que oferta el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Palabras clave

Aprendizaje, virtual, autoaprendizaje, competencias.

Abstract

The panorama that contracted the pandemic by COVID-19 came to transform the educational contexts at the different educational levels, because the changes in educational paradigms were transformed, taking into account the required social adjustments, which is why this research is carried out which has motives to identify the factors that hinder the impact on academic continuity, discouraging the interaction between student-teacher and the content motivating the former to strengthen their skills and self-learning, which can be a reference to promote school dropout and continue with quality educational processes offered by the Higher Technological Institute of Teziutlán.

Keywords

Learning, virtual, self-learning, skills.

Glosario de abreviaturas y símbolos

COVID-19, Coronavirus 2019.

ONU, Organización de las Naciones Unidas

ítems, Una pregunta

TIC'S, Las tecnologías de Información y Comunicación

TecNM, Tecnológico Nacional de México

Introducción

Hoy el mundo ha cambiado, no es el mismo que se veía hace algunos meses, tras la contingencia por el COVID-19, las expectativas de vida y de sociedad se vieron impactadas, para lo que no se estaba preparado. En este aspecto, una de las áreas sociales es la educación, que de forma radical sufrió el embate de todos estos cambios, tanto docentes como alumnos han tenido que adaptar sus rutinas y sus formas de enseñar y aprender. Este giro vertiginoso trae como consecuencia en México, un panorama en muchas formas desalentador para muchos, pero un reto para muchos otros, señalando de forma directa las grandes diferencias y desigualdades sociales.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, actualmente opera dando clases en la modalidad virtual bajo la metodología de aula invertida, presentando un cambio de paradigmas para todos los actores del proceso enseñanza aprendizaje. Por ello, es de suma importancia conocer la opinión de los alumnos en esta situación, así como identificar algunas áreas de oportunidad que permitan lograr la formación de profesionistas capaces de enfrentar los retos sociales actuales.

Lo anterior representa un reto, tanto para los docentes como para el Instituto, para lograr que los alumnos tengan las competencias necesarias que les permitan adaptarse a contextos cambiantes y con ello mejorar el aprendizaje autodidacta, que, aunque en forma presencial se lleva a cabo centrando el proceso enseñanza aprendizaje en el alumno, aun no se desarrolla la capacidad de autoaprender.

Materiales y Métodos

Antecedentes del estudio

En el contexto actual de pandemia a nivel mundial, específicamente en el terreno educativo, se deben tomar en cuenta algunos aspectos que son importantes de analizar, ya que se puede afirmar que ningún sistema educativo a nivel mundial se encontraba preparado para hacer frente a una contingencia de esta magnitud. Por lo que se hace necesario contemplar la imperiosa necesidad de cambiar paradigmas educativos ya establecidos con pensamientos disruptivos que faciliten de alguna forma una nueva manera de desarrollar la educación.

Tanto el docente como el alumno cambiaron de forma radical la manera de llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje, pasando de lo presencial a lo virtual, ante el COVID-19 se han visto afectados cerca de mil 500 millones de estudiantes de todas las edades y en todos los países [1]. Si se contempla que la educación se ha visualizado como la clave del desarrollo y el futuro de la sociedad. Es tiempo de observar las oportunidades de renovar el sentido educativo.

Aunado a esto, en México existen grandes desigualdades en el terreno educativo, ya que no todos los estudiantes y los profesores tienen el mismo acceso a diferentes medios de comunicación y tecnología, abriendo una brecha sumamente importante para continuar tomando clases. Si lo contemplamos de esa forma, ya existía una desigualdad, exclusión, discriminación, segregación dentro del sistema educativo, incrementándose ante el panorama actual, aunado a la falta de infraestructura digital, por lo que el reto de la educación, crece haciendo pensar cuál es la función y hacia dónde redireccionar los fines sociales de la educación.

Objetivo General

Analizar los diferentes factores contextuales que difieren en el proceso de aprendizaje en el alumno de nivel medio superior del Tecnológico de Teziutlán, en la etapa comprendida por la pandemia de COVID-19.

Metodología

Para el desarrollo de este estudio se utiliza un Diseño de investigación no experimental, en el cual no se manipularán las variables de forma deliberada, solo se realizará un análisis de cómo sucede el fenómeno en forma natural, indagando las incidencias y los valores que se presentan; transversal o transeccional ya que la recolección de datos se realizará en un momento determinado de la historia y descriptivo tratando de establecer la relación de la causa y efecto de las variables detectadas, teniendo un enfoque mixto al manejar datos cualitativos y cuantitativos. Así mismo, la técnica a utilizar es la encuesta que permite realizar la recolección de forma más práctica y a bajo costo de datos directos de los elementos muestrales y como instrumento de recolección de datos se utilizará cuestionario con ítems destinados a medir las variables [2].

Población

Actualmente se tienen un total de 938 alumnos inscritos en la Carrera Ingeniería en Gestión en el periodo Agosto-Diciembre 2020 en el sistema escolarizado y mixto.

Muestra

Determinado por 273 elementos muestrales, por medio de la fórmula de poblaciones finitas seleccionando por medio del método aleatorio simple.

Instrumentos

El instrumento empleado en este estudio es un cuestionario estructurado por 10 ítems, que pretenden recolectar los datos sobre las perspectivas que han tenido los estudiantes a lo largo de la pandemia, esto permitirá la realización del análisis correspondiente.

Conceptos y teorías

Educación

El término “educación” es de uso habitual en la vida cotidiana porque a todos nos afecta de algún modo. Se puede decir que la educación es tan antigua como hombre, ha sido definida como un proceso de socialización de los individuos, por lo que es vista como medio imprescindible para que el hombre se realice en su plenitud y alcance su fin último, aunque la idea que se tenga del fin depende de la filosofía de partida [3].

Al ser un proceso de socialización se puede suponer que sin la interacción del ser humano con otro ser humano no es posible que se de este proceso, además de ser construido por el propio ser humano. Con la finalidad de propiciar el desarrollo del conocimiento y que logre la realización, a su vez los procesos educativos tienen la finalidad de lograr el desarrollo de la propia sociedad, esta finalidad está dada de forma directa por el tipo de hombre que se desea formar para satisfacer las necesidades propias de la sociedad.

Educación a distancia

La educación a distancia es una estrategia para operacionalizar los principios y fines de la educación permanente y abierta, de tal manera que cualquier persona, independientemente del tiempo y del espacio, pueda convertirse en sujeto protagonista de su propio aprendizaje, gracias al uso sistemático de materiales educativos, reforzado con diferentes medios y formas de comunicación [4].

Este tipo de educación no es nueva, sino que se ha dado un proceso gradual, pasando de la educación por correspondencia a la actual educación a distancia, que hoy ha implicado la implementación de las TIC's en los procesos, de la misma forma implica la separación del profesor y los alumnos, en este caso los papeles se modifican y toman un sentido diferente ya que se ampliar la cobertura creando ambientes innovadores que permiten a los alumnos lograr cambios en su conocimiento y por ende en su actuar.

Educación Virtual o en línea

En esta modalidad se hace indispensable una conexión a Internet por el entorno se da mediante plataformas multimedia en la que los alumnos pueden interactuar con los materiales digitales como documentos, presentaciones, videos, sitios web, simuladores, entre otros que propicien el aprendizaje autónomo del alumno. Por lo que se considera que no es necesario que el docente coincida con los alumnos en horarios fijos o determinados, el trabajo se realiza de forma asincrónica, sin embargo se hace necesario el tener espacios sincrónicos por medio de videollamadas permitiendo con ello implementar técnicas de enseñanza que permitan resolver las dudas de los alumnos sobre los temas tratados.

El Modelo de Educación a Distancia del Tecnológico Nacional de México

El Modelo de Educación a Distancia del TecNM, es el marco de referencia y operación sistemática para el ofrecimiento de la educación superior tecnológica en las modalidades no escolarizada a distancia y mixta, con el apoyo esencial de las tecnologías de la información y la comunicación. Dicho modelo, pretende garantizar un incremento en la cobertura de los servicios educativos que ofrecen los institutos y centros, y formar así profesionistas que sean un factor determinante en el desarrollo nacional e internacional, con una amplia perspectiva de inclusión, equidad y calidad.

Lo anterior, con la intención de fortalecer la calidad en la formación profesional, de generar una amplia gama de oportunidades en la atención de los estudiantes y crear condiciones favorables para el aprendizaje en un marco de aprecio a las diferencias individuales con una actitud incluyente e innovadora [5].

Aula Invertida

El aula invertida está estrechamente vinculada al uso de las tecnologías para el aprendizaje; tiene su origen cuando Jonathan Bergmann y Aaron Sams (2012), quienes, en sus clases, además de exposiciones, incluían aprendizajes y proyectos basados en investigación y compartiéndolos en la red.

En el Modelo de Educación a Distancia, para el uso de esta estrategia el estudiante adquiere el compromiso de asimilar y comprender el contenido de más peso teórico a través de los materiales educativos digitales elaborados por el personal docente del TecNM, dichos materiales son estudiados por los estudiantes en su casa, con la ventaja de que pueden hacerlo cuantas veces consideren necesario y el tiempo en clase queda dedicado a la elaboración de tareas y resolución de problemas y/o dudas mediante la interacción con compañeros y docente [5].

Resultados

La investigación realizada pretende identificar los factores que obstaculizan el impacto en la continuidad académica desfavoreciendo la interacción entre alumno–docente y los contenidos.

Tomando en cuenta en todo momento la misión del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán que es formar profesionales que constituyan agentes de cambio y promuevan el desarrollo integral de la sociedad mediante la implementación de procesos académicos de calidad.

Se presentan las gráficas que dan mayor soporte a la investigación y que apoyan la generación de la propuesta (figuras 1, 2, 3 y 4).

¿Cuento con las competencias para llevar a cabo los procesos de aprendizaje bajo la modalidad virtual?

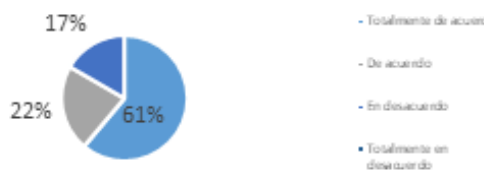


Figura 1: Resultados de ítem 2

En este ítem los alumnos manifiestan que el 61 % de ellos tiene las competencias necesarias 22 % de ellos dice tener de forma aceptable, el 17 % manifiesta no tener las competencias necesarias o tiene un manejo mínimo de ellas.

¿Cómo te conectas para tomar tus clases?



Figura 2: Resultados de ítem 4

Para la conexión a clases el 67 % de ellos cuenta con equipo de cómputo personal, el 28 % de ella se conecta por medio de celular y el 5 % tiene que acudir a un Ciber para lograr tomar sus clases.

¿Cuál es tu perspectiva al aprender en forma virtual?



Figura 3: Resultados de ítem 5

En este ítem se puede observar que el 72 % de los jóvenes manifiesta que está totalmente de acuerdo en que, si necesita mayor trabajo, esfuerzo y dedicación para poder aprender, el 22 % se manifiesta de acuerdo con ello y el 6 % determina que no es necesario realizar ningún esfuerzo adicional.

Representa mayor trabajo, esfuerzo y dedicación la modalidad virtual actual



Figura 4: Resultados de ítem 6

En cuanto al aprendizaje que se adquiere el 78 % de los alumnos manifiesta que le cuesta trabajo pero que, si logra aprender, mientras que el 11 % comenta que no aprende nada, y un 11 % de ellos les gusta esta modalidad educativa.

Conclusiones

La situación actual por la que se atraviesa en el tema de la educación a causa de la pandemia que se vive a nivel nacional, genera una oportunidad para poder crear estrategias de enseñanza-aprendizaje adaptadas a las necesidades de los alumnos enfocadas en un entorno globalizado apoyado de la tecnología. En donde la sociedad es compuesta por una gran diversidad de personas y finalmente del ámbito educativo, para el caso visto, desde la necesidad de recibir una educación en un contexto de carácter virtual que analiza el entorno en que se encuentra situado el alumno y el docente. A través de la información recabada en esta investigación se visualizan las estrategias de apoyo a los alumnos no tienen como prioridad el

autoaprendizaje ya que en la educación presencial no lo requerían del todo. En este aspecto, dentro de la modalidad virtual tiene un impacto directo en la forma en que aprenden los estudiantes, ya que entre más desarrolladas se tengan las competencias se puede aprovechar de mejor forma la información tanto en las sesiones sincrónicas como en las asincrónicas.

Al realizar la recolección de datos se toman en cuenta los análisis de los mismos para conocer las necesidades de los alumnos ante la modalidad virtual implementada a raíz de la pandemia. En donde se identifica que los alumnos cuentan con las competencias necesarias para el manejo de las TIC's dentro de su proceso de aprendizaje utilizando dispositivos como las computadoras personales y sus teléfonos inteligentes. Sin embargo, es importante señalar que a pesar de tener dichas competencias se encuentran fortaleciendo aun su capacidad de autoaprendizaje. Por lo que en el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán se generan estrategias basadas en las TIC's, como el uso de correos electrónicos institucionales (**Figura 5**) tanto para docentes como alumnos que permiten tener acceso a la plataforma Microsoft Teams (**Figura 6**) en donde se realizan las videoconferencias o sesiones sincrónicas como espacios que permiten la retroalimentación de actividades desarrolladas con la metodología de aula invertida que señala un porcentaje de horas sincrónicas y otro de asincrónicas. Por otro lado, para garantizar que los alumnos tengan acceso a los materiales de apoyo que el docente genera se utiliza la plataforma Moodle (**Figura 7**) que garantiza el acceso desde cualquier dispositivo, permitiendo que los alumnos se conecten desde su computadora o celular ya que es una multiplataforma, teniendo como fundamento el diseño instruccional (**Figura 8**) propuesto por el Tecnológico Nacional de México dentro de los reglamentos para la educación a distancia permitiendo la unificación de contenidos didácticos en cada una de las asignaturas.

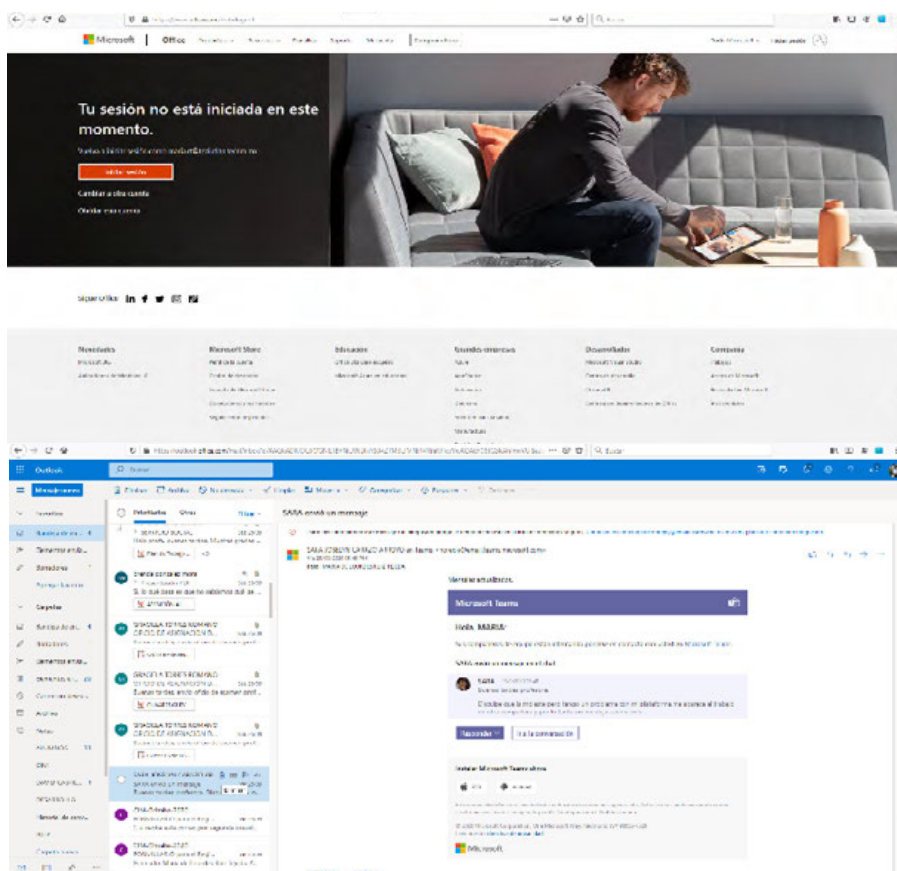


Figura 5. Pantallas de correo electrónico institucional

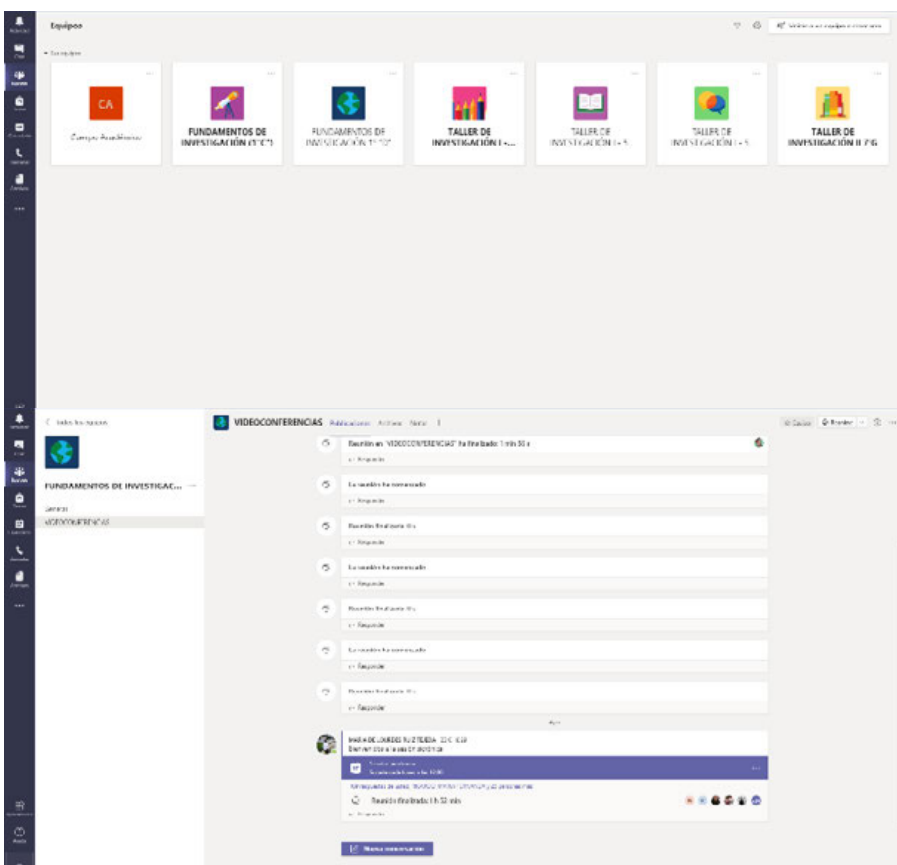


Figura 6. Pantallas de Microsoft Teams

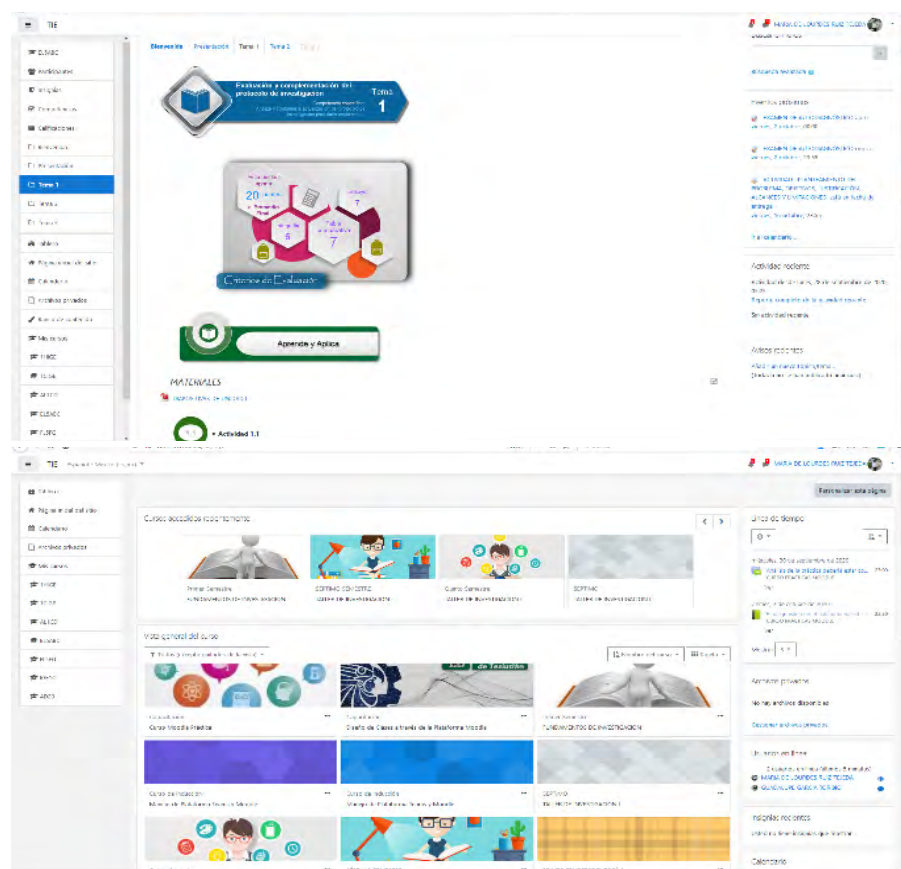


Figura 7. Pantallas de Plataforma Moodle.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

De la anterior información analizada, referente a las deficiencias en los procesos educativos localizados durante el aprendizaje en línea en el nivel superior, específicamente el Tecnológico de Teziutlán, se sugiere que se tomen iniciativas para la construcción del conocimiento, mediante el binomio alumno–docente, en donde intercambien perspectivas contextuales, antes, durante y posterior a la edificación del aprendizaje, conformando planes educativos a corto y mediano plazo.

Referencias Bibliográficas

- [1] ONU, «El impacto del COVID-19 en la educación podría desperdiciar un gran potencial humano y revertir décadas de progreso,» 4 Agosto 2020. [En línea]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2020/08/1478302>.
- [2] S. R. Hernández, C. C. Fernández y L. P. Baptista, Metodología de la Investigación, México: McGraw Hill Education, 2014.
- [3] J. Samarrona, Fundamentos de educación, España: CEAC, 1989, pp. 27-49.
- [4] M. M. Ramón, «Fundamentos de la educación a distancia como marco de referencia para el diseño curricular », Boletín informativo de la asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia., Madrid, 1985.
- [5] T. N. d. M. TNM, «Modelo de Educación a Distancia del Tecnológico Nacional de México,» septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://educaciondistanciatesci.files.wordpress.com/2019/02/mod-ead.pdf>.

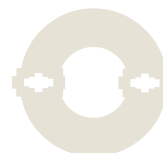
Impacto de las estrategias en las empresas de servicios de CANACO SERVYTUR

*Ramírez Tulian Vianey

Asesora: Dra. Aguilar Pérez Esmeralda

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Camino a la Barranca de Pesos s/n, San Lucas Atoyatenco, C.P 74120 San Martín Texmelucan de Labastida, Puebla.

*L17050095@smartin.tecnm.mx



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

Con el presente proyecto, se pretende conocer el impacto que tienen las estrategias en las empresas de servicios de CANACO SERVYTUR en la región de San Martín Texmelucan Puebla todo con la intención de tener un análisis para poder ver en qué áreas se requieren utilizar las estrategias. Así como, también analizar a la hora de implementarlas, este proyecto se enfocara solo en las empresas de servicios con la finalidad de ver en donde tienen problemas para así poder analizar y crear estrategias que ayuden a ciertas empresas a poder salir adelante y tengan un crecimiento grande en el ámbito económico y poder ser competitivas con empresas reconocidas y al mismo

tiempo ver qué impacto se tiene cada una para después tratar de mejorarlas e implementarlas con empresas con más problemas ala hora de su crecimiento económico.

Es importante enfocarnos en ayudar a impulsar a empresas cuyo crecimiento se queda estancado y analizar el por qué para así poder ayudar a su crecimiento pero con estrategias bien plasmadas para tener un resultado efectivo y garantizar su crecimiento en base al estudio del impacto que tiene implementar las estrategias plasmadas para cada empresa de servicio de CANACO SERVYTUR de la región de San Martín Texmelucan.

Palabras clave

Impacto, Estrategias, implementación y análisis.

Abstract

This project aims to know the impact that the strategies have on the CANACO SERVYTUR service companies in the region of San Martín Texmelucan in Puebla city. As a result we will be able to see in which areas the strategies are required and their implementation. This project will focus only on service companies, to identify problems and create strategies that help them to get ahead and have a large growth in the economic field. Also, this project aims to make the companies competitive in comparison with recognized companies. At the same time, see what impact the strategies have and then try to improve and implement them in companies with more economic growth problems.

It is important to focus on helping to boost companies that its growth remains stagnant and analyze what factors will help them to their growth; but with well-defined strategies to have an effective result and guarantee their growth, based on the study of the impact of implementing the strategies set out for each CANACO SERVYTUR service company in the region of San Martin Texmelucan.

Keywords

Impact, Strategies, implementation and analysis.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CANACO SERVYTUR: La Cámara Nacional de Comercio Servicios y Turismo

Introducción

El presente proyecto estará basado en el análisis del impacto que tienen las estrategias en las empresas de servicios de CANACO SERVYTUR de la región de San Martín Texmelucan tomando información de años anteriores hasta tiempos actuales, este proyecto se realizará en el estado de Puebla con la finalidad de incrementar la economía.

Con la ayuda de un análisis por medio de encuestas en la cual se tienen resultados verídicos el cual se realizó en la región de San Martín Texmelucan a pequeñas y medianas empresas todo con la finalidad de poder llegar a analizar la problemática que se tiene y así implementar las estrategias y ver qué impactos tiene en la empresa.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación de campo realizando 338 cuestionarios a micro y pequeñas empresas de la región de San Martín Texmelucan.

Las preguntas utilizadas para esta investigación son la siguientes:

1. Promuevo que los empleados propongan cambios en mis productos, servicios y procesos.
2. Ofrezco con frecuencia productos o servicios nuevos a partir de sugerencias de mis clientes.
3. Me enfoco mucho en ofrecer productos o servicios innovadores que distingan a la empresa.
4. Desarrollo o pago para innovar mis procesos de producción o distribución.
5. Desarrollo o pago para innovar los productos o servicios que ofrezco.

Resultados/Discusión de resultados

A continuación, se dan los siguientes resultados de las encuestas en el cual se utiliza la escala de Likert donde el 1 es Muy desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 No sé/ No aplica, 4 De acuerdo, 5 Muy de acuerdo.

Tabla 1. Resultados de primer pregunta de encuesta

1.- Promuevo que los empleados propongan cambios en mis productos, servicios y procesos				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	No sé/No aplica	De acuerdo	Muy de acuerdo
5	15	64	176	78

En la **Tabla 1** se presentan los resultados en escala de Likert de la pregunta número una siendo un total de encuestas de 338.

La representación de resultados se da en una gráfica de pastel utilizando porcentajes a respuestas dadas.



Figura 1. Gráfica de pastel de pregunta 1.

Tabla 2. Resultados de la segunda pregunta de la encuesta.

2.- Ofrezco con frecuencia productos o servicios nuevos a partir de sugerencias de mis clientes				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	No sé/No aplica	De acuerdo	Muy de acuerdo
2	11	47	190	88

En la **Tabla 2** se presentan los resultados en escala de Likert de la pregunta número una siendo un total de encuestas de 338.

La representación de resultados se da en una gráfica de pastel utilizando porcentajes a respuestas dadas.



Figura 2. Gráfica de pastel de pregunta 2

Tabla 3. Resultados de la tercer pregunta de la encuesta

3.- Me enfoco mucho en ofrecer productos o servicios innovadores que distingan a la empresa.				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	No sé/No aplica	De acuerdo	Muy de acuerdo
2	13	54	163	106

En la **Tabla 3** se presentan los resultados en escala de Likert de la pregunta número una siendo un total de encuestas de 338.

La representación de resultados se da en una gráfica de pastel utilizando porcentajes a respuestas dadas.



Figura 3. Gráfica de pastel de pregunta 3.

Tabla 4. Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta

4.- Desarrollo o pago para innovar mis procesos de producción o distribución				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	No sé/No aplica	De acuerdo	Muy de acuerdo
8	24	74	158	74

En la **Tabla 4** se presentan los resultados en escala de Likert de la pregunta número una siendo un total de encuestas de 338.

La representación de resultados se da en una gráfica de pastel utilizando porcentajes a respuestas dadas.



Figura 4. Gráfica de pastel de pregunta 4

Tabla 5. Resultados de la quinta pregunta de la encuesta

5.- Desarrollo o pago para innovar los productos o servicios que ofrezco.				
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	No sé/No aplica	De acuerdo	Muy de acuerdo
7	30	63	154	84

En la **Tabla 5** se presentan los resultados en escala de Likert de la pregunta número una siendo un total de encuestas de 338.

La representación de resultados se da en una gráfica de pastel utilizando porcentajes a respuestas dadas.

5. -Desarrollo o pago para innovar los productos o servicios que ofrezco.

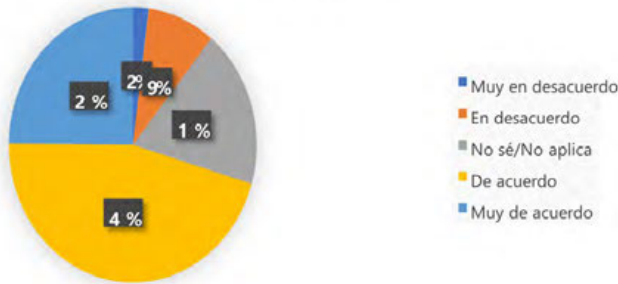


Figura 5. Gráfica de pastel de pregunta 5

Conclusiones

Con este proyecto, se llega a la conclusión que el impacto que tiene el plasmar estrategias en las empresas de servicios de CANACO SERVYTUR ayudará en mucho pues con el método aplicado y los resultados obtenidos muchas de las personas a cargo de las empresas están de acuerdo implementarlas y se tiene la visión que mientras el dueño de la empresa esté de acuerdo se podrá plasmar con éxito y el impacto para el estado será muy bueno porque aumentará la economía mucho y serán las empresas de servicios del estado de Puebla muy competitivos hacia otras empresas de otros lugares.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Con este proyectos, se pueden crear nuevos trabajos a futuro pues muchas de las empresas requieren de ayuda para impulsarlos a sobresalir y hacerlos crecer con la ayuda del análisis para así poder crear las estrategias que requiere para poder salir adelante.

Referencias bibliográficas

- [1] <http://www.canacosanmartin.com.mx/>
- [2] Aguilera Castro, A., & Puerto Becerra, D. P. (2012). Crecimiento empresarial basado en la Responsabilidad Social. *Pensamiento & gestión*, (32), 1-26.
- [3] Alaña Castillo, T. P., Crespo García, M. K., & Gonzaga Añazco, S. J. (2018). ¿Cómo las estrategias empresariales permiten una ventaja competitiva en las micro, pequeñas y medianas empresas de la provincia de El Oro?. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(2), 257-262.

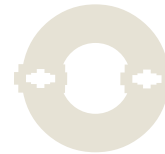
La aplicabilidad del derecho de las personas indígenas a la asignación de intérprete en la administración de justicia en México

Pérez de Jesús María Elena

Asesora: Wence Partida Nancy Elizabeth

Universidad Intercultural del Estado de Puebla, Calle Principal a Lipuntahuaca S/N,
Lipuntahuaca, C.P.73475, Huehuetla, Puebla.

perezdejesusm@gmail.com



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reconoce y garantiza el Derecho de los pueblos indígenas a la autonomía para acceder plenamente a la jurisdicción del Estado, en todos los juicios y procedimientos en que sean parte, individual o colectivamente, deben ser asistidos por intérpretes y defensores que tengan conocimiento de su lengua y cultura. Sin embargo, aunque este Derecho se encuentra normado no es garantizado plenamente, debido a distintos factores, entre los que destacan: la persistente discriminación hacia esta población, el acceso a la información, el desconocimiento de los servidores públicos, el carente recurso económico para

el pago de intérpretes, así como el hecho de que no se establezca a los intérpretes en lenguas indígenas como sujetos que forman parte del proceso que conlleva la administración de justicia. Esta investigación, constituye un estudio cualitativo que se basa en el análisis documental y normativo de este Derecho e integra experiencias de intérpretes en lenguas indígenas con el objetivo de analizar las deficiencias de las leyes y del proceso, para así identificar los problemas principales y proponer elementos a tenerse en cuenta para la garantía del Derecho de las personas indígenas a ser asistidas en todo momento por un intérprete.

Palabras clave

Perito Intérprete, Pueblo Indígena, Debido Proceso, Administración de Justicia.

Abstract

The Political Constitution of the United Mexican States recognizes and guarantees the right of indigenous people to autonomy to fully access the jurisdiction of the State, in all trials and procedures in which they are a part, individually or collectively, they must be assisted by interpreters and defenders who know their language and culture. However, although this Right is regulated, it is not fully guaranteed, due to different factors, among which stand out: the persistent discrimination towards this population, access to information, ignorance of public servants, and the lack of economic resources for payment. Interpreters, as well as the fact that interpreters in indigenous languages are not established as subjects that are part of the process involved in the Justice Administration. This research constitutes a qualitative study that is based on the documentary and normative analysis of this Law and integrates the experiences of interpreters in indigenous languages intending to analyze the laws and process deficiencies, to identify the main problems and propose elements to be taken into account to guarantee the right of indigenous people to be assisted at all times by an interpreter.

Keywords

Expert Interpreter, Indigenous People, Legal Process, Justice Administration.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CPEUM, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

CPELSP, Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla

INALI, Instituto Nacional de Lenguas Indígenas

CDI, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas

INPI, Instituto Nacional de Pueblos Indígenas

OEA, Organización de Estados Americanos

Introducción

El Continente al que hoy conocemos como América, está habitado por una importante diversidad de pueblos originarios. En él existe también una riqueza lingüística de la que México es parte, por lo que se le define como un país pluricultural y multiétnico que se sustenta en sus pueblos indígenas; estas poblaciones originarias tienen cosmovisiones propias, poseen formas particulares de comprender el mundo y de interactuar con él, tienen prácticas culturales, festividades, relaciones sociales, formas de nombrar a sus propias autoridades y de administrar justicia de acuerdo con sus cosmovisiones.

En nuestro país se reconocen 68 lenguas indígenas pertenecientes a las 11 familias lingüísticas que a su vez se subdividen en variantes; por su parte, el estado de Puebla reconoce constitucionalmente siete pueblos indígenas que habitan en su territorio; estos Pueblos han sido sujetos de una lucha constante para lograr que se les reconozcan sus derechos individuales y colectivos [1].

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), en su artículo segundo, reconoce y garantiza el derecho de los pueblos y las comunidades indígenas a la libre determinación y, en consecuencia, a la autonomía para:

Acceder plenamente a la jurisdicción del Estado y para garantizar ese derecho, en todos los juicios y procedimientos en que sean parte, individual o colectivamente, se deberán tomar en cuenta sus costumbres y especificidades culturales respetando los preceptos de esta Constitución, estas personas tienen en todo tiempo el derecho a ser asistidos por intérpretes y defensores que tengan conocimiento de su lengua y cultura [2].

Para ello, las constituciones y leyes de las entidades federativas establecerán las características de libre determinación y autonomía que mejor expresen las situaciones y aspiraciones de los pueblos indígenas en cada entidad, así como las normas para el reconocimiento de las comunidades indígenas como entidades de interés público. Del mismo modo, el artículo 29 de la Ley de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos, señala que se proporcionará de forma gratuita un traductor o intérprete que tenga conocimiento de la lengua y cultura de las personas indígenas que deseen interponer una queja [3].

Sin embargo, a pesar de que el Derecho de las personas indígenas a ser asistidas por un intérprete, actualmente se encuentra normado en el ámbito internacional, nacional y local, “De acuerdo con el registro de la CDI (hoy INPI), realizado en marzo de 2018, se contabilizaron 6 mil 698 presos indígenas en cárceles del país, 3 % de población en procesos penales” [4].

Entre las situaciones violatorias a los Derechos Humanos de la población encarcelada, destaca la falta de asistencia de traductores en lenguas indígenas, la ausencia de asesores jurídicos y defensores públicos bilingües especializados y con conocimiento de la cultura, como son los llamados usos y costumbres, así como las detenciones arbitrarias.

Como destaca Alberto Solís integrante de la asociación SERAPAZ [5]:

“Persiste una dinámica racista en los procesos de justicia que enfrentan los grupos indígenas, puesto que en gran parte de los casos los implicados carecen de un intérprete que los asesore. Así mismo señala que la marginación social en la que vive este sector de la población impide su acceso al debido proceso; lo cual provoca una brecha entre lo establecido en la ley y su implementación”.

Esto implica, para el Estado, una responsabilidad mayor en cuanto a la impartición de justicia durante los procesos judiciales, ya que la violación al debido proceso en el caso de la asignación de intérpretes en la población indígena no es un problema nuevo.

En la actualidad miembros de varios pueblos originarios, entre los que destacan los pertenecientes al nahua están condenados por homicidio, violencia intrafamiliar, violación y secuestro, quienes firman sus sentencias sin un intérprete y sin entender ni hablar el español.

Todo ello constituye una violación, ya que como se menciona anteriormente, se encuentra establecido en la CPEUM y por esta razón su cumplimiento y aplicación constituye una obligación para el Estado.

Para el caso específico de Puebla, de acuerdo con el Censo Penitenciario realizado por la delegación de la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas en el año 2015, en las 22 cárceles del estado permanecen reclusos 1, 220 indígenas, de los cuales 95 por ciento son hombres y el resto mujeres y por el número de indígenas presos, Puebla es la entidad número 13 de todo el país. En primer lugar,

se encuentra Oaxaca, seguido de Chiapas, Nayarit, Sonora, Guerrero, Ciudad de México, Chihuahua, Yucatán, Estado de México, Hidalgo, Sinaloa, Michoacán y después Puebla[6].

Esta investigación, constituye un análisis de la eficacia de la aplicabilidad del Derecho a la asignación de intérprete a personas indígenas durante los procesos jurisdiccionales, ya que de acuerdo con el INALI, la problemática es amplia y compleja: discriminación; vejaciones y abusos en los procedimientos de impartición de justicia; falta de intérpretes y defensores que hablen la lengua y conozcan la cultura indígena para tener una adecuada defensa en juicio; falta de denuncias legales sobre delitos cometidos contra indígenas; procedimientos jurisdiccionales lentos; juicios cargados de irregularidades, sentencias severas sin proporción con el delito cometido; ignorancia de los sistemas normativos y usos y costumbres del derecho indígena; así como la creación y operación de instituciones dirigidas hacia personas indígenas, sin debidos procesos de consulta.

Aunque, existen estrategias implementadas y un intento de inclusión, el derecho al pleno acceso de las personas indígenas a la administración de justicia se ha visto limitado por un conjunto de factores entre los que destacan la discriminación, la falta de recursos para la implementación de medidas que coadyuven a garantizar este derecho, y el desconocimiento de la aplicación de lo que las leyes de distintos niveles reconocen en la actualidad. Todo ello, se relaciona con el hecho de que, si bien en la CPEUM se establece que el Estado mexicano reconoce dentro de sus legislaciones un pluralismo jurídico, esto tiene lugar en una realidad marcada por herencias de estructuras coloniales de desigualdad; por ello, la implementación de algunas medidas puede considerarse como políticas de inclusión específicas para los pueblos originarios sin modificar nada de la estructura del Estado y de sus instituciones.

Como menciona Valdivia, a 15 años de distancia de las reformas a los códigos penales podemos afirmar que aun no son conocidas por la mayoría de los jueces, defensores y ministerios públicos, por lo tanto, no se practican con la regularidad que debieran. Y si bien el uso del peritaje y del traductor para juicios indígenas es una herramienta útil para la defensa de los inculpados indígenas, no deja de ser al mismo tiempo un instrumento de la ley nacional diseñado para funcionar en ese sistema jurídico, puesto que el sistema jurídico indígena no ha sido aun reconocido legalmente [7].

El sentido del reconocimiento de México como país pluricultural, debería involucrar igualdad y respeto de los derechos de la población indígena para lograr el reconocimiento de sus derechos de forma estructural. Es necesario que como país se adopten medidas pensadas desde el contexto de la diversidad, ya que aunado a que el Estado siga implementando medidas y ratificando instrumentos a favor de los pueblos indígenas, se debe buscar la garantía de su aplicabilidad en igualdad y respeto a los procedimientos.

Esta investigación visibiliza un sistema de administración de justicia que sigue siendo monocultural, ya que al ser los pueblos indígenas parte del país, la garantía de sus derechos y la asignación de recursos para dicha garantía deberían ser iguales a las de los derechos universalmente reconocidos, pero no siempre es así. Por ello a partir del análisis y reflexión de la aplicabilidad de este derecho se generan recomendaciones para que sea respetado. La asignación de traductores a las personas indígenas durante el proceso de acceso a la justicia permite esclarecer de mejor manera los hechos, así como generar confianza entre la persona imputada con el Ministerio Público y durante todo el juicio.

En el año 2007 la OEA publicó un reporte en el cual manifiesta que los indígenas sujetos a juicio penal se encuentran normalmente desamparados en medio de un proceso que no entienden porque no hablan español y no cuentan con intérprete [8].

Así mismo, Binder señala que el derecho debe ser abierto a la diversidad, ya que si el proceso penal es altamente sensible a las valoraciones y la administración de justicia es la institución encargada de actualizar todo el ordenamiento jurídico y conducirlo hacia el caso concreto, entonces la justicia y en particular, la justicia penal, debe estar abierta hacia la diversidad cultural sin riesgo de ser ella misma discriminatoria. Esto es, tanto por acción como por falta de ductilidad para conocer esa diversidad [9].

Al respecto, es menester señalar que es derecho de toda la población mexicana comunicarse en su lengua, sin restricciones en el ámbito público o privado, en forma oral o escrita en todas sus actividades sociales, económicas, políticas, culturales, religiosas y cualesquiera otras. Por lo tanto, el Estado tiene la obligación de garantizar el derecho de los pueblos y comunidades indígenas para que tengan acceso a los órganos jurisdiccionales y de procuración de justicia en la lengua indígena nacional de la que sean hablantes. Ello acorde a la composición pluricultural del Estado mexicano a la que se hace referencia en el artículo segundo constitucional.

La comunicación entre el imputado y los demás sujetos que intervienen durante el procedimiento es un factor primordial para que el proceso se realice de acuerdo a Derecho, tiene que ser real y efectiva. Por ello, a partir de esta investigación se mostrará la situación general y qué es lo que ocurre en los casos de personas indígenas durante los procesos jurisdiccionales. Por el contexto en el cual se lleva a cabo la investigación interesa en específico la situación de la población nahua en el estado de Puebla, sin embargo, se trata de una situación que atañe a la población indígena de todo el país.

Las recomendaciones que se generan a partir de esta investigación contribuyen también a identificar situaciones que permitan recomendar medidas y formas de atención viables para que el acceso a la justicia en cuanto a la población indígena genere mayor confianza en las personas y éstas tengan la seguridad de que al interponer una queja podrán usar su lengua originaria como medio de comunicación. Asimismo, la certeza de que el procedimiento será llevado en apego a la legalidad; del mismo modo, se podrá analizar distintos mecanismos a adoptar para que el derecho referido sea del conocimiento de la población indígena y a partir de ello sea aplicado por las autoridades que intervienen en el desarrollo de los procedimientos.

Materiales y métodos

La aplicación de un método ordena y orienta la ejecución de cualquier actividad. Así mismo, implica una planificación que impide obrar de manera improvisada. En consecuencia, los métodos se aplican en diversas esferas de la vida humana, en tal sentido, el método es entendido como un camino o serie de pasos que conducen a un fin: en este caso, nos centramos en buscar y analizar desde diversas fuentes la aplicabilidad del Derecho de las personas indígenas a contar con un intérprete en la administración de justicia, de la misma manera, este análisis documental y jurídico nos permite revisar de manera internacional, nacional y local los fundamentos en los que se basa nuestro país para llevar a cabo dicha aplicabilidad del derecho y garantizar así a la sociedad un ejercicio pleno y con la seguridad de que las personas indígenas puedan acceder a él desde su libre ejercicio de autodeterminación, siendo considerados como sujetos de Derecho.

La Metodología de la investigación va dirigida a la obtención y verificación de conocimientos, los cuales son de vital importancia en cuanto aportan conocimientos y contribuyen al desarrollo dentro del ámbito social. De ahí, la importancia de este

apartado como una valoración y evaluación de los distintos fenómenos que han contribuido a la aplicabilidad o en su caso inaplicabilidad del Derecho de las personas indígenas a contar con un intérprete para la generación de recomendaciones para la reglamentación de dicho Derecho que incida en la administración de justicia y coadyuve en el ejercicio pleno del Derecho indígena en el ámbito de procuración de justicia; todo ello se articula con el hecho de que los pueblos indígenas, considerados como grupos vulnerables, puedan acceder a una vida digna al ejercer el derecho que se les reconoce dentro de la CPEUM como parte de un país pluricultural con iguales igualdad de Derechos y sin discriminación alguna.

Análisis documental

El análisis documental se realizó a partir de libros, artículos de revista, prensa, legislación relacionados con el tema del derecho de las personas indígenas a ser asistidas por un intérprete, así como datos estadísticos de la población indígena reconocida en México, la cantidad de presos indígenas y la información disponible sobre intérpretes en el país. Esto con la finalidad de contextualizar la situación de la aplicabilidad del Derecho a la asignación de intérprete y tomar como referencia las recomendaciones que distintos autores proponen para la efectiva aplicabilidad, logrando así también comparar las distintas posturas desde el ámbito de la antropología, el Derecho y otras áreas.

Análisis jurídico

Constituye la recopilación de los distintos ordenamientos que refieren el Derecho de las personas indígenas al pleno acceso a la jurisdicción del estado, y en particular el derecho de estas personas a ser asistidas por intérpretes y defensores que conozcan de su lengua y cultura en los distintos procesos a los que se enfrentan, haciendo énfasis en el ámbito penal, así como los distintos ordenamientos que refieren derechos relacionados y que son interdependientes de este derecho.

Entrevistas

La entrevista, es una estrategia para hacer que la gente hable sobre lo que sabe, piensa y cree una situación en la cual (el investigador-entrevistador) obtiene información sobre algo interrogando a otra persona (entrevistado, respondente, informante). Esta información suele referirse a la biografía, al sentido de los hechos, a sentimientos, opiniones y emociones, a las normas o estándares de acción, y a los valores o conductas ideales [10].

La finalidad principal de la aplicación de este método, fue el obtener información sobre casos de intérpretes que han asistido a personas indígenas durante los procesos penales, se planteó una entrevista semi estructurada, con la finalidad de poder diseñar cuestionamientos relacionados a la experiencia de la persona entrevistada, sin embargo también permitió tomar en cuenta las diversas opiniones de estas personas en cuanto a la necesidad de una reglamentación del Derecho de las personas indígenas a la asignación de intérprete en los distintos procesos, y las recomendaciones que ellos a partir de su experiencia creen necesarias para la efectiva aplicabilidad de este derecho.

Resultados/Discusión de resultados

A partir de la información documental, el análisis jurídico en los diferentes niveles y la experiencia de los intérpretes, se identificaron distintos elementos relevantes que se pueden considerar para garantizar una efectiva aplicabilidad del derecho de las personas indígenas a contar con un intérprete y a garantizar sus derechos lingüísticos, los cuales se enlistan a continuación.

Pago de intérpretes / traductores en lenguas indígenas

Aunque el pago de peritos se encuentra establecido en el acuerdo para la integración de la lista de las personas que pueden fungir como peritos, y se establece que, tratándose de peritos intérpretes en lenguas indígenas el pago podrá ser exigido con anticipación para solventar los gastos que estos tuvieran que ejercer, se requiere de su comprobación fiscal; no se establece un pago por el servicio, si no que este recurso se destina para los gastos que ejerza en caso de traslado a la instancia correspondiente donde se solicita su servicio. Es decir, solo se trata de recursos para cubrir viáticos.

De acuerdo con las experiencias de los dos intérpretes, dicho pago conlleva una serie de trámites ante distintas instancias y su cobro se torna dificultoso en una situación donde ellos son llamados desde lugares lejanos a las instancias estatales para prestar los servicios. Posteriormente de terminar su participación, se enfrentan a la burocracia para realizar el cobro de los recursos, lo cual, no cubre el servicio en sí, sino que solo se les otorgan los gastos ejercidos para el rubro de viáticos.

Este punto está relacionado con la profesionalización del perito intérprete en lenguas indígenas, ya que, al no tomarse como una profesión, como el de otras

áreas de peritaje reconocidas, no se establecen los recursos necesarios para su pago. Esto, puede entenderse también como discriminante en cuanto a que al respecto de dicha profesionalización, el código de procedimientos penales establece que siendo que no está reglamentada se podrán asignar peritos técnicos, otorgando menor importancia a esta labor.

Profesionalización de peritos intérpretes/ traductores en lenguas indígenas

Históricamente, el papel del intérprete era servir al Estado para que este logre un fin. Durante la colonización, el objetivo fue ejercer cierto poder o control hacia la población indígena; en la actualidad el intérprete es parte fundamental para garantizar los derechos lingüísticos de dicha población, tomando como referencia el proceso penal, garantiza la aplicabilidad del derecho que tienen las personas indígenas a acceder plenamente a la jurisdicción del Estado.

Al tomar como referencia lo expuesto por diversos autores y las experiencias que nos comparten quienes han fungido como intérpretes durante algún proceso de administración de justicia, en la mayoría de las situaciones se tiene que recurrir a alguna persona que tenga conocimiento de la lengua y cultura de la persona parte del proceso siendo que tales personas no cuentan con el perfil necesario para lograr una comunicación efectiva, ya que, si bien tienen conocimiento de la lengua y cultura, es necesario también conocer el lenguaje y aspectos básicos dependiendo del ámbito en el que asistirán. Con esto, no se pretende minimizar el papel que ejercen o han ejercido las personas que fungen como intérpretes, sino más bien motivar a que este oficio se reconozca, se profesionalice y se establezca como factor primordial para garantizar los derechos lingüísticos de la población indígena.

Instancias involucradas en el proceso de asignación de intérpretes/ traductores

El INALI dentro de los lineamientos que establece para la asignación de intérpretes, al igual que las legislaciones menciona que es obligación del Estado garantizar la efectiva aplicabilidad del derecho de las personas indígenas a contar con un intérprete en cualquier proceso al que se enfrenten. Así mismo la CPEUM establece que cada instancia a nivel estatal deberá establecer las medidas para la garantía de este derecho.

Es necesario establecer obligaciones para cada instancia y otorgar a cada una de ellas la facultad que corresponde.

Acceso a la información y difusión de información sobre los derechos de las personas indígenas en medios accesibles para dicha población y pensadas en su contexto

El Estado Mexicano en la actualidad, ha adoptado medidas para la difusión y el acceso a la información sobre los derechos de la población indígena. Como parte de estas medidas se encuentran la traducción de legislaciones a lenguas indígenas. En el caso de Puebla se han realizado traducciones de la CPELSP y la Ley de Derechos Lingüísticos, así mismo se ha logrado la difusión de estos documentos en las lenguas indígenas habladas en el Estado a través de la vinculación con distintas instancias estatales.

Estas medidas han mostrado un avance en la inclusión de la población indígena y la garantía de su derecho al acceso a la información. Sin embargo, se deben adoptar medidas desde el contexto de dicha población y con esto no se debe hacer referencia a que ya existe la difusión en las distintas lenguas indígenas; también es necesario analizar la situación en la que vive dicha población que en muchos casos no tienen acceso a medios de comunicación, algunos otros con un alto grado de analfabetismo.

Pluralismo jurídico

Las legislaciones mexicanas al establecer que México es un país pluricultural que se sustenta en los Pueblos Indígenas, reconoce que éstas deberán basarse en un pluralismo jurídico, el cual tiene como efecto permitir que se establezcan medidas y normas creadas también desde una perspectiva de los pueblos indígenas para así hacer más accesible la impartición de justicia y esta no se encuentre limitada solo a unos cuantos.

Sin embargo, aunque el derecho se encuentra reconocido, en la aplicabilidad se ha visto limitado debido a una considerable desigualdad existente que impide que se dé una interculturalidad crítica.

Para lograr una interculturalidad crítica en un pluralismo jurídico es necesario que el Estado se modifique [11]. A partir del análisis de las legislaciones, la investigación

documental y las experiencias de los intérpretes, podemos observar que, aunque se establece en las legislaciones sigue existiendo una administración de justicia racial. Esto, se refiere a que sigue existiendo discriminación estructural hacia la población indígena y el reconocimiento del pluralismo jurídico se entiende como un intento de inclusión, pero con estrategias y políticas estructuradas desde un Estado que sigue viendo a la población indígena desde una perspectiva de carencia.

Para lograr un verdadero pluralismo jurídico es necesario repensar la estructura del Estado y del sistema monocultural, de lo contrario su reconocimiento en las legislaciones solo implicaría una inclusión limitada y positivista de la población indígena, que más allá de considerarlos como sujetos de derecho, se ejerce una discriminación y desigualdad.

Mientras los movimientos indígenas y afrodescendientes luchan por el reconocimiento y la defensa de lo propio dentro de un legado de poder colonial (así con miras hacia la descolonización), los Estados y sus aliados internacionales se forjan en las políticas de inclusión de corte multiculturalista neoliberal como parte de las mismas estructuras políticas y aparatos ideológicos que los movimientos se empeñan en transformar [12].

La garantía del pluralismo jurídico y del reconocimiento de México como nación pluricultural va más allá del reconocimiento de la diversidad y la inclusión se requiere que por parte del Estado se establezcan instituciones que garanticen la capacitación de intérpretes, pero no solo eso, sino que se encarguen también de impulsar su profesionalización y que se establezcan los lineamientos para el proceso.

Así mismo, que desde Ministerios Públicos cuenten con un intérprete; aunque se dice que no se tiene el recurso, es importante poder establecerlo como profesión para que se ejerza desde la visión de un defensor intercultural que sea garantizado desde el Estado como se hace con los abogados de oficio.

De esta manera, establecer la profesionalización implicaría el ejercicio del intérprete desde el inicio de cada proceso, al igual que del defensor en el momento del proceso que es requerido y no solo en la parte final.

Es necesaria la reglamentación para regular la presencia obligatoria del intérprete y de los defensores que conozcan de la lengua y la cultura no solo en el proceso penal,

si no en cualquier proceso al que se presente una persona indígena y establecer los lineamientos que este como parte del proceso debe seguir. Ya que, retomando la experiencia de los intérpretes, concuerdan en que es indispensable profesionalizar e impulsar esta labor, ya desde su perspectiva profesional y personal aun cuando se tiene conocimiento de la lengua y cultura es necesario tener conocimiento del ámbito legal para desempeñar esta labor comenzando desde que interpretar palabras técnicas es complicado, explicar todo el proceso sin tener conocimiento de él lo es aun más, por todo ello establecer la profesionalización del intérprete en lenguas indígenas disminuiría una brecha de desigualdad y menosprecio a la que se enfrentan estos profesionistas, aunado a esto es una alternativa factible para la garantía de los Derechos Humanos de esta población que ha sido vulnerada durante años.

Conclusiones

México se reconoce como un país pluricultural sustentado principalmente en sus pueblos indígenas; así mismo México ha sido partícipe y ha ratificado diversas legislaciones a favor de los Derechos Humanos y Pueblos Indígenas. Sin embargo, pese a la amplia gama de ordenamientos que reconocen los Derechos de la Población indígena poco han dado resultado en la aplicabilidad y garantía de tales derechos y el acceso a la justicia es limitado aun por diversas razones. Entre ellas, destaca la discriminación hacia esta población y el desconocimiento y desidia de quienes intervienen en la impartición de justicia, el poco o nulo acceso a la información, la falta de profesionistas que funjan como intérpretes y defensores y la brecha de desigualdad social a la que se enfrenta esta población, lo cual es también una limitante para el pleno ejercicio del Derecho de la población indígena, el acceso a la justicia y el debido proceso.

No obstante, es necesario tener en cuenta que estas situaciones las vive la población indígena en distintos ámbitos de su vida cuando se enfrenta al proceso de algún trámite, y haciendo énfasis en la administración de justicia que es el tema que compete a esta investigación es importante recalcar que el estado de Puebla ocupa el lugar número 13 con población indígena encarcelada.

Entre esta población, se encuentran personas que fueron juzgadas y llevaron un proceso sin contar con un intérprete e incluso podríamos referir ambigüedades durante su proceso.

La interpretación que se realiza en escenarios determinados por la necesidad de acceder a algún servicio público sigue siendo una práctica marcada por la falta de reconocimiento, remuneración e incluso respeto por la profesión [13].

Casi ninguna institución pública mexicana considera en su presupuesto un rubro para el pago de intérpretes, lo cual está ligado a una discriminación que viene arrastrándose desde tiempo atrás hacia personas afectadas que pertenecen a uno de los grupos vulnerados históricamente, discriminados y afectados por la hegemonía colonial.

Y aunque se entiende que no existe un recurso designado para el pago de estos intérpretes, al establecer la igualdad de idiomas también se debe considerar que este derecho tiene igual importancia que los demás reconocidos como universales.

Como sabemos, uno de los principios primordiales del derecho es que estos son interdependientes. Es decir, están ligados unos con otros, por ello la garantía de uno tiene como consecuencia que otros más se apliquen efectivamente. Lo mismo sucede cuando estos son vulnerados: en el caso del derecho de las personas indígenas a contar con un intérprete, este se encuentra ligado a la garantía del debido proceso, a la igualdad de estos pueblos y comunidades a preservar su idioma y su cultura, entre otros que son derechos universales. Por lo tanto, no se puede establecer una jerarquización para la distribución de recursos para ser garantizados.

Actualmente, las legislaciones nacionales cuentan con lineamientos que deben seguirse antes y durante el proceso de asignación de intérpretes a personas pertenecientes a algún grupo indígena, así como también lineamientos que deben cumplir quienes funjan como intérpretes durante algún proceso. Sin embargo, aunque en la CPEUM y la CPELSP se establece el derecho a la asignación de intérpretes, no se establecen los lineamientos que deberán seguirse desde la asignación hasta la resolución de dicho proceso y quedan lagunas dentro de ambas legislaciones.

Esto se debe a que, para que este derecho se ejerza y sea garantizado debe haber lineamientos que obliguen al Estado a establecer medidas para que el ejercicio del derecho sea aplicado plenamente y sobre todo pensado desde una perspectiva incluyente y en beneficio de la población indígena, no solo pensado como asignar a un intérprete para que la comunicación entre el juez y el imputado sea clara, más

bien se trata de que dichos lineamientos sean a favor de la población indígena y estos sean del conocimiento de la población a la que le compete.

Además, dado que actualmente existen profesionistas hablantes de diversas lenguas indígenas es necesario establecer pautas para quien puede ejercer la profesión de intérprete, ya que dependiendo del ámbito en el que vayan a colaborar se requiere un conocimiento, si no amplio, al menos básico de la profesión, pues desde la experiencia de personas que han fungido como intérpretes, aun cuando se tiene conocimiento de la cultura de la persona imputada, en muchas ocasiones no se cuenta con profesionales que tengan las herramientas necesarias. Es decir, si se trata de coadyuvar en un proceso penal, es necesario conocer la cultura y la lengua de la persona, pero también tener conocimiento de la legislación y de los conceptos y términos que se utilizan.

Esta reglamentación al párrafo VIII del artículo segundo de la CPEUM y el artículo 13 de la CPELSP podría incluir también el proceso de selección de quienes funjan como intérpretes y coadyuvar a fomentar la profesionalización de los intérpretes en México, ya que si bien la legislación reconoce a México como Estado Pluricultural y no obliga a que los servidores públicos y quienes imparten justicia tengan conocimiento de las 68 lenguas reconocidas, una medida incluyente se relaciona con el hecho de que se profesionalice esta labor que es necesaria y que es un elemento importante para ejercer y garantizar los Derechos Lingüísticos de los pueblos indígenas.

Así mismo, implementar dentro de la reglamentación e incluso en las legislaciones nacionales y locales el pluralismo jurídico, ya que, si bien existen legislaciones, todas han sido pensadas desde un contexto que no toma en cuenta la visión de las 68 culturas reconocidas por la Constitución Federal, siendo que son parte de nuestro país y cada una de ellas tiene una diversidad de cosmovisiones y formas de vida, que hasta hoy no forman parte de la legislación que regula el Estado Mexicano.

De ahí, que exista un pluralismo jurídico que permita establecer medidas y normas diseñadas también desde una perspectiva de los pueblos indígenas para así hacer más accesible la impartición de justicia y esta no se encuentre limitada solo una parte de la ciudadanía.

Por todo lo anterior, podemos decir que el Derecho de las personas indígenas a contar con un intérprete que coadyuve a garantizar el derecho al debido

proceso y la garantía del respeto de los derechos lingüísticos de esta población en la aplicabilidad, a pesar de ser reconocido en los instrumentos se ha visto limitada por diversos factores tanto sociales como de estructura, dentro de los que se encuentra la constante y persistente discriminación hacia esta población, la burocracia que conlleva todo el proceso de administración de justicia, la disponibilidad de recurso que se otorga para la garantía de este derecho a nivel estatal y federal, el poco valor y reconocimiento del interprete como profesional necesario para lograr la garantía de los derechos lingüísticos de esta población y el derecho al acceso a la justicia, así como la estructura de los instrumentos que garantizan este derecho, ya que en su mayoría estos aunque reconocen un pluralismo jurídico en la práctica es incipiente.

Como se menciona en este proyecto México, cuenta con un amplio listado de instrumentos Internacionales, nacionales y locales los cuales protegen y garantizan derechos humanos de la población y en cuanto a Pueblos Indígenas en la actualidad se ha logrado el reconocimiento de muchos derechos en distintos ámbitos, sin embargo es necesario aplicar un pluralismo jurídico el cual vaya más allá de la inclusión de estos pueblos y comunidades, si no que se logren crear instrumentos legales desde el contexto de esta población, así como lograr la difusión de estos no solo tomando en cuenta factores como el idioma, es necesario también lograr la difusión a través de medios que sean accesibles para todos, ya que en nuestro país el acceso a las nuevas tecnologías es limitado y más de la mitad de la población no tiene acceso a ellas.

En cuanto a los instrumentos que garantizan los derechos de la población indígena existe ya un avance en su reconocimiento, y el derecho de las personas indígenas a contar con un intérprete en cualquier ámbito que estos se enfrenten para acceder a servicios públicos o administración de justicia, existen documentos que lo avalan pero en la práctica garantizarlos de manera adecuada no solo depende de que se encuentren reconocidos en los instrumentos legales, sino de otros factores que en muchos casos limitan su efectiva aplicabilidad, por ello es importante la reglamentación de este derecho así como establecer los lineamientos y otorgar facultades para su garantía.

Ya que uno de los principales problemas a los que se enfrenta la población indígena al realizar algún trámite es que en las dependencias no se cuenta con intérpretes establecidos y que en muchas de las ocasiones para que se lleve a cabo la asignación de un intérprete se requiere la realización de trámites distintos en distintas

estancias lo cual genera un desgaste no solo para la persona indígena, para el servidor público sino también para el intérprete.

En relación al intérprete y el valor que se le da a su labor en muchos casos estos no solo se limitan a la interpretación durante el proceso, por lo tanto hablar de la profesionalización y su reconocimiento como sujeto parte para la garantía de los derechos lingüísticos y la administración de justicia para la población indígena, no es una exigencia con fundamentos limitados si no otro de los derechos exigibles tanto para la población que requiera de este labor tanto para quienes funjan como intérprete; siendo que estos forman parte importante y coadyuvan a la aplicabilidad efectiva del derecho de las personas indígenas a expresarse libremente en su idioma y acceder a la jurisdicción del estado.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Diversos autores refieren el Derecho de las Personas Indígenas a ser asistidas por un intérprete de forma interdependiente de otros que son fundamentales, entre ellos los derechos lingüísticos, el debido proceso y el acceso pleno a la jurisdicción del Estado. Sin embargo, no se le ha dado la importancia a la información acerca de este tema. El trabajo de investigación presentado, se ha orientado a la visibilización de una problemática que refiere la violación estructural de un Derecho constitucional y universal; así mismo pone en evidencia la gravedad de esta problemática, pues en consecuencia de que este derecho no se garantiza se violentan otros. Como todo trabajo de investigación a través de las propuestas dadas para responder al problema inicial, se plantean nuevas preguntas que requieren ser atendidas.

A partir de la reflexión sobre los hallazgos del trabajo realizado, se realizan algunas propuestas sobre las posibles líneas de trabajo a futuro, las cuales se enlistan a continuación:

Reglamentación de las funciones y obligaciones de las instancias involucradas en el proceso de acreditación del perito intérprete en lenguas indígenas como profesional, así como el papel de estas en la asignación de intérpretes.

Establecer el recurso económico para garantizar el pago de los servicios de los intérpretes y garantizar que en cada instancia se establezca un intérprete en el ámbito correspondiente a cada una.

Implementación de Políticas Públicas para la profesionalización de intérpretes.

Crear proyectos de divulgación de información sobre Derechos Humanos de la población indígena, que sean accesibles a dicha población, que sean en su lengua materna, y que sea difundida en medios accesibles para garantizar el acceso a la información de esta población, así como que sean pensadas desde el contexto de marginación y rezago que vive esta población.

El Estado ha logrado ya un avance en el reconocimiento de los Derechos Humanos de los pueblos y comunidades indígenas, sin embargo, para garantizar estos derechos se requiere la creación e implementación de proyectos y políticas públicas.

Agradecimientos

Agradezco al Abogado Antonio Adonías Sánchez Lázaro y al Licenciado Luis de Gaona Vega por su apoyo y confianza al compartir su experiencia como intérpretes y permitir con sus aportaciones visibilizar la importancia de esta Figura para la garantía de los Derechos Humanos de los Pueblos y comunidades originarias.

Mi admiración y agradecimiento a la Dra. Nancy Elizabeth Wence Partida por compartir conmigo sus conocimientos para lograr concretar este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] Consejo Nacional de Población (2015). Infografía: Población indígena 2015- 2018: Distribución de la población hablante de lengua indígena, CONAPO.
- [2] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2020). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada DOF 06-03- 2020. Ciudad de México.
- [3] H. Congreso de la Unión. Ley de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos CNDH. Publicada el 29 de junio de 1992. Última reforma incorporada: 29 de junio de 1992 25 de junio de 2018.
- [4] Rivera, A. (2018). Racismo. Anomalías en el debido proceso a indígenas. Hasta marzo de 2008, 6 mil 689 personas fueron encarceladas injustamente, indica la CDI. En diario El Universal. Recuperado el 29 de septiembre de 2020 de: <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/sociedad/anomalias-en-el-debido-proceso-indigenas>.
- [5] Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, (2016). Censo Penitenciario. Diagnóstico del Programa de Derechos Indígenas. CDI.
- [6] Marcos, S. E. (2012). El derecho de los indígenas a una defensa adecuada en el nuevo sistema de justicia penal en México. En Revista legislativa de estudios sociales y de opinión pública, Vol. 5, N°. 9, 2012, pp. 181-207.
- [7] Valdivia, M.T. (2009). Políticas y reformas en materia indígena, 1990±2007. México. Recuperado el 23 de noviembre de 2019 de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952009000100005.
- [8] Organización de los Estados Americanos (OEA). Convención Americana sobre Derechos Humanos “Pacto de San José de Costa Rica”. 22 noviembre 1969.
- [9] Binder, A. (1993). ³Proceso penal y diversidad cultural. El caso de las comunidades indígenas’. En Justicia Penal y Sociedad. Revista Guatemalteca de Ciencias Penales, año II, núms. 3-4, folleto núm. 156 bis, fasc. 2. Guatemala: Instituto de Estudios Comparados en Ciencias Penales.
- [10] Guber, R. “La entrevista etnográfica” o “el arte de la no directividad”. La Etnografía. Método, Campo y reflexividad. Capítulo 4.
- [11] Walsh, C. (2010). Interculturalidad crítica y pluralismo jurídico. Ponencia presentada en el Seminario Pluralismo Jurídico, Procuradora del Estado/Ministerio de Justicia, Brasilia, 13-14 de abril 2010. Disponible en <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6205> (consulta: 02 de octubre de 2020).
- [12] Pérez-Bustillo, Camilo, “De la ciudadanía multicultural a la interculturalidad: intentos recientes de reconstrucción del estado en México, Guatemala y Colombia, ” Ponencia presentada en LASA, Washington D.C., 2001.
- [13] Kleinert, C. V. (2015). La formación de intérpretes de lenguas indígenas para la justicia en México. Sociología de las ausencias y agencia decolonial. En Sendebarr: Revista de la Facultad de Traducción e Interpretación, N°. 26, 2015, págs. 235-254.



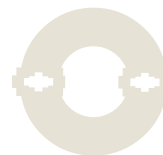
Propuesta de implementación de redes de economía social y solidaria para impulsar la producción de huertos urbanos a través de la agricultura de conservación en los parques públicos del Municipio de Puebla, como medida de mitigación de la pobreza urbana por pérdida del empleo por la crisis sanitaria del COVID-19

Sánchez Mora Nick Irving¹, Cante Flores Diana Carmen²

Asesora: Dr. Herrera García Adolfo Federico³

Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida San Claudio y 22 Sur, Ciudad Universitaria, CP. 72570 Puebla, Puebla

nick.sanchez@alumno.buap.mx¹ diana.cantef@alumno.buap.mx² adolfo.herrera@correo.buap.mx³



Área 6
Ciencias Sociales

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

Resumen

El presente proyecto de investigación, busca proponer alternativas de combate a la pobreza urbana generada por la crisis sanitaria del COVID-19 en el Municipio de Puebla, a través de la implementación de redes de colaboración económicas sociales y solidarias, utilizando la implementación de huertos urbanos en los parques públicos del Municipio de Puebla.

Esto, debido a la pérdida de empleo que generará la crisis sanitaria del COVID-19, la cual permitió una crisis inducida de oferta

y demanda en la economía mexicana y a nivel mundial. Por esta pérdida de actividad económica muchas empresas debieron de cerrar o tener paros forzados de producción, lo que generó, una pérdida de empleos a nivel Nacional, Estatal y Municipal. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), “reportó que en el Estado de Puebla del 13 de marzo al 6 abril del 2020 se perdieron 12, 026 empleos formales, lo que significa 481 trabajadores diarios, en su mayoría pertenecientes al sector servicios y de la construcción” (STPS, 2020).

Palabras clave

Huertos, economía social y solidaria.

Abstract

The following research project looks forward to proposing alternatives to combat the urban poverty generated by the COVID-19 sanitary crisis in the Puebla municipality, through the implementation of economic, social, and solidarity collaboration by using the implementation of urban gardens in the public parks of the Municipality of Puebla. This is due the employment loss that will be generated by the sanitary crisis of COVID-19, which allowed an induced crisis of offer and demand in the Mexican economy and globally, because of this leak of economic activity many enterprises had to seal off or had a forced shutdown in their production, this consequence in a loss of jobs national, state and municipality. The Secretary of Work and Social provision (STPS), reported that in Puebla State from March 13th to April 6th in 2020, 12 026 formal employment were lost, which means 481 daily employment, mainly from the sectors of services and construction (STPS, 2020).

Keywords

Patch, social and solidarity economy

Glosario de abreviaturas y símbolos

ing_tra: Ingresos corrientes monetarios por transferencias.

ing_lab: Ingresos corrientes monetarios laborales;

ictpc val: Ingresos corrientes monetarios per cápita en las zonas urbanas.

Introducción

Para combatir el aumento de la pobreza urbana en el Municipio de Puebla, ocasionada por la falta de empleo y potenciada por la crisis sanitaria del COVID-19, es necesario diseñar alternativas que impacten de manera positiva a las condiciones de vida y bienestar de la población. La implementación de huertos urbanos en los parques públicos del municipio representa una alternativa que lograría mitigar los efectos causados por la pérdida de empleo de la población, además, de incrementar los niveles de seguridad alimentaria.

Ante la pérdida de empleo que ha generado las externalidades negativas por la contingencia sanitaria del COVID-19, existe una crisis inducida de oferta y demanda en la economía mexicana y a nivel mundial. A su vez, la reducción de la actividad económica ocasionó que empresas debieran de cerrar o tener paros forzados de su producción, y con ello, una pérdida de empleos a nivel Nacional, Estatal y Municipal. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), “reportó que en el Estado de Puebla del 13 de marzo al 6 abril del 2020 se perdieron 12, 026 empleos formales, lo que significa 481 trabajadores diarios, en su mayoría pertenecientes al sector servicios y de la construcción” [1]. Al perderse los empleos del jefe de familia del hogar se limita el acceso a una fuente de ingreso, ocasionándose una disminución de la capacidad de compra y limitando el acceso a diferentes servicios.

La implementación de los huertos urbanos se ha implementado en diversos países como política de combate al desempleo y la pobreza urbana, por ejemplo, se implementó “en la ciudad de Detroit Estados Unidos en el periodo de la depresión económica de 1893, otorgando espacios a los desempleados para que pudieran cultivar alimentos, estos terrenos fueron conocidos como potato patches (parcela de patatas), en el periodo de la Gran Depresión (1929-1935) también se implementaron los huertos urbanos y estos se conocieron como relief gardens (huertos de emergencia)” [2]

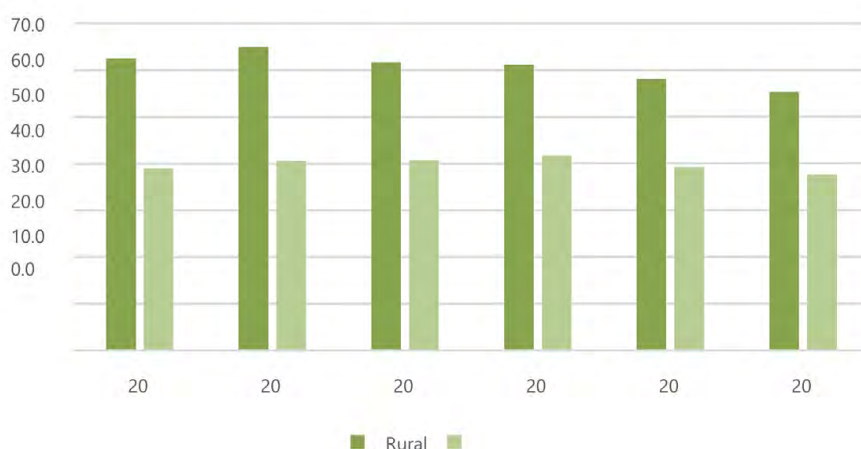
El objetivo del presente artículo, es buscar alternativas de economía social y solidaria al aumento de pobreza urbana que se presenta en el Municipio de Puebla generada por la falta de empleo por causa de la crisis sanitaria del COVID-19.

Planteamiento

El concepto de pobreza en los últimos años ha evolucionado, cuya condición conceptual es cambiante dependiendo del espacio, el tiempo, los rasgos culturales e ideológicos, así como de características sociodemográficas. Esta evolución ha generado que los investigadores formen una serie de criterios y características para identificar el tipo de pobreza que sufren las personas.

Siguiendo a Nahmad (1998), señala que este tipo de criterios está en función de “las prioridades nacionales específicas, lineamientos sugeridos o impuestos por organismos internacionales o conceptos normativos genéricos sobre bienestar y derechos individuales” [3].

En México, la institución encargada de definir los criterios de pobreza es el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). En su informe “Evolución y determinantes de la pobreza de las principales ciudades de México. 1990-2010”, definen a la pobreza urbana como un “proceso que tiene que ver con el crecimiento económico y desarrollo de la sociedad, pero también con atributos vinculados al territorio” [4] El CONEVAL citado por Cárdenas Elizalde *et al.*, [5], establece que para el 2010 “el 49 % de la población urbana del municipio vive en condiciones de pobreza” esto quiere decir que, para el 2010 había en Puebla 1, 337, 210 personas en condiciones de pobreza urbana.



Gráfica 1. Medición de la pobreza, Estados Unidos Mexicanos, serie 2008-2018 (Porcentaje)

Fuente: Elaboración propia con datos del CONEVAL en su apartado Medición de la Pobreza. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx

Para el 2020, se espera que la pobreza aumente debido a la crisis sanitaria del COVID-19, considerando, además, que la estimación de crecimiento económico del Banco de México (Banxico) es del -7 % del PIB. Esta situación, repercutirá de forma negativa sobre la cantidad de empleos y actividad económica a nivel nacional, estatal y municipal, generándose un aumento de la pobreza urbana. Por su parte,

datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015), mostraron que en el Estado de Puebla el 72 % de la población vivía en zonas urbanas y un 28 % vivía en zonas rurales, para el 2010 esta distribución era diferente, ya que, 78 % de la población vivía en una zona urbana y, el 22 % en zona rural [6]

En retrospectiva, la entidad de Puebla para el año 2015 fue el séptimo Estado de la República mexicana que presentó mayor densidad poblacional, por encima del promedio nacional con 180 personas por kilómetro cuadrado (km^2). En este rubro los estados de la república que sobresalen son la Ciudad de México con 5,967 personas por km^2 , Estado de México con 724 personas por km^2 , Morelos con 390 personas por km^2 , Tlaxcala con 318 personas por km^2 , Aguascalientes con 234 personas por km^2 , Guanajuato con 191 personas por km^2 .

Actualmente, el municipio de Puebla se encuentra dentro de la zona conocida como la megalópolis la cual “se caracteriza por tener grandes concentraciones urbanas, durante las tres últimas décadas, esta zona urbana es la más grande del país, debido a factores económicos como a la fuerte tendencia hacia el centralismo” [7]

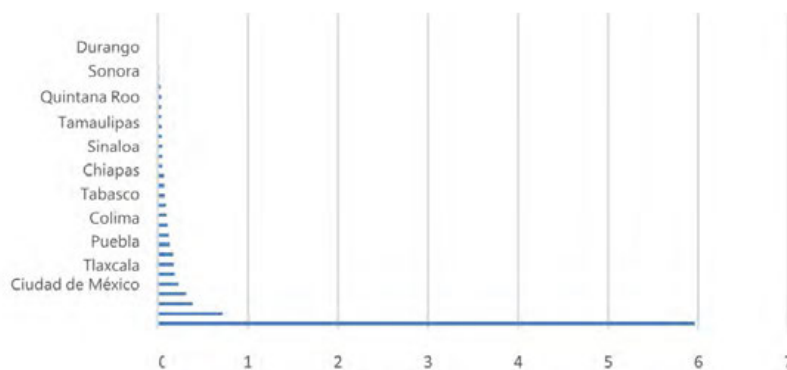


Gráfico 2. Densidad de la población por entidad federativa (2015)

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2015.

<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/poblacion/densidad.aspx?tema=me&e=21>

En el 2010, el Estado de Puebla fue considerada como la cuarta entidad federativa con mayor población en condiciones de pobreza alcanzando el “61.2 por ciento y con un promedio de carencias de 2.8 lo que representó 3, 546, 321 personas de un total de 5, 792, 643” [8]. Además, en el mismo año fue el quinto Estado con mayor población en condiciones de pobreza extrema con el 16.7 %.

El Municipio de Puebla concentra el “39.9 por ciento de su población en condiciones de pobreza” [8], y un 6 % de su población en condiciones de pobreza extrema con 110, 012 personas. También presenta problemas con la equidad y distribución del ingreso. El municipio en el 2008 presentó un índice de Gini de 0.4442 y para el 2010

de 0.4803. Esta evidencia indica que la desigualdad en la distribución del ingreso de la población aumentó.

La población total en la entidad suma 6.3 millones de habitantes en 2018; 52.45 % de los hogares están dirigidos por una mujer y el 47.55 % un hombre; el 70.72 % de la población habita en el sector urbano y, el 29.28 % en las zonas rurales de la entidad. La población que habita exclusivamente en la zona urbana de la entidad presenta las siguientes características de inseguridad alimentaria: Seguridad alimentaria con un total de 2, 222, 054 habitantes que representan el 49.19 % de la población urbana; Inseguridad alimentaria leve 1, 297, 382 (28.72 %), Inseguridad alimentaria moderada 636, 675 (14.09 %) e Inseguridad alimentaria severa 361, 338 (8.00 %) [9].

Se realizó un análisis del coeficiente de Gini y curva de Lorenz con la base muestral de la población urbana en Puebla [9] para determinar los indicadores de desigualdad y concentración estatal. Se utilizaron las variables referidas a un trimestre en Ingresos corrientes totales per cápita (ictpc); Ingresos corrientes monetarios laborales (ing_lab); Ingresos corrientes monetarios por transferencias (ing_tra) e Ingreso corriente monetario del hogar (ing_mon).

Tabla 1. Descomposición de Gini en la población urbana en el estado
Fuente: Elaboración propia basada en la INEGI-ENIGH, (2018)

Ingreso total	Variable:	ing_mon			
Fuente	Sk	Gk	Rk	Participación	% Cambio
ing_tra	0.110	0.800	0.385	0.088	-0.022
ing_lab	0.884	0.417	0.940	0.904	0.020
lctpc	0.277	0.388	0.784	0.220	-0.057
Total, ingreso		0.383			

En la **Tabla 1** se observan los resultados de las tres fuentes de ingresos. Se evidencia que los ingresos por transferencias muestran que un aumento del 1 % en esa fuente de ingresos, en igualdad de condiciones, disminuye el coeficiente de Gini del ingreso total en un -0.022 %, esta situación podría deberse a una mala distribución y focalización de las transferencias, gubernamentales en las zonas urbanas. Los ingresos de transferencias están distribuidos de manera desigual (0.800) y la correlación de Gini entre los ingresos de transferencias y los ingresos totales es de (0.385), indicando que los ingresos por transferencias favorecen a los

menos pobres más que cualquier otra fuente de ingresos. Los ingresos laborales tienen un ligero efecto igualador (comparado con el anterior indicador) en la distribución del ingreso total. Este hallazgo, muestra que un Gini de esta fuente es relativamente bajo (0.417) aunque esta fuente de ingresos tiene un efecto desigual en la desigualdad del ingreso total.

Una fuente de ingresos puede estar distribuida en la sociedad de forma desigual, aunque, puede favorecer a los pobres, como es el caso de los ingresos laborales. Sin embargo, los ingresos laborales (reducidos) para el sector pobre representa una fuente muy importante para sumar a los ingresos totales del hogar. En el caso de los ingresos per cápita de los integrantes de los hogares urbanos en un trimestre se evidencia que un aumento del 1 % en esa fuente de ingresos, en igualdad de condiciones, reduce el coeficiente de Gini del ingreso total en un -0.057 %. Los ingresos per cápita están mejor distribuidos relativamente (0.277) y la correlación de Gini entre los ingresos per cápita y los ingresos totales es de (0.784).

En el Gráfico 1 se presenta la curva de Lorenz, que incluye la distribución del ingreso total corriente per cápita (icptc). Es relevante que, mientras más se acerca la distribución del icptc a la equidistribución más equitativa será la distribución de los ingresos en la población, en este caso se evidencia que la población en condiciones de pobreza tiene una distribución más cercana a la equidistribución, es decir, existe una distribución de los ingresos en la pobreza con mayor equidad. En contraste con la población no pobre, donde se evidencia una mayor desigualdad de la riqueza, es decir, los ingresos per cápita entre los ciudadanos. Esta situación revela la necesidad de mejorar el diseño e implementación de las políticas públicas en la sociedad.

Marco referencial

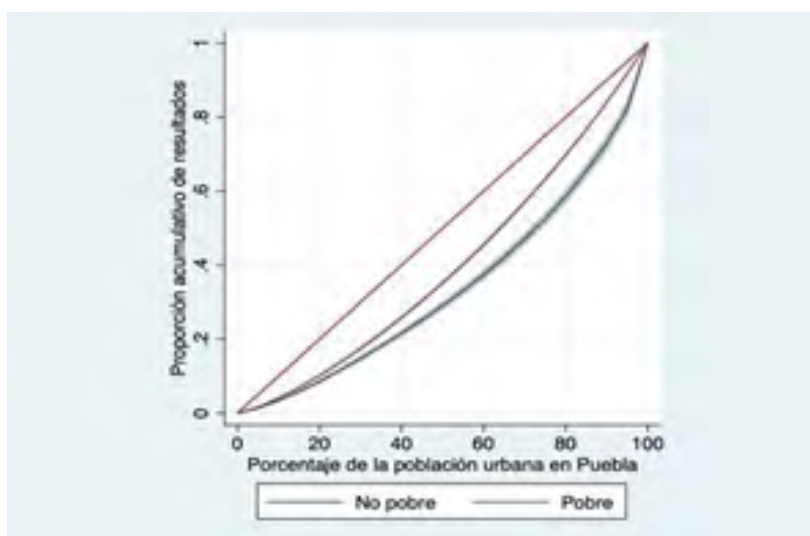


Gráfico 3. Curva de Lorenz de los ingresos corrientes urbanos per cápita en Puebla.

Fuente: Elaboración propia con datos generados en la INEGI-ENIGH, (2018).

Como menciona [10], los momentos de crisis o de desaceleración de la economía mundial “podría ofrecer oportunidades para detener las prácticas destructivas, controlar el uso de la energía, procurar nuevas fuentes de energía, comenzar a crear trabajos verdes, y para concentrarse en desarrollar caminos sostenibles para el crecimiento y enfoques novedosos para la reestructuración de los ecosistemas” [10]

El construir alternativas sociales de producción para mitigar los efectos negativos de la actividad económica, mejorará las condiciones de vida de las personas a través de la colaboración solidaria, ya que, como lo menciona [11], “esto significa trabajo y consumo compartidos, cuyo vínculo recíproco entre las personas viene, primero, de un sentido moral de corresponsabilidad, por el bien-vivir de todos y de cada uno en particular” [11].

Una de las principales críticas que se realizan a los huertos urbanos es que por sí solos no combaten a la pobreza y, esto tiene algo de razón ya que no se fomenta entre los productores el intercambio y la producción solidaria, debido a que la implementación de los huertos se hace de forma aislada y asimétrica entre los diferentes individuos. Aunado a los sistemas institucionales para crear los incentivos necesarios para su operacionalización.

Se prospecta que la construcción de redes de economía social y solidaria fomentará nuevas formas de producción, consumo y distribución de los bienes producidos en los huertos urbanos que garanticen una alternativa viable y sostenible para la satisfacción de las necesidades de la población en condiciones de pobreza urbana en el Municipio de Puebla.

El método de producción que se buscaría utilizar para los huertos urbanos es la técnica de bancales elevados, lo que permitiría utilizar el método de la agricultura de conservación. Esta es definida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [12] como un “sistema de cultivo que puede prevenir la pérdida de tierras cultivables y a la vez regenerar las tierras degradadas” [12], este sistema fomenta el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos, el laboreo mínimo de las tierras y la diversificación de especies vegetales, a través de la implementación de bancales que permiten tener un control de las condiciones del suelo, a través de la preparación de los nutrientes adecuados para la germinación de las semillas.

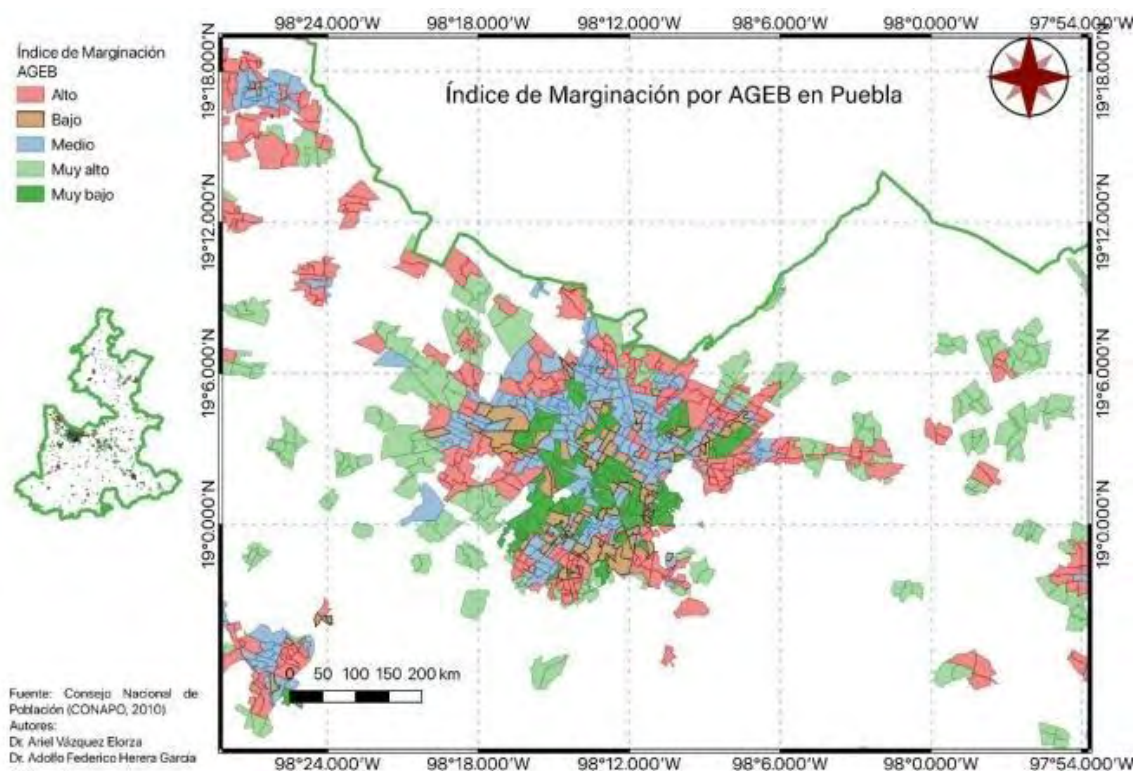
Materiales y métodos

Para identificar las zonas críticas del municipio de Puebla, se identificaron a los pobres urbanos dentro del conjunto de la población con el objetivo de segmentarla y no generar problemas de sesgo en la medición, para ello, se utilizó el umbral de pobreza urbana, que aplica el CONEVAL, que explica que todos aquellos que se encuentren por debajo de este umbral serán considerados como pobres. Con lo cual se utilizó esta medida como frontera de separación de la población pobre de aquella que no lo es.

Con esto, se logró crear segmentos de la población en diferentes umbrales facilitando el análisis de manera más clara el efecto que tiene la pobreza urbana en el municipio de Puebla, para poder calcular este umbral se realizaron las siguientes actividades.

Se construyó una encuesta, que fue aplicada a una muestra representativa de la población en condiciones de pobreza urbana en el municipio de Puebla, con el objetivo de conocer su percepción sobre su situación económica y sobre su nivel de bienestar. Cabe destacar que las respuestas se realizaron en función de la propia perspectiva de los encuestados y en función de su entorno en el cual se desenvuelven.

La aplicación de la encuesta se llevó a cabo en 16 colonias más pobres del municipio de Puebla, según datos del CONEVAL [8]. Se obtuvieron 1720 cuestionarios válidos de una muestra de 2, 000 hogares. Las colonias seleccionadas fueron la Junta Auxiliar Ignacio Zaragoza, El Chamizal, Ideal del Porvenir, Moctezuma, Morelos, Cuauhtémoc, Guadalupe Victoria Norte, Clotilde Torres, Santa María la Rivera, Junta Auxiliar San Felipe Hueyotlipan, San Miguel Hueyotlipan, Francisco Villa, Nueva Antequera, Santa Anita, Tres Cruces y la Junta Auxiliar Ignacio Romero Vargas.



Mapa 1. Índice de Marginación por AGEB en Puebla

De las 16 colonias destacan tres juntas auxiliares “Ignacio Romero Vargas con una población de 51, 379 habitantes, Ignacio Zaragoza con 89, 709 habitantes y San Felipe Hueyotlipan con 33, 596 habitantes” [6], lo que equivale a 174, 684 habitantes.

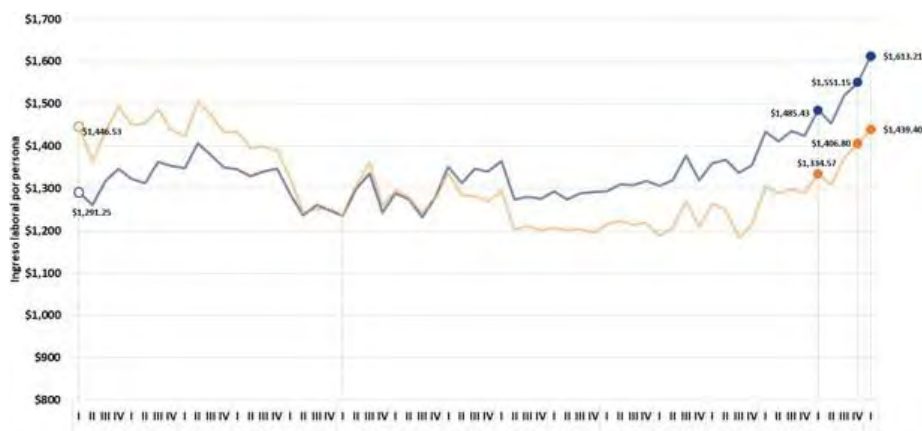


Gráfico 4. Ingreso laboral per cápita, Puebla
(primer trimestre 2005-primer trimestre 2020).

Fuente: CONEVAL: <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Puebla/Paginas/itlp.aspx>

De los hogares encuestados, se evidenció que el 38.37 % ganan menos de \$500 pesos semanales, un 26.16 % apenas rebasa los \$500 semanales y un 12.79 % gana entre \$1000 a \$1, 500 pesos semanales, el 22.67 % restante gana por encima de los \$1500

semanales. Lo que muestra que el 77.32 % de los hogares encuestados viven por debajo de la línea de bienestar urbano de los \$1, 648.43 mensuales y solo el 22.67 % de los hogares encuestados logra alcanzarla. Además, encontramos que el 92.44 % de los hogares encuestados se considera como pobre y solo el 7.55 % de los hogares se considera no pobre.

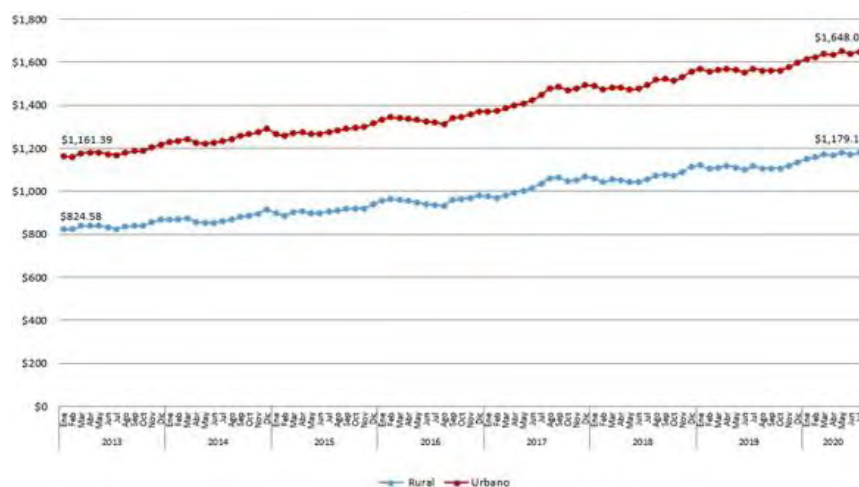


Gráfico 5. Evolución mensual del valor de la Línea de Pobreza Extrema por ingresos (Canasta Alimentaria).

Fuente: CONEVAL: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>

Conjuntamente, se encontró que el 31.7 % de los hogares encuestados reportan que tienen jefa de familia y el 68.2 % cuentan con jefe de familia, lo que enmarca una condición de desigualdad por ingreso entre los hogares, además de resaltar que existe una falta de políticas públicas de combate a la pobreza por ingreso y género en el Municipio.

Datos del CONEVAL [8] en su apartado “Evolución de las líneas de pobreza por ingresos” se muestra que para el primer trimestre del 2020 la variación anual del ingreso per cápita real aumentó en 8.6 % entre el primer trimestre de 2019 y el primer trimestre del 2020, al pasar de \$1485.43 a \$1, 613.21, la línea de bienestar urbano para el mismo periodo tuvo una variación anual del 4.4 %, pasando de \$1, 578.43 a \$1, 648.43.

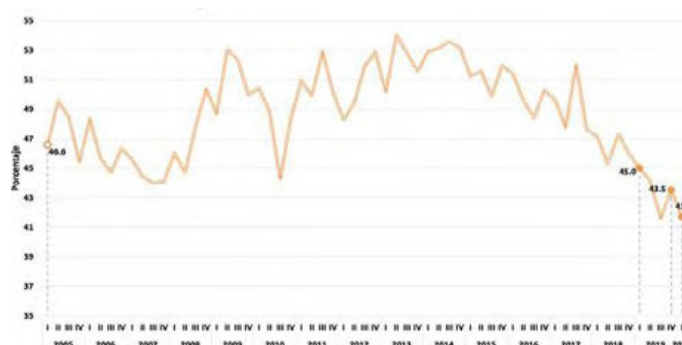


Gráfico 6. Porcentaje de la población con ingreso laboral inferior al costo de la canasta alimentaria, Puebla (primer trimestre 2005 – primer trimestre 2020).

Fuente: CONEVAL: Índice de la Tendencia Laboral de la Pobreza (ITLP), Resultados nacionales y por entidad federativa. <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Puebla/Paginas/itlp.aspx>

Después de relacionar esta información del CONEVAL y de la encuesta realizada, se generó un análisis de georreferenciación de los diferentes parques públicos que tiene el municipio de Puebla, así como también la información de las colonias y juntas auxiliares con altas tasas de pobreza urbana, que contengan un parque público o un espacio para poder realizar los huertos urbanos en el municipio.

Datos del Inventario Municipal de Áreas Verdes [13] muestran una relación de las diferentes áreas verdes con las que cuenta el Municipio de Puebla, así como su objetivo general que es “estructurar un instrumento que integre información cuantitativa y cualitativa acerca de las áreas verdes del municipio de Puebla para orientar las acciones institucionales de conservación e incremento de dichas áreas en el presente y futuro” [13].

El IMAV muestra que no todas las colonias con altas tasas de población en condiciones de pobreza urbana cuentan con un parque público, camellón, vivero o área verde, son solo 7 colonias y 2 juntas auxiliares las que presentan un espacio óptimo para el desarrollo de los huertos urbanos.

Tabla 2. Áreas verdes, parques y jardines en las colonias con población de mayor incidencia a la pobreza urbana del Municipio de Puebla.

Ubicación	Calle	N° Exterior	Colonia	Uso	Superficie en M2
Avenida 54 Poniente Col. Cuauhtemoc	54 Poniente	504	Cuauhtemoc	Vivero	8895.52

Prolongacion 24 Sur	Prolongación 24 Sur	S/N	Tres Cruces	Camellón	672.82
China Poblana	Boulevard Norte Y Diagonal Defensores De La República	S/N	Morelos	Parque	1796.57
2 De Abril	2 De Abril	S/N	Ignacio Zaragoza	Camellón	1553.27
Boulevard Maria Del Carmen Millán	Boulevard Maria Del Carmen Millán	S/N	San Felipe Hueyotlipan	Camellón	151.20
Boulevard De La Pedrera	Boulevard De La Pedrera	S/N	Santa Maria La Rivera	Camellón	77.60
Santa Anita	Santa Anita	S/N	Santa Anita	Parque	845.31
Guadalupe Victoria Norte	Privada 9 Norte	S/N	Guadalupe Victoria Norte	Camellón	6.13
Parque Deportivo	Privada 46 Oriente	S/N	Moctezuma	Parque	1708.72

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad, Dirección de Medio Ambiente (2015).

Es importante señalar, que en las colonias con altas tasas de población en condiciones de pobreza urbana que no presentaron áreas verdes o camellones, para poder realizar los huertos urbanos, como el caso de las colonias: El Chamizal, Ideal del Porvenir, Clotilde Torres, San Miguel Hueyotlipan, Francisco Villa, Nueva Antequera y la Junta Auxiliar Ignacio Romero Vargas, solo se les impartieron talleres y se asesoraron a las personas con la implementación de los huertos en sus domicilios.

Al conocer las zonas geográficas y puntos críticos donde sí se pueden implementar los bancales, se generó una campaña informativa sobre la implementación de los huertos urbanos a través de los medios digitales y se invitó a las personas a pequeñas reuniones en google meet para crear redes de economía social y solidaria en las diferentes colonias y juntas auxiliares del municipio, lo anterior con el objetivo de combatir la pobreza urbana en estas colonias.

Para poder impulsar la campaña informativa sobre los huertos urbanos, se buscó tener un acercamiento con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad del Municipio de Puebla, con el objetivo de apoyar el programa piloto de huertos comunitarios, para impulsar la participación ciudadana. Lo que logró la impartición de 24 talleres donde participaron los vecinos de las juntas auxiliares y colonias con mayores tasas de población en condiciones de pobreza.

En estos talleres, se pudo preguntar a las personas de las colonias y juntas auxiliares qué productos estaban más interesados en producir, entre los que destacaron, árboles frutales como: aguacate, limón, naranja, entre otros; hortalizas, tales como: tomate, jitomate, ajo, cebolla, lechuga, zanahoria, cilantro, chiles, entre otros.

Para la implementación de los huertos urbanos, se utilizó la metodología de John Seymour [14] sobre la construcción de bancales elevados, estas son estructuras de madera o algún otro material reciclado que sirva como una caja o macetero, con una extensión de un metro de alto, por un 1.5 metros de ancho y de largo de hasta 6 metros, las extensión del largo del bancal puede variar de acuerdo a las condiciones del espacio físico donde se pongan, esta técnica consiste en “clavar cuatro estacas en las esquinas de la tierra destinada al bancal y se atan con un hilo tenso ... Se aplica una cubierta de estiércol en la superficie del futuro bancal. Es la misma labor que para el desfonde por zanjas, pero hay que asegurarse de haber mullido bien el suelo” [14] con esto se logra una disminución del trabajo y se obtiene un área de tierra rica en nutrientes lista para cultivar.

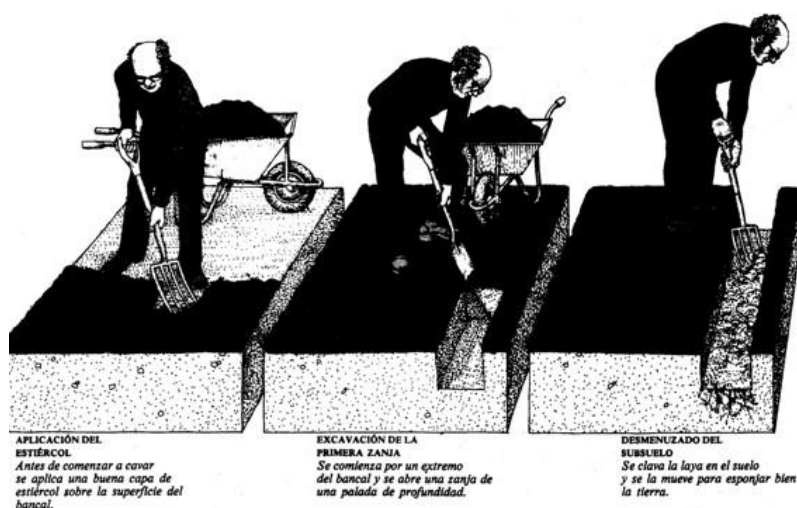


Figura 1. El método del bancal elevado.

Fuente: Seymour, John (1980). El Horticultor Autosuficiente, pág. 106

Resultados/Discusión de resultados

Después de los talleres en algunas de las colonias, las personas decidieron comenzar con los huertos en sus hogares, ya que al tenerlos cerca de ellos podrían tener mayor cuidado con el riego y el control de plagas.

También, se impulsó la búsqueda de crear huertos en las escuelas públicas de las diferentes colonias y juntas auxiliares con el propósito de enseñar a los alumnos y profesores cómo cuidarlos y mantenerlos.

Se estableció una línea base para identificar los elementos clave en la construcción de una guía de buenas prácticas entre los diferentes hogares con el objetivo de compartirla entre ellos y de esta manera logren tener mejores resultados; además de implementar un calendario de cultivos por temporada, así como la elaboración de composta para fertilizar los huertos.

Se requiere mayor participación de todos los miembros de las colonias dado que es muy reducida. Por ello, la implementación de los huertos urbanos en los parques públicos no se ha logrado concretar, aunque se sigue con la capacitación a los vecinos logrando esperar cumplir este objetivo en el menor tiempo posible.

Conclusiones

Se logró observar que la cantidad de áreas verdes en las diferentes colonias y juntas auxiliares del municipio de Puebla es deficiente ya que solo se cuenta con una superficie de 3, 069, 192 m², lo que enmarca que por cada habitante se cuente con 1.95 m² de áreas verdes, para la Organización Mundial de la Salud (OMS) es recomendable tener entre 9 y 11 m² de áreas verdes por habitante.

Las personas que participaron en las capacitaciones, estaban de acuerdo con la producción de los huertos en sus propias casas y en las escuelas, pero el principal problema que encontramos; es que no estaban dispuestos a una participación colectiva y participativa entre todos los miembros de la comunidad.

Se debe impulsar entre los miembros de la comunidad el sentido de pertenencia y solidaridad entre ellos, ya que el tejido social en las colonias y juntas auxiliares está muy fragmentado. Además, es pertinente establecer los mecanismos institucionales en el Bando de Policía y Buen Gobierno del municipio de Puebla para incentivar a la población a tener mayor participación y apropiación del conocimiento en actividades que ayudan a mejorar condiciones de bienestar.

También, se debe construir un sistema de recolección de aguas fluviales en los diferentes hogares de estas colonias y juntas auxiliares ya que la calidad del agua en estas no es adecuada para la producción agrícola, también existe carencia de agua en estas colonias.

El impulsar este tipo de programas en las diferentes colonias y juntas auxiliares del municipio de Puebla ayudará a mitigar el efecto de aumento de la pobreza urbana

causado por el COVID-19, ya que los hogares contarán con alimentos de buena calidad en sus hogares, lo cual combatirá los efectos de la pobreza.

El impulsar redes de economía social y solidaria ayudará a los hogares a comercializar y distribuir sus productos entre los diferentes miembros de las colonias y juntas auxiliares.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

En estos momentos, la pobreza sigue siendo un problema y hay personas que no han podido conseguir su empleo perdido por el COVID-19, estas razones se pondrán de manifiesto ante la nueva administración del gobierno municipal para llevar a cabo la propuesta mediante la colaboración de los vecinos de los lugares donde se pondrían estos bancales para formar una red de economía solidaria efectiva y una recuperación pronta de la crisis económica por la pandemia en el municipio de Puebla.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente por concedernos la oportunidad y apoyarnos en este proceso al Doctor Adolfo Federico Herrera García, Profesor-Investigador de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

Referencias bibliográficas

- [1] STPS, «Destrucción del Empleo por Entidad Federativa por el COVID-19,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.crowe.com/mx/-/media/Crowe/Firms/Americas/mx/CroweHorwathMX/Archivos/COVID-19/CPM-Perdida-de-empleo-por-COVID-19-08abr20.pdf?la=es-MX&modified=20200408171550&hash=3B3230C9784A8AA7E60EA98952C3A4D185FAEE58>. [Último acceso: 18 Marzo 2021].
- [2] C. Monge y V. Viñuales, «Huertos en asfalto. Iniciativas de agricultura urbana tiñen de verde las ciudades,» E.G y A.M, Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://www.revistaesposible.org/numeros/72-esposible-45#.X5HZZS9t9Bw>. [Último acceso: 12 Abril 2021].
- [3] Nahamad, «Acercamiento etnográfico y cultural sobre el impacto del Programa Progreso en doce comunidades de seis estados de la república,» de Alicio a la pobreza. Análisis del Programa de Educación, Salud y Alimentación dentro de la Política Social, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 1998, pp. 62-113.

- [4] E. Cárdenas, C. Córtes, L. Escobar, S. Nahmad, S. Andretta y T. Belismelis., «Evolución y determinantes de la pobreza de las principales ciudades de México,» 2010. [En línea]. Available: [https://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza urbana/Evolucion_determinantes_de_la_pobreza_urbana.pdf](https://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza_urbana/Evolucion_determinantes_de_la_pobreza_urbana.pdf). [Último acceso: 18 Marzo 2021].
- [5] C. Elizalde, «Evolución y determinantes de la pobreza de las principales ciudades de México 1990-2010,» de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México DF, CONEVAL, 2010, p. 100.
- [6] INEGI, «Censo de Población y Vivienda 2010,» 24 Agosto 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>. [Último acceso: 25 Marzo 2021].
- [7] Comisión Ambiental de la Megalópolis, «La megalópolis de la ZMVM,» 19 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/la-megalopolis-de-la-zmvm?idiom=es>. [Último acceso: 22 Marzo 2021]. en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0. [Último acceso: 21 Marzo 2021].
- [8] CONEVAL, «Informe de pobreza en México 2012,» 2012. [En línea]. Aviable: <https://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>. [Último acceso: 21 de Marzo 2021].
- [9] INEGI-ENIGH, «Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares,» Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), CDMX, 2018.
- [10] L. P.S, F. M.J, M. S.A y F. D, «Integrated ecosystem assessments: Developing the scientific basis for ecosystem-based management of the ocean,» PLoS Biology, 2009. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000014>. [Último acceso: 18 Marzo 2021].
- [11] E. Mance, «La revolución de las redes. La colaboración solidaria como una alternativa por-capitalista a la globalización actual,» 2000. [En línea]. Available: <http://retosalsur.org/wp-content/uploads/2013/08/La-Revolución-de-las-Redes-Euclides-Andrés-Mance.pdf>. [Último acceso: 23 Marzo 2021].
- [12] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» FAO.ORG, 18 Mayo 2020. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/es/>. [Último acceso: 23 Marzo 2021].
- [13] IMAV, «Inventario Municipal de Áreas Verdes,» SEDUSPue, 2015. [En línea]. Available: http://gobiernoabierto.pueblacapital.gob.mx/transparencia_file/sdus/2015/77.fracc41a/sdus.77.41a.imav.2015.pdf. [Último acceso: 3 Abril 2021].
- [14] S. John, El Horticultor Autosuficiente, Barcelona: Blume, 1980.

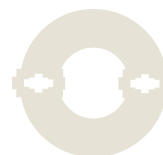


Propuesta integral para la movilidad activa en espacios universitarios

Tobón Zamora Mitzy Nurit, José Alí Kevin Murad Noriega,
Dra. María Lourdes Guevara Romero

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Blvd. Valsequillo s/n, Cd. Universitaria,
72570, Puebla, Puebla.

*nurittobon@gmail.com



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

Los habitantes ejercen su derecho a la movilidad para poder desplazarse en el espacio público, pues es indispensable para: poder generar actividad económica, permitir la comunicación y tener acceso a los bienes pues estas actividades son las que definirán la calidad de vida de las personas dentro de una ciudad. Al ingresar en los espacios universitarios, la movilidad integral y accesibilidad tienen la misma importancia pues deben ofrecer las condiciones adecuadas a todos los usuarios. Por otro lado, la infraestructura muchas veces no muestra los elementos adecuados para la conectividad, accesibilidad, equidad y seguridad. En un caso en particular, la Facultad de Arquitectura de la BUAP presenta una

infraestructura no adecuada ya que no ha sido renovada y muestra falta de mantenimiento. Como precursor en este campo, el proyecto muestra la importancia que tiene el ofrecer cualidades favorables para el desplazamiento de los universitarios. Esto nos lleva al objetivo del proyecto, el cual, con base en una investigación y un diagnóstico de las condiciones actuales de dicha facultad, se crea una propuesta de mejoramiento para ofrecer una movilidad integral y accesibilidad en el espacio universitario con un diseño urbano inclusivo, tomando en cuenta normas y manuales que aseguran una correcta movilidad integral para los usuarios.

Palabras clave

Movilidad integral, accesibilidad, espacio público, espacio universitario.

Abstract

The inhabitants exercise their right to mobility to be able to move around the public space, which is essential for generating economic activity, allowing communication and access to goods as these activities will define the quality of life of people within a city. When entering university spaces, comprehensive mobility and accessibility are equally important since they must offer the appropriate conditions to all users. On the other hand, the infrastructure often does not show adequate elements for connectivity, accessibility, equity, and security. In one particular case, the BUAP Faculty of Architecture presents an inadequate infrastructure since it has not been renovated and shows a lack of maintenance. As a pioneer in this field, the project shows the importance of offering favorable qualities for the displacement of university students. This leads us to the objective of the project, which, based on an investigation and a diagnosis of the current conditions of said faculty, an improvement proposal is created to offer comprehensive mobility and accessibility in the university space with an inclusive urban design taking into account standards and manuals that ensure proper comprehensive mobility for users.

Keywords

Comprehensive mobility, accessibility, public space, university space.

Glosario de abreviaturas y símbolos

BUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

CU, Ciudad Universitaria

NTDeIU, Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana

NOM, Norma Oficial Mexicana

SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transporte

Introducción

La movilidad urbana, se da a partir de la necesidad que tienen los habitantes de una ciudad de desplazarse de un lado a otro para realizar todo tipo de actividades, estos desplazamientos se dan de forma cotidiana generando dentro del territorio urbano, una dinámica de movimiento en la que la distancia, modo, costo y tiempo de traslado, impactan de manera directa en la calidad de vida de la población [1]. Bajo esa tesitura, es en el espacio público donde las personas se trasladan, ya sea caminando o haciendo uso de un medio de transporte para llegar a su destino, por trabajo, educación, recreación o actividades de diversa índole. Por ello, la forma de la ciudad debe tener un diseño inclusivo y apto para cualquier persona, promoviendo una vida social y colectiva de forma que se desarrolle en el espacio público sanamente, pero muchas veces no se tienen en cuenta las condiciones motrices de todos los usuarios. Dicho de forma breve, se debe considerar que la accesibilidad implica que las personas puedan realizar de forma fácil sus recorridos en un entorno comunicado y comprensible para así tener una movilidad segura [2]. De forma semejante el espacio público, visto como espacio universitario debe brindar las condiciones necesarias en su entorno para una adecuada **movilidad integral y accesibilidad** a cualquier posible usuario dentro de un campus, ya que muchas veces la infraestructura no cuenta con los elementos y dimensiones aceptables para ofrecer entornos conectados, accesibles, equitativos y seguros.

En la Ciudad de Puebla, se encuentra una de las universidades más importantes del Estado, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, cuyo campus principal se encuentra al suroriente de la ciudad y se conoce como Ciudad Universitaria, la cual cuenta con 18 unidades académicas y 7 accesos principales por los que diariamente ingresan más de 20 mil alumnos; al ingresar a CU se encuentran avenidas y corredores que permiten llegar a sus destinos entre las diferentes facultades, ya sea caminando o a través de los servicios de transporte que ofrece BUAP como lo son el lobobus y lobobicis.

La presente investigación, se centra en la Facultad de Arquitectura, la cual es una de las 18 unidades académicas y sus instalaciones en CU se inauguraron en 1969 [3]. Al recorrer dicha facultad se detecta una **movilidad activa no satisfactoria**. Dado que se identifican problemas para trasladarse de una forma directa, ya que al ir caminando el recorrido se ve obstruido por barreras y se notan cambios físicos que generan complicaciones, de modo que la infraestructura llega a ser inaccesible y excluyente. En este contexto, otro aspecto a considerar son las ciclovías, pues

generan un problema al tener tramos clausurados, reemplazados o discontinuos, lo que supone confusión para los ciclistas. De acuerdo a lo mencionado, se observa que las condiciones actuales de la red de andadores, no cuenta con las características de **diseño libre de barreras** al igual que la falta de conectividad entre algunas zonas, repercutiendo en la movilidad.

Derivado a lo anterior y como objetivo de la investigación, se realiza una propuesta de mejoramiento para la movilidad integral donde se consiga un rediseño con infraestructura accesible que cree las condiciones para una mejor movilidad activa, tomando en cuenta las necesidades de los usuarios que transitan por estos espacios y buscando incidir en el mejoramiento de la movilidad, seguridad y conectividad con lo cual se ofrecerá un entorno incluyente, equitativo y accesible.

Materiales y métodos

A lo largo de este trabajo y para poder llevarlo a cabo se consultaron diversas fuentes además de desarrollar diferentes etapas de análisis con el objetivo de contar con las herramientas e instrumentos necesarios para obtener los resultados esperados. Entre estos documentos, se encuentran informes anuales de actividades dentro de la facultad, planos de la planta arquitectónica, la historia de la BUAP obtenida del portal de Internet oficial de esta, normas, reglamentos, herramientas geoespaciales y distintos autores, etc. Se debe aclarar que la presente investigación se realizó desde su inicio y hasta su término durante la pandemia que se vive actualmente, por ello se implementaron formas digitales para su puesta en marcha.

Etapa 1

Como se mencionó anteriormente, la investigación se clasificó en etapas y en la primera se realizó un recorrido del inmueble, mediante un análisis espacial de la zona, utilizando las herramientas de Google maps y Google earth. Otra técnica fue la recopilación de fotografías para crear un catálogo recabado de estudiantes de la facultad a través de diferentes redes sociales. Estas técnicas y herramientas permitieron conocer la distribución de los edificios, la traza e intersecciones de los pasillos, así como los elementos integrados en su morfología, señalética, mobiliario, elementos constructivos, etc.; logrando identificar y ubicar las principales áreas con problemas de movilidad (ver **ilustración 1**).

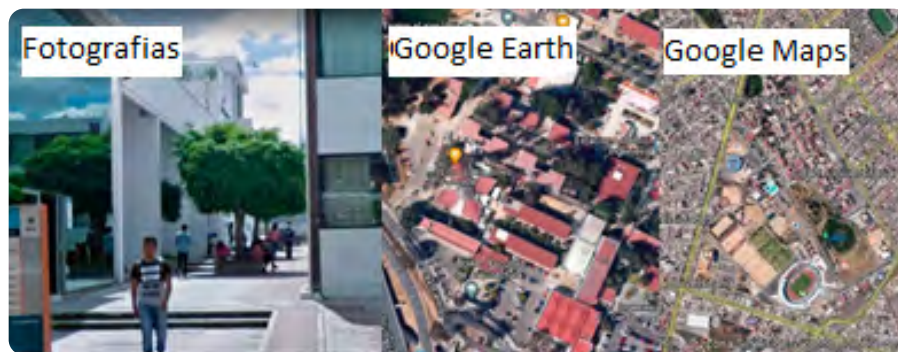


Ilustración 1. Instrumentos de evaluación

Etapa 2

En esta etapa, a partir del catálogo fotográfico se realizó el mapa de morfología de la facultad con el análisis de las fotografías y los planos de la planta física de esta. Gracias a ello se logró una mejor comprensión de la organización y las intersecciones entre corredores y su entorno, además a partir de ello se nombró alfabéticamente todos los pasillos pues en base a él, se realizó el diagnóstico de la siguiente etapa.

Etapa 3

Posteriormente, se diseñó el instrumento que evaluaría la infraestructura de movilidad activa contemplando cuatro elementos: corredores, mobiliario urbano, señalética, espacios destinados a estacionamiento e infraestructura ciclista; todo esto conformando la tipología de un corredor. Para realizar la evaluación, se tomaron en cuenta los criterios de diseño que plantea la Norma de Diseño e Imagen Urbana para el municipio de Puebla, agregando a cada elemento un número determinado de características y dimensiones fundamentales para un correcto funcionamiento, garantizando las condiciones adecuadas para todas las personas.

Por ejemplo, en el elemento de “corredores” se contemplan criterios como: dimensiones adecuadas, aceras continuas, material adecuado, rampas bien ubicadas, diseño homogéneo y estético y la vinculación entre corredores. Cada uno de estos elementos entrará a una de las tres categorías:

- “Bueno”: serán aquellos que cumplan con cada uno de los elementos que se han mencionado.
- “Regular”: responde a los elementos que están presentes pero que, por sus características, ya sean de diseño, estado o ubicación, no son las adecuadas o presentan algún defecto para un buen funcionamiento.

- “Malo”: aquel que no cumpla con ninguna condición, carece de, o no presenta alguno de los elementos que se han catalogado anteriormente.

Los criterios se calificarán en; sí está presente o no está presente. Una vez que se hayan identificado todos los corredores y cuáles son sus condiciones predominantes, se le asignará un porcentaje y un color de acuerdo con los valores que se presenten con mayor frecuencia.

Resultados/Discusión de resultados

Antecedentes de Ciudad Universitaria

Ciudad Universitaria, ha constituido una parte importante de la arquitectura poblana pues representa un ámbito cultural y recreativo. Desde el primer proyecto en 1958, cuando se comenzaba la búsqueda del terreno donde se encontraría, como en 1964 cuando se anunciaba que ciudad universitaria se encontraría al suroriente de la ciudad, en el ejido de San Baltazar Campeche colindando con Jardines de San Manuel, la escuela de arquitectura ya formaba parte del nacimiento de Ciudad Universitaria pues en 1969 cuando el gobernador Merino Fernández entregó los primeros edificios ya se encontraba entre ellos el primer edificio de esta escuela, el “Arquitectura 10” y a partir de ese momento la BUAP año con año ha logrado crecer en facultades, infraestructura, matrícula inscrita, etc. Actualmente, CU cuenta con 7 accesos, siendo el número 5 por donde se accede a la unidad académica de Arquitectura, colindando con la facultad de ingeniería y el lago de CU.

Diagnóstico de la zona de estudio

Como se mencionó anteriormente, la zona a estudiar será la facultad de arquitectura encontrada al norponiente de CU. En este apartado, primeramente se utilizarán el plano morfológico de la facultad (ver **ilustración 2**) aunado al instrumento de evaluación. A continuación, se comienza a trabajar con el catálogo de fotografías dado que estas tres herramientas juntas serán la base para la valoración de la situación actual de los corredores.

Al haber concluido la evaluación, se obtuvieron diferentes resultados explicados con porcentajes en cada pasillo, corredor y estacionamiento con el fin de conseguir una evaluación clara y precisa. Gracias a los resultados obtenidos se tiene la planta de zona de intervención, con esto se tiene la finalidad de encontrar los lugares que

podrían ser intervenidos que en este caso serán los corredores “A”, “B” y “D” (ver ilustración 3).

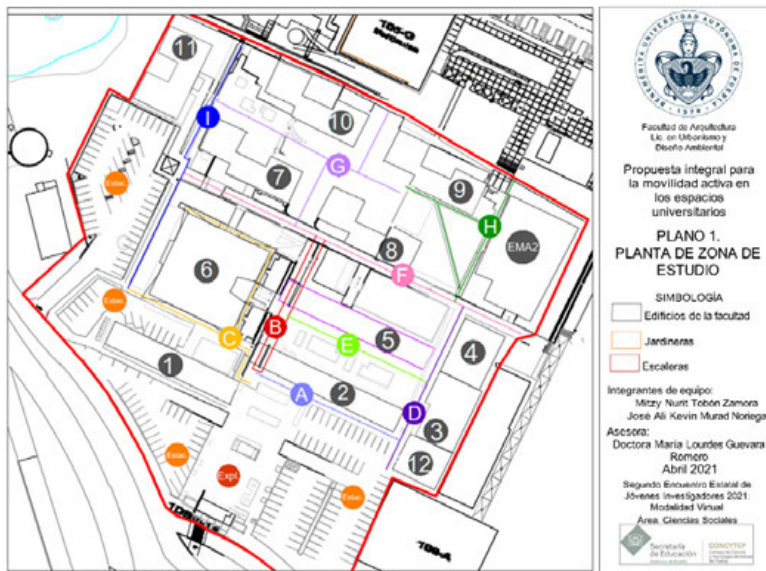


Ilustración 2. Planta de zona de estudio

A continuación se explican concreta y gráficamente los resultados de los tres corredores mencionados pues fueron los que mostraron mayores carencias y problemas.

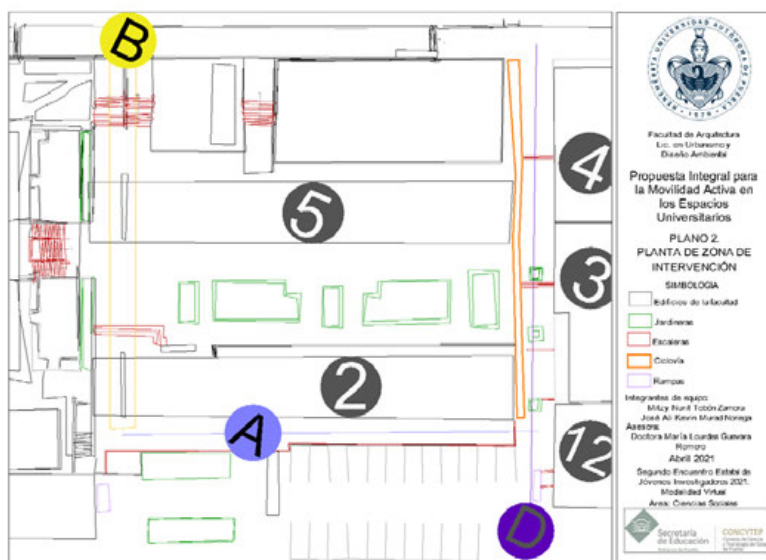


Ilustración 3. Planta de zona de intervención

Como resultados del corredor “A” el 24 % en rojo del punto “corredor” señala que el material del suelo es inadecuado, hay falta de rampas y aceras discontinuas. En mobiliario el 27 % significa una falta de botes de basura, bancas, jardineras y mesas. Por último la señalética es inexistente pero necesaria pues este corredor es el más

cercano al acceso de la facultad, además de estar a un costado del estacionamiento (ver **ilustración 4**).

En el corredor “B” se evalúa la falta de rampas para acceder a la planta alta del edificio “La Monja”, así como también para llegar al corredor “F”. Las aceras son discontinuas, la pendiente de las escaleras es más pronunciada de lo que permite la NTDeIU del municipio de Puebla y la conectividad entre corredores muestra deficiencias (ver **ilustración 5**).

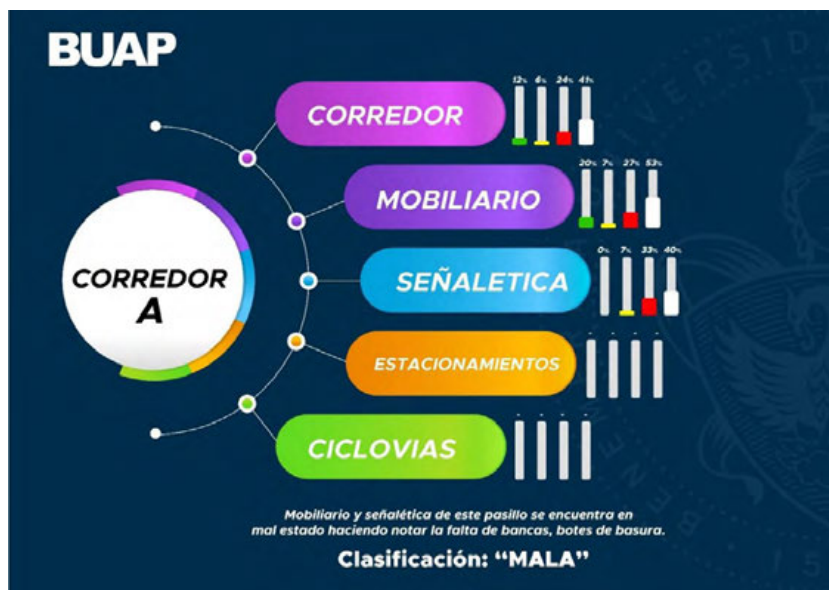


Ilustración 4. Diagnóstico corredor “A”



Ilustración 5. Diagnóstico corredor “B”

La evaluación del siguiente corredor, muestra un 27 % de problemas en el mobiliario pues no existen botes de basura, luminarias ni bancos. Igualmente con un 27 % rojo

en la señalética significa que esta es inexistente. En el estacionamiento hace falta un espacio definido para motocicletas y bicicletas. Para terminar, la ciclovía que se encuentra en este corredor se encuentra en condiciones no óptimas, es casi imperceptible, no cuenta con señalética y sus medidas no son las adecuadas según la NTDeIU del municipio de Puebla (ver **ilustración 6**).

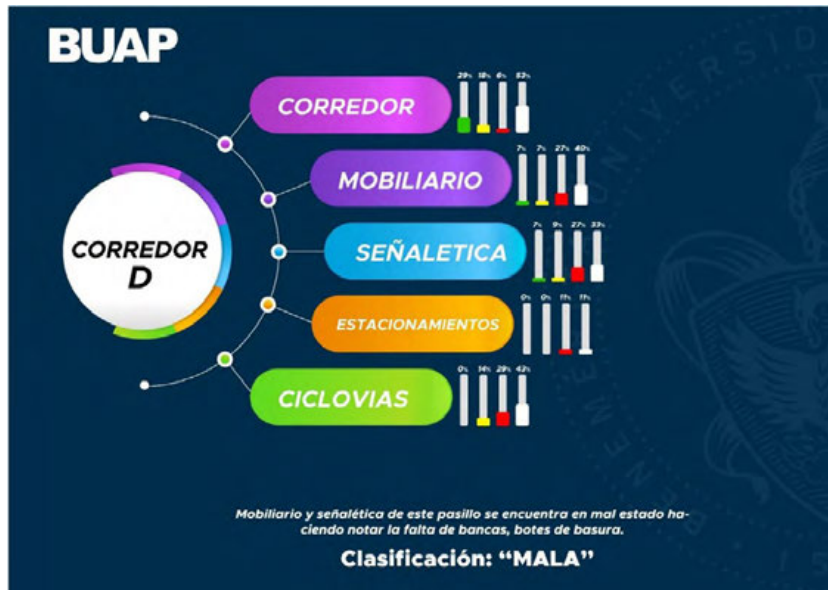


Ilustración 6. Diagnóstico corredor "D"

Propuesta

La propuesta de rediseño para el mejoramiento de la movilidad activa en los corredores de la Facultad de Arquitectura, se realizó con base en los resultados del diagnóstico y consultando las referencias normativas y manuales aplicables en la materia, los cuales fueron: la Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla; la Norma Oficial Mexicana NOM- 034- SCT2- 2011 Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y Vialidades urbanas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte; el Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad Vial (2014), de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte; y el Catálogo de Especies permitidas para la restitución de la masa vegetal de la cobertura pérdida, de la Secretaría de Desarrollo Urbano y sustentabilidad.

Corredor A

Se propone un rediseño del estacionamiento y señalética horizontal de servicios integrando zonas para discapacitados, ciclistas y motociclistas; instalación de dos parklets para el disfrute y confort de los usuarios, así como la permanencia en el espacio universitario; una franja mixta de vegetación ornamental integrando las siguientes especies: lirio africano (*Agapanthus africanus*), lirio común (*Iris Germanica*) y diente de dragón (*Carpobrotus acinaciformis*) (ver **ilustración 7**).

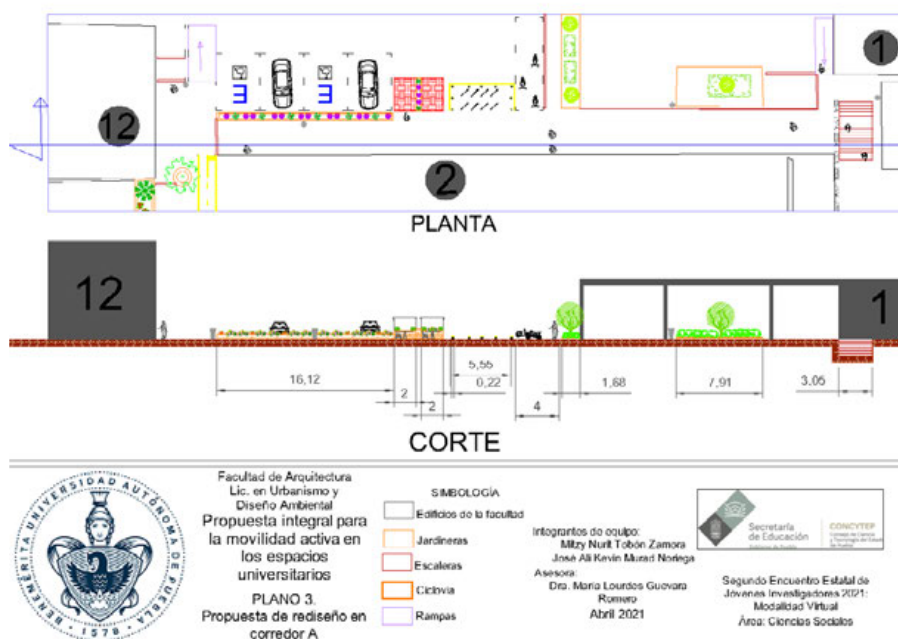


Ilustración 7. Propuesta del corredor
"A"

Corredor B

Se plantea la reconstrucción y reubicación de escalones y rampas garantizando la accesibilidad universal y la conexión entre corredores y edificaciones aledañas. Una franja mixta con vegetación ornamental integrando las siguientes especies: polvo de oro (*Cardium variegatum petra*) y croton magnífico (*Codiaeum variegatum*) (ver **ilustración 8**).

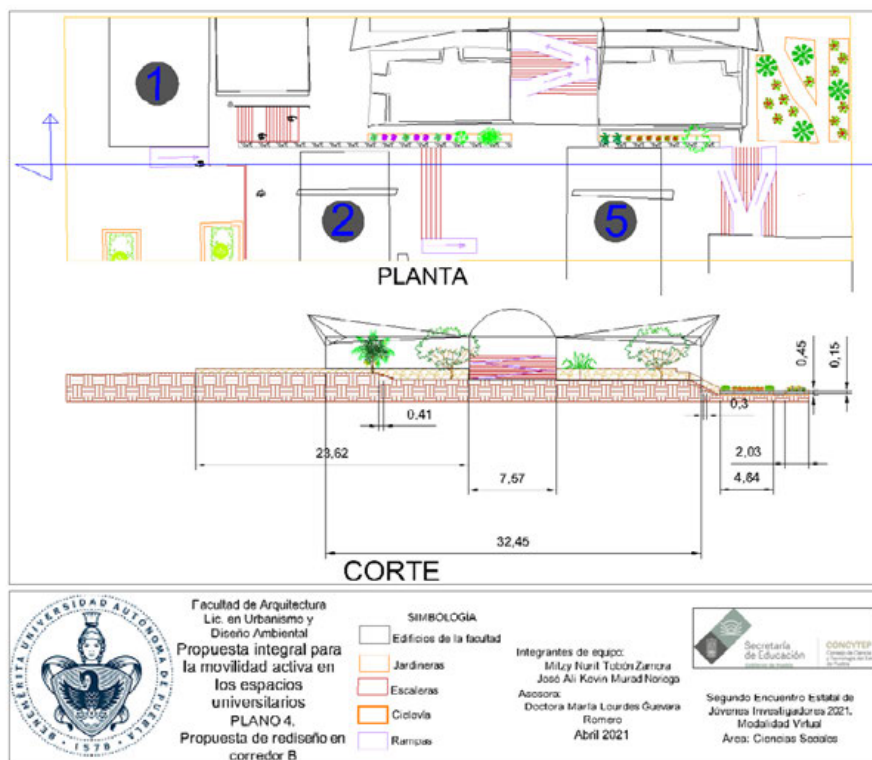


Ilustración 8. Propuesta del corredor "B"

Corredor D

Se propone redimensionar y señalizar el ciclocarril con dispositivos de control de tránsito (marcas en el piso) y señalética Vertical preventiva: SP- 1; restrictiva: SR- 1 y SR- 5; y de servicios; SS- 6 y SS- 8. Desmonte de las 3 jardineras existentes y el emplazamiento de 3 jardineras nuevas que permitan la función de banca ergonómica. Además de introducir vegetación arbustiva: polvo de oro (*Cardietum variegatum* petra) y croton magnífico (*Codiaeum variegatum*) (ver **ilustración 9**).

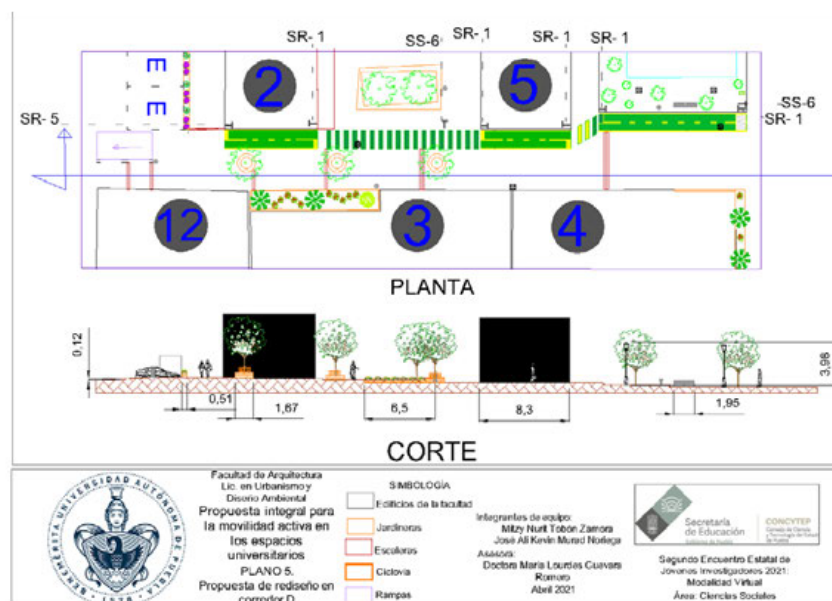


Ilustración 9. Propuesta del corredor "D"

Para finalizar y hacer visual esta propuesta de mejoramiento para la movilidad integral de espacios universitarios, después de explicar y mostrar los planos con los elementos nuevos, se presenta una de las tres propuestas realizadas en este trabajo. Siendo el corredor “D”, el elegido para crear este ejemplo de cómo se vería la ciclovía remodelada con la señalética correspondiente, las nuevas jardineras y la revitalización de estas (ver **ilustración 10**).



Ilustración 10. Perspectiva de propuesta en corredor “D”

Conclusiones

Para llevar a cabo esta investigación, se tuvo que considerar la importancia que tiene el espacio público en una ciudad y en un espacio universitario, pues aquí deben encontrarse condiciones adecuadas para una accesibilidad universal y movilidad integral. Este tipo de proyecto, planteado dentro de una universidad, es pionero en este campo, por ello la importancia que tiene como proyecto urbano, ya que ayudó a detectar problemas y condiciones actuales de estos espacios con base en la investigación y diagnóstico. Gracias a lo anterior, se creó la propuesta para poder lograr un mejoramiento en esta unidad académica, pero para que esta se pueda ejecutar será necesaria la presentación del proyecto antes las autoridades institucionales, en primer lugar, con la dirección de la facultad de arquitectura, posteriormente con el departamento de transporte y movilidad y finalmente a través de los anteriores presentar la propuesta ante rectoría.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Al concluir, la propuesta se continuará presentando los resultados a las autoridades de la facultad con el antecedente de la autorización proporcionada para realizar el análisis. Con esto se tomarán en cuenta las sugerencias e ideas para implementarlas en la facultad. Al conseguir el primer cambio a nivel interno, se buscará continuar con mejoras al entorno inmediato que sería el resto de la facultad y más adelante agregar a las facultades restantes, todo esto para poder contar con una Ciudad Universitaria que muestre inclusión, accesibilidad y movilidad integral para todos los universitarios y posibles usuarios de ella. Es importante mencionar que este trabajo está bajo la línea de investigación de movilidad urbana sustentable.

Referencias bibliográficas

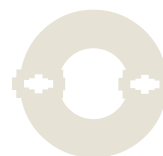
- [1] Instituto Municipal de Planeación, *Plan de Movilidad Urbana Sustentable para el municipio de Puebla*, Puebla, 2014.
- [2] J. H. Peralta, Discapacidad y diseño accesible. Diseño urbano y arquitectónico para las personas con discapacidad, Lima, Perú, 2017.
- [3] W. F. V. Romero, «Historia de la Facultad de Arquitectura,» 2003. [En línea]. [Último acceso: octubre 2020].
- [4] R. C. Mora, «3er. Informe de actividades FABUAP,» Puebla, 2018-2019.
- [5] G. d. municipio, *Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana del Municipio de Puebla*, Puebla , 2017.
- [6] S. d. C. y. Transportes, *Norma Oficial Mexicana NOM- 034- SCT2- 2011 Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*, 2011.
- [7] S. d. C. y. Transportes, *Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad Vial*, 2014.
- [8] S. d. D. U. y. sustentabilidad, *Catálogo de Especies permitidas para la restitución de la masa vegetal de la cobertura pérdida*.
- [9] Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad, *Origen y destino de la Movilidad*, México, 2017.

Resiliencia climatológica, a través de huertas agroecológicas, logrando una autosuficiencia alimentaria y soberanía familiar en la comunidad de camotepec piedras encimadas, Zacatlán, Puebla

González, Garrido Alma Cristina, Alvarez, Heintz Layli Sara

TEC NM Campus Zacatlán. José Luis Martínez Vázquez 2000 Jicolapa, Cp.73310
Zacatlán, Pue.

krizztygonzzalezz@gmail.com, laylisara@hotmail.com



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

Uno de los grandes problemas actuales es la producción agroquímica, pues causa un deterioro ambiental, de salud y genera dependencia a transnacionales; ante esto, surge la Metodología de Investigación Acción Participativa con Iniciativas Agroecológicas, que ayuda a lograr el abastecimiento y diversificación de sus propios alimentos sanamente y la generación de variedad de productos a vender localmente. Logrando una economía, autogestión y soberanía comunitaria, obteniendo beneficios sociales, económicos y ambientales ya que les brindan herramientas que buscan la unión activa de la sociedad en la transformación de su entorno inmediato, facilitando su participación en el diseño y mejora de la producción agrícola, ganadera, y forestal,

ocasionando una integración familiar y comunitaria, reduciendo los gastos en la canasta básica, aumentando la economía de las familias, reduciendo el CO₂ evitando el deterioro ambiental. El presente trabajo de investigación se centra en la reflexión y toma de conciencia de los pobladores, utilizando la metodología de Investigación Acción Participativa y la implementación de huertos y centros agroecológicos en la comunidad de Camotepec, Zacatlán, Puebla, permitiendo el empoderamiento y soberanía comunitaria, ayudando en la transformación de grupos marginados, ayudando a enfrentar la desnutrición y contaminación ambiental, reduciendo el índice de pobreza y de marginación social.

Palabras clave

Agroecología, Investigación Acción Participativa, Huertos Biointensivos, Marginación Social.

Abstract

One of the great current problems is agrochemical production, as it causes environmental and health deterioration and generates dependency on transnationals.

Given this, the Participatory Action Research Methodology with agroecological initiatives helps to achieve the supply and diversification of its food healthily and the generation of a variety of products to sell locally.

Also, it achieves an economy, self-management, and community sovereignty, obtaining social, economic, and environmental benefits.

Furthermore, these initiatives provide tools that seek the active union of society in the transformation of their immediate environment, facilitating their participation in the design and improvement of agricultural, livestock, and forestry production. All these factors help families and community integration, by reducing the expenses in the basic basket, increasing the economy of the families, reducing the CO2 avoiding environmental deterioration.

This research work focuses on the reflection and awareness of the inhabitants, using the Participatory Action Research methodology and the implementation of orchards and agroecological centers in the community of Camotepec, Zacatlán, Puebla.

As a result, it helps the empowerment and community sovereignty, helps marginalized groups, helps to face malnutrition and environmental pollution, and reduces the rate of poverty and social marginalization.

Keywords

Comprehensive mobility, accessibility, public space, university space.

Glosario de abreviaturas y símbolos

Investigación acción participativa

L: litros

mts: metros

Introducción

En la actualidad, el ser humano y el medio ambiente se encuentran enfrentando un gran problema, la agricultura basada en la producción de alimentos con agroquímicos, buscando el tener una mayor producción en menor tiempo, envenenando los suelos, mantos acuíferos y matando a los seres vivos; siendo este, un sistema de producción agresivo con el medio ambiente, con la salud del ser humano y generando dependencia de los productores a las empresas transnacionales. Como una respuesta ante dichos problemas, surge la Metodología de Investigación Acción Participativa con Iniciativas Agroecológicas, siendo una de ellas la implementación de Huertos Biointensivos Escolares y Familiares, así como la implementación de dos Centros Agroecológicos Comunitarios, los cuales se establecen como una meta importante, representando una forma de lograr el abastecimiento y diversificación de sus propios alimentos sanamente y la generación de variedad de productos a vender localmente, logrando una economía solidaria en la comunidad, autogestión y soberanía comunitaria. Estos huertos biointensivos y centros agroecológicos generan beneficios sociales, económicos y ambientales ya que están basados en principios agroecológicos y metodologías participativas que son herramientas que buscan la unión activa de la sociedad en la transformación de su entorno inmediato, facilitando su participación en el diseño y mejora de la producción agrícola, ganadera, forestal, teniendo una vivienda y vida digna, ocasionando una integración familiar y comunitaria, logrando de esta manera la reducción en los gastos en la canasta básica, un aumento en la nutrición alimentaria e ingreso económico de las familias. Igualmente con dichos huertos se reducen las emisiones de CO₂ a la atmósfera y por lo tanto contribuyen a la lucha en contra del cambio climático. El presente trabajo de investigación, se centra en la reflexión y toma de conciencia de los pobladores, utilizando la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP), pues constituye pensamiento crítico, permite el empoderamiento y la construcción de soberanía, ayudando en la transformación de los grupos marginados. Por este motivo los huertos biointensivos y agroecológicos implementados en la comunidad y en la escuela primaria Miguel Hidalgo de Camotepec, Piedras Encimadas, Zacatlán, Puebla, nos ayudarán a enfrentar el problema crítico de la desnutrición y la contaminación ambiental, reduciendo el índice de pobreza y de marginación social.

Materiales y métodos

Las metodologías participativas son herramientas que buscan la participación activa de la sociedad en la transformación de su entorno inmediato [Ref. 7]. En el contexto de la agroecología, existen numerosas metodologías encaminadas a empoderar tanto a productores como a consumidores, construyendo su soberanía ayudando en la transformación de los grupos marginados, facilitando su participación en el diseño y mejora de la producción agrícola [Ref. 9]. Estas herramientas, pueden ser dinamizadas por técnicos, formadores, agentes de desarrollo rural y agricultores. Pueden ser utilizadas para la investigación y diagnóstico, así como para la generación de propuestas que generen sinergias entre agricultores y consumidores, a partir de dinámicas que favorezcan el liderazgo, dando protagonismo a aquellas voces que suelen pasar desapercibidas, pero que juegan un papel esencial en la construcción de la soberanía/autosuficiencia alimentaria [Ref. 4]. Las metodologías participativas ocupan un lugar esencial en la elaboración de proyectos de regeneración social basados en la responsabilidad compartida, son también un conjunto amplio de herramientas de innovación educativa [Ref. 2].

Entendemos como participación como una construcción colectiva que no solo se limita a ser consultados, si no que articula: planificación de propuestas, gestión de recursos, ejecución de actividades y evaluación de proyectos contruidos desde, por, y para las comunidades.

Una de las metodologías que mejor ha conseguido comprender y trabajar los procesos participativos, es sin duda la de Investigación Acción Participativa (IAP) en el ámbito agroecológico, siendo esta una disciplina o un modo de interpretar y proponer alternativas integrales y sustentables en la realidad agrícola, respetando las interacciones que se dan entre los agro ecosistemas, tomando en cuentas las condiciones sociales de distribución y comercialización de alimentos pues constituye pensamiento crítico donde se analizan todo tipo de procesos agrarios en un sentido amplio, donde los ciclos minerales, las transformaciones de energía, lo proceso biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigadas y analizadas como un todo [Ref.1].

La investigación y acción participativa se caracteriza por su postura de investigar para conocer más sobre los procesos que determinan los problemas, integrando las realidades, necesidades, aspiraciones y creencias de los beneficiarios, integrando

a estos como investigadores en sí, logrando así la participación real de las comunidades implicadas en todos los pasos de investigación-reflexión-acción. En definitiva, podemos decir que se busca conocer para comprender y comprender para transformar.

La participación ocupa así el centro del proceso de investigación, poniendo en valor, ante todo, el conocimiento del campesino.

Fases en IAP

1. **La observación participante:** el investigador se zambulle en la realidad del proyecto a través de entrevistas, historias de vida, aspectos agroecológicos/visitas a las fincas, etc. Y en conjunto, se identifica la problemática actual ambiental, social y económica. En esta primera fase que se realizó en 4 sesiones todos los martes con una duración de 6 horas, dando inicio en el mes de mayo del 2016, se generó una reflexión y toma de conciencia de los procesos educativos sobre el medio ambiente, derechos y deberes, responsabilidad e igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, ayudándonos a tener una nueva visión de sí mismos, de los compañeros y de la comunidad.
2. **La investigación participativa:** aquí se lleva a cabo el diagnóstico participativo a través de la comprensión de los agentes que afectan al proyecto, la búsqueda de interrelaciones y sinergias, relacionándolas con el conocimiento, vivencias y experiencias de los participantes en el proceso, buscando captar lo que es conocido por todos y cada uno, pero que no está ordenado, en base a la lógica y a la intuición comunitaria. En esta segunda fase, se realiza un diagnóstico de la situación actual, en la escuela primaria y la comunidad, partiendo de la práctica completa, pero desde los sentidos. Es ir descubriendo las necesidades reales que existe. También se plantea y se les explica el Proyecto propuesto de Intervención Agroecológica a través de los Huertos biointensivos para una autosuficiencia alimentaria y soberanía familiar en la Comunidad, dando alternativas a la solución del problema que se estudia en este primer momento, consiguiendo a través de un verdadero diálogo de saberes, a través de dinámicas grupales para la integración, reflexión y autogestión comunitaria participativa de los pobladores dentro del proyecto.
3. **La acción participativa:** tras recorrer el conocimiento, las vivencias y experiencias, se le da fundamentación teórica para analizar los resultados del diagnóstico realizado. Este momento, consiste en la investigación

documental para concretar alternativas de solución a los problemas identificados. Busca lo conocido por otros, pero ya ordenado. En esta etapa de investigación documental se teoriza a partir de la práctica y sobre la práctica, logrando nuevos niveles de comprensión de la realidad y de la práctica, dando inicio con la formación de alumnos de primaria, profesores, padres y madres de familia, estudiantes y productores, a través del “Curso de Formación de Promotores y Promotoras en Agricultura Sustentable”, en 18 sesiones. Esta fase, se centra en la creación de redes de trabajo, conjunto entre grupos sociales con similares intereses como pueden ser agricultores, consumidores, técnicos, maestros, estudiantes, etc. Estas acciones generan sinergias mediante la puesta en marcha de acciones conjuntas. Pensando en dar una formación integral de este grupo de promotores y promotoras se compartieron conocimientos de agroecología, agricultura ecológica, orgánica, sinérgica, sustentabilidad, elaboración de abonos orgánicos como las compostas, manejo de plagas y enfermedades ecológicamente, asociación y rotación de cultivos, etc.

4. **La práctica propositiva:** es la elaboración de una propuesta para mejorar la situación inicial detectada en el nivel práctico de los concreto y sentido. El conocimiento no es un fin, es un medio para impulsar la transformación, esta transformación significa una nueva manera para hacer las cosas. En este método de conocer y actuar según Fals Borda (2008), cuando se aplica tiene resultados múltiples.
 - Genera conocimientos que corresponden a los intereses de transformación de las clases empobrecidas.
 - Crea ciencia popular y consecuentemente, fortalece la lucha popular.
 - Conduce la transformación social real.
 - Es un instrumento de educación popular para aumentar el poder de lucha y negociación de los sectores populares.

Finalmente, es necesario incorporar un componente imprescindible en todo proceso de investigación-acción: la actitud de fondo por parte del investigador-promotor; se trata del compromiso con los intereses populares, no con su necesidad de transformar la sociedad desde los intereses académicos, si no de los de la clase con los que se trabaja buscando obtener mayores oposiciones de empoderamiento tanto en lo ideológico como económico y político. Para ello, es fundamental que elemento externo, el investigador popular, reduzca su papel directivo a través de la consolidación de una organización fuerte, autogestiva y autónoma.

En base a lo comentado anteriormente en la práctica propositiva se inició:

1. La revisión de la Guía Metodológica Comunitarias Participativas con Iniciativas Agroecológicas “Camotepec”, también se llevó a cabo la Revisión de los 7 Manuales y los 14 Talleres-Prácticos en las siguientes 40 Sesiones. En esta etapa de acción-práctica se fueron revisando y aplicando en conjunto los manuales y talleres prácticos, a través de dinámicas, donde en el 1er Taller de Integración y Autoconocimiento Comunitarias, se inicia con la reflexión y toma de conciencia de la situación actual de su comunidad, realizando una propuesta para mejorar la situación actual detectada a través de la acción con actividades y dinámicas grupales de auto entendimiento, reflexión y acción, tomando en cuenta en la propuesta el mapa de las acciones participativas agroecológicas que se pueden realizar para mejorar la situación actual, el mapa con el árbol de compromisos, deberes, responsabilidades y derechos que tienen y se comprometen cada uno de ellos a cumplir y respetar para un beneficio social, ambiental y económico.
2. Se prosiguió con el 2do, 3er y 6to Taller-Curso del Manejo Integral de los Residuos Sólidos, y de esta forma aprender a reducir, reutilizar y reciclar todos sus desechos. También se realizó el taller de elaboración de abonos orgánicos, enfocándonos en la elaboración de una tonelada de composta con los residuos orgánicos de la cooperativa y de esta forma se obtenga mayor comprensión de los residuos sólidos y la obtención de fertilizante orgánico que nutre sanamente a las hortalizas, reciclando los desperdicios orgánicos.
3. Se continuó con el 4to Taller-Práctico de Manejo de suelos y elaboración de curvas de Nivel, para retención de la materia orgánica, aumento de esta y de la biodiversidad en el suelo.
4. El 5to Taller-Práctico asistieron a una sesión, los estudiantes de la carrera en Ing. en Innovación Agrícola Sustentable para apoyar y aprender la construcción de dos Huertos Biointensivos en la Escuela Primaria, para la producción de hortalizas y plantas medicinales diversificadas en poco espacio de manera orgánica, para autoconsumo en la cooperativa de la escuela primaria Miguel Hidalgo, Camotepec, y la instalación de 20 Huertos biointensivos familiares en 20 casas de los padres y madres de familia con mayor alto grado de marginación social (Julio 2017 a Julio del 2018).
5. El 7mo y 8vo Taller-Práctico fue la siembra en almácigos para trasplante, siembra directa en las camas biointensivas, para la producción diversificada de cada planta y trasplante, Siembra Cercana, Asociación de cultivos, Rotación de cultivos apoyando una promotora ambiental de la carrera en Ing. en Innovación Agrícola Sustentable.

6. El 9no Taller-Práctico se enfocó en la instalación de riego con captadores de agua de lluvia y niebla, utilizando material reciclado malla sombre, PVC, botellas de Pet para las canaletas, troncos de madera, un Rotoplas usado y manguera negra para agua y así distribuirla por las camas. Todo el material obtenido dentro de la misma comunidad y dos promotoras ambientales de la carrera en Ing. en Innovación Agrícola Sustentable.
7. El 10mo Taller-Práctico implementado en la comunidad fue la Creación del Banco de Semillas de la comunidad, realizando un área para la siembra de hortalizas para semillas, sembrando todas las variedades para obtener semillas, recolectarlas y clasificarlas.
8. El 11vo y 12vo Taller-Práctico se enfocó en la Elaboración de comida tradicional y prehispánica y el taller de Conservación y procesamiento de alimentos, donde asistieron un Chef y una Ing. en Industrias Alimentarias que capacitaron a la comunidad, para lograr el tener mejor conservados y que duren más los alimentos y también la venta de estos productos y así obtener un beneficio extra económico.
9. Y el 13vo Curso-Taller-Práctico de Instalación de Mini Invernadero Comunitario, hecho a base de Pet de 3x6mts – 18m2., para producción de su propia plántula y hortalizas que no resisten heladas y sean de zonas más calientes, instalado con ayuda de tres investigadores-docentes-Ingenieros Industriales y dos estudiantes de las carreras en Ing. Industrial y un estudiante de Ing. en Innovación Agrícola Sustentable, en una de las casas de los padres de familia con mayor marginación social.

Por último, se realizó la entrega del Diplomado de Huertos Biointensivos Familiares, hacia una autosuficiencia alimentaria (enero de 2017 a junio de 2018) a los 20 padres y madres de familia que se graduaron en Promotores Ambientales.

5. **La Evaluación e Implementación de los Centros Agroecológicos Demostrativos Comunitarios:** esta etapa, incluye proceso de largo plazo, para cambiar la forma en que se hacen las cosas, construir nuevos temas y procesos participativos en procedimientos, normas e ideas de actores locales en instituciones privadas y públicas. Por lo que se evaluando los resultados de las acciones llevadas a cabo a través de cuestionarios, que dan el seguimiento de los indicadores propuestos (por ejemplo autosuficiencia alimentaria generada, porcentaje de marginación social reducida, porcentaje de reducción de la desnutrición, porcentaje de productos vendidos en canales cortos de comercialización, porcentaje de suelos restaurados, gente de la comunidad implicada, etc.), también se da un recorrido a las huertas para evaluar su estado y la cosecha, y compartir experiencias adquiridas

por ambas partes, esta fase permite valorar el proceso en sí, como generar información y propuestas continuas para reconducirlo en caso necesario.

Con base a los resultados obtenidos y la actitud de los participantes, se decide crear dos Centros Agroecológicos Comunitarios en dos terrenos cerca de las casas de los promotores con la finalidad de que personas ajenas a la comunidad se acerquen a conocer cómo se implementan las técnicas agroecológicas en conjunto, así como de que se genere un ingreso extra a la comunidad por cursos de capacitación y tecnificación que darán los mismos promotores y promotoras ambientales de la comunidad, las visitas de otras instituciones educativas, productores, campesinos y turistas que gusten apreciar las vivencias de la gente de la comunidad, la venta de verduras, conservas, comida, plantas medicinales, aceites esenciales, jabones, etc.

Los Centros Agroecológicos Comunitarios son un espacio pionero en la región desde el que parten el resto de actividades. Un espacio para la formación y experimentación de proyectos, iniciativas e ideas agroecológicas. Tanto en los Centros como en las Huertas Familiares, cuentan con Zonas de Producción de 30 hortalizas, plantas medicinales y ornamentales, zona de producción de forrajes y granos básicos, zona de producción de abonos orgánicos (composta, lombricomposta, biofertilizantes, etc., área de jardines, zona de vivero: producción de frutales y especies forestales, zona de ganadería menor (pollos y conejos), ganadería media (borregos, cabras, vacas y caballos), zona de implementación de Ecotecnias, área de captación de agua de lluvia y niebla, tlaloque, almacenamiento en cisternas, con sistema de bombeo, filtrado y riegos por aspersión, goteo y otros, baño seco, humedal, campo de prácticas, espacios comunes e invernadero hecho a base de Pet.

También, dentro de estos centros agroecológicos se instalaron Sistema de Riego Automatizado para cada una de las áreas, abasteciéndose a través de la 31 captación de agua de lluvia de los techos de las casas (Teniendo 230m² en ambos centros de captación), elaborando un Tlaloque (que nos permite enviar el agua captada en los techos sin suciedad al tinaco de almacenamiento. Este almacena los primeros litros de agua de las primeras lluvias, normalmente agua sucia, y permite el paso de agua cuando ya cae el agua limpia), y almacenando en un Tinaco de 2.500lts, una Cisterna de 10, 000mil litros y tambos de 1000 y 200 L, posteriormente distribuyendo el agua por el Sistema de Bombeo y Filtrado, para posteriormente proseguir su camino a los riegos por aspersión, goteo u otros.

Por el momento, se cuenta con un espacio en el 1er Centro Agroecológico de 600 m², y el 2do Centro Agroecológico con 1815 m² el cual cuenta con una amplia diversidad de hortalizas, plantas medicinales, ornamentales, árboles frutales, forestales y endémicos de la región, plantas fijadoras de nitrógeno y forrajeras, todo esto en camas biointensivas, mándalas, área de conservación y surcos, el sistema de riego empleado es por aspersores de diferentes tipos y por goteo, el agua destinada para el riego se obtiene a través de la captación de agua de lluvia. Todo el espacio ha sido abonado con composta hecha por la misma comunidad, así como la donación de semillas y el cuidado del lugar. También, cuentan con un área de compostaje, un mini invernadero hecho a base de Pet, área de ganado y posteriormente la instalación de Viveros y Captadores de Niebla para producción de plántula sustentablemente, manejo de aguas grises con humedales, elaboración de baños secos, para no contaminar ríos y bioconstrucción en casa, para obtener viviendas dignas. Estos centros están diseñados pensando en aprovechar todos los recursos disponibles en el área, implementando las ecotecnologías necesarias para contribuir al eficiente funcionamiento de los sistemas 33 que lo componen, y a un aprovechamiento SUSTENTABLE del terreno.

“El fin último de la agricultura no es la producción de alimentos
sino el cultivo y perfeccionamiento de los seres humanos”

-Masanobu Fukuoka-

Resultados/Discusión de resultados

Impacto ambiental

- Reducción de la contaminación del suelo y del agua, principalmente por la nula utilización de agroquímicos (venenos).
- Reciclaje de residuos orgánicos para la realización de abonos orgánicos (Compostas, biofertilizantes y lombricompostas) y residuos sólidos, reduciendo generación de estos, aumentando el reuso y reciclaje, reduciendo el vertido de residuos a ríos y suelos y quema de basura.
- Aumento de la vida microbiana en el suelo, ocasionando una mejora considerable de este, implementado el manejo agroecológico. Aumento de biodiversidad.
- Disminución considerable de emisiones de CO₂ al ambiente (3.5u), por la casi nula intervención de maquinaria en el suelo

- Reducción de utilización de agua potable en el riego de cultivos, por la captación de agua de lluvia y niebla.
- Producción de una gran variedad de especies de hortalizas y medicinales, utilizadas para su alimentación sana y en la prevención de enfermedades, reduciendo gastos en medicinas. Dentro de las especies medicinales se encontró algunas plantas nativas que pueden ser explotadas para la prevención de enfermedades como el cáncer y la diabetes.
- Incremento de áreas cultivadas. Los 22 huertos biointensivos con áreas comprendidas entre 75 m² a 150 m², durante el año del 2017, 2 centros agroecológicos durante 2019, han logrado el incorporar un área productiva de 3000m² dentro la comunidad de Camotepec.
- Elaboración de humedales y baños secos, para no contaminar ríos y agua limpia.
- Las familias involucradas indirectamente participan eventualmente en las labores de los huertos y obtienen productos cosechados mediante regalo para su alimentación, participan en talleres de capacitación y forman parte del grupo de procesamiento de conservas.
- Efecto sobre la comunidad. Se logró la difusión de las técnicas y conocimientos del cultivo biointensivo, a un número superior a las 200 familias, incrementando las relaciones grupales y el fortalecimiento de la capacidad de trabajo comunitario para cualquier actividad organizada por la organización ejecutora.
- Se logra una integración más equitativa entre géneros, disminuyendo el machismo en la comunidad, generando el empoderamiento de las mujeres dentro de esta, teniendo mayor respeto y apoyo entre los pobladores.

Impactos económicos

- Reducción de la inversión escolar y familiar de la canasta básica, de hasta un 80 %.
- Venta de los sobrantes de hortalizas, semillas orgánicas, plantas medicinales, de conservas y preparados, venta de aceites esenciales y guisos tradicionales de la región, venta de residuos separados como cartón, plástico, metal, aluminio, papel, vidrio, la venta de Abonos Orgánicos como compostas, lombricompostas, biofertilizantes, etc. y Plaguicidas y Fungicidas Orgánicos.
- Las hortalizas que presentaron una mayor rentabilidad debido a su alta productividad por m² de área cultivada de 800m² fueron: Kale (USD 23.8), plantas medicinales (USD 23), zanahoria de colores (USD 15.80), acelga y

- espinaca (USD 7.28), lechugas (USD 4.46), col repollo (USD 2.97), col morada (USD 2.46) cebolla (USD 2.5) y rábano (USD 2.15).
- Impulsa un comercio local-incentivando la realización de un mercado local orgánico, generando economía solidaria en la región.
 - Aumento de especies cultivadas con gran potencial nutricional de mayor aceptación en la dieta de los participantes fueron: Kale verde y rojo (coles), lechugas diversas, coliflor, col china, zanahorias de colores, nabos, rábano, rábano negro, repollo, camote, cilantro, frijol, soya, pepinillo, jitomates diversos, uchuva, ayocote, chícharo, haba, pimienta y plantas medicinales.
 - Ayuda a enfrentar el encarecimiento de los alimentos, realizando competencia con transnacionales.
 - Reducción de gastos en servicios público por la implementación de Ecotecnologías como en el ahorro de agua potable con la captación de agua de lluvia y niebla, en el alcantarillado por la implementación de humedales de manejo de aguas residuales, y en la construcción de invernaderos y micro túneles con la utilización de los residuos sólido urbano de Pet.
 - Reducción en gasto de enfermedades por el aumento en la calidad alimenticia y nutrición en las familias y utilización de plantas medicinales en vez de medicamentos.
 - En cuanto al Análisis Costo-Beneficio (C/B): la relación costo/beneficio se tomó en cuenta el costo de inversión por mano de obra invertida mensualmente, los costos de herramientas e insumos no se toman en cuenta debido a ser donados por parte de los asesores del Proyecto de huertos biointensivos familiares y por la comunidad. El análisis de ingresos– egresos fue de \$75.71, la relación beneficio fue de \$22.20, indicando que por cada peso gastado se genera \$22.20 pesos, ósea, un ahorro de \$11.20 por cada peso.

Impactos sociales

- Implementación de la metodología de investigación acción participativa que genera, investigación, reflexión y acción por parte de los participantes y hace que la comunidad sea autosuficiente y soberana.
- Ecotecnologías como una alternativa productiva que mejorará la situación alimentaria y reduce la marginación social de las familias beneficiarias.
- Mejora de la salud con la alimentación libre de químicos, con la diversificación y aumento en su nutrición diaria y a través de la utilización de plantas medicinales y al hacer los ejercicios del trabajo en huertos.
- Rescate de una cultura productiva orgánica característica de los pueblos indígenas campesinos y buenas prácticas agroecológicas.

- Generación de nuevos empleos.
- Participación e integración familiar y comunitaria, desarrollo de experiencias de integración equitativa entre géneros, disminuyendo el machismo y generando empoderamiento de las mujeres, respeto, equidad, socialización, cooperación y participación de las familias en relación directa con la comunidad, permitiendo el acercamiento de niños, niñas, adolescentes, maestros y maestras, padres y madres de familia y agricultores de la comunidad, al trabajo del huerto.

Para comprobar la aceptación que tuvo la implementación de huertos biointensivos Familiares, hacia una autosuficiencia alimentaria, se realizó el siguiente diseño experimental (**Figura 1**).

En el cálculo, se muestra que se obtuvo una F calculada de 11.65, dándonos como resultado que se encuentra en el área de rechazo, lo cual quiere decir que con un nivel de significancia del 95 % existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, en donde se hace mención que, si será posible lograr el abastecimiento de sus propios alimentos, mediante huertos biointensivos familiares generando beneficios ambientales, sociales y económicos.

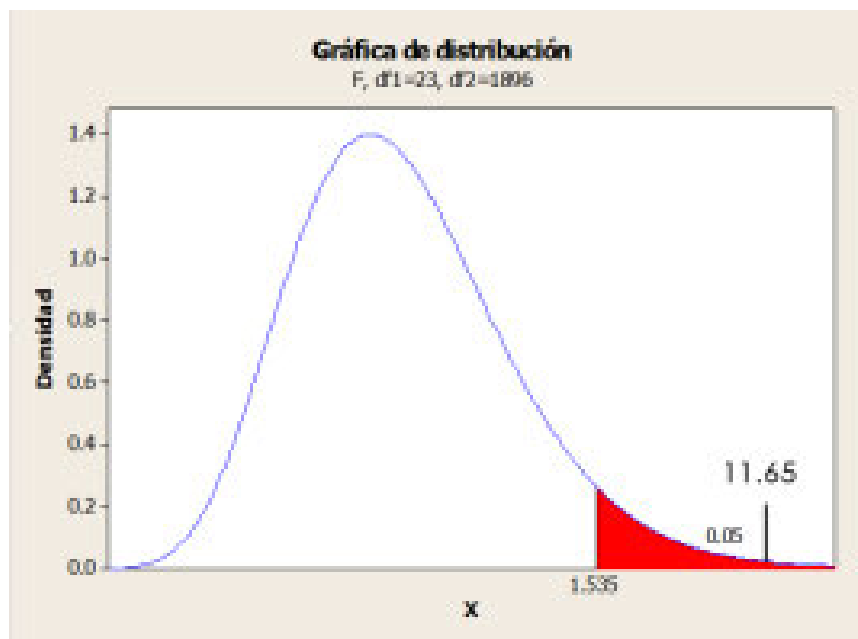


Figura SEQ Figura_ * ARABIC 1 Curva de Gauss de Distribución F.

Conclusiones

Con este trabajo, los principales beneficios mencionados por las familias participantes, fueron: Se logró un financiamiento de \$130, 000 por parte de la organización de USAID y una voluntaria de Paz Deby Reid de Peace Corps para la Instalación de 3 áreas demostrativas: Huertos Biointensivos Familiares, para una autosuficiencia alimentaria, un Huerto Orgánico de manzana con manejo agroecológico y la instalación de captación de agua de lluvia y sistema de riego para los huertos en el ITSSNP, demostrativos para los estudiantes y la comunidad.

- Se logró con parte del recurso obtenido (\$20, 000), impartir un diplomado a estudiantes en Agricultura Sustentable y así formar promotores y promotoras ambientales a intervenir en las comunidades más vulnerables de Zacatlán de las Manzanas.
- Se logró impartir el Diplomado de Huertos Biointensivos familiares, hacia una autosuficiencia alimentaria, en la escuela primaria de Camotepec, Piedras Encimadas, Zacatlán, Pue.
- Se logró la empatía y aceptación en su vida diaria del proyecto de producción en huertos biointensivos familiares de hortalizas de manera orgánica y sana con el humano y el ambiente, por el 80 % de los estudiantes, maestros, y padres y madres de familia.
- Se logró la soberanía y autosuficiencia alimentaria en un 80 % de su alimentación en la canasta básica.
- Se logró formar un grupo de Promotores ambientales con 2 estudiantes de cada grado de la primaria (12 estudiantes de primaria), 6 profesores de la primaria de cada grado, y 20 padres y madres de familia de la comunidad, teniendo un total de 38 Promotores ambientales, que proseguirán con la formación a otros pobladores.
- Se logró la Construcción de 2 huertos demostrativos y de producción de hortalizas, plantas medicinales y de calorías en la escuela primaria de Camotepec, para autoconsumo en la cooperativa, obteniendo el cubrimiento del 80 % de los productos que compraba la cooperativa.
- Se logró obtener un financiamiento de \$16, 000mil pesos por la participación del proyecto en concurso.
- Se logró la aceptación en la capacitación del más del 50 % de la población de la comunidad para la construcción de sus propios huertos biointensivos familiares.

- Se lograron construir 20 huertos biointensivos en las casas de las familias más vulnerables en la comunidad, con los 20 Padres y Madres Promotores y promotoras ambientales.
- Se logró el financiamiento de 55, 000mil pesos por parte de CONCYTEP para la Construcción de dos Centros Agroecológicos comunitarios Demostrativos con sus captadores de agua de lluvia, tlaloque, almacenamiento en cisternas, tinacos y tambos, sistema de bombeo y filtrado, y sistema general automatizado de riego por aspersión y por goteo.
- Se logró el asesoramiento en el manejo de los residuos sólidos urbanos, reciclando en compostas los residuos orgánicos.
- Se logró el dar el Curso de Procesamiento y Conservación de alimentos para autoconsumo y venta.
- Se logró obtener un banco de semillas con más de 530 diferentes especies de hortalizas, frutales, plantas ornamentales, medicinales y endémicas.
- Se logró la instalación de captación de agua de lluvia en el Centro Agroecológico y en la Huerta Familiar, los cuales sirven para el riego de los mismos.

Líneas de trabajo o trabajos a futuros

Se busca crear políticas públicas para la implementación de huertos intensivos escolares agroecológicos y técnicas agrosustentables de producción ganadera agrícola y forestal, así como la réplica de este proyecto en comunidades vecinas.

Agradecimientos

Este trabajo está dedicado a la comunidad de Camotepec Piedras Encimadas Zacatlán Puebla, a los que fueron y son participantes del mismo, agradecemos las facilidades que nos han brindado, el que nos abrieran las puertas de sus casas y sobre todo el acceso a nuevos conocimientos. También, al segundo asesor voluntario de Islas Canarias, España, Adán Jonay Delgado Bermúdez por compartir sus conocimientos, experiencias y brindarnos mucho de su tiempo para realizar este proyecto. De igual manera agradecemos a todos los alumnos y colaboradores que han sido parte de este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] CASANOVA, SAVON (1995). Producción biointensiva de hortalizas. *Rev. Agricultura Orgánica*. Año 1, No. 3, pp. 13-19. En: Pérez Tania (1998). Consideraciones acerca de la utilización de cultivos múltiples en la producción de hortalizas. Consultado en: [http://www.isch.edu.cu/biblioteca/anuario/ciencias_agropecuarias.htm] (Consulta: 15/03/2005).
- [2] CENTRO AGROECOLÓGICO Y DE PERMACULTURA LAS CAÑADAS (2006). Producción de hortalizas Orgánicas, Manual de cultivo Biointensivo de alimentos. Las cañadas Bosque de Niebla. Veracruz, México.
- [3] DREWS, C. (2002). Valor de la Biodiversidad, Presentación Microsoft PPT, Materia: Biología de la Conservación, Curso MAST – OET, Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica.
- [4] FAO (2005) Seguridad alimentaria y Veintinueve Relatos de Estudios de Caso, en Enseñanzas de los Proyectos Orgánicos Certificados y No Certificados en los Países en Vías de Desarrollo. En: [<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4137S/y4137s0o.htm>] (Consulta: 16/07/2005).
- [5] FERMAT, C Y SALAZAR, R. 2012. Escasez de Alimentos: Problema Mundial. *El economista*. <https://www.economista.com.mx/opinion/Escasez-de-alimentos-problema-mundial-20120907-0002.html>
- [6] JEAVONS, J. (1989). Monocultivo Biointensivo, una Perspectiva de 17 años. En: Seminario de Investigación, Agricultura Biointensiva Sostenible en el Minifundio Mexicano (Una Alternativa para la Producción de Alimentos y el Manejo Ecológico del Suelo). Folleto No. Marzo 1991. UACH, U. de Ohio, Ecology Action, Grupo de Conservación del Suelo AC., ECOPOL AC.
- [7] JEAVONS, J., B. BRUNEAU (1994). Investigando en el Huerto. Miniserie de Auto enseñanza No. 17, Ed. en español. ECOPOL México DF. México
- [8] JEAVONS, J. (1995). ECOLOGY ACTION (1995). Una Perspectiva para el Futuro. Concepto de Sustentabilidad. Boletín informativo. Ecology Action, Willits, EEUU. 38. JEAVONS, J., J. M. GRIFFIT (1996). Examinando los Trópicos un Enfoque en Pequeña Escala para la Agricultura Sostenible. Miniserie de Auto enseñanza No. 11. Ed. en español. ECOPOL México DF. México.
- [9] JEAVONS, J. (2002). Cultivo biointensivo de alimentos: más alimentos en menos espacio. Traducido por Castillejos W. Ed en español: Martínez J. M. Ecology Action of the Mid Peninsula, Willits, CA. USA.
- [10] MARTINEZ, J. (1994). Huertos Familiares. Temas de Salud Rural y Planificación Familiar, AMIDEM, IMSS, Programa Menos y Mejores, México DF., México.
- [11] MARTÍNEZ, J. M. (2002). El Método Biointensivo de Cultivo. ECOPOL AC. México DF. México.

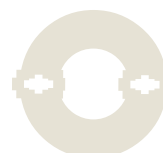
Un acercamiento a las expresiones socioculturales en la música: El caso del fenómeno Sonidero

García Hernández Kasandra*

Asesor: Gutiérrez Domínguez Luis Fernando

^aFacultad de Ciencias de la Comunicación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Km. 4.5

*kasandra.garcia@alumno.buap.mx



Área 6
Ciencias Sociales

Resumen

El presente trabajo, busca entender los elementos culturales, sociales y geográficos que permean dentro de la producción y consumo de los contenidos derivados del movimiento musical Sonidero¹ en la cotidianidad de México y Puebla. Lo antes dicho, permite plantear al fenómeno que interesa estudiar como respuesta a las necesidades y experiencias de los diversos individuos que forman parte de la comunidad cultural que se crea alrededor del movimiento

musical. Es entonces, que la presente investigación en primera instancia, aborda una recapitulación del antecedente musical en México. Posterior al antecedente musical, se encuentra la descripción del Sonidero y su conceptualización como movimiento dentro de las formas de festejo. Por otro lado, se podrá observar la discusión del fenómeno social en cuestión y su idiosincrasia respecto al uso del espacio público.

1 Con fenómeno Sonidero me refiero al movimiento social derivado de los espectáculos performativos llevados a cabo en el espacio público mediante el ensamble de audio y luces operados por un presentador que anima y entretiene mientras realiza repetidas intervenciones orales. Mientras tanto los asistentes se organizan para bailar las piezas musicales, volviendo la calle una pista de baile colectiva. Esta conceptualización se abordará con mayor profundidad más adelante.

Palabras clave

Agroecología, Investigación Acción Participativa, Huertos Biointensivos, Marginación Social.

Abstract

Throughout the historical development of Mexico, there have been musical and sonorous expressions that have accompanied and absorbed elements of the cultural, social, and geographical context. The present work seeks to understand the aforementioned elements within the production and consumption of the contents derived from the Sonidero movement in the everyday life of Mexico. The aforementioned allows us to consider the Sonidero as a response to the needs and experiences of the members of the cultural community that is created around a musical movement and how, thanks to the convergence of different factors, a group of the society managed to make up an emerging socio-musical subject. It is then that the present investigation approaches a recapitulation of the musical antecedent in Mexico and after that can introduce Sonidero and his music. After the musical background, the description of the Sonidero and its conceptualization as a movement within the forms of celebration is present. On the other side, it will be possible to observe the discussion of the social phenomenon in question and its idiosyncrasy regarding the use of public space, as well as how this results in the consolidation of imaginaries, identities, and collective memories of a community.

Keywords

Sonidero, sociomusicality, identity, public space.

Introducción

El fenómeno sonidero en México, se concibe como un tipo de festejo que desde sus inicios y hasta la actualidad se caracteriza por ser una forma de entretenimiento audiovisual que se lleva a cabo en algunas calles de ciudades y pueblos mexicanos. Dicha forma de entretenimiento, implica características específicas de interacción de los individuos en la experiencia colectiva, así como experiencias estéticas que se obtienen a través de la performatividad de los sistemas de entretenimiento móvil. Los orígenes del Sonidero se gestan con la mixtura cultural, principalmente de Colombia y México. Esta convergencia es notoria principalmente en el paisaje musical que se trazó gracias olas de migrantes de países entre los que Figura Colombia, Perú, Argentina, Chile y Cuba a tierras mexicanas.

Ahora bien, aunque de forma inicial se ha descrito de forma general el Sonidero, es necesario mirar atrás a las expresiones sonoras y musicales de México y de América para entender mejor el trazado histórico que subyace al movimiento de interés en esta investigación. Es así, que haciendo una recapitulación breve y si miramos hacia atrás podemos observar según la historia de la producción sonora, que esta siempre ha existido y jugado un papel elemental en la ritualidad de los pueblos que habitaban el territorio que ahora conocemos como México. Desde la época precolombina, los habitantes de América -según su territorio- desarrollaban prácticas que partían de las necesidades específicas según el espacio geográfico en el que se encontraban. Cuando las poblaciones comenzaron a establecerse en espacios delimitados para dejar de migrar, comenzaron procesos de cohesión según cada cultura específica.

Es durante el año de 1921, que inicia José Vasconcelos un ejercicio que promovía la identidad nacional basada en la unificación musical que coexistía en México. Es entonces, que diversos músicos academicistas comienzan un acercamiento a estos géneros que ellos mismos concebían como propios del *folklore en México*. El resultado del acercamiento anterior según, Alejandro L. Madrid en *Música y nacionalismos en Latinoamérica* [1] se vio reflejado en la recopilación de características de los géneros y de recuperación de las canciones más escuchadas por la población para luego realizar arreglos de las mismas y adaptarlas a piezas musicales para coro y piano. Mientras, que de forma paralela se dio un interés genuino por la musicalidad mexicana producida de fuera de los círculos hegemónicos y que dio como resultado el inicio de la etnomusicología en México.

Luego del nacimiento de este interés impostado por las raíces y esencia de los sonidos mexicanos, comenzó el fenómeno de la denominada música popular. Nos referimos con *música popular* a la música escuchada por la mayoría de la población en un espacio geográfico específico y que generalmente cuenta con características que permiten su producción y reproducción sin la necesidad de conocimiento teórico y académico de la teoría musical.

Ahora bien, la música popular se gesta en México, así como en la mayoría del centro y sur de América gracias a los procesos que devienen de cambios sociopolíticos que son permeables en los aspectos culturales de cada territorio. Es entonces que, ante una nueva forma de hacer música y con el fin de amalgamar la identidad de quienes habitaban México, surgen figuras, géneros y espacios representativos que permiten a la música popular ser escuchada por una parte muy notoria de la población y por diversos sectores sociales.

A partir de lo dicho, el paisaje musical mexicano se volvió una gama de géneros que muchas veces tenían una línea muy difusa entre sí y que resultó en la hibridación y apropiación de expresiones musicales extranjeras con modificaciones en aspectos sonoros. Mismos, que dieron origen a elementos musicales apropiados por los músicos mexicanos, es por eso que el consumo de música popular en México ascendió tanto que dio pie a volverse uno de los escenarios favoritos para la creación e interpretación de la música tropical. Por lo que se volvió común el recibimiento de exponentes de origen venezolano, colombiano, afrocaribeño, mismo fenómeno que aunado a la mexicanización de los géneros logró consolidar la música tropical popular en México.

Para ilustrar lo anterior, se puede observar que a finales del siglo XIX América comenzó a presentar un fenómeno migratorio que bien puede ser trazado a través de los nuevos mapas musicales. En el caso de México, en 1920 tiene su mayor auge el Danzón llegado desde Cuba, y debido a sus características de consumo, reproducción y al hecho de que es un género sumamenteailable, se adopta masivamente y los músicos mexicanos comienzan con un proceso de apropiación y modificación del ritmo. Como ejemplo de esto podemos observar la proliferación de Enrique Guerrero como difusor del género en México.

Así, sucedió posteriormente, con el Mambo y Cha-cha-chá que nos remiten a personajes como Dámaso Pérez Prado o Benny Moré. Al igual que los ritmos ya mencionados, llegó a México y desde tierras colombianas el porro y posteriormente el vallenato y la cumbia. Si bien las nuevas expresiones musicales, arribaron

desde las costas, éstas se difundieron y tuvieron apogeos latentes debido a su difusión en la capital mexicana.

Aunado a lo anterior, encontramos que los salones de baile como el *Salón México*, *La Quinta Real*, *El Tívoli* o *Salón Azteca*, fueron puntos clave de difusión musical de los géneros que llegaron a México del centro y sur de América. Estos géneros fueron muy bien recibidos y poco a poco se volvieron los favoritos de la mayoría de los escuchas mexicanos. Durante décadas, la música tropical se posicionó como la favorita de muchos en México y es en 1960 donde se le observa consolidada. Para entonces el género precedente al Sonidero; o sea la cumbia era el más escuchado, siendo entonces que la cumbia mexicana, colombiana y peruana encontraban en la capital de México un escenario predilecto.

Como respuesta a lo anterior, comenzaron a surgir grupos musicales en las periferias y en locaciones que se consideraban “marginadas”. Esto permitió que las personas fuera de las ciudades tuvieran acceso a los ritmos tropicales mediante un sistema de consumo local, el cual acercaba los ritmos populares a un estrato económico y social distinto al que se gestaba en el contexto de las ciudades. La cumbia de las periferias, comenzó entonces y hasta cierto punto a democratizar el consumo de música popular haciéndola llegar a rincones más lejanos que solo los centros de baile. Los bailes se volvieron una institución en sí y el fenómeno comenzó a adoptar tintes nuevos debido a su adopción en los sistemas de usos y costumbres de los pueblos y barrios a los que llegaron los sonidos de la cumbia.

Posteriormente y ante una proliferación de desarrollo tecnológico en occidente, así como la democratización de esta tecnología, acercó a un mayor número de gente a las posibilidades de adquisición de la misma, por lo tanto, la evolución de la producción y consumo musical se vio modificada. Posteriormente, ocurrió un intercambio musical y acercamiento tecnológico, que se dio de pronto en las calles de México bajo una influencia del *Sound System*¹ y del *High Energy*². Es entonces que principalmente en las capitales de las ciudades se observan los **sistemas de entretenimiento móvil** para llevar la música y su experiencia a nuevos lugares. Así surgieron los inicios en México de los DJ's, quienes se encargaban de conseguir

1 Sound System es un género de origen jamaquino que se centraba en la reproducción musical llevada a cabo por un grupo de DJ's y técnicos sonoros para dar pie al baile.

2 High Energy es un género que proviene de Reino Unido y mezclaba sonidos del Pop, Rock Dance y Disco. Al igual que el Sound System, una buena parte de su difusión se dio a través de los sistemas móviles y en México fue referencial su modelo de reproducción para adaptarlo a los sistemas de entretenimiento móvil y posteriormente al Sonidero.

la tecnología necesaria para crear sistemas audiovisuales que reprodujeran de forma óptima la música que se deseaba compartir.

A efecto de lo relatado, es que los músicos fuera de los centros capitalinos vieron una oportunidad que daba solución a distintas necesidades lúdicas. De pronto, los músicos tropicales comenzaron a adaptar el sistema móvil de entretenimiento observado a lo necesario para llevar la música tropical-mayormente cumbia y salsa-. Cabe recalcar que en esencia, un sistema de entretenimiento móvil emergente consistía en el ensamble de amplificadores, bocinas, *buffers*, y un panel de iluminación que se conectaba a consolas que permitían controlar el ensamble. El papel del músico en las tornamesas era fundamental, debido a que era el encargado de realizar la proyección de las canciones de una forma continua y sin dejar espacio entre una canción y otra. De igual forma, se permitía realizar algunas modificaciones a las piezas musicales y buscaba la sincronización de los efectos visuales proyectados con la música aunado a intervenciones orales del operador para saludar o animar al público sin que la música dejara de sonar.

Lo que se ha expuesto antes, dio origen a los denominados **Sonidos** que son el origen performativo y de reproducción musical del movimiento Sonidero en México. Al inicio, los Sonidos eran sistemas que buscaban ser accesibles para proveer a cierto sector poblacional de nuevas posibilidades de consumo lúdico y artístico de música tropical popular. Lo anteriormente descrito, introdujo un nuevo modelo de consumo musical que se centraba en la posibilidad de desplazamiento del sistema de reproducción y no de los escuchas, facilitando así su reproductibilidad. Esto incidió en las fiestas y celebraciones debido a su accesibilidad y posteriormente se replicó el modelo en múltiples rincones, renovando así el paisaje musical en México. Es entonces que los Sonidos comenzaron a ganar terreno y posicionarse como un fenómeno lúdico que daba vida a las celebraciones en diversas regiones de México.

Lo que en un inicio permitió el salto de *los sonidos* al *Movimiento Sonidero* fue la inserción musical llevada por los sonidos en los festejos colectivos de comunidades específicas, generalmente eran fiestas que tenían como motivo principal, el carácter de conmemoración religiosa. Es a partir del último tipo de fiesta que el Sonidero comienza a hacer uso de un elemento que lo vuelve esencialmente particular. Debido a que los festejos amenizados por los sonidos se efectuaban en espacios que se compartían colectivamente, iniciando con las vecindades y terminando en las propias calles de los barrios de México, de pronto grandes grupos de gente que habitaban el mismo espacio se reunían para algún festejo colectivo específico que era amenizado por un sonido. Este hecho fue volviendo al movimiento un

espacio de experiencias colectivas y barriales que se caracterizan hasta ahora por las formas de uso del espacio público para actividades lúdicas colectivas, logrando la producción musical y el baile distintivo de este tipo de festejos.

Materiales y métodos

Metodología

Resulta oportuno ahora, explicar que el trabajo de investigación que a continuación se desarrolla es la parte inicial de un proyecto académico más grande que aun se encuentra en desarrollo. En cuanto al tema de investigación presente, este parte del método **cuantitativo**, el cual, implica la producción de datos sin ser específicamente cuantificables y con base en una aproximación a la realidad empírica del fenómeno de estudio de interés en esta investigación. Debido a la naturaleza del movimiento Sonidero, este método presenta altos niveles de eficacia durante su aplicación en el campo, dicha aplicación pretende ser participativa independientemente de la técnica para la recolección de datos.

Los resultados que se buscan obtener con esta investigación, no aspiran a ser numéricos o estadísticos, al margen de esto, se intenta obtener información que responda a las necesidades de los marcos interpretativos para con esto lograr la aplicabilidad de conocimientos y espacios a beneficio de los grupos sociales que participan en esta fiesta o que son propensos a la recepción de mensajes a través de este fenómeno.

Bajo las consideraciones anteriores, el trabajo que a continuación se desarrolla, busca establecer una relación entre el festejo Sonidero en México y la perspectiva de investigación y producción científica de conocimiento desde una metodología feminista. Para lograr lo anterior, se tomarán como premisas las propuestas por Martha Patricia Castañeda [2], ya que nos permitirá realizar un enlazamiento teórico del Sonidero desde una mirada epistemológica propia del feminismo.

Castañeda en su texto *Metodología de la investigación Feminista* [2] denomina las características de la investigación Feminista, tales como reivindicación epistemológica, investigación acerca de experiencias y con carácter social, transdisciplinariedad, investigación feminista para sujetos sociales y no sobre ellos, investigaciones contextuales, e investigaciones del presente que incidan en el futuro. Es entonces, que la investigación es elaborada rescatando las características

mencionadas al inicio de este apartado para establecer una posible conexión con el Sonidero en México mientras, por otro lado, también interesa abordar el tema desde una perspectiva científica mediante la producción de conocimientos a través una metodología de las Ciencias Sociales que no adolezca del análisis y reflexión de las prácticas con perspectiva de clase, etnia y de temas culturales y sociales.

Estrategia de recolección de datos

Dentro de las estrategias y técnicas que abarca el modelo de investigación cualitativo, ha sido sumamente útil la siguiente para lograr la recolección de datos para posteriormente realizar el trabajo de conceptualización y abordaje teórico.

Observación participante: esta estrategia, implica el acercamiento directo al hecho social que esta investigación estudia. La observación participante, permite un acercamiento directo al fenómeno observado, obteniendo una perspectiva mucho más cercana a la vivencia de los sujetos que se envuelven por el movimiento Sonidero. La observación participativa, ha permitido alinear y experimentar las situaciones de cotidianidad contextual de las vivencias del Sonidero, estableciendo así un proceso de acercamiento intersubjetivo guiado por la experiencia de la otredad.

Materiales

Dentro de los materiales y recursos utilizados para la elaboración de este trabajo, la hechura del marco teórico es el material principal, seguido de algunos recursos textuales y audiovisuales que se consultaron para la elaboración de la investigación. En cuanto al marco teórico, es oportuno esclarecer que, desde el campo y disciplina de la Comunicación, pretendo abordar el fenómeno del Sonidero mexicano usando herramientas provistas desde la transdisciplina entre antropología y filosofía política para lograr la significación conceptual y explicativa de los eventos según el uso de los elementos culturales que permean dentro de las interacciones sociales dadas en el Sonidero.

Para lograr lo anterior, dentro de la revisión literaria destaca el trabajo de Hana Arendt en su texto *Entre el pasado y el futuro. Ocho ejercicios sobre la reflexión política* [3], al igual que el postulado de Emilio Duhau y Ángela Gigila en su artículo *Espacio público y nuevas centralidades. Dimensión local y urbanidad en las colonias populares de Ciudad de México* [4]. En el trabajo traído a tema, se aborda la problemática de

los nuevos usos del espacio público bajo los cánones modernos de las actividades de recreación y las necesidades económicas de las ciudades.

Por su parte, para el acercamiento al conceptual al Sonidero se usó lo postulado por el texto *De los ciclos insulares a la celebración diseminada* [5] en donde el autor Francisco Cruces realiza el análisis y conceptualización del festejo como hoy lo conocemos a través de tres estadios históricos de la fiesta. Al igual que Aurora Madariaga y Cristina Ortega Nuere [6] y su trabajo respecto a las fases y evolución del ocio festivo.

Viabilidad del proyecto

El proyecto de investigación que se ha venido describiendo, ha sido viable a corto y mediano plazo gracias a la cooperación de la comunidad sonidera de la colonia San Baltazar Campeche de Puebla Pue., quienes se han mostrado en total disposición para compartir sus conocimientos acerca del Sonidero. De igual forma, han permitido el acceso a su forma de vida y a sus ejercicios empíricos en torno al fenómeno Sonidero. Finalmente, cabe recalcar que se tenía contemplado el resguardo audiovisual de la experiencia sonidera en los bailes, pero debido a la cancelación de los mismos por confinación dada ante la pandemia SARS COVID-19, este ejercicio de documentación ha sido aplazado.

Resultados/Discusión de resultados

En cuanto a la discusión y resultados previstos mediante la investigación en cuestión, es posible recalcar que el Sonidero sigue teniendo vigencia en México -especialmente en la zona centro y sur del mismo- con una fuerte presencia en el Estado de México, así como en Puebla. En estas regiones, los eventos y celebraciones que se llevan a cabo con sonidos o bailes sonideros han tomado fuerza poco a poco por lo que se han masificado hasta la actualidad. El festejo Sonidero junto con sus características, continúan edificando una línea paralela a otras formas de entretenimiento debido a tres cuestiones principales, las cuales son la atribución cultural y social de los sujetos que participan en lo Sonidero, el lugar físico que ocupan y finalmente quienes son aquellos que consumen Sonidero en el entramado social.

Respecto al acercamiento teórico al fenómeno Sonidero una de las cuestiones a resaltar es que, a través de su conceptualización, es posible entenderlo como un tipo de festejo que reúne características propias que lo vuelven único. Para lograr

entender mejor lo anterior, es preciso adentrarse a la significación del “fiesta, para lo que se recurrió al autor Francisco Cruces [5] quien categoriza el festejo en tres grandes facetas. En primer lugar, encontramos las *islas y ciclos* en los que el festejo es asincrónico y moldea instituciones cíclicas que se valen del intercambio.

Posteriormente, se habla acerca de los rituales seculares, en los cuales la relación del festejo y el ciudadano puede ser prolífica o no. Finalmente, podemos encontrar un estado de fiesta diseminado en donde diversos procesos como el crecimiento de las urbes, desembocaron en la modificación de las ritualidades y festejos de las comunidades incluidas en estos cambios. Es así, que el festejo con sus puntos antes hablados, se vuelve un fenómeno social y cultural que ahora pasa a abarcar una gran posibilidad de producción cultural y económica para quien lo consume y produce [5].

Con lo anterior, se quiere decir que el Sonidero mexicano se coloca como un tipo de festejo diseminado ya que ha instaurado un nuevo modelo de economía basado en una industria cultural emergente y que escapa a los estándares estéticos, artísticos y lúdicos de lo que se pretende observar en una sociedad homogeneizada en los proyectos de estado nación que permea a occidente.

Ahora bien, aquello que culturalmente le ha dado fuerza al Sonidero es que pese cambios globales que “modernizan” los territorios y paisajes sociales, la expresión sonidera continúa resguardando un singular significado de celebración compartida que genera identidades en torno a ella y que da cuenta de una alternativa a aquello que se planea como homogeneidad cultural. Por otra parte, también cabe destacar que, desde el ámbito cultural, el Sonidero ha aumentado sus posibilidades de reproducción y alcance gracias a la democratización de sus producciones a través de su característica movilidad y de su peculiar uso de las herramientas y espacios llegados desde fenómenos de digitalización global.

Por otra parte, encontramos el hecho de que se continúa edificando el movimiento Sonidero en torno a la música tropical nacional e internacional, así como la peculiaridad de *mezclar* y *modificar* la cumbia y las intervenciones y saludos del portavoz o maestro de ceremonias, fomentando así su impacto en la audiencia, tanto como la preservación y consumo mediante la industria cultural y su resguardo de memorias del festejo para la posteridad.

Es así que actualmente existen muchos tipos de ensambles tecnológicos que diversifican la práctica para volverla accesible a la comunidad. Los elementos infaltables en cualquier sonido- aparte de la música tropical- son los grandes

sistemas de audio que se procuran para una mayor cobertura sonora del espacio. Las bocinas y buffers son uno de los elementos tecnológicos de mayor valor para los sonidos, así como las tornamesas que el operador manipula para la ecualización y alteración característica de la música sonidera, así como las esporádicas intervenciones del maestro de ceremonias para mandar saludos o interactuar con los asistentes al baile.

La introducción de los elementos tecnológicos necesarios para las prácticas del movimiento Sonidero es precisa para comenzar a discutir cómo, a través de una idiosincrasia formada por recursos tecnológicos se gestó un movimiento musical más complejo de lo que la misma comunidad sonidera en un inicio esperaba. Y es que el fenómeno completo trajo consigo la consolidación unificada de una comunidad cultural cohesionada a través de la música y las prácticas lúdicas del festejo.

Es entonces, que gracias a una democratización y revolución cultural de la que los sonideros fueron beneficiados, comenzó una adecuación tecnológica para los sonidos y que permitió la modificación de las prácticas lúdicas que no responden a las características que imponían el *rock* o el *pop*. Si se mira más profundamente, esta acción tiene una enunciación por parte de la población que habita en la periferia. Al recuperar lo antes dicho y con el fin de ahondar más en ello, parece idóneo hablar acerca de cómo la tecnología da origen y mantiene al Sonidero como un movimiento sociomusical articulado mediante una comunidad y cómo esto desemboca en una nueva industria cultural que bajo la óptica capitalista tiene sus pros y sus contras.

Por otro lado, respecto a la definición de la sociomusicalidad del Sonidero, la autora Flor Andrea Salazar [7] en el capítulo uno de un trabajo de investigación dedicado a las visualidades del movimiento musical llevado a cabo por los sonidos, acompaña al lector a un atinado recorrido por las cuestiones que para ella han construido al Sonidero como un movimiento social. Algunos de ellos ya se han discutido en el presente trabajo, pero en las premisas de la autora el Sonidero junto con su característica sociomusical, son observables gracias a la discusión que desarrolla respecto a que movimientos como el Sonidero ponen en tela de juicio la idea de enajenación de las masas ejercida por la música popular y que en estos escenarios no existe ni la acción colectiva ni la participación social [7].

Es entonces que, ante la propuesta de la autora, el movimiento cobra un significado empírico debido a las circunstancias de su producción y consumo dentro de una estructura social que le asigna significados según el lugar que este ocupa en dicho

entramado. Efecto de esto, es cómo el Sonidero ha trascendido de la celebración y el festejo a aspectos mucho más profundos como la identidad y la memoria, o como un elemento de acompañamiento a acciones colectivas que comparten o se interesan en una o muchas características del Sonidero. Ejemplo claro de lo dicho es que en la actualidad existen protestas acompañadas de la musicalización sonidera y que convergen por la característica esencial del uso del espacio público.

En ese mismo sentido, el uso del espacio público dentro de la fiesta sonidera tiene su origen en posibilidad de movilidad de los sistemas de entretenimiento con el propósito de dar acceso al ocio festivo a sectores que habitaban las periferias o públicos con nociones de gusto distintas a las perpetuadas por las industrias musicales y radiofónicas que se instauraron en México. Se puede agregar a lo anterior el hecho de que costear una celebración o fiesta en el espacio privado era altamente costoso, rentar un salón o espacio comúnmente designado al festejo era imposible para los individuos pertenecientes a sectores sociales económicamente desfavorecidos.

Lo antes mencionado logró permear como práctica festiva, pues, aunque el tiempo avanzó y las sociedades comenzaron a cambiar, la tendencia de sonorizar el espacio público se ha mantenido vigente y ha cobrado ciertas implicaciones según la intención de dicha sonorización, el tipo de espacio que se ocupa y quien lo ocupa.

Bajo la última premisa abordada, existe toda una discusión que se desarrolla en torno a los efectos del uso del espacio público por el movimiento Sonidero, ya que este elemento lo ha caracterizado y diferenciado de otras expresiones culturales en el referente mexicano. Y es que el fenómeno de apropiación del espacio que se lleva a cabo durante los festejos sonideros conlleva a efectos que van más allá del ocio o la propia performatividad del evento.

Según lo dicho, existen nuevas tendencias y cambios que han resultado en la modificación de cómo se percibe y ocupa el espacio público y privado. Para instruir mejor al lector, parece idóneo incluir el postulado de Emilio Duhau y Ángela Gigila en su artículo *Espacio público y nuevas centralidades. Dimensión local y urbanidad en las colonias populares de Ciudad de México* [4]. En el trabajo traído a tema, se aborda la problemática de los nuevos usos del espacio público bajo los cánones modernos de las actividades de recreación y las necesidades económicas de las ciudades, según quienes los escriben, este fenómeno ha dado como resultado una parcial desaparición de las expresiones socioculturales de aquellos que habitan la periferia en el espacio público de la urbanidad [4].

Con relación a estos aspectos abordados del Sonidero, existe un acercamiento teórico a los aspectos del uso del espacio público y la implicación de esta misma actividad. Una de las aportaciones más notables al respecto la hace la filósofa política Hannah Arendt [3] pues a lo largo de su obra y en distintas dimensiones y momentos, la autora se encarga de incorporar al espacio público ante la emergencia de necesidades políticas específicas.

Es entonces, que para Arendt, el espacio público figura dentro de su concepción de libertad, pues es en este escenario donde es posible ejercer la propia libertad. Bajo las ideas recapituladas, en el pensamiento arendtiano el espacio público es el sitio en donde los individuos ejercen su existencia en relación a otros individuos, articulando de esta forma lo *político* a través del espacio de interacciones y relaciones humanas.

Ahora bien, al momento de trasladar lo postulado por Arendt al contexto de la práctica sonidera se puede observar las implicaciones del uso del espacio público por un movimiento sociomusical como el abordado en este trabajo. Y es que el Sonidero es un movimiento que se identifica por hacer notar a aquellos que participan de la fiesta como una comunidad cultural y de ocio y esto ha sido posible gracias a que de forma autogestionada la comunidad sonidera y los asistentes al festejo hacen uso de las vialidades para transformarlas en puntos de recreación.

Lo ya dicho, tiene una enunciación política debido a las atribuciones del espacio público realizadas bajo las divisiones socioeconómicas de las comunidades que habitan las ciudades y las periferias. Y es que, es que mediante esta perspectiva de división, que está socialmente aceptado – o no- que se lleven a cabo actividades en el espacio designado para uso común. Estas actividades por otra parte, también están ancladas a los referentes imaginarios que se generan simbólicamente por aquellos que participan de las actividades, así como por quienes no participan de ellas, pero se ven afectados por las mismas.

Es en este esquema bosquejado, que el Sonidero se encuentra interrelacionado no solo con quienes lo consumen, producen o gustan de él, sino que también se encuentra inserto en un complejo entramado con las otredades sociales. Conviene subrayar que a lo largo del tiempo la atribución del espacio público ha favorecido a los estratos socioeconómicos mejor posicionados debido a factores de percepción acerca de las prácticas y estética que producen las actividades realizadas por estos grupos.

Dicho de otra manera, el espacio público difícilmente se ha priorizado para actividades recreativas de aquellos que pertenecen a comunidades fuera de la élite. Y como es el caso del Sonidero es a través de la iniciativa de las comunidades que se ha dejado fuera del mapa de lo público que se busca ocupar espacios de uso colectivo. Por lo tanto, el movimiento Sonidero ha vuelto el festejo colectivo en el espacio común una forma de enunciar y visibilizar la existencia y las necesidades de una comunidad que por mucho tiempo ha sido invisibilizada al ser recluida a la periferia.

En los marcos de las observaciones anteriores es posible situar al Sonidero como un fenómeno que ha logrado descentralizar el entretenimiento recreativo del espacio privado y a su vez también se convirtió en un fenómeno musical y de fiesta que da voz a una comunidad que en comparte características sociales, económicas y culturales que resultan en la asistencia a los bailes organizados en las calles.

Empero lo antes mencionado, no quiere decir que el fenómeno Sonidero sea bien recibido por todos los individuos a los que rodea. Lo anterior quiere decir, que si bien existe todo un grupo que se ha beneficiado del Sonidero y lo ha entendido como una herramienta que dota de voz a una minoría, también existen casos en donde el movimiento no se observa como tal siendo esos los puntos de vista en donde el movimiento sociomusical no se encuentra bien ponderado. Incluir las perspectivas antes señaladas, ayuda a construir el fenómeno bajo diversas perspectivas y esquemas que permiten situar al Sonidero en el mapa colectivo del imaginario mexicano.

En el mismo sentido de lo expuesto, existen sectores poblacionales que destacan la práctica sonidera un sentido no necesariamente positivo y que atribuyen problemas a este fenómeno musical. Uno de estos sectores está compuesto por personas que no participan del festejo, pero se ven obligados a la escucha del espectáculo de manera indirecta gracias a que este se efectúa muchas veces en la vía pública.

Otro caso, es de aquellos que asocian al Sonidero problemáticas que lo rodean pero que no están causadas por el mismo. Tal es el caso de la inseguridad, y altercados violentos que se efectúan durante las puestas en escena de los sonidos en México, tornando muchas veces la celebración en puntos de enfrentamiento entre grupos de disputa. Mientras que finalmente, encontramos a aquellos individuos que no se encuentran inmersos o rodeados del fenómeno Sonidero, pero realizan atribuciones otorgadas al movimiento debido a cuestiones de clase socioeconómica y cómo esta se percibe por el resto del entramado social. Estas causalidades, que son vinculadas al Sonidero bien pueden ser ciertas o no, y vale la pena pensar cuál es la incidencia

del mismo movimiento en los acontecimientos que se le imputan. Respecto a lo dicho, es necesario profundizar acerca de la verdadera influencia o participación que tienen los sonideros en estos hechos violentos.

Precisando de una vez que es inevitable negar que muchos de los festejos ambientados por sonidos y bailes sonideros se ven rodeados de situaciones adversas, estas muchas veces se gestan al margen de la comunidad sonidera y eventualmente se expresan en cualquier situación posible. Como ejemplo de esto, podemos observar la proliferación de bandas que se expresa como una práctica común de asociación en las zonas urbanas y colonias populares.

Si bien es cierto, que todo lo expuesto es un hecho, muchos miembros de la comunidad sonidera han hecho un esfuerzo por denotar que la representación en relación a la violencia e inseguridad que se les otorga es incorrecta y se han concentrado en resaltar los elementos beneficiosos de la cultura sonidera. De ahí, que una buena parte del colectivo sonidero comenzara a realizar diversos tipos de acciones en pro de difundir la cultura sonidera y los beneficios de la misma.

De la misma forma, muchos sonideros se han concentrado en la petición de aumento en seguridad durante los bailes pues afirman que es deber el estado garantizar la seguridad de los asistentes a los bailes y de la comunidad mediante la presencia de cuerpo policial preventivo, o en la solicitud de democratización de información respecto a los procesos para llevar a cabo los bailes de una forma lícita.

Conclusiones

A modo de conclusión, queda decir que el Sonidero bajo los términos antes revisados logra el anuncio político de la existencia de un colectivo a través de libertad de ocupación de las calles, plazas y mercados como nuevos escenarios de la urbanidad. La celebración sonidera cuenta con la facultad de dotar espacios de fiesta tanto en lo rural como en lo urbano y aquellos que participan de dicho festejo y estos comienzan a enunciar su existencia y necesidad y derecho a la difusión cultural propia de sus contextos, así como a la recreación y ocio dentro de la estructura social. Es evidente entonces, que bajo este fenómeno en el que de forma autónoma la comunidad sonidera comenzó a buscar espacios para su festejo dio como resultado la expansión del Sonidero al escenario urbano y de esta forma, a través de la performatividad y consumo del Sonidero la sociedad puede comenzar a repensar el uso de los espacios colectivos de forma equitativa y autogestionada por los sonideros.

Actualmente, el Sonidero permea como práctica en las urbanidades y espacios rurales de la zona centro y sur del país, específicamente en Ciudad de México y Puebla. Es gracias a las posibilidades de distribución musical a través de los medios sonideros que este movimiento cultural y musical se fue dispersando por diversas regiones de la república.

Un ejemplo de lo anterior es la migración musical del Sonidero hacia el estado de Puebla, lugar en donde el Sonidero se puede observar y escuchar no solo en las periferias, sino que también en los espacios públicos de la capital del estado. Siendo lo anterior el caso de San Baltazar Campeche, Agua Santa, Bosques de San Sebastián, Xanenetla, El alto y muchas veces en el mismo centro histórico de la ciudad de Puebla. En el estado poblano el Sonidero ha ido evolucionado tanto que es común escuchar música tropical sonidera en espacios colectivos como los mercados, tianguis, plazas, restaurantes, espacios de comercio e incluso en el transporte público, lo cual ha desarrollado una influencia en el desarrollo de la memoria colectiva a través de los paisajes sonoros.

En el orden de lo expuesto, podemos apuntar a que el Sonidero es una de muchas formas de reapropiación del espacio público y que con su aportación este espacio se vuelve aun más diverso pues permite reivindicar y resaltar la existencia de una comunidad que debido a sus características sociales y económicas han sido puestos al margen de la participación en los espacios de uso común por mucho tiempo. Esta reivindicación, ha traído consigo consecuencias de configuración simbólica para aquellos que participan del Sonidero ya sea dentro de la producción, distribución o consumo, siendo lo anterior inevitable ya que el fenómeno Sonidero se configura como tal gracias a su relación con la otredad dentro de los círculos y esquemas sociales y culturales del contexto en el que efectúa.

Al respecto del último postulado, es oportuno reflexionar acerca del impacto de las privaciones del uso del espacio público para la comunidad sonidera partiendo de su concepción de expresión cultural asociada a la pobreza y cómo este elemento vuelve al Sonidero propicio de la estigmatización o romanización como fenómeno cultural. Por las consideraciones hechas, también es preciso introducirse a cómo la enunciación a través del espacio ha generado procesos de identidad de los individuos que pertenecen a la comunidad sonidera.

Debido a lo dicho, se ha generado en la memoria colectiva de los y las sonideras un fuerte referente a la necesidad y derecho de hacerse presentes en la realidad social contemporánea mediante la celebración y conmemoración que está a su alcance

realizar. Es así que, ante la imposibilidad de festejar en los lugares designados para hacerlo, la comunidad sonidera convirtió las calles en pistas de baile y con la popularización de esta práctica vinculada a las nociones de gusto por la música tropical fue eventual que se enmarcara a los sectores sociales que propiamente llevaban a cabo este tipo de celebración.

Ante los sucesos ocurridos, fue inevitable la proclamación pública de la existencia y necesidades de las clases sociales menos favorecidas, así como la emergencia de este grupo social a través de la búsqueda autogestionada de espacios para su esparcimiento lúdico. Esto, trajo como resultado la diversificación de la sonoridad en el espacio público y la geografía sonora que comenzó a incluir la música producida por el Sonidero.

Dadas las consideraciones anteriores también es necesario recordar que las nociones de gusto que subyacen al consumo musical es un factor que ha influido en la permanencia de la cumbia sonidera y otros géneros de música popular que son puestos en los altavoces del festejo Sonidero. Al respecto, existe una discusión que se concentra en las aportaciones de la música popular a la esfera social y cultural de una comunidad.

Y es que poco a poco se han ido desdibujando las fronteras que responden a las asignaciones de gusto y consumo de producciones musicales y sonoras y el Sonidero ha logrado la ruptura de estas brechas gracias a la permeabilidad de sus sonidos y visualidades en la realidad cotidiana de la mayoría de los mexicanos y poblanos. Por lo tanto, es a través de la exposición continua de las imágenes y sonidos del Sonidero es que este se ha vuelto un referente significativo en las formas imaginarias de concebir el ocio en México. Lo ya dicho, ha traído consigo un fenómeno de procuración de identidades a través de la música y el movimiento Sonidero, que puede dar lugar a nuevas categorías y escenarios de representación de los sujetos que se ven envueltos en estas formas de fiesta.

Finalmente, interesa decir que los límites y alcances respecto al análisis en torno al Sonidero permiten la producción de conocimiento desde y para los sujetos sociales que participan del movimiento, por lo tanto, se crea la oportunidad de centrar el estudio del fenómeno como se ha venido haciendo a cuestiones de clase y raza, pero también puede atender a nociones latentes como lo es la perspectiva de género aplicada a modo de teoría para observar el fenómeno.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Como ya se ha mencionado antes, el trabajo que se ha presentado es parte de una investigación más grande que aun se encuentra en elaboración. Por lo tanto, las líneas futuras con las que se pretende trabajar el fenómeno Sonidero apuntan a colocar en el centro de interés las cuestiones de género presentes en la expresión sonidera para entender las formas de interacción, percepción y autonombramiento de las mujeres en el escenario dicho escenario.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación, fue realizado bajo la asesoría y supervisión del Dr. Luis Fernando Gutiérrez Domínguez a quien me gustaría expresar mi profundo agradecimiento por hacer posible la realización de este trabajo. A Ziki, sin tu apoyo este trabajo no habría surgido. De igual forma me gustaría agradecer a la comunidad Sonidera de San Baltazar Campeche, por permitirme el acercamiento a su cotidianidad, conocimientos, percepciones, opiniones y formas de vida que derivan en la producción de conocimiento a través del método científico. Y al CONCYTEP por brindar espacios para la difusión científica bajo esquemas de diversidad.

Referencias bibliográficas

- [1] A. L. Madrid, «Música y nacionalismos en Latinoamérica,» de *A tres bandas: Mestizaje, sincretismo e hibridación en el espacio sonoro iberoamericano*, España, Museo de Antioquia, 2010, pp. 228-235.
- [2] M. P. Castañeda Salgado, *Metodología de la Investigación Feminista*, Ciudad de México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades –CEIHC– de la Universidad Nacional Autónoma de México –UNAM–, 2008.
- [3] H. Arendt, «¿Qué es la libertad?», de *Entre el pasado y el futuro. Ocho ejercicios sobre la reflexión política*, Barcelona, Península, 1996, pp. 163-165.
- [4] E. Duhau y Á. Giglia, «Espacio público y nuevas centralidades. Dimensión local y urbanidad en las colonias populares de la Ciudad de México,» *Papeles de Población*, pp. 167-194, 2004.
- [5] F. Cruces, «De los ciclos insulares a la celebración diseminada,» de *Fiestas y Rituales. X Encuentro para la Promoción y Difusión del Patrimonio Inmaterial de Países Iberoamericanos.*, Bogotá, Corporación para la Promoción y Difusión de la Cultura, 2009, pp. 110-124.
- [6] A. Madariaga Ortuzar y C. Ortega Nuere, «Ocio festivo: Cambios relevantes en la percepción y organización de las fiestas,» *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, pp. 365-378, 2012.
- [7] F. A. Salazar Lara, *Movimiento Sonidero: Construcción de Socialidades y Visualidades*, Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de México., 2018, pp. 30-31.
- [8] T. Adorno y M. Horkheimer, *Dialéctica de la Ilustración*, Madrid: Trotta, 1998.
- [9] C. Amorós, «La Igualdad e Identidad,» *El concepto de identidad*, pp. 29-48, 1994.
- [10] D. B. Arboleda, «La música colombiana en México: Transculturalidad y procesos identitarios,» *Etnomusicología Instituto Nacional de Antropología e Historia-INAH*, pp. 153-160, 2007.
- [11] M. A. Bolaños, *La invención de la música indígena de México: antropología e historia de las políticas culturales del siglo XX*, Buenos Aires, Argentina: Libro digital, 2015.
- [12] P. Bourdieu, *La distinción. Criterios y bases sociales del gusto*, Madrid, España: Taurus, 2002.
- [13] R. R. Ferrándiz, «De industrias culturales a industrias del ocio y creativas: los límites del «campo» cultural,» *Comunicar, Revista Científica de Educomunicación*, pp. 149-156, 2011.
- [14] J. Freidman, *Identidad Cultural y Proceso Global*, Buenos Aires, Argentina: Amorrortu Editores, 2001.
- [15] M. Gamio, *Forjando patria: Pronacionalismo, Forjando Patria [Eng. Ver.] ed.*, University Press of Colorado, 2010.



Área 7



**Ciencias de Agricultura,
Agropecuarias, Forestales
y de Ecosistemas**

Índice de Área

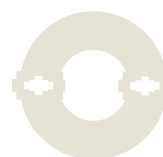
- 993** • Bio-KaanBiopreparados, una alternativa para una agricultura sustentable en la Sierra Norte de Puebla
- 1003** • Conservación y manejo integral de la micro cuenca del río San Pedro mediante la planificación y participación comunitaria
- 1015** • Evaluación del producto CINNAFULL (bioinsecticida, extracto neem, canela y naranja) como antifúngico
- 1025** • La implementación de *lean manufacturing* mejora la utilización de los recursos en las granjas
- 1039** • Potencial de los frutales endémicos para la obtención de aceites esenciales
- 1053** • Uso del análisis digital de imagen como herramienta de medición de la madurez del aguacate hass (*persea americana*) de la región VI del estado de Puebla

Bio-KaanBiopreparados, una alternativa para una agricultura sustentable en la Sierra Norte de Puebla

Ignacio Rojas Fernando José,
Santos Perea Eduardo, González Penin Jennifer

Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez Puebla.
Av. Universidad Tecnológica No. 1000 Tierra Negra, C.P. 73080,
Xicotepec de Juárez Puebla
Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez C.P. 73080

fernandojoseignaciorojas@gmail.com



Área 7
Ciencias de Agricultura,
Agropecuarias, Forestales
y de Ecosistemas

Resumen

Actualmente, el uso de agentes biológicos conduce a una agricultura sustentable, que mejora y mantiene la salud humana mediante el uso de insumos o pesticidas de origen animal y vegetal. Lo anterior, sin causar contaminación ambiental y optimizando la calidad de los cultivos, debido a sus propiedades de origen vegetal, mineral o animal, aunadas a sus propiedades nutricionales ayudan a reducir plagas y enfermedades o mejoran el crecimiento de diferentes cultivos. Por ello, la propuesta del preparado biológico KANDEFUJ, parte del control de

plagas y mejoramiento de la calidad de los cultivos de una forma eficaz sin contaminar el medio ambiente, como medio para aumentar la productividad y calidad. A través del biopreparado KANDEFUJ, se brinda alta calidad a precios asequibles, lo cual, aunado a la disponibilidad, no solo permitirá ingresar al mercado, sino también, expandir la cartera de productos llegando a múltiples puntos de venta en la región. Con la demanda actual del mercado, se espera lograr ventas satisfactorias que posicionen a la marca dentro del gusto del consumidor.

Palabras clave

Agroecología, Agricultura Orgánica, Sustentable, Agricultura.

Abstract

Currently, the use of biological agents leads to sustainable agriculture, which improves and maintains human health through the use of inputs or pesticides of animal and plant origin. The above, without causing environmental pollution and optimizing the quality of the crops, due to their substances of plant, mineral, or animal origin, added to their nutritional properties that help reduce pests and diseases or improve the growth of different crops. For this reason, the proposal of the biological preparation KANDEFUJ, for the control of pests and improvement of the quality of crops in a more effective way without polluting the environment, as a means to increase productivity and quality. Through the KANDEFUJ bio preparation, high quality is provided at affordable prices. This, coupled with availability, will not only allow entering the market but also expand the product portfolio, reaching multiple points of sale in the region. With the current market demand, it is expected to achieve satisfactory sales that will position KANDEFUJ within the consumer's taste.

Keywords

Agroecology, Organic Agriculture, Sustainable, Agriculture.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CH₃CN-Acetonitrilo

h-Horas

ml-Mililitro

mPCBA-Ácido metacloroperbenzoico

NaHCO₃-Bicarbonato de sodio

OXONE-Monopersulfato de potasio

t.a-Temperatura ambiente

THF-Tetrahidrofurano

UHP-Complejo de peróxido de hidrógeno-urea

Introducción

KANDEFUJ S.A. de C.V. es una empresa 100 % poblana, ideada en el año de 2021, sus fundadores: Jennifer González Penin, Eduardo Santos Perea y Fernando José Ignacio Rojas. La empresa surge con el objetivo inicial de producir biopreparados para la región. Sin embargo, la creciente demanda de productos orgánicos de excelente calidad permite la integración al proceso productivo de los diversos cultivos del mercado regional, generando una gama de productos orgánicos que permita el manejo integrado de plagas. Se proyecta en un mediano plazo, se desarrolle un mayor número de variedades, las cuales cuenten con el reconocimiento de nuestros clientes en el mercado nacional e internacional. *KANDEFUJ* cuenta con una superficie de 50 metros cuadrados, ubicada en Tenango de las Flores, municipio de Huauchinango, en el estado de Puebla. El mercado de ventas se proyecta en 70 % de venta regional y 30 % venta nacional. El proyecto cuenta con una fuerza laboral de 3 trabajadores; del cual 2 son mujeres y 1 varón.

“Algo grave está pasando y como productor ni nos damos cuenta del daño que le hacemos al planeta tierra” señala Espinoza (1998), quien, además menciona que los más jóvenes tal vez no sepan, pero cualquier persona mayor de edad recuerda muy bien que hasta hace poco más de 20 años cualquier viaje en coche significaba un parabrisas cubierto de insectos aplastados por el impacto, hoy esto ya no sucede de la misma forma, puede parecer genial viajar con un parabrisas limpio.

Las y los científicos asocian el declive de las poblaciones de insectos con la agroindustria, debido a la destrucción de hábitats naturales y aplicación de plaguicidas. El declive de los insectos afecta a todos los ecosistemas terrestres, como la dieta de los pájaros, reptiles y anfibios, y la polinización de las plantas, etc. El colapso de las poblaciones de insectos puede ser el presagio del colapso de los ecosistemas terrestres de acuerdo con Espinoza (1998).

Los biopreparados de *KANDEFUJ* están orientados a productores y a personas que se interesan en las actividades sustentables para la producción de sus cultivos agrícolas. Esto debido a que los biopreparados son productos elaborados a partir de restos de origen vegetal o sustancias de origen mineral o animal que ayudan a disminuir los problemas de plagas y enfermedades o mejorar el desarrollo de los cultivos (Huerto en casa, 2021). De acuerdo con su función, poseen propiedades nutritivas para las plantas: repelentes y controladoras de insectos, o curativas de enfermedades, trayendo consigo varias ventajas según Tomas (2020).

Materiales y métodos

Implementación de las 8 p's del marketing

Producto

Este producto funciona como repelente, insecticida y fungicida, ayuda a prevenir la aparición y propagación de plagas y enfermedades en los cultivos obteniendo un mejor control; gracias a sus componentes naturales es amigable con el medio ambiente.

Función de los ingredientes activos

- Tiene importantes atributos como repelente de algunas plagas agrícolas, especialmente por la sustancia conocida como capsicina o capsaicina que contiene, por lo que en la actualidad se utiliza como repelente o excitante, según el portal AGRO orgánico (2019).
- Ajo, es totalmente inofensivo para los ecosistemas actúa como insecticida, repelente y fungicida es muy eficaz contra larvas y contra pulgones.
- El alcohol produce una fuerte deshidratación en los microorganismos.
- La cebolla contiene propiedades que son muy beneficiosas a la hora de combatir ciertas plagas y enfermedades, ello debido a su acción antifúngica (Eco agricultor, 2021), además tiene acciones insecticida y bactericida.

Precio

Dado que KANDEFUJ tiene una sola presentación para su producto, la cual es de 1l, el precio recomendado al público es de \$90 pesos.

Plaza de venta

El punto de venta se encuentra ubicado en Tenango de las Flores, zona productora de plantas ornamentales y hortalizas, razón por la cual fueron definidos como puntos estratégicos para la comercialización. El canal de venta de nuestro producto será de forma directa sin intermediarios.

Promoción

El medio de promoción de los productos de KANDEFUJ será a través de anuncios publicitarios de redes sociales, páginas web, volantes, trípticos y eventos de demostración del producto. La promoción se llevará a cabo bajo distintos medios de comunicación, que serían como redes sociales o páginas web ya que es una forma útil de estar más en contacto con los clientes. De igual manera se estará llevando a cabo por medio de folletos o volantes, trípticos y carteles para la audiencia que no cuenta con redes sociales.

Personal

El personal está conformado por socios y personal de apoyo capacitados para brindar una mejor atención al cliente y velar por los intereses de nuestros socios.

Procesos

La sucursal deberá de tener en todo momento el producto a la vista, además la atención a clientes de forma adecuada, portando un gafete para que el cliente identifique quién le brindó el servicio.

En redes sociales se mostrará con imágenes claras del producto con la descripción e información precisa, atendiendo de forma adecuada y respetuosa a los clientes. Además los envíos se realizarán a través de paquetería segura que garantice la entrega del producto en buenas condiciones, teniendo como resultado una mayor satisfacción al cliente.

Evidencias físicas

- Presencia y distinción de la marca KANDEFUJ.
- Instalación interna: anaquel, mesas y sillas.
- Insumos materiales.
- Interacción con el cliente.

Productividad

Se proyecta una producción mensual de un lote de 100 unidades, en donde se elabora el producto de manera tradicional machacando todos los componentes que contiene el producto. Para esto el lote del producto se estará vendiendo mensualmente.

Análisis DAFO

Análisis DAFO	
Debilidades Alta rotación de personal subcontratado que provoca una deficiencia en el proceso de producción. La marca está actualmente dirigida a productores	Amenazas Entrada de nuevos competidores a nuestro mercado. Existencia de productos sustitutivos como lo son los agroquímicos.
Fortalezas Gran capacidad de adaptación al cambio Amplia red de distribución.	Oportunidades Desarrollo de nuevas tecnologías para la incorporación a los productos. Implementación de nuevos productos que proporciona una oportunidad para el mercado existente.

Materiales

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 20 ml de alcohol • 20 g de ajo • 20 g chile • 20 g cebolla • Atomizador • Una cubeta de 20 L • Un palo de 80 cm | <ul style="list-style-type: none"> • Un colador • Un mortero • Una báscula • 10 L de agua • 10 envases de 1 L • 10 etiquetas • Una probeta |
|---|---|

Pasos para la preparación

- Colocar en una cubeta 1 litro de alcohol al 96 % en 10 litros de agua.
- Macerar 20 gramos de ajo, 20 gramos de chile. 20 gr cebolla en un mortero.
- Colar y añadir el macerado a la cubeta con el alcohol y los 10 litros de agua.
- Dejar reposar por una noche el preparado.
- Revolver con un palo en el sentido de las manecillas del reloj durante 10 minutos.
- Colar la mezcla y trasvasar a un recipiente de plástico blanco de 1 litro.

- Almacenar en recipientes adecuados. Se recomiendan baldes plásticos blanco, previamente lavado y cepillado con agua.

Dosis de uso, periodo y momento de aplicación

- Conforme lo describe la FAO (2013) la dosis en semilleros es de 2 cm³ o 2 ml /1 litros de agua, rociar o asperjar con atomizador antes de la siembra, al sembrar y 2 veces a la semana, hasta la formación de hojas verdaderas.
- En lote aplicar 200 cm³ o 200 ml / 100 litros de agua, aplicar en la corona y al pie del tallo 2 veces por semana, hasta el establecimiento de la planta. En aromáticas y frutales se recomienda 500 cm³ o 500 ml / 100 litros de agua, aplicar en corona y a la base del tallo, como inductor de rebrotes después de cortes o podas, acorde con FAO (2013), quien además señala que: Las aplicaciones se recomiendan temprano en la mañana o en días nublados, para retardar evaporación y degradación.

Rendimiento

- En semilleros, una mochila de aspersión de 20 litros con el biopreparado puede cubrir 50 m² aspersiones semanales.
- Una mochila fumigadora de 20 litros con 40cm³ o 40 ml de biopreparado alcanza para 200 plantas.

Almacenamiento

La vida útil de un biopreparado es de tres meses debido a que no se emplean conservadores artificiales, sus componentes de origen orgánico, permiten tener una vida de anaquel que alcanza los tres meses. Por ello, después de los tres meses se recogerán los productos de los puntos de venta con el fin de ser reemplazados por nuevos.

Resultados/Discusión de resultados

Los resultados contribuyen a identificar el perfil de la demanda de los clientes con respecto al uso del producto sustentable, mismos que le ayuden a combatir plagas y enfermedades. Lo cual, permite a KANDEFUJ generar estrategias para la reingeniería de la empresa, así como mejorar aspectos intrínsecos y extrínsecos, con el fin de brindar un mejor producto con la calidad que los clientes requieren

para mejorar el desarrollo de su cultivo. Ya que en los resultados pertinentes que se reflejaron fue a que los clientes les fue factible adquirir el producto porque está hecha a base de ingredientes naturales que es amigable con el medio ambiente y no causa daños al medio en donde se esté aplicando ya que solo afecta a las plagas de los cultivos en los que sea aplicado, lo que lo hace un producto sustentable que cuida al ambiente y disminuye la contaminación porque no deja ningún residuo del producto días después de su aplicación contra las plagas de los cultivos a los cuales se especifica.

Conclusiones

De acuerdo con Dávila (2018), los resultados obtenidos en el presente estudio nos indican que desde una perspectiva del mercado, este proyecto de inversión es factible, pues cuenta con los elementos de estudios necesarios y favorables para su implementación.

Según Morles (2011), se considera que no existe competencia directa para un producto, en donde tiene una consideración exclusiva y se puede explotar como tal, esto debe ser aprovechado para posicionarnos en el mercado y así expandirnos prontamente a toda la región y luego a todo el país, incluso pudiendo llegar a la exportación.

El desarrollo de este estudio permitió el análisis del mercado en cuanto a la innovación de productos, resultando de ello, la proyección de generar una nueva presentación que permita la ampliación de la cartera de productos, clave del éxito en las actividades empresariales de hoy en día, al innovar junto con la exigencias de este mundo moderno (Giraldo & Otero, 2017).

Mantilla (2021) describe que para la introducción de un nuevo producto debe diseñar un plan de marketing, en donde se combine la publicidad y la promoción de ventas de manera estratégica, para alcanzar los objetivos que la empresa plantee.

Dada la factibilidad de mercado obtenida se recomienda pasar a la realización de los estudios técnicos y económicos; a fin de visualizar el costo total inicial de esta inversión y su rentabilidad plena, para ser considerada más que una alternativa de negocio.

Referencias bibliográficas

- Agro Orgánico, R. (2018, 30 noviembre). <https://www.agroorganico.info/author/redaccion/>. agro orgánico. Recuperado 11 de abril de 2021, de <https://www.agroorganico.info/la-capsaicina-para-el-manejo-de-insectos-plaga/>
- ECO agricultor, (2021, 6 junio). *Preparado de cebolla para plaga de pulgón y hongos como roya y mildiu*, Recuperado 11 de marzo de 2021, de <https://www.ecoagricultor.com/preparado-cebolla-plaga-pulgon-hongos/>
- Facebook-Meld je aan of registreer je. (2021, 17 marzo). [Publicación]. Facebook. <https://www.facebook.com/unsupportedbrowser>
- FAO. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*, pág. 24. Recuperado de <https://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>
- FAO. (2013). *Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana, primera edición*, 9. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3360s/i3360s.pdf>
- Dávila Ochoa, I. S. (2018). Las estrategias genéricas de Porter y el posicionamiento de la fábrica de chocolate y cocoa kotosh de la ciudad de Huánuco, 2017.
- Morles, V. (2011), Guía para la elaboración y evaluación de proyectos de investigación, *Revista de pedagogía*, 32(91), 131-146.
- Giraldo Pérez, W., & Otero Gómez, M. C. (2017). Product innovation importance in order to generate positioning in young people, *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 25(2), 179-192.
- Héctor Mantilla, Monografias.com. (s. f.). *Mercadotecnia-Lanzamiento de un producto (página 2)-Monografias.com*. MONOGRAFIAS.COM. Recuperado 2 de marzo de 2021, de <https://www.monografias.com/trabajos88/mercadotecnia-lanzamiento-producto/mercadotecnia-lanzamiento-producto2.shtml>

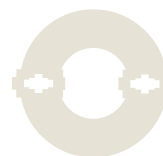


Conservación y manejo integral de la microcuenca del río San Pedro mediante la planificación y participación comunitaria

^a Martínez, Garrido-María Victoria, ^b Leguizamo, Hernández-Miriam*, ^a Sánchez, Becerra-José Antonio, ^a Muñoz, Rojas-Marco Antonio, ^a Luna, González-Guillermo Melardo

^a Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. Av. José Luis Martínez Vázquez, No. 2000, C.P. 73310 Jicolapa, Zacatlán, Puebla. ^b Ingeniería Informática. Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. Av. José Luis Martínez Vázquez, No. 2000, C.P. 73310 Jicolapa, Zacatlán, Puebla.

*mirish@hotmail.com



Área 7
Ciencias de Agricultura,
Agropecuarias, Forestales
y de Ecosistemas

Resumen

Las cuencas hidrológicas y los ecosistemas formados en ellas son de gran relevancia en la protección y preservación del equilibrio ecológico, la microcuenca del río San Pedro se encuentra ubicada en la comunidad la Gloria, Chignahuapan, Puebla. Esta investigación propone generar e implementar estrategias de conservación y prevención para lograr un manejo integral de la misma mediante la planificación y participación comunitaria con el objetivo de lograr la preservación de la flora y fauna, así como mejorar la calidad de agua y suelo en la cuenca.

Se realizó la delimitación de la micro cuenca y se identificaron las principales fuentes

de contaminación, así como los lugares más propicios y afectados. Para mitigar estos daños se implementó la utilización de compostas en cultivos de maíz y hortalizas; se experimentó la germinación de semillas de sabino (*Juniperus deppeana*) para reforestar áreas con un árbol nativo y actualmente se sigue experimentando para la obtención de esta planta.

Aunado a esto, para la preservación de la fauna silvestre se están definiendo los métodos de identificación para el registro. Esta investigación implica objetivos a largo plazo por lo que se seguirá trabajando en el plan para lograr pronto el fin buscado.

Palabras clave

Cuenca, Hidrológica, Sustentabilidad, Contaminación, Ambiente.

Abstract

The hydrological basins and the ecosystems formed in them are of great relevance in the protection and preservation of the ecological balance, the micro-basin of the San Pedro River is located in the community of La Gloria, Chignahuapan, Puebla.

This research proposes to generate and implement conservation and prevention strategies to achieve integrated management of it through planning and community participation to achieve the preservation of flora and fauna, as well as improve the quality of water and soil in the basin. The delimitation of the micro basin was carried out and the main sources of contamination were identified, as well as the most prone and affected places. To mitigate these damages, the use of compost was implemented in corn and vegetable crops, the germination of sabino seeds (*Juniperus deppeana*) was experimented with to reforest areas with a native tree, and currently, it continues to be experimented with to obtain sabino plants. In addition to this, for the preservation of wildlife, identification methods for registration are being defined. This research implies long-term objectives so that work will continue on the plan to achieve the desired end soon.

Keywords

Basin, Hydrological, Sustainability, Pollution, Environment.

Glosario de abreviaturas y símbolos

UTM, Universal Transverse Mercator

GPS, Sistema de Posicionamiento Global

ArcGIS, Sistemas de Información Geográfica

UMAFOR, Unidad de Manejo Forestal

ITSSNP, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla

ODS, Objetivos del Desarrollo Sostenible

Introducción

La operación de ecosistemas en cuencas hidrográficas abraza a los grupos humanos como parte del mismo y reconoce que el sistema no está aislado, sino que interactúa con su entorno ecológico, económico y social [1]. La cuenca hidrográfica [2] la describen como el territorio delimitado por los escurrimientos superficiales que convergen a un mismo cauce, es el entorno básico indispensable para el análisis de la función ambiental, económica y social de los recursos naturales y su dinámica con fines de manejo sustentable. El crecimiento de la población en México ha venido demandando la satisfacción de los bienes y servicios que requiere el proceso de su desarrollo, mediante las actividades económicas sustentadas en la utilización de los recursos naturales y del ambiente. Sin embargo, a medida que la población crece, está ejerce una fuerte presión sobre aquellos, provocando situaciones complejas e incluso conflictivas para su manejo. Otros autores por el contrario mencionan que recursos naturales renovables, como el agua, permanecen constantes en el medio natural, mientras que los no renovables o renovables después de varios miles de años, como el suelo van disminuyendo conforme se les va extrayendo o degradando [3].

Se hace necesario contar con nuevas estrategias y acciones para entender y mitigar problemas ambientales, particularmente sobre la degradación de los ecosistemas naturales, desde diferentes dimensiones, individuos, comunidad (ejido), sociedad, profesionista, institución, organización, entre otros. De no afrontarse, dicho problema a corto plazo, se pueden tener dificultades de escasez de los mismos. El reto actual [2, p. 28] es que las diferentes profesiones e instituciones educativas tomen conciencia sobre los problemas ambientales y sus soluciones, generando nuevos conocimientos teóricos y prácticos que aseguren su incorporación a los procesos de formación, investigación y extensión.

El objetivo del proyecto a realizar es el de evaluar y manejar integralmente la microcuenca del río San Pedro mediante la planificación y participación comunitaria de la comunidad La Gloria Primera Sección, Chignahuapan, Puebla. Con el fin de promover la conservación y el aprovechamiento integral de los Recursos Naturales en el estado de Puebla. Por los beneficios económicos, sociales y ambientales que la micro cuenca proporciona al estado de Puebla y en especial a los habitantes de las comunidades de Ayotla, La Gloria, Tomatlán; es importante que se implementen técnicas de conservación y aprovechamiento de los recursos, para hacer un uso racional sin causar su deterioro. La manera de conocer y evaluar el uso de los recursos naturales en una microcuenca es a través de la participación de la sociedad,

buscando promover nuevas técnicas de aprovechamiento de los recursos naturales. Por tanto, la habilidad de una sociedad para usar y proteger racionalmente sus recursos naturales es la base para lograr un desarrollo sustentable.

Materiales y métodos

Los diferentes trabajos se realizaron en las comunidades de Ayotla y La Gloria primera sección, están ubicadas a 2540 y 2430 msnm (metros sobre nivel del mar), respectivamente; las coordenadas geográficas de las comunidades fueron evaluadas en formato UTM (Universal Transverse Mercator) 599494 y 2198886 zona 14 Q, y se utilizó el Datum WGS84.

Desarrollo de la cartografía

Se hizo un recorrido en la comunidad de la Gloria Primera Sección de Chignahuapan, Puebla para registrar mediante un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) las coordenadas de la microcuenca. Posteriormente se realizaron los trabajos correspondientes en ArcGIS (Sistemas de Información Geográfica) para generar la cartografía.

Implementación de cinco compostas

La composta se realizó en cinco domicilios diferentes de los locatarios de la comunidad de la Gloria Primera Sección en Chignahuapan, Puebla (Ver **Figura 1**). La elaboración de las compostas se realizó el 13 de febrero de 2020. Los materiales utilizados son tierra, tierra de monte, estiércol o guano, paja, arena, materia orgánica verde, desperdicios orgánicos, ramas secas, agua, melaza, cal o ceniza y plástico. Se procedió a colocar un palo clavado en el centro, una capa de arena, una de tierra, una capa de ramas secas, se agregó una cama de restos orgánicos de cocina y plantas verdes, se espolvorea una capa de cal o ceniza para evitar los malos olores, la siguiente capa se hizo con estiércol fresco de animales o guano y una capa de tierra. Este mismo procedimiento se repite para que la pila alcance una altura no mayor a 1.75 m, ni menor a 75 cm. Al final se regó con la melaza disuelta en agua, se le dio vuelta a la composta aproximadamente cada quince días, se cuidó la temperatura (50-70 °C) y humedad durante tres meses.



Figura 1. Elaboración de compostas en la comunidad de La Gloria, Chignahuapan, Puebla.

Escarificación y germinación de semilla de *Juniperus deppeana* (Sabino)

La procedencia de las semillas corresponde a una barranca que forma parte de la micro cuenca hidrológica del río San Pedro en las comunidades de Ayotla y La Gloria primera sección; pertenecientes a los municipios de Zacatlán y Chignahuapan, respectivamente en la Sierra Norte del Estado de Puebla. La recolección se llevó a cabo el 12 de febrero de 2020. Se tomaron dos muestras de setenta semillas; la primera se recogió directamente de los árboles (ver **Figura 2**) por lo que las semillas estaban recubiertas de pulpa. La segunda muestra se recolectó escarificada en las heces de *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra Roja) identificada la especie en el 2018, en la UMAFOR 2108 que abarca los municipios de Ahuazotepec, Aquixtla, Chignahuapan, Ixtacamaxtitlán y Zacatlán; y que abunda en la zona de estudio [4]. Las semillas se almacenaron en bolsas de plástico y se trasladaron a las instalaciones del ITSSNP (Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla), localizado en el municipio de Zacatlán a 2104 msnm.

Análisis de Semillas

En este proceso se limpió la muestra de semillas que se recogieron en las heces fecales de la Zorra Roja, se eliminaron aquellas que estaban podridas, o con la testa perforada. La segunda muestra de semillas se introdujo a una estufa convencional durante 120 horas a 40 °C (ver **Figura 2**) para ablandar la pulpa y facilitar el proceso

de escarificación. Posteriormente se retiró el mesocarpio (pulpa) con un cúter, también se desecharon las semillas podridas o con la testa perforada y con larvas. Ambas muestras se almacenaron en bolsas de plástico herméticas.



Figura 2. Semilla escarificada por Zorra Roja; Semilla con pulpa sometida a estufa.

Experimento para la germinación

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar para el experimento. Se llevó a cabo en el invernadero recubierto con malla sombra al 50 % en el ITSSNP. Las semillas fueron sembradas el día 04 de septiembre de 2020, con un riego en promedio de cada tres o cuatro días considerando los días de lluvia. El 19 de septiembre del mismo año, las semillas comenzaron a germinar brotando las primeras plántulas.

Se aplicaron encuestas para identificar el nivel de conocimiento de la comunidad sobre la importancia de las cuencas hidrográficas. El 23 de marzo de 2021 se sembraron 2000 semillas y se espera su germinación para trabajar con el segundo experimento.

Aplicación de encuesta y muestreo probabilístico

La población de los estudiantes del ITSSNP es de 1395 y al aplicar el muestreo probabilístico con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %; arrojando un total de 90 encuestas que fueron aplicadas en el mes de agosto del 2020.

Resultados/Discusión de resultados

Cartografía

Se creó la cartografía de la microcuenca del río San Pedro para generar la delimitación. En la microcuenca del río San Pedro (Ver **Figura 3**) se observan tres redes hídricas, es decir; tres ríos o cuerpos de agua; el que está numerado con el número tres es el río principal o río con mayor afluencia y este es alimentado por las redes dos (corrientes secundarias) y uno (corrientes terciarias). La numeración indica el volumen de agua en cada red, la tres es la que tiene mayor volumen de agua; luego está la dos y la uno sería la que tiene menor volumen. Las corrientes terciarias representan aquellos pequeños sumideros o pozos (zonas de recarga) donde el agua mana o nace y de esta se alimenta a las redes número dos, por eso la dos tiene más volumen de agua que la uno. Por consecuencia la red tres es la de mayor volumen de agua pues en esta desembocan todas las redes.



Figura 3. Cartografía de la red hídrica de la microcuenca del río San Pedro.

Compostas

Se logró implementar cinco compostas con las mujeres y hombres de la comunidad. Un campesino utilizó su composta para abonar un cultivo de maíz, el resto se guardó en costales y las mujeres han elaborado hortalizas en cajas de madera, en recipientes que han reciclado (Ver **Figura 4**) y cosecharon tres hortalizas en 2020. El resto de composta lo van a utilizar esta primavera para sembrar nuevamente sus hortalizas.



Figura 4. Fotografía de las hortalizas sembradas con las compostas en cajas recicladas.

Resultados del Experimento de Germinación

Para la germinación de sabino se recolectaron 200 semillas de *Juniperus deppeana* (sabino) (Ver **Figura 2**) escarificadas por Zorra y 100 semillas con pulpa seca. Las semillas con pulpa seca se limpiaron con un metal con filo. Para el experimento se remojó por una semana el almácigo y se sembraron cincuenta semillas escarificadas por zorra y cincuenta semillas que se limpiaron manualmente para retirar el mesocarpio (pulpa). El resultado es que se tiene dieciséis plántulas de árbol de sabino procedentes de las semillas escarificadas por zorra y ningún nacimiento de semillas que se limpiaron manualmente. Se usaron cincuenta semillas por cada unidad experimental con una sola repetición. Se sembraron en cajas con sustrato de aserrín, hojarasca y tierra negra. El experimento se está repitiendo, el día 23 de marzo de 2021 se plantaron 2000 semillas escarificadas naturalmente (agua de lluvia y expuestas al sol).



Figura 5. Fotografía del árbol *Juniperus deppeana* (sabino).

La germinación de semillas escarificadas por Zorra Roja fue significativa, ya que del total de cincuenta semillas sembradas se obtuvieron 36 % de plántulas del árbol de sabino (ver **Figura 5**). De las cincuenta semillas escarificadas con calor a 40°C durante 120 horas en la estufa no se obtuvo ninguna germinación, posiblemente se deba al exceso de calor o las condiciones de las semillas como por ejemplo inmadurez, presencia de alguna plaga o que carece de embrión.

Resultados de las encuestas

A continuación, se expone el resultado de las preguntas:

1. ¿Son evaluados los recursos hídricos en tu comunidad? 45.5 % dijo que desconoce.
2. Indique el grado de importancia que tiene un acuífero en la humanidad: 56.1 % menciona que muy alto.
3. ¿Qué contaminantes del agua considera como preocupantes? 44.6 % respondió que los residuos domésticos.
4. ¿Alguna vez has sufrido por desabasto de agua? 63.6 % dijo que Alguna vez
5. ¿En tu comunidad se ha contaminado o sobre explotado algún acuífero? 59.1 % contestó que sí.

Lo que evidencia que existe un desconocimiento alto de la importancia de los acuíferos y de su cuidado, saben que los residuos domésticos son la causa de la contaminación del agua y que es preocupante el grado de contaminación del agua.

Resultados de las gestiones para obtener financiamiento

En enero de 2021 se participó en la Convocatoria 2021: Proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación 2021. Institutos Tecnológicos Federales y Centros (Fecha de cierre del registro: 2021-02-05 14:00:00); emitida por el Tecnológico Nacional de México; resultando este proyecto beneficiado con la cantidad de \$100, 000 pesos (cien mil pesos 00/100 M.N.). El apoyo económico se utilizará para realizar los estudios de agua de los diferentes manantiales, para implementar los biofiltros domiciliarios, para la germinación de Sabino (*Juniperus deppeana*), para la adquisición de materiales y herramientas. Este recurso económico permitirá avanzar y concretar parte de los objetivos específicos en este año 2021.

Conclusiones

El agua aparte de ser importante para los seres vivos, contribuye al cuidado del medio ambiente y del planeta [5] menciona que regula el clima, todo esto evidencia la magnitud de cuidar el agua. Al implementar este proyecto se observa el grado de importancia del cuidado del agua. De cómo la humanidad se ha asentado cerca de este vital líquido; sin embargo, no hay una conciencia de cómo las actividades cotidianas y económicas contaminan no solo ríos y lagunas sino también las reservas. Y esto último es aun más preocupante ya que el agua es consumida como potable sin ningún tratamiento. En la encuesta aplicada se identifica que únicamente el 60 % de las personas le da un nivel alto de importancia al agua. La implementación de las compostas fue una buena estrategia con doble beneficio ya que se cuida el suelo y se contribuye a la sustentabilidad alimentaria. Así mismo se seguirá trabajando con la experimentación de germinación de sabino y con la identificación de las especies. El objetivo general aun no se alcanza y se debe a las características del proyecto. Hay objetivos que se lograrán a largo plazo, por lo tanto, la hipótesis aun no se ha sometido a prueba.

Sin embargo, se espera avanzar gracias al financiamiento obtenido.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Con los resultados obtenidos se determinó que se implementará la Metodología Acción Participativa para lograr la participación comunitaria. Se gestionará ante las organizaciones gubernamentales el recurso para realizar los estudios del agua. Para la identificación de flora y fauna se procederá a contactar a un especialista en universidades hermanas. Al identificar los factores contaminantes de la cuenca, en la segunda fase del proyecto se implementará un mayor número de compostas; se profundizará en el conocimiento del tratamiento de aguas residuales y se gestionará el recurso para implementar filtros domiciliarios en las viviendas. Se seguirá experimentando con la germinación de *Juniperus deppeana* (sabino) para conocer su ciclo de reproducción con el propósito de reforestar; y de esta forma contribuir al logro del objetivo seis de los diecisiete Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS): Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

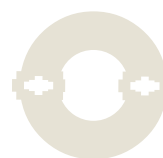
Referencias bibliográficas

- [1] M. Maass y H. Cotler. “El protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas”. Pp 15, 2005 [En línea]. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cyNPDgYQuX0J:www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/528/protocolo.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>. [Accedido: 22 de marzo de 2020]
- [2] H. Cloter *et al.* Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Pp. 1, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://agua.org.mx/biblioteca/cuencas-hidrograficas-fundamentos-y-perspectivas-para-su-manejo-y-gestion> 2/#:~:text=Fundamentos%20y%20perspectivas%20para%20su%20manejo%20y%20gesti%C3%B3n,-13%20diciembre%202013&text=Las%20cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas%20son%20territorios,est%C3%A1n%20%C3%ADntimamente%20ligados%20entre%20s%C3%AD.&text=Este%20cuaderno%20de%20divulgaci%C3%B3n%20describe,de%20su%20estructura%20y%20funci%C3%B3n. [Accedido: 22 de marzo de 2020]
- [3] Casillas González J. A. “El Programa Nacional de Microcuencas: Una estrategia de desarrollo integral. El Manejo Integrado De Cuencas En México. Estudios y reflexiones para reorientar la política ambiental”. Pp. 2. 2007. [En línea]. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:D1wwrD9ZHDIJ:www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/528/programa.pdf+&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>. [Accedido: 22 de marzo de 2020]
- [4] UMAFOR (Unidad de Manejo Forestal). “Estudio Regional de Fauna Silvestre en la UMAFOR 2108”. Pp. 38. 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.conafor.gob.mx/EstudiosRegionalesForestales/ERF_FAUNA_UMAFOR_2108.pdf [Accedido: 22 de marzo de 2020]
- [5] Martínez A. A. “El agua en la atmósfera”. Pp 36. [En línea]. Disponible en: <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/ediciones-anteriores/77-vol-58-num-3-julio-septiembre-2007/agua/117-el-agua-en-la-atmosfera> [Accedido: 27 de marzo de 2021]

Evaluación del producto CINNAFULL (bioinsecticida, extracto neem, canela y naranja) como antifúngico

^a Hernández García-Nicodemo Reyes, ^a Camacho Martínez-Francisco
Javier, ^b Martínez Acuña-Mónica y
^b Silva Martínez-Pedro Israel

^a Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Ahuacatlán (UIEPA)
^b UAZ (Universidad Autónoma de Zacatecas)



Área 7
Ciencias de Agricultura,
Agropecuarias, Forestales
y de Ecosistemas

Resumen

Se realizó una investigación sobre la actividad antifúngica y biodisponibilidad del producto CINNAFULL, producto compuesto por: extracto de neem, canela y naranja. Se evaluó con tres hongos recolectados en suelos de la Sierra Norte y Nororiental del Estado de Puebla: Cuetzalan y Ahuacatlán. La investigación sobre el producto se debe a que hay literatura que demuestra su efecto antimicrobiano y bioinsecticida, pero, existe muy escasa información sobre su efecto antifúngico, entonces se decidió evaluarlo con tres cepas de hongos que son: *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus spp.* Y *Fusarium spp.*, Debido al manejo de recursos naturales y genéticos ya que, existe una creciente

demanda en la producción y diversificación de plantas para: cosecha y exportación, pues conforman las principales actividades productivas de la Sierra Norte y Nororiental de Puebla.

En esta investigación, se evaluó el producto, y mostró una gran biodisponibilidad ante *Trichoderma harzianum* hongo utilizado en la agricultura orgánica. También el experimento demostró que el producto inhibe el crecimiento de *Aspergillus spp.* Y *Fusarium spp.* Al mismo tiempo demostró que *Trichoderma* presenta quimiotropismo positivo y crece sobre los hongos fitopatógenos en presencia del producto.

Palabras clave

Biodisponibilidad, agricultura orgánica, recurso genético y quimiotropismo.

Abstract

The research was conducted on the antifungal activity and bioavailability of the CINNAFULL product, a product composed of neem extract, cinnamon, and orange. It was evaluated with three fungi collected in soils of the northern and northeastern mountains of the state of Puebla: Cuetzalan and Ahuacatlan.

The research on the product is based on the demonstration of its antimicrobial and bioinsecticide effect, but there is very little information about its antifungal effect. As a result, it was decided to evaluate it with three strains of fungi: *Trichoderma Harzianum*, *Aspergillus spp.* and *Fusarium spp.*

Due to the management of natural and genetic resources, and since there is a growing demand in the production and diversification of plants for harvest and export, they make up the main productive activities of the north and northeastern mountains of Puebla. In this research, the product was evaluated and showed great bioavailability for *Trichoderma Harzianum* fungus used in organic agriculture. Also showed that the product inhibits the growth of *Aspergillus spp.* and *Fusarium spp.* At the same time, it showed that *Trichoderma* presents positive chemotropism and grows on photogenic fungi in the presence of the product.

Keywords

Bioavailability, organic agriculture, genetic resource and chemotropism.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CH₃CN-Acetonitrilo

h-Horas

ml-Mililitro

mPCBA-Ácido metacloroperbenzoico

NaHCO₃-Bicarbonato de sodio

OXONE-Monopersulfato de potasio

t.a-Temperatura ambiente

THF-Tetrahidrofurano

UHP-Complejo de peróxido de hidrógeno-urea

Introducción

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos del suelo, dándole énfasis a la fertilidad y la actividad biológica y al mismo tiempo, minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana [1]. Este sistema orgánico promueve el uso de principios activos naturales para evitar el uso de antibióticos, entre otros sintéticos para asegurar que estos alimentos orgánicos contienen mayores cantidades de vitaminas minerales y antioxidantes que los producidos bajo sistemas intensivos convencionales.

Entonces se habla del término biodisponibilidad, este término se refiere al grado y la velocidad con la que un fármaco o algún metabolito acceda a algún organismo o sistema biológico y alcance su lugar de acción [2].

El problema incide en que la agricultura convencional hace un uso excesivo de los pesticidas y agroquímicos.

Los compuestos que se utilizan son de elementos traza [3]. Algunos elementos químicos, como cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, mercurio, níquel, plata y uranio, se encuentran repartidos en pequeñas cantidades por todas partes, todos estos elementos son potencialmente tóxicos y pueden dañar a los seres vivos en concentraciones tan pequeñas como de 1 ppm [4].

- Metales carcinogénicos: Arsénico, cadmio, cromo, manganeso, mercurio, plomo, talio.
- Metales que causan daño reproductivo: Mercurio, plomo, arsénico, cobre, selenio, cadmio, níquel, litio.

Su disposición en algún metabolismo provoca una bioacumulación, lo que provoca intoxicaciones en diferentes organismos al estar en constante interacción [5].

Los reportes sobre los productos que se utilizan en la agricultura orgánica son poco valorados. Entonces, el objetivo de la presente investigación es evaluar la eficiencia del producto CINNAFULL (extracto de neem, canela y naranja) como antifúngico. Además de evaluar la actividad antifúngica sobre *Trichoderma harzianum*, *Fusarium spp.* y *Aspergillus spp.* Por el método de bioensayo. Del mismo modo demostrar cómo debe ser un agroquímico. Ya que los convencionales muestran que no tienen una disponibilidad en los suelos debido a sus elementos traza, además de que tienen un elevado costo de venta. Y en el caso de CINNAFULL y otros productos que contengan

extracto de Neem, son realmente accesibles no solo en su precio, sino también que son biodisponibles en los suelos para cosecha en donde se practica la agricultura orgánica.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en colaboración con DRA. Mónica Martínez Acuña Y QFB Pedro Israel Silva Martínez de la facultad de Química en Farmacobiología (QFB) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ).

En el laboratorio de Microbiología de la carrera de Biotecnología de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Ahuacatlán, localizado en Ahuacatlán, Puebla, México.

Colección de hongos y aislamiento

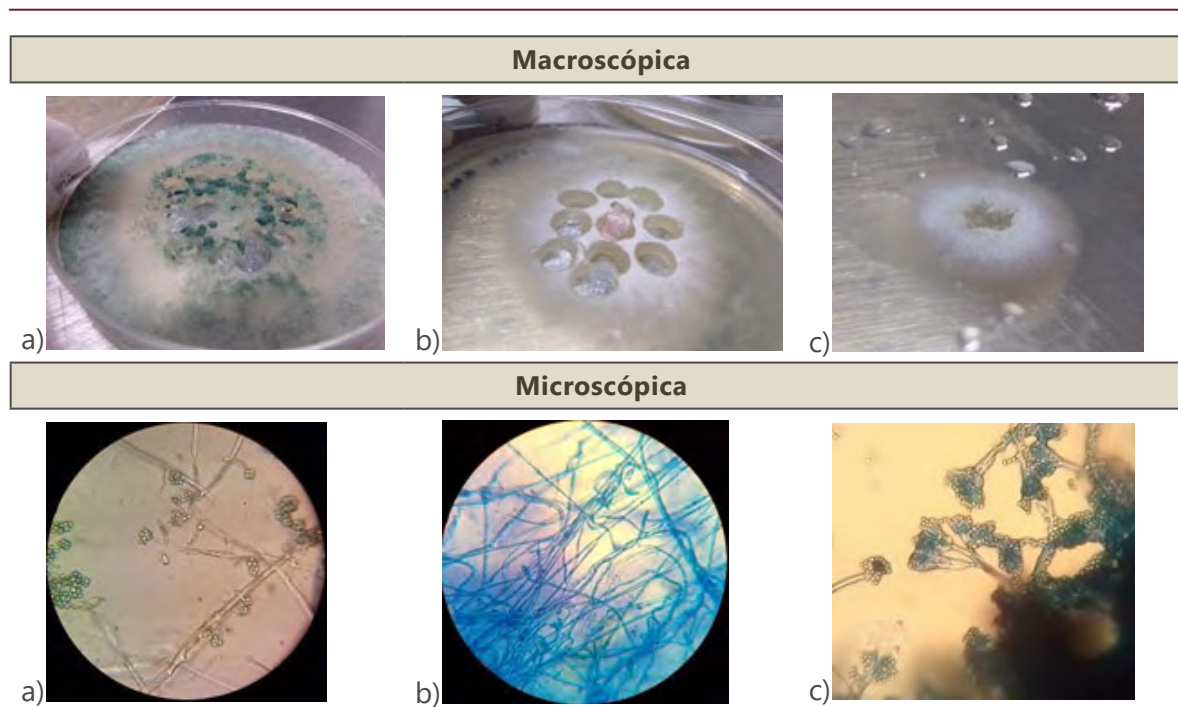
Los aislamientos de estas tres cepas: *Aspergillus sp*, *Trichoderma harzianum*. Y *Fusarium sp*. fueron colectados durante el 2020-2021 en diferentes localidades y cultivos en la sierra norte y nororiental del estado de Puebla, México:

- Cuetzalan, *Trichoderma harzianum*.
- Ahuacatlán, *Aspergillus sp*.
- Ahuacatlán, *Fusarium sp*.

De cada aislamiento de *Aspergillus sp*, *Trichoderma harzianum* y *Fusarium sp*. Se debe de propagar el hongo en cajas con medio de cultivo Agar Papa y Dextrosa (PDA) por picadura e incubar a 27 °C por 5 días.

Identificación macroscópica y microscópica

En la **Tabla 1**, muestra la identificación tanto macroscópica como microscópicamente de las cepas para verificar que estuviese trabajando con los hongos correctos.

Tabla 1. a) *Trichoderma Harzianum*, b) *Fusarium spp.* y c) *Aspergillus spp.*

Para *Trichoderma harzianum* se rozó con una cinta Diurex y se colocó en un portaobjetos, enseguida se realizaron observaciones en microscopio óptico. En el caso de *Fusarium sp.* y *Aspergillus sp.* Se les rozó con una cinta Diurex y se colocó sobre un portaobjetos, se tiñó con una gota de azul de metileno y posteriormente se realizaron observaciones en microscopio óptico.

Diseño experimental

Se llevó a cabo un experimento para determinar la eficacia del producto Cinnafull y evaluar su efecto antifúngico.

Considerando que puede existir una variedad de metabolitos secundarios de los hongos utilizados [6], se utilizó cajas Petri de 3 divisiones. Esto con el fin de poder comparar y tener la capacidad de controlar esta variabilidad. En la Imagen 1, se observa que en cada caja se colocó los 3 extractos de Neem, un extracto por cada división.

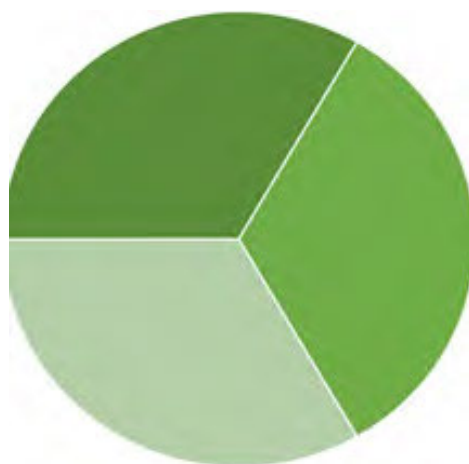


Imagen SEQ Imagen * ARABIC 1.
Distribución de los extractos en una
caja Petri con división.

Nuevamente hablando del comportamiento de los hongos [7] se evitó que el hongo tuviera contacto con las paredes de la caja Petri antes que los extractos, por lo que se llevó a cabo una medición de las dimensiones de la caja como se observa en la Imagen 2, para que tuviera contacto con el extracto antes que las paredes de cada caja Petri.

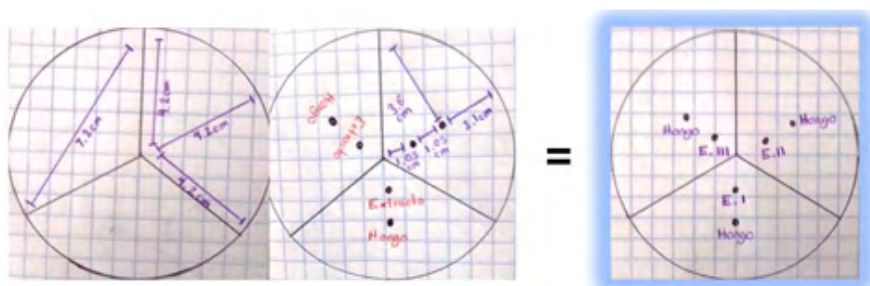


Imagen SEQ Imagen * ARABIC 2.
Dimensiones inferiores de las
cajas Petri la imagen de la derecha
muestra el diseño del bioensayo.

Del mismo modo, hacer un testigo (sustituir el extracto con un producto conocido), esto con el fin de comprobar y verificar que dichos hongos no crecen en presencia de algún producto comercial conocido. En este caso se utilizó un desinfectante en aerosol de la marca SAFTI.

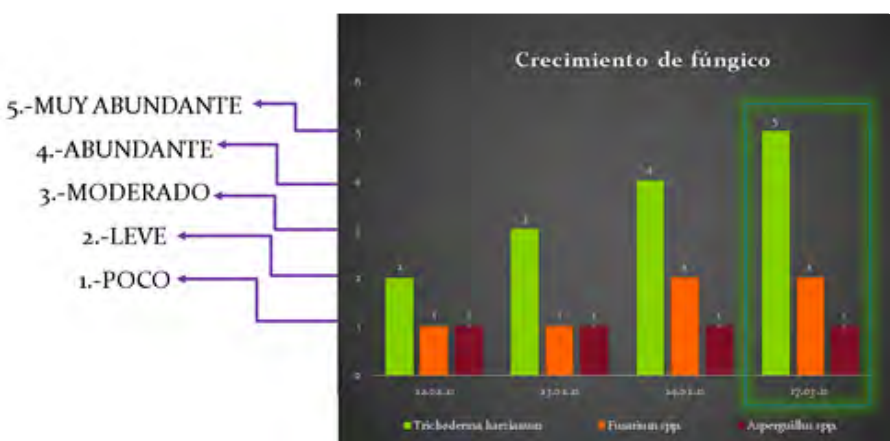
Cultivo del hongo

1. Esterilizar en condiciones estándar (120 °C, 15 lbs de presión por 15 min), el siguiente material: medio de cultivo PDA, círculos de papel de perforadoras, pinzas y agujas de disección, popotes, puntas azules para micropipeta y tubos eppendorf.
2. Verter el medio de cultivo PDA en las cajas Petri y esperar a que se gelifique, y reservar.

3. Para este paso, se utilizó la técnica de los pellets, que prácticamente consiste en lo siguiente: con un popote estéril, y en condiciones de asepsia, realizar cortes al cultivo esporulado. Enseguida, se colocan con ayuda de una aguja de disección un bloque o pellet, por cada división en las placas Petri, guiándose por el diseño experimental.
4. Para el bioensayo, asegurarse de impregnar el papel dentro de los tubos eppendorf con el producto CINNAFULL y seguir las instrucciones del diseño experimental ya planteado.
5. Del mismo modo, hacer un blanco y un cultivo puro de las cepas utilizadas.
6. Incubar a 28 °C y registrar cualitativamente el crecimiento de los hongos, tomando como referencia al blanco y el cultivo puro.

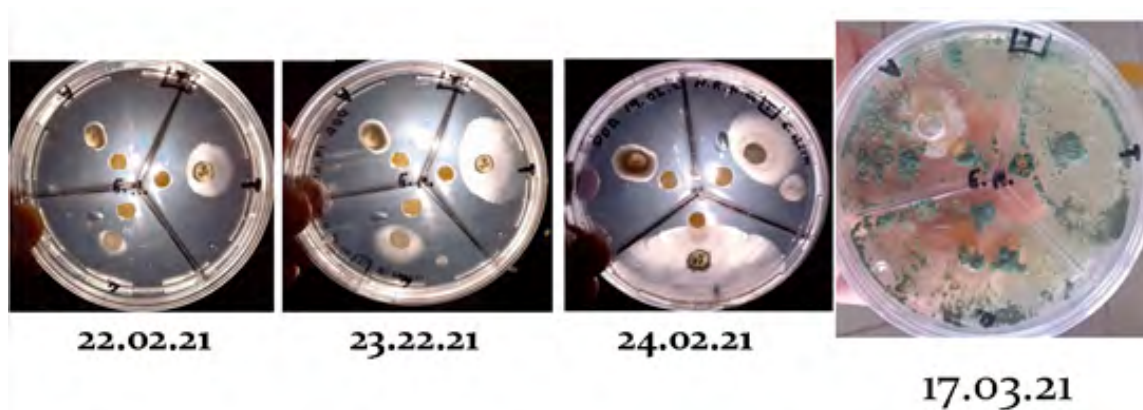
Resultados

En la Gráfica 1, se muestra el crecimiento de los hongos que se obtuvo en presencia del extracto de Neem.



Grafica1. Crecimiento fúngico en presencia del producto CINNAFULL.

En el recuadro verde muestra el crecimiento de *Trichoderma harzianum* que se dejó crecer con los hongos hasta el día 17 de marzo y se logró ver que *Trichoderma harzianum* logra invadir toda la caja. En la Fotografía 1, se pueden observar las evidencias descritas en la gráfica.



Fotografía 1. Secuencia fotográfica del crecimiento fúngico en presencia del producto CINNAFULL.

El 22 de febrero del 2021, 4 días después de haber sembrado, se observó un leve crecimiento de *Trichoderma harzianum*, en comparación con *Aspergillus spp.* y *Fusarium spp.*, que mostraron menor crecimiento en el medio de cultivo.

El día 23 del mismo mes, *Trichoderma harzianum* mostró nuevamente más crecimiento que en *Fusarium sp.* empieza a verse una inhibición en presencia del extracto y *Aspergillus sp.* sigue creciendo lentamente.

Posteriormente, el día 24 *Trichoderma harzianum* creció de manera más abundante, pero en *Aspergillus sp.* y *Fusarium sp.* Empezaron a detener su crecimiento.

Del 24 de febrero al 17 de marzo se reservaron las cajas, esto con el fin de poder observar la biodisponibilidad del compuesto CINNAFULL.

Conclusiones

Derivado que la agricultura convencional usa un exceso componentes trasa. Por lo anterior, y con los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que CINNAFULL es un producto biodisponible y que además *Trichoderma harzianum* presenta quimiotaxia en los primeros días, pero, al estar en contacto con el producto CINNAFULL muestra quimiotropismo positivo a los días posteriores, a su vez el producto inhibe el crecimiento de hongos fitopatógenos y esto hace que *Trichoderma harzianum* muestre una ventaja sobre los hongos fitopatógenos en el medio con el producto.

Referencias Bibliográficas

- [1] Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, «Agricultura Orgánica,» 03 Febrero 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/aserca/articulos/agricultura-organica>. [Último acceso: 13 Marzo 2021].
- [2] J. Le, «Biodisponibilidad de los fármacos,» 10 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/farmacolog %c3 %ADa-cl %C3 %ADnica/farmacocin %C3 %A9tica/biodisponibilidad-de-los-f %C3 %A1rmacos>.
- [3] P. Rodríguez, «Elementos traza y nutrientes en plantas y suelos afectados por el vertido minero aznalcóllar,» *ecosistemas*, p. 308, 2004.
- [4] E. L. Viñuela, «CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ELEMENTOS TRAZAS,» FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
- [5] A. F. Dufol, «Intoxicación por plaguicidas,» SCIELO, Zaragoza, 2003.
- [6] P. Harley Klein, «Nutrición microbiana,» de *Microbiología*, España, Mc Graw Hill, 2004, pp. 99-114.
- [7] M. T. Madigan, J. M. Martinko y J. Parker, «Enfermedades transmitidas por animales, por artrópodos y por microorganismos del suelo,» de *Biología de los microorganismos*, España, BROCK, 2003, pp. 905-925.

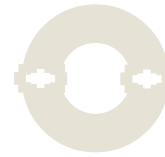


La implementación de *lean manufacturing* mejora la utilización de los recursos en las granjas

*Arias Alarcón Krystell Karolya, García Gámez María de Lourdes, Miranda Aburto Jonathan, Rojas Gabino Sandra, Ríos Torres Miguel Ángel

Universidad Tecnológica Bilingüe Internacional y Sustentable de Puebla, Model City, Blvd. Audi Sur S / N, 75010 Pue, Puebla.

*kkalarcona@utbispuebla.edu.mx



Área 7
Ciencias de Agricultura,
Agropecuarias, Forestales
y de Ecosistemas

Resumen

En el transcurso del proyecto, se trabajará en conjunto con la comunidad de Huahuaxtla con el programa Hatching Hope (crianza de gallinas ponedoras bajo el modelo de producción libre jaula, libre de estrés), que consiste en apoyar a las personas de dicha comunidad, realizando un análisis en las granjas avícolas con la finalidad de identificar áreas de oportunidad e implementar herramientas de Lean Manufacturing optimizando dichos procesos, con el objetivo de incrementar la competitividad del programa

Hatching Hope, mediante técnicas de crianza de gallinas productoras, incrementando ganancias por medio de la venta de huevos y mejorando las condiciones de vida de los pequeños productores. Se trabaja en la creación de un nuevo proceso de producción de huevos, donde los desperdicios disminuyan y las ganancias incrementen, esto se hace vía *online* con las productoras encargadas de estas granjas, donde se les enseña cómo identificar las áreas que tengan mayor oportunidad de ser optimizadas.

Palabras clave

Granja, producción, procesos, optimización.

Abstract

The project will work in conjunction with the Huahuaxtla community with the Hatching Hope program (raising laying hens under the cage-free, stress-free production model).

This program consists of supporting the people of said community and carrying out an analysis in poultry farms. As a result, it identifies areas of opportunity and implements Lean Manufacturing tools optimizing said processes. Also, it helps to increase the competitiveness of the Hatching Hope program, through breeding techniques for producing hens by increasing profits through the sale of eggs and improving the living conditions of small producers.

We are working on the creation of a new egg production process, where waste decreases and profits increase. This is done with the producers in charge of these farms, where they are taught how to identify the areas that have the greatest opportunity to be optimized.

Keywords

Farm, production, processes, optimization.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CH₃CN-Acetonitrilo

h-Horas

ml-Mililitro

mPCBA-Ácido metacloroperbenzoico

NaHCO₃-Bicarbonato de sodio

OXONE-Monopersulfato de potasio

t.a-Temperatura ambiente

THF-Tetrahidrofurano

UHP-Complejo de peróxido de hidrógeno-urea

Introducción

En la sociedad de Huahuaxtla, Puebla, se labora con el programa de Hatching Hope (Hatching Hope es el principio de un plan audaz y transformador), que radica auxiliares a los individuos de esta sociedad.

Cuentan con más de 42 granjas en esta y otras sociedades aledañas, donde llevan más de 2 años ayudando, no obstante, a pesar de que les han enseñado como hacer los procesos de cambio de camadas, limpieza de corrales, recolección y empaquetado de huevo, en la actualidad no existe un estándar para la construcción y desarrollo de dichas granjas.

Actualmente, se ha estado trabajando con 5 granjas piloto donde las productoras encargadas son un grupo de mujeres indígenas las cuales viven en una región marginada.

Esto resulta un problema, debido a que “debería haber un modelo estándar” para lograr replicarlo con facilidad y viabilidad de proyecto, cumpliendo ciertos requerimientos, como magnitudes de las granjas, eliminación de desperdicios, repartición de la granja en tan solo proceso, gestión visual y AMEF de procesos.

Materiales y métodos

Implementación de Lean Manufacturing en las granjas del programa Hatching Hope en la comunidad de Huahuaxtla, Puebla, febrero-mayo del 2021.

Tabla 1 Mapeo para la Implementación de Lean Manufacturing en las granjas del programa Hatching Hope.

Lean Manufacturing	Granjas	Hatching hope	Implementación
Análisis de desperdicios	Modelos de granjas	Modelo	Estado actual
Mejoras de Layout	Modelo de granjas	Objetivos	Cronograma
Aplicación de AMEF		Implementación en la comunidad de Huahuaxtla	Método de implementación
Análisis de datos			Revisión después de implementación

¿Qué es Hatching Hope?

Hatching Hope México ayudará a que las familias y las comunidades prosperen, al fortalecer el capital social, mejorar el acceso a medios económicos, mercados, suministros y experiencias técnicas, así como al maximizar la productividad, la sostenibilidad y la bioseguridad. La clave es colaborar con las agricultoras emprendedoras que se comprometen a ayudar a que sus familias, comunidades y negocios prosperen. Se ampliará el empoderamiento económico de las mujeres y se aumentará el conocimiento sobre la producción avícola y la alimentación.

Hatching Hope México, trabaja con el modelo productivos libre de jaula libre de estrés, el cual, permite que las aves queden sueltas dentro de las granjas, con acceso a nidos, perchas, sitio para baño de polvo, permitiendo así que la especie exprese sus comportamientos naturales.

Objetivos Hatching Hope

- Mejorar la productividad, el ingreso, la alimentación y la resiliencia de los productores avícolas.
- Generar conciencia, ampliar el alcance de la educación sobre alimentación y la capacitación de Hatching Hope sobre las prácticas avícolas a través de canales digitales, comercialización local y desarrollo dirigido por las comunidades.
- Brindar acceso a productos y servicios para mejorar la productividad y establecer vínculos con los canales del mercado para que los productores vendan carne y huevo.

Plan de Trabajo

El presente plan de trabajo fue la clave para poder desarrollar nuestro proyecto de una buena manera, dejando de lado los errores y problemas que podrían resultar de una mala estratificación, por lo cual, seguimos los horarios asignados para cada actividad dentro del proyecto.

Tabla 2 Plan de trabajo para la mejora de implementación del *Lean Manufacturing*.

Actividades	Herramienta	Plan de trabajo
Selección de la granja modelo	<i>Check list</i> para corroborar que: Cuenten con Internet. Disponibilidad de tiempo (7 a 8 h a la semana). Granja susceptible a cambios. Enviar fotos de la granja.	Reunión con el equipo multidisciplinario para la presentación del programa.
		Enviar al responsable del programa los requerimientos de la granja modelo.
		Recepción de postulaciones.
		Selección de granjas modelo.
Análisis del estado actual	Cuestionario donde contenga los datos generales de la granja: 1. Características de su producto peso, cantidad, color, tamaño, textura. 2. Reclamos de clientes, frecuencia de entrega de producto. 3. Precio 4. Característica de cliente (mayoreo, menudeo). 5. Forma de reparto o de entrega del producto.	Junta <i>kick off</i> con el grupo del proyecto y granjas seleccionadas (presentación).
		Realización del cuestionario con el equipo de trabajo.
		Revisión del cuestionario.
		Realizar entrevistas a las granjas seleccionadas, donde aplicarán el cuestionario.
Análisis de desperdicios y Mejoras de <i>Lay-out</i>	Presentación del tema.	Elaboración del material teórico para las personas de las granjas. Explicación de los desperdicios. Modo de capturar las fotos. Manera de realizar el croquis. Modo de desarrollar su lista de rutina.
		Fotos de las granjas.
		Croquis con medidas de las granjas.
		Lista de la rutina de las actividades en la granja.
	Solicitar una sesión virtual al veterinario encargado de las granjas.	Recepción de material gráfico.
		Recepción del croquis.
		Recepción de las rutinas.
		Sesión con el veterinario responsable de las granjas de Huahuaxtla sobre las buenas prácticas en las granjas (distribución de las áreas de la granja, áreas de pastoreo, horarios, métodos de limpieza y características físicas como temperatura).
	Conocimiento de la metodología <i>Lean Manufacturing</i> .	Analizar el material recibido y proponer cómo mejorar: El flujo. El registro de actividades clave. Propuestas de mejora en el <i>Lay-out</i> .
		Revisión de las propuestas del equipo multidisciplinario.
		Sesión con las productoras de las granjas, donde se explique cómo mejorar el estado actual.
		Revisión y seguimiento de los cambios establecidos en el proceso.

Aplicación de AMEF	Presentación del tema.	Elaboración del material teórico para las personas de las granjas. Explicación de los defectos. Cómo realizar su listado de los problemas encontrados en la instalación.
		Revisión y aprobación de la presentación con el equipo multidisciplinario.
		Exposición de la presentación ante las productoras.
		Recepción de las listas de problemas más comunes identificados en los procesos de producción de huevos.
		Análisis de las listas de problemas y sus posibles soluciones.
	Listado de los problemas comunes que tienen en el proceso y problemas que tienen después de la venta.	Sesión con el veterinario responsable del proyecto de Huahuaxtla sobre los problemas (severidad).
		Llevar borrador de AMEF anterior y revisar posibles soluciones.
		Sesión con el personal de las granjas sobre la ocurrencia y cómo llevar un registro de los defectos.
		Revisión de las propuestas con el equipo.
		Sesión con las productoras de las granjas para hacer entrega de los controles.
Análisis de datos		Revisión y seguimiento de los controles aplicados a los procesos.
	Presentación del tema.	Elaboración del material teórico para las personas de las granjas. Explicación de los tipos de controles.
	Cuestionario de los controles que tienen actualmente:	Revisión y aprobación de la presentación por el equipo del proyecto.
	1. Producción (picos).	Exposición de la presentación a las productoras.
	2. Calidad.	Aplicación del cuestionario de evaluación de avance a las productoras.
	3. Ambientales.	Análisis de las respuestas del cuestionario.
	4. Semanas de la producción de las gallinas.	Propuesta de controles del equipo.
	5. Cuántas gallinas se han muerto o enfermado.	Revisión de las propuestas del equipo.
	6. Control de vacunación.	Sesión con las productoras de la granja para presentar los controles en las granjas.
		Revisión y seguimiento de los controles aplicados a las granjas.

Implementación en la comunidad de Huahuaxtla

Se decidió, trabajar con la metodología de Lean Manufacturing, ya que, se consideró la más adecuada para este proyecto, debido a que es un modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor agregado para el cliente final. Para ello, utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los estrictamente necesarios para el crecimiento.

La forma en la que se trabajó principalmente fue teórica y analítica, donde se encontró que la metodología para implementar Lean Manufacturing es la siguiente:

Lean Manufacturing

Uno de los principales objetivos de *Lean Manufacturing* es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente todos los desperdicios en la industria, ya que, diariamente reducen la capacidad de las empresas y representan un reto para administradores, gerentes y empleados en general. (Socconini, 2019).

De acuerdo con la cita anterior, el proyecto “Libre jaula, libre de estrés”, consta con la participación de las productoras que trabajan en las granjas de la comunidad de Huahuaxtla, con el fin de optimizar, mejorar y detectar los desperdicios del proceso productivo del huevo.

Análisis de desperdicios

Desperdicio o exceso, será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente. Estos esfuerzos, aumentan los costos y disminuyen el nivel de servicio, con lo cual afectan los resultados obtenidos por la empresa.

Los siete desperdicios que afectan negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en empresas e instituciones.

1. Sobreproducción:

Se identificó que en las granjas existe este desperdicio debido a que, aunque las gallinas tienen una cantidad aproximada de huevos que ponen al día, a veces pueden poner más o incluso menos huevos.

2. Sobre inventario:

La compra de suministro de alimento se ha identificado como excesiva, ya que no hay porciones exactas de provisiones para las gallinas al día.

3. Productos defectuosos:

Se identificó este problema, dado que algunas veces las gallinas ponen huevos defectuosos.

4. Transporte de material y herramientas:

Se identificó como un problema puesto que se nos dio la información de que hay personal que debe llevar el producto a su casa para poder empaquetarlo y después venderlo. Estos son movimientos innecesarios que pueden traer consecuencias ya que al mover tantas veces el producto este puede romperse, lo que tendría como efecto una pérdida económica y del producto.

5. Procesos innecesarios:

En el saneamiento del huevo, las productoras efectúan procedimientos que requieren más acciones de las necesarias.

6. Espera:

No aplica en el proceso analizado.

7. Movimientos innecesarios:

Las productoras caminan largos tramos para suministrar los materiales que necesitan para el empaquetado del huevo.

Para detectar los desperdicios analizados es necesario evaluar cada desperdicio en donde se genere, es decir, en el área de trabajo y determinar las áreas de oportunidad (Socconini, 2019).

Para identificar los desperdicios, se realizó una investigación con las productoras de las granjas, quienes nos brindaron información de los procesos productivos que se emplean en dichas granjas.

Se realizó una presentación donde se explicaban que eran los desperdicios para poder impartirles conocimiento en el tema y que fuera para ellas más fácil poder identificar dichos desperdicios.

De acuerdo con el cronograma, se ejecutaron las reuniones programadas, con la intención de impartir los respectivos temas.

Una vez ya explicados los temas, las productoras nos manifestaron los problemas que ellas encontraron en las granjas.

Mejoras de *Lay-out*

El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción, que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere y a bajo costo (Niebel, 2009).

Tipos de distribución:

- Distribución por producto o en línea recta.
- Distribución por funciones o por procesos.

Los propósitos principales de una buena distribución de planta son:

- Maximizar el aprovechamiento del espacio.
- Minimizar los desplazamientos de personas y de materiales.
- Eliminación de riesgos de error e interferencias en la configuración de una planta de producción.

La manera en la que se debe de realizar el estudio es:

- Realizar un análisis de los datos.
- Registrar los flujos de materiales.
- Registrar las secuencias de producción.
- Cuantificación y cálculos de qué implica cada alternativa.

En este punto, se elaboró un cuestionario para que las productoras encargadas de las granjas lo respondieran, esto se hizo con la finalidad de recabar datos de suma importancia, que permitan identificar el tipo de distribución del proceso del huevo, dimensiones de las instalaciones, equipos, utillajes, medios de transporte, etc.

Debido a que se está trabajando con este proyecto vía *online*, es importante saber, con qué dimensiones se trabaja, así al identificar los espacios se pueden corroborar algunos tipos de fallas en la producción esperada, por lo que se les pidió un croquis para poder identificar la línea de producción de sus granjas, también se les pidieron algunas fotografías de dichos espacios.

Con las fotografías se recabó evidencia del espacio destinado a cada granja, para encontrar los problemas que existen debido a la distribución de las áreas dentro de las granjas.



Ilustración 1 Vista del interior de la granja.
Ilustración 2 Área de confinamiento de las gallinas.

Aplicación del AMEF

El AMEF es una herramienta que permite identificar las fallas en productos, procesos, evaluación objetiva de efectos, causas, elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

Este método estructurado de prevención nos sirve para:

- Conocer a fondo un proceso.
- Incluir la información como base de la capacitación en operaciones.
- Identificar las posibles fallas en un proceso o producto.
- Establecer los efectos de cada falla que pudiera suceder.
- Evaluar el nivel de gravedad de los efectos.
- Identificar las posibles causas de las fallas.
- Establecer el nivel de confiabilidad de nuestros mecanismos de detección de fallas.
- Evaluar objetivamente la relación de gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar acciones para reducir riesgos.
- Entender la mecánica que crea los defectos y las fallas.
- Almacenar el conocimiento generado en una empresa.
- Detectar oportunidades para iniciar proyectos de mejora.

Procedimiento para llevar a cabo un AMEF:

1. Desarrollar el mapa del proceso.
2. Formar un equipo de trabajo y documentar el proceso, el producto, etc.
3. Determinar los pasos críticos del proceso.

4. Determinar las fallas potenciales de cada paso, definir los efectos de las fallas y evaluar su nivel de severidad.
5. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.
6. Indicar los controles que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.
7. Obtener el número de prioridad para cada falla y tomar decisiones.
8. Empezar acciones preventivas, correctivas o de mejora.

Mediante el cuestionario, pudimos observar algunos inconvenientes, además con los problemas que identificaron las productoras, se determinaron las fallas potenciales. Las fallas con el rango máximo fueron:

- Al momento de que la gallina pone el huevo, este sale con manchas en el cascarón.
- Al ser transportado el huevo, algunos de ellos presentan quebraduras dañando así la venta de huevos.

Para esto implementamos acciones preventivas y de mejora.

Análisis de Datos

Las siete herramientas de la calidad nos ayudan a analizar los datos que el proceso por su naturaleza nos proporciona. Estas herramientas nos ayudan a procesar y tomar decisiones basando estas decisiones en datos cuantitativos. Las siete herramientas son:

1. Diagrama de Ishikawa, o pescado o diagrama de causa-efecto.
2. Hoja de verificación o comprobación.
3. Gráfico de control.
4. Histograma.
5. Diagrama de Pareto.
6. Diagrama de dispersión.
7. Muestreo estratificado.

Para realizar el análisis de datos, se pondrá en marcha el diagrama de Ishikawa, para identificar las posibles causas que esté afectando la producción de huevos y encontrar las consecuencias de estas mismas.

A su vez, se pondrán en marcha los gráficos de control con el fin de ordenar los gastos mensuales de las granjas, esto nos dará a conocer en qué se gasta el presupuesto.

También, se implementará el diagrama de Pareto, ya que, es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con

el objetivo de reconocer los problemas más importantes que se presenten en las granjas en los que se debe enfocar y solucionar.

Resultados/Discusión de resultados

Hasta el momento, los resultados han sido satisfactorios y se han cumplido conforme a lo planeado, dándonos así un ahorro de un 5 % de consumibles, también se aumentó en un 5 % de mejora de tiempo de proceso en la producción de huevos y se ha mejorado en un 5 % la recolección de huevos gracias a la implementación del proyecto.

También, se han tenido alrededor de 8 sesiones de trabajo, en las cuales se han abordado a detalle los problemas que han tenido las productoras en el proceso productivo de huevos, este ha sido un proceso de consultoría para analizar la metodología adecuada con la cual podemos resolver los problemas presentes en las granjas.

Se han realizado visitas de inmersión en las granjas pilotos con las que se está trabajando, y posteriormente también se realizarán visitas para la presentación del resultado final.

Otro buen resultado obtenido con la realización de este proyecto de optimización de granjas, es que la universidad tecnológica bilingüe internacional y sustentable de Puebla, ha sido la primera en trabajar en conjunto con el proyecto Hatching Hope, esto nos brinda así una gran oportunidad de desarrollo tanto a la Universidad como al proyecto.

Hasta el momento se han realizado 5 encuestas, una por cada granja piloto dentro del proyecto, para poder recabar información necesaria para saber cómo es que trabajan las 5 granjas en el modelo de Hatching Hope, además estas encuestas nos sirven para poder saber si las 5 granjas están dirigidas por un régimen estricto de acción o si cada una de ellas actúa de manera independiente y de esta manera poder implementar un modelo de producción que las ayude.

Los resultados que se han abarcado en las granjas proporcionadas, nos abren la oportunidad de replicar este modelo productivo para las 42 granjas que existen dentro de la comunidad y así poder optimizar de la mejor manera todas y cada una de ellas.

Cabe mencionar, que además de las 42 granjas existentes en la comunidad de Huahuaxtla, se tiene como objetivo final implementar los resultados de este proyecto (modelo optimizado) en las granjas que se encuentran fuera del estado ya que actualmente, el sistema Hatching hope libre jaula, libre de estrés radica en más de 5 estados.

Conclusiones

Con el desarrollo de este proyecto se benefician no únicamente las productoras del programa Hatching Hope si no también los habitantes de la comunidad de Huahuaxtla ubicada en la Sierra norte de Puebla ya que como consumidores y comerciantes tendrán la oportunidad de favorecerse con las características de un producto nutritivo y económico.

Es de gran importancia generar un modelo estandarizado que permita el desarrollo y crecimiento de nuevos proyectos basados en el modelo de producción que se optimizó.

Se está acrecentando este proyecto, para que tenga los requerimientos y condiciones, que permita el buen funcionamiento y desarrollo del sistema, dedicado a la producción y comercialización de huevo.

Consideramos que este proyecto, es de suma importancia debido a que como estudiantes de ingeniería estamos implementando de la mano con este grupo de productoras y ambos estamos madurando este modelo.

El fundamento de este proyecto se enfoca en crear un convenio con las personas de una región marginada para crear un impacto sustentable en el entorno en el cual se ubican las granjas.

Referencias bibliográficas

Características de una granja avícola | FUDE. (2021, 22 de febrero). FUDE | Cursos Online Gratis | Cursos a Distancia en Argentina. <https://www.educativo.net/articulos/caracteristicas-de-una-granja-avicola-1061.html>

Hernández Matías, J. C. (2013). Lean manufacturing. concepto, técnicas e implementación. EOI.

Lean Manufacturing · Definición, origen y evolución. (2016, 26 de junio). Sistemas OEE-Technology to Improve. <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/>

M, R. (1980). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (11a ed.). Eastman. <https://es.scribd.com/document/135923793/Niebel-Y-Freivalds-Ingenieria-Industrial-Metodos-Estandares-Y-Diseno-Del-Trabajo-11ed>

Quienes somos-heifer internacional México | dan west. (2021, 13 de febrero). Heifer. <http://heifer-mexico.org/quienes-somos-nuestro-equipo/>

Socconini, L. (2019). Lean manufacturing paso a paso. Alfaomega Marge Book.

Potencial de los frutales endémicos para la obtención de aceites esenciales

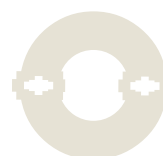
Sebastián Sánchez Fernanda

Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Ahuacatlán
Los Llanos Km. 1 carretera Amixtlán, San Andrés Tlayehualancingo, Puebla C.P.73330,
Ahuacatlán

Asesor interno: Pérez Landero Sergio

Etnotecnologías disruptivas para el desarrollo autosostenible (EtteDDA)

sergio.perez@uiepa.edu.mx, al17ap0056@uiepa.edu.mx



Área 7

Ciencias de Agricultura,
Agropecuarias, Forestales
y de Ecosistemas

Resumen

Este proyecto presenta una revisión bibliográfica sobre aceites esenciales de plantas y la metodología de trabajo; partiendo desde la selección de plantas aromáticas que se encuentran en la región de Cuetzalan; con el objetivo de; determinar el potencial de los frutales y especias de hojas para obtener y conocer el rendimiento de aceites esenciales. Esto, con el fin de establecer las condiciones de una red de información entre científicos y agricultores para usar de manera

sostenible la diversidad de cítricos. Es necesario conocer que los aceites esenciales son compuestos que han tomado relevancia en la industria de productos cosmetológicos, terapéuticos, medicinales, aromatizantes; se propone que sea una estrategia de reactivación económica que desencadene el aprovechamiento integral de los recursos permitiendo procesarlo y conservarlo por largo tiempo sin que pierda sus propiedades para transformación y comercialización.

Palabras clave

Aceites esenciales, agricultores, estrategia, económica.

Abstract

This project presents a bibliographic review of essential oils and work methodology, starting from the selection of aromatic plants in the Cuetzalan region; the objective was to determine the potential of fruit trees and leaf species to obtain essential oils and to know their yield. To establish the conditions of an information network between scientists and sowers. It is necessary to know that essential oils are compounds that have become relevant in the cosmetic industry, as therapeutic compounds, medicinal products, and an ingredient to provide flavor in alimentary products. It is proposed that it be an economic reactivation strategy that triggers the integral use of resources, and process and conserve it for a long time without losing their properties to be commercialized.

Keywords

Essential oils, farmers, strategy, economics

Glosario de abreviaturas y símbolos

L: litro

ml: mililitro

Biofábrica: Espacios de producción de insumos orgánicos y agroecológicos para incrementar la productividad agrícola.

Introducción

Con el paso de los años, la sucesión de las diferentes revoluciones industriales y el avance tecnológico producido; han permitido ampliar el conocimiento sobre estas sustancias y desarrollar los métodos para su obtención en gran escala. Así, el mundo de los aceites esenciales ha evolucionado y aumentando hasta convertirse en un producto de nivel industrial de innumerables aplicaciones y de gran valor comercial [1].

Según la Organización Internacional de Normalización (ISO) los aceites esenciales son definidos, como: el producto obtenido a partir de una materia prima natural de origen vegetal, por destilación seca, después de la separación de la fase acuosa, si la hubiera, mediante procesos físicos [2].

Los aceites esenciales son componentes heterogéneos de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles, lactonas; separables por métodos químicos o físicos, como la destilación, la refrigeración, entre otros [3]. Y estos son una mezcla compleja de compuestos orgánicos volátiles y de carácter aromático que se pueden encontrar en algunas familias de plantas. Generalmente son los que proporcionan el olor característico, y se localizan en diversas partes de la planta como el fruto, la raíz, las flores, las hojas o la cáscara de los frutos.

Normalmente, las plantas más usadas para la obtención de aceites esenciales contienen de media en torno al 0, 5-5 % en masa de aceite respecto a toda la planta [4].

Por su parte el obtener los extractos de las plantas y estudiar sus partes activas permite conocer aun más los recursos naturales con que se cuenta y así darles un mejor aprovechamiento; proporcionándoles un mayor valor agregado al comercializarlas como productos puros o extractos [5].

Los aceites esenciales son usados como materias primas básicas y son utilizados como fragancias en las siguientes industrias:

- Perfumes: aguas de perfume, aguas de tocador, aguas de colonia, aguas de baño.
- Cosméticos: jabones, champús, desodorantes, labiales, cremas, ungüentos, y pastas dentales.
- Aseo y limpieza: aromatizantes ambientales y limpieza de baños y cocina.

- Plásticos: para enmascarar el mal olor que tienen algunos cauchos y plásticos. Así mismo, se utiliza en la industria de juguetería.

Como aromas o sabores los aceites son usados en:

- Alimentos: en segmentos como confitería, lácteos, cárnicos, condimentos y bebidas.
- Licores
- Medicamentos: para enmascarar los sabores amargos de algunos de ellos, por ejemplo, saborizantes para jarabes infantiles [6].

El mercado global de aceites esenciales mueve cerca de 6.500 millones de dólares al año y se estima que podría suponer unos 11.670 millones de dólares en 2022, para posteriormente alcanzar un valor total de más de 15.800 millones de dólares en 2025 [7]. Entre las mejores marcas de aceites esenciales puros se encuentran Terpenic, Pranarom, Art Naturals, Mystic moments, Lagunamoon, doTERRA, Alqvimia, Young Living y Skymore. Todas estas marcas son ampliamente utilizadas en aromaterapia [8]. Pero dentro de los productos que doTERRA requiere y que se producen en Puebla están cilantro, menta piperita, lavanda, mejorana, lima, romero, albahaca, pimienta, geranio, coco, entre otros [9].

En Puebla, resalta la producción y recolección de hierbas aromáticas y medicinales que son exportadas a Estados Unidos de América como “productos de nostalgia” que van dirigidas a la población migratoria de mexicanos. También existen empresas como Hierba Real que exportan a la India, Estados Unidos de América, Pakistán, Alemania y Francia algunas especies aromáticas y medicinales como epazote, damiana, laurel, hierba santa, árnica y gordolobo [10].

En nuestra región requiere estrategias de investigación, industria, fortalecimiento y desarrollo de técnicas de extracción de aceites esenciales bajo un régimen de energía sostenible. Es de particular interés tanto para los científicos como para el agricultor. Hacer uso de la riqueza y diversidad de plantas aromáticas cultivadas y silvestres que posee la región de Cuetzalan haciendo posible un proyecto biotecnológico en el área de los aceites esenciales. Para este proceso, la innovación es un factor clave para la competitividad, ya no solo de las empresas, sino también para el crecimiento de las economías nacionales y regionales, donde constituye un elemento fundamental [11].

Materiales y métodos

Extracción de aceite esencial en hojas de lima, naranja, limón, pimienta y canela

-Se realizó la identificación del lugar a recolectar muestra vegetal

- a) Se realizó el muestreo en presencia del productor para efectuar una entrevista y tener antecedentes de las plantaciones.
- b) Se identificó el área donde se ubican los frutales.
- c) Se verificó un aproximado en cuanto a la cantidad de los frutales; es un parámetro que se consideró para llevar a cabo un control en la reproducción y conservación de la especie.
- d) Se seleccionó los frutales que generalmente necesitaban una poda de mantenimiento.
- e) Se determinó el número de costales a recolectar.
- f) Se acordó las fechas para transportarlas.

- Recolección del material vegetal

Las colectas se llevó a partir de las podas realizadas por los productores de las cuales entran los siguientes aspectos: poda de mantenimiento, poda fitosanitaria y poda de rehabilitación, además se observó y se identificó detalladamente las hojas que se recolectaron porque se observó hojas jóvenes y hojas adultas por lo que la diferencia entre estas son: Las hojas jóvenes son más tiernas, de color verde claro y las ramas donde se sujetan son delgados, sin embargo, en las hojas adultas son más robustas, tienen un color verde oscuro y las ramas que las sostienen son gruesas. En este caso se recolectó hojas adultas en estado fresco es viable cortar en conjunto con las ramas; esto para alargar su vida de utilidad, y se guardaron de manera ligera en un costal de rafia. El punto clave es no compactarla o hacer presión porque la temperatura almacenada es un factor que causa pudrición. Ya que se obtuvieron los costales fueron transportados de Cuetzalan-Ahuacatlán; para ello, máximo 3 días antes se realizó la recolección para que el material vegetal llegará en un buen estado.

-Tratamiento en hojas

En este proceso es un poco conflictivo debido a las dimensiones del espacio que se tiene debido a la temperatura y la cantidad de muestra vegetal.

Se acondicionó un espacio y las hojas se colocaron sobre una mesa de trabajo de preferencia que no le diera la luz directa.

Extracción de aceite esencial en pétalos de girasol silvestre

Se identificó el lugar a recolectar la muestra vegetal

En la zona de Amatlán, Zoquiapan, Puebla, durante el trayecto en carretera se aprecia a los costados la floración de los girasoles silvestres, pero los pobladores no le dan un uso específico.

Recolección del material vegetal

Los productores de Sembrado Vida de la localidad de Amatlán se organizaron para recolectar la muestra vegetal es importante mencionar que esta flor silvestre empieza a carecer a partir del 22 de noviembre, pero abunda a principios de ese mismo mes.

Conservación del girasol silvestre

Se quitó los pétalos de la flor silvestre un día antes para la extracción de aceite esencial y se guardó la muestra vegetal en una bolsa de plástico transparente, sin embargo, si se deja por 3 días después para su posterior uso, los pétalos se empiezan a marchitar y se tornan de color café oscuro por lo que no es favorable para su extracción.

Extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja

Se buscó y se recolectó la fruta

En la región de Cuetzalan, los productores su principal fuente de ingresos es la venta de cítricos por mayoreo, hay quienes lo venden por kilo, por arpilla o por tara, hasta ahora solo se vende jugos de naranja; sin embargo, la cáscara por ser amarga no se le da algún uso, por esta razón, es una de las opciones de conocer el rendimiento que puede tener la capa externa de la naranja y extraer el aceite. La fruta se compró en Cuatro Caminos San Antonio Rayón, Jonotla, Puebla con

una cantidad de 25 kilogramos se almacenó en costales, pero se consideran los siguientes puntos como: la naranja debe estar apenas en coloración verde es cuando recién la cortan con la posibilidad de alargar la vida útil de la fruta, obtener un producto de la mayor calidad posible en un sitio y momento requerido al mejor y con un óptimo precio.

Se transportó la fruta

Para minimizar las pérdidas y mejorar el coste de los canales de mercado es conveniente prestar atención a los siguientes principios: es importante evitar sacudidas y golpes, se realizó una carga y descarga cuidadosa por último se utilizó de manera inmediata el producto para los fines destinados.

Condiciones de conservación

Se conservaron las naranjas a temperatura ambiente usualmente de 20 a 25 grados Celsius. También se dejó el suficiente espacio entre una pieza y otra para permitir la circulación del aire entre ellas sobre un cartón, se prestó atención de no lavar con agua las naranjas, ya que la humedad acelera el proceso de descomposición de las mismas, de modo que lo ideal fue limpiarlas con un trapo seco o sanita hasta el momento en que se consumió es cuando ya se lavó la fruta sin ningún problema.

Recolección de cáscara

Se seleccionó la fruta madura donde se obtuvo un total de 20 kg y se enjuagó con agua y jabón para eliminar bacterias superficiales y suciedad adherida a la fruta y con ayuda de un pelador se empezó a quitar el epicarpio conocido comúnmente como la cáscara es la capa cerosa, obteniendo un total de 3 kilos 78 gramos y se dejó en temperatura ambiente usualmente de 20 a 25 grados Celsius, al día siguiente se procedió para la extracción de aceite esencial.

Armado: Equipo extractor de vidrio

1. Se pesó la muestra vegetal con ayuda de una báscula electrónica y se anotó la cantidad que se obtuvo.
2. Se cortan en pedazos la muestra vegetal con ayuda de unas tijeras podadoras.
3. Posteriormente los pedazos cortados se insertaron en el matraz de 5 L.
4. Este matraz se le envolvió papel aluminio y se colocó en la mesa de trabajo sobre una de las tarjas para dar continuidad al armado.
5. Se colocó primero un soporte universal y luego se colocó la manta calefactora.

6. Después al matraz de fondo redondo 2 bocas se le envolvió papel aluminio y se colocó sobre la manta calefactora.
7. Con ayuda de una probeta se midió el H_2O 1 litro $\frac{1}{2}$ y se agregó al matraz.
8. En una de las bocas del matraz donde va el termómetro en lugar de este se colocó un corcho natural.
9. Se conectó a la luz eléctrica la manta calefactora con la finalidad de que el H_2O fuese calentándose.
10. Siguiendo con el armado ya se tiene el matraz redondo 2 bocas ahora se embono con el matraz 5 L que a su vez ya contenía la muestra vegetal y se sujeta con una pinza de tres dedos.
11. En la parte superior se embono el conector de destilación y se colocó un soporte universal respectivamente con 2 pinzas de tres dedos.
12. Antes de ajustar el condensador o refrigerante se conectó las mangueras de látex.
13. entrada y salida de H_2O .
14. Cuando las mangueras de látex quedaron conectadas se ajustó las pinzas de tres dedos para sostener el condensador.
15. Luego se embonó la trampa separadora aceite e hidrolato y se ajustó con una pinza de tres dedos.
16. Y se colocó un vaso de precipitado de 250 mililitros para almacenar el aceite e hidrolato.
17. Se instaló el termocirculador, posteriormente con ayuda de una probeta se midió 2 litros de H_2O .
18. También se conectó las mangueras de látex en la entrada y salida del termocirculador.
19. Se añadió al termocirculador 5 bolsas de hielo para mantener la temperatura ≤ 10 y se dio clic al botón de encendido.
20. Durante el transcurso de la destilación es necesario ir retirando los hielos por unos nuevos.
21. En un embudo de separación de 1 litro se decantó el aceite esencial e hidrolato.
22. El hidrolato que se obtuvo se midió la cantidad con una probeta de 500 mililitros y se anotó la cantidad correspondiente.
23. El hidrolato se almacenó en frascos ámbar de 1 litro y se le colocó una etiqueta para identificar de que extracto fue.
24. El aceite esencial extraído se almacenó en frascos de vidrio ámbar de 10 mililitros y se le colocó una etiqueta identificable.
25. El aceite esencial se guardó en refrigeración.

Armado: Equipo de alambique de cobre

1. Antes de empezar se lavó el material con jabón líquido.
2. Cuando se instaló el equipo se colocó en un lugar o espacio donde fue accesible para montarse y desmontarse con facilidad y principalmente se instaló en lugar donde quedaba cerca de un grifo.
3. Se conectó el gas de la manguera con la parrilla, posteriormente sobre la parrilla se colocó la caldera y se agregaron 8 litros de H_2O .
4. Se pesó la muestra vegetal a destilar y se insertó en la cámara para destilar esencias.
5. Luego esta cámara para destilar esencias se embono con la caldera y se le pegó la cinta adhesiva laminar para evitar la pérdida de vapor.
6. Ahora lo que siguió fue embonar el capitel y se pegó cinta adhesiva laminar para evitar la pérdida de vapor.
7. Se buscó una base aproximadamente a la altura de la parrilla porque se colocó el refrigerador con serpentín consta de un orificio superior al que se conectó una manguera de látex para extraer H_2O caliente y un orificio inferior donde se insertó una manguera al grifo.
8. En la parte superior del refrigerador con serpentín se atornilla con el condensador y en la parte de arriba se cerró con el cuello de cisne.
9. Se abrió la llave del gas y se encendió fuego en la parrilla.
10. Se abrió el grifo durante el transcurso de la destilación para mantener una temperatura constante de 90 °C.
11. Una vez que el alambique estuvo en marcha, se colocó una jarra de plástico donde se iba almacenando el hidrolato y el aceite esencial.
12. Con ayuda de un embudo de separación se decantó el hidrolato del aceite esencial.
13. El hidrolato se almacenó en frascos ámbar de 1 litro con su respectiva etiqueta.
14. El aceite esencial se almacenó en frascos de vidrio ámbar de 10 mililitros, se le colocó una etiqueta identificable y se guardó en refrigeración.

Elaboración de mermelada de naranja

Descripción del proceso

Extracción de pulpa

Con ayuda de un cuchillo o pelador se retiró la cáscara y se almacenó en una olla de acero inoxidable para su uso. Cuando se obtuvo la fruta limpia se cortó en pedazos para extraer la pulpa. Se consideró la siguiente relación 55 % de azúcar por 45 % de pulpa.

Una vez que se extrajo la pulpa, nuevamente se pesó, y se obtuvo el peso exacto, se realizó la formulación para agregar la cantidad exacta de azúcar y pectina.

Cuando se obtuvo los pesos exactos de todos los insumos, lo que prosiguió fue moler la mitad de la pulpa y la otra mitad se cortó en trozos pequeños, de la misma forma se realizó con el azúcar solo la mitad se le revuelve a la pectina y lo que resta se le añadió en el punto de cocción.

Cocción

En una olla a fuego lento se puso a calentar la pulpa, junto con la mitad del azúcar 2 kg sin la pectina, y se añadió poca agua, después de 5 minutos, se añadió la otra mitad del azúcar 2.5 kg en conjunto con la pectina en una cantidad de 45 g, lo cual se tuvo que estar moviendo constantemente para que no se queme.

Pasado un tiempo, y con la simple vista y olor se observó que la mermelada iba tomando consistencia, para un resultado confiable se midió los grados brix al cual dio el resultado de 35 una vez obtenida, la mermelada quedó lista.

Envasado

Posteriormente se esperó a que se enfriara y llegara a una temperatura de 25 °C, luego se puso a calentar agua de llave para esterilizar los tarros nuevos de vidrio como se muestra en la **Figura 1**, con capacidad de 1 L en donde se vertió la mermelada. Por último, se procedió a enfrascar y guardar la mermelada.



Figura 1: Tarro de vidrio

Etiquetado

Constituye la etapa final del proceso de elaboración de mermeladas, en la **Figura 2** se aprecia la propuesta de etiquetado.



Figura 2: Propuesta de etiquetado

Tabla 1: Aceites esenciales destinados en cada pomada.

Cantidad de frascos	Aceite esencial	Cantidad de mililitros de aceite esencial ocupado por cada pomada
1	Hojas de naranja	3 mililitros
1	Cáscara de naranja	1 mililitro
2	Hojas de lima	1 mililitro por pomada
2	Hojas de limón	1 mililitro por pomada
2	Canela	1° pomada 3 mililitros 2° pomada 1.5 mililitros

Almacenamiento

El producto se almacenó en refrigeración en un espacio limpio a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización.

Conclusión

La elaboración de este producto fue con la intención de aprovechar al máximo la fruta y darle un valor agregado para obtener ingresos al igual que promover o buscar métodos de aprovechamiento integral de la materia vegetal, finalmente se obtuvo un total de 3 litros de mermelada.

Método para la elaboración de pomadas humectantes

Se corta en trozos la manteca de cacao y la cera de abeja, y se mezcla en conjunto con el aceite de almendras y el aceite de olivo. Posteriormente se coloca la olla a fuego lento y se remueve con una pala de madera hasta derretir la cera de abeja y la manteca de cacao, se retira del fuego y se espera a que baje la temperatura a 40 °C,

con el fin de añadir los aceites esenciales como se indica en la **Tabla 1** pero debe prepararse en diferentes recipientes para cada aceite esencial, posteriormente se remueve para homogeneizar los ingredientes y por último se vierte en los pomaderos.

Resultados/Discusión de resultados

En cada región de nuestro país y estado se caracteriza por la diversidad de árboles frutales, especias, plantas medicinales, flores aromáticas, pero a cierto punto la parte de hojas, semillas, pétalos o corteza no es aprovechado porque la mayoría de los productores consideran que el fruto es la parte importante porque se consume y es comercializado ellos se enfocan de manera cualitativa es decir las características fundamentales del fruto como: sabor, color, tamaño entre otros.

Tabla 2. Se presenta un comparativo del rendimiento de aceite esencial obtenido en cada muestra vegetal.

Muestra vegetal	Parte de planta	Método de extracción	Cantidad de muestra vegetal	Cantidad de hidrolato	Aceite esencial
Girasol silvestre	Flores	Aparato de vidrio por arrastre de vapor de 5 L.	690 g.	1 litro	1 ml.
Limón Persa	Hojas	Aparato de vidrio por arrastre de vapor de 5 L.	2 kilos 720 g	3 litros 450 ml.	11 ml.
Limón Persa	Hojas	Equipo: Alambique de cobre de 20 L.	5 kilos 150 g.	7 litros 409 ml.	12 ml.
Canela	Hojas	Aparato de vidrio por arrastre de vapor de 5 L.	3 kilos 138 g.	2 litros 580 ml.	15 ml
Canela	Hojas	Equipo: Alambique de cobre de 20 L.	2 kilos 430 g.	1 litro 720 ml.	10 ml.
Naranja	Cáscara	Equipo: Alambique de cobre de 20 L.	3 kilos 76 g.	2 litros.	10 ml.
Pimienta	Hojas	Equipo: Alambique de cobre de 20 L.	23 kilos 400 g.	17 litros 900 ml.	43 ml.
Naranja	Hojas	Equipo: Alambique de cobre de 20 L.	6 kilos 400 g.	7 litros 234 ml.	9 ml.
Lima	Hojas	Equipo: Alambique de cobre de 20 L.	4 kilos 550 g.	4 litros 329 ml.	9 ml.

Conclusiones

El aceite que presentó mayor rendimiento en el caso de los cítricos fue: limón persa y en especial fue la de canela, porque se demuestra que debe ser mayor que 5 pero menor que 8 kilogramos de muestra vegetal para obtener mayor cantidad de aceite esencial. Además de los residuos que genera al extraer un aceite esencial este se destinó para la elaboración de abonos orgánicos con la finalidad de restaurar los suelos. Asimismo, el aceite de la cáscara de naranja es viable en rendimientos porque la capa que lo cubre es cerosa y a partir de la pulpa extraída se elaboró mermeladas también se obtuvo jugo del cual genera otra ganancia por lo tanto es factible para producirlo y posteriormente comercializarlo.

En cuanto a los aceites esenciales obtenidos en esta investigación se elaboraron pomadas humectantes de limón, naranja, lima y canela que son utilizados en la industria cosmética o terapéutica cabe resaltar que se llevó a cabo un manejo sostenible de recurso vegetal. El plan de esta investigación es desarrollar e impulsar una biofábrica para su producción y comercialización en conjunto con productores y jóvenes para consolidar un proyecto biotecnológico.

En nuestro estado de Puebla tiene una gran potencialidad en cítricos, especias, plantas medicinales y flores aromáticas, que representa una oportunidad de aprovechamiento integral para la reactivación económica.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El punto clave es aumentar la productividad y la eficacia de la calidad; actualmente se habla de nuevas tendencias, sin embargo esto seguirá influyendo por lo que en un futuro los aceites esenciales tomarán posesión en la cuestión médica, alimentos, y en la cosmética; porque hay interés en utilizar aditivos naturales.

Agradecimientos

Mi papá por el apoyo y confianza que me ha brindado, a mis hermanas por la alegría que comparten conmigo día a día y a mi mami la recuerdo por los valores y consejos que compartió conmigo.

A mis profesores de la Universidad por su dedicación y apoyo que me han dado al Dr. Sergio Pérez Landero por su compromiso como parte de mi asesor interno; también agradezco de antemano la Ingeniera: Lucila Cruz.

Fernández por el apoyo en Laboratorio, asimismo al Ingeniero: Antonio Alfredo Hench Cabrera por el apoyo en la revisión del escrito y al Dr. Aarón Mendieta por la confianza en alquilar su equipo de cobre de 20 L para culminar satisfactoriamente mis prácticas.

Referencias bibliográficas

- [1] Villaverde, Irene C. (2018). Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor. p.13.
- [2] ISO, N. 9.-E. (2013). Materias primas aromáticas naturales.
- [3] (Peredo, 2009) Peredo, H. (2009). Aceites esenciales: métodos de extracción, *Dialnet*, p. 25.
- [4] W. Steglich. (2000). *Encyclopedia Natural Products*. Georg.
- [5] Villa, A. A. (2016). Obtención de aceites esenciales y extractos etanólicos de plantas del Amazonas. pp. 2-3.
- [6] Legiscomex.com (3 de octubre de 2006). Obtenido de google: <https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/aceitesesencialesue.pdf>
- [7] IOL, I. O. (18 de octubre de 2019). *google*. Obtenido de google: <https://www.icex.es/icex/es/Navegacionzona-contacto/revista-el-exportador/noticias/NEW2019833971.html>
- [8] ecocosas. (21 de Marzo de 2019). Obtenido de ecocosas: <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/aceitesesenciales/>
- [9] Sagarpa. (13 de abril de 2014). *Blog Sagarpa*. Obtenido de Blog Sagarpa: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cpuebla/es/articulos/sagarpa-impulsa-derivados-de-alto-valor-de-plantas-medicinales-y-aromaticas-poblanas#:~:text=Dentro%20de%20los%20productos%20que,geranio%2C%20coco%2C%20entre%20otros.>
- [10] Rosete, Juárez (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México: Tradición e innovación. *BioCiencias*, pp.119-129.
- [11] Molano, Carlos G. (2014). GERENCIA ESTRATÉGICA E INNOVACIÓN EMPRESARIAL. *Dimensión Empresarial*, pp. 107-116. Obtenido de Scielo.

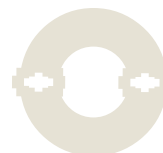
Uso del análisis digital de imagen como herramienta de medición de la madurez del aguacate hass (*persea americana*) de la región VI del estado de Puebla

^aFlorentino, Vega-Idalia, ^aVillalobos,
*Espinosa-Julietta del Carmen, ^bCebada, Reyes-José Guillermo

^aTecnológico Nacional de México: Campus ITS Teziutlán. Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Fracción I y II Aire Libre S/N
C.P. 73960 Teziutlán, Puebla, México.

^bTecnológico Nacional de México: Campus ITS Teziutlán. Departamento de Ingeniería Mecatrónica.

*julieta.ve@teziutlan.tecnm.mx



Área 7
Ciencias de Agricultura,
Agropecuarias, Forestales
y de Ecosistemas

Resumen

La maduración de los frutos climatéricos como el aguacate Hass (*persea americana*) puede producir cambios notables en su color y textura, lo que resulta en un rechazo directo por parte del consumidor. Por otra parte, su selección y clasificación se realiza de manera visual, lo que lo convierte en una selección subjetiva. El objetivo del presente trabajo es utilizar el análisis digital de imagen, para el estudio de la textura de imagen de la cáscara del aguacate Hass y evaluar los cambios microestructurales sufridos por el fruto climatérico durante su almacenamiento y correlacionarlos con el proceso de maduración. Los resultados mostraron que el fruto

es de calibre E de acuerdo a la NMX-FF-016-SCFI-2016. Las dimensiones de los frutos se ven afectadas a partir del día 8 ($p \leq 0.05$). Las imágenes analizadas mostraron que el fruto presenta cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0.05$) en entropía y diferencia de momentos inverso a partir del día 2 para las muestras almacenadas a temperatura ambiente (26.20 ± 2.59 °C). Se puede concluir que el uso del análisis digital de imagen es una herramienta no invasiva, viable para la caracterización del aguacate Hass (*persea americana*) de la región VI del estado de Puebla.

Palabras clave

Análisis digital de imagen; Textura; Fractalidad; Aguacate Hass.

Abstract

The ripening of climacteric fruits such as the Hass avocado (*american perseá*) could produce a notable change in their color and texture, resulting in direct rejection by the consumer. On the other hand, its selection and classification are carried out visually which makes it a subjective selection. Therefore, this work aims to use digital image analysis to study the image texture of the Hass avocado peel and evaluate the microstructural changes suffered by the climacteric fruit during its storage and correlate them with the ripening process. The results showed that the fruit is a caliber E according to the NMX-FF-016-SCFI-2016. The dimensions of the fruits are affected from day 8 ($p \leq 0.05$). The analyzed images showed that the fruit presents statistically significant changes ($p \leq 0.05$) in entropy and the inverse moment difference from the second day for samples stored at room temperature (26.20 ± 2.59 °C). Therefore, it is concluded that the use of digital image analysis is a non-invasive, viable tool for the characterization of the Hass avocado (*american perseá*) from region VI of the state of Puebla.

Keywords

Digital image analysis; Texture; Fractality; Hass Avocado.

Glosario de abreviaturas y símbolos

ADI: Análisis Digital de Imagen.

ANOVA: Análisis de Varianza.

Iferencia de Momento Inverso.

GLCM: Algoritmo de Matriz de Co-ocurrencia de Escalas de Grises.

SAGARPA: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

SBDC: Algoritmo de Conteo de Cajas de Desplazamiento Diferencial.

SMA: Segundo Momento Angular.

Introducción

Según el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, el centro de origen del aguacate se encuentra en los estados de Nuevo León, Michoacán, Veracruz y Puebla [1], lo que ha permitido que México sea uno de los países con una mayor diversidad en variedades de aguacate, encontrándose más de 20 variedades, entre las que se puede mencionar: *Persea drymifolia*, *Persea nubigena*, *Persea americana mill*, etc. [2]. Como parte de la regionalización del Estado de Puebla, la región VI está conformada por 12 municipios, de los cuales Tlatlauquitepec, Hueyapan, Teteles de Ávila Castillo, Teziutlán, Xiutetelco y Yaonáhuac son los principales productores de aguacate, con una producción entre 900-1080 toneladas anuales [3]. Estos municipios se caracterizan por presentar una alta demanda de aguacate Hass (*persea americana*), sin embargo, durante su venta o distribución se generan enormes pérdidas debido al inadecuado manejo postcosecha, esto no solo genera disminución de ingresos para los proveedores y/o productores, sino que también, produce residuos sólidos urbanos, que provocan problemas ambientales como la contaminación del suelo, agua y la proliferación de fauna nociva [4].

El aguacate pertenece a la familia de plantas *Lauraceae*, es una baya o drupa de una semilla, con forma redonda, ovalada o periforme, de tamaño variable, con una cáscara lisa o rugosa [5, 6]. La variedad Hass, presenta la mayor demanda nacional e internacional, debido a su excelente calidad en cuanto a pulpa, alto contenido de aceite y su alta adaptación al medio en el que se cosecha [7], lo que lo coloca como el cuarto fruto tropical más importante en el mundo [8]. Sin embargo, es común que la valoración de este fruto se realice únicamente de forma visual, convirtiéndose en una práctica común entre la población y dejando su selección y clasificación a una técnica subjetiva o no cuantificable; lo que consume mucho tiempo y lo convierte en un proceso tedioso. Dentro de la industria agroalimentaria existen equipos que permiten la medición de diversos parámetros para la selección y clasificación del aguacate tales como el peso, color, textura, entre otros. No obstante, suelen ser técnicas invasivas que realizan mediciones puntuales o resultan en la pérdida completa de la muestra analizada [9]. Los cambios físicos producidos por un inadecuado manejo postcosecha, puede ocasionar el rechazo por parte del consumidor y con ello verse afectada directamente la economía de los productores y/o proveedores. Por lo que, poder identificar la calidad y vida útil del fruto mediante una técnica de medición no invasiva como lo es el análisis

digital de imagen (ADI) sería una opción viable para la selección y clasificación de los productos postcosecha como lo es el aguacate Hass (*persea americana*).

El uso del análisis digital de imagen en la industria agroalimentaria ha incrementado en los últimos años, debido a que permite la obtención de valores cuantitativos de parámetros físicos como el tamaño, color, textura de imagen, entre otros. Los parámetros obtenidos a partir del ADI se pueden correlacionar con la pérdida de alguna propiedad física del material de interés alimentario. En la literatura se ha reportado el uso del ADI para la medición de color durante el proceso de maduración de la papaya, textura de imagen en botanas y pimientos, caracterización de encapsulados, etc. [10, 11, 12]. Por todo lo anterior, el presente trabajo propone el uso del análisis digital de imagen, para el estudio de la textura de imagen de la cáscara del aguacate Hass y evaluar los cambios microestructurales sufridos por el fruto climatérico durante su almacenamiento y correlacionarlos con el proceso de maduración. Lo que permitirá seleccionar y clasificar el aguacate Hass (*persea americana*) en la región VI del Estado de Puebla, sin que se lleve a cabo una manipulación manual excesiva y con ello no se vea afectada su calidad.

Materiales y métodos

Materiales

El aguacate Hass (*persea americana*) se obtuvo en el mes de marzo de 2021, a través de un productor del barrio de Ixtipan Teziutlán, Puebla (altitud de 1.990 m y latitud 19.8169).

Métodos

Cinética de maduración

Se tomaron 20 frutos de manera aleatoria, de los cuales 10 se mantuvieron a temperatura ambiente (TA) (26.20 ± 2.59 °C) y 10 a temperatura controlada de refrigeración (TR) (19.20 ± 2.16 °C). La pérdida de peso de los aguacates durante la cinética de maduración fue evaluada con una balanza digital (MODELO Truper BASE- 5EP/MEX). Mientras que, para las dimensiones se utilizó un vernier (PRETUL/MEX); estas mediciones se realizaron en la parte superior, medio e intermedio del aguacate. Los aguacates fueron evaluados los días 0 (inicial), 2, 4, 6, 8 y 10.

Adquisición de imagen

Para la adquisición de la imagen se utilizó una estructura de 40x40x40 cm con paredes negras opacas. En la parte superior de la estructura se colocó un tablero de luz de 64 LED (lamp beads), lo que proporcionó una luz suave y difusa, con el objetivo de realizar una toma precisa y sin sombras en la superficie del fruto como se muestra en la **Figura 1**. La luz incidente sobre la muestra fue controlada con un luxómetro (Modelo PM6612/USA) y se ajustó la intensidad y el brillo de forma gradual con una fuente de alimentación. La carcasa está formada por una placa de aluminio, lo que genera que se tenga una buena disipación del calor. Los parámetros utilizados fueron los establecidos por Pedreschi [13]. Para la toma de imagen se utilizó una cámara digital semi-profesional Nikon (modelo D3300/USA), la cual, se colocó en la parte superior de la muestra manteniendo una distancia entre el objetivo y la muestra de 35 cm. Las condiciones de configuración de la cámara se utilizaron en modo automático, con un nivel de exposición 0 y no se utilizó flash para evitar la generación de sombras y con ello la toma inadecuada de la imagen. Las imágenes obtenidas con esta metodología fueron utilizadas para el cálculo de parámetros morfológicos como circularidad y diámetro de Feret. Se obtuvieron imágenes del aguacate Hass (148.92 x 99.37 mm) con una escala de 28 píxeles/mm.

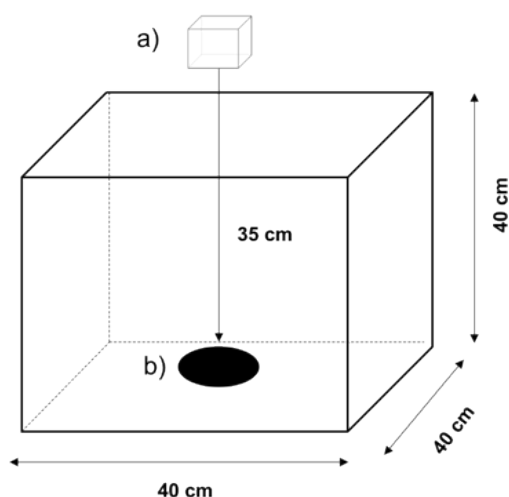


Figura 1. Diagrama de toma de imagen del Aguacate Hass en donde a) representa la cámara semi-profesional y b) la muestra.

Análisis de textura de imagen

La textura de imagen es un atributo que representa la disposición espacial de los niveles de intensidad de gris en los píxeles que componen un objeto o región de interés de una imagen, lo que permite cuantificar algunas características visuales dentro de la imagen, como la rugosidad de los objetos [14, 15]. Asimismo, la textura

de imagen se ha utilizado para describir propiedades como la homogeneidad y la regularidad de una imagen. En la literatura se han reportado una gran variedad de métodos empleados para analizar la textura y uno de los más importantes para la evaluación de la textura de imagen en los alimentos es el algoritmo de la Matriz de Co-ocurrencia de Escalas de Grises (GLCM, por sus siglas en inglés) y el algoritmo de Conteo de Cajas de Desplazamiento Diferencial (SBDC, por sus siglas en inglés). A partir de estos métodos se pueden extraer varios parámetros como el segundo momento angular (SMA), contraste, diferencia de momento inverso (DMI), entropía, entre otros. EL SMA mide la uniformidad de textura de la imagen, mientras que el contraste define las variaciones locales de los valores de escala de grises de los píxeles de una imagen, la DMI es un valor que representa la homogeneidad local de la imagen. Mientras que, el parámetro de entropía determina la complejidad de la imagen en relación a la aleatoriedad de los niveles de grises [11, 16].

Para la adquisición de imagen se utilizó un microscopio de aumento (Modelo YOMYM/USA) con 2 MP de resolución y 8 LED's. Para el análisis de imagen de textura, el aguacate Hass fue segmentado en tres secciones: parte superior, medio e inferior como se muestra en la **Figura 2**. El análisis de textura se llevó a cabo mediante el algoritmo de GLCM, tomando en cuenta el número de niveles de grises (0 a 255), la distancia en píxeles y el ángulo de desplazamiento [9]. A partir de este algoritmo se obtuvieron los valores de SMA, contraste, DMI y entropía. Por otra parte, se obtuvieron los valores de la textura fractal para lo cual se utilizó el algoritmo SDBC, medida que se relaciona directamente con el grado de rugosidad de la superficie de una muestra. Para este análisis se obtuvieron imágenes de la superficie del aguacate Hass (21.20 x 15.90 mm) con una escala de 30.19 píxeles/mm.

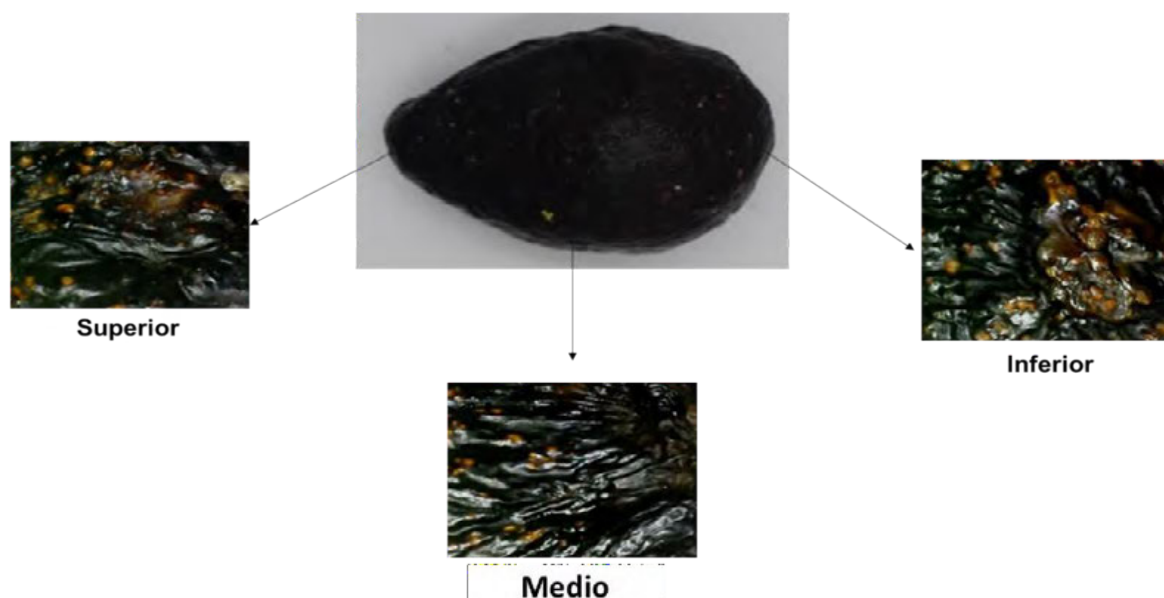


Figura 2. Representación esquemática de la selección de imagen para el análisis digital de imagen en el aguacate Hass (*persea americana*).

Procesamiento de imagen

Las imágenes adquiridas se obtuvieron en formato RGB y fueron guardadas en formato TIFF. Posteriormente las imágenes digitales obtenidas en RGB se convirtieron a una escala de 8 bit (0 a 255), después se utilizó el algoritmo “threshold” (umbral) y se realizó la segmentación basada en regiones. Para el ADI se utilizó el software Image J versión J v.1.40 y se siguieron las etapas mencionadas por Pedreschi [13]: Adquisición de la imagen, procesamiento, segmentación de la imagen, extracción de parámetros de la imagen y clasificación [13, 14, 15, 17].

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software IBM SPSS Statistics versión 26. Se realizó un análisis de ANOVA con un nivel de significancia del 5 % ($p \leq 0.05$). Los gráficos se desarrollaron mediante el software KaleidaGraph 4.1.1.

Resultados/Discusión de resultados

Los resultados mostraron un peso promedio inicial de 87.09 g, lo que permite clasificarlos dentro de un calibre E de acuerdo a la NMX-FF-016-SCFI-2016 [18], lo que corresponde a un aguacate que pertenece al ámbito comercial debido a que se encuentran entre los 85 -135 gramos (peso unitario). Dentro de este sector se permiten: “daños superficiales que afecten un máximo del 50 % de la superficie del fruto causados por roña, granizo y rozaduras, siempre y cuando los aguacates conserven sus características esenciales de calidad, estado de conservación y su presentación. Deben estar libres de daños mecánicos que afecten severamente la pulpa del fruto” [18].

El comportamiento respecto a la pérdida de peso (**Figura 3**), fue diferente entre los dos tratamientos empleados (TA y TR). Las muestras almacenadas en temperaturas de refrigeración (controladas), no presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) durante los días analizados (0, 2, 4, 6, 8 y 10); resultados que concuerdan con los reportados por Henao-Rojas y Rodríguez [19]. Sin embargo, las muestras sin control de temperatura (temperatura ambiente), presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$), mostrando que a partir del día 6 de almacenamiento las condiciones ambientales promovieron una mayor disminución de peso, respecto al peso inicial. En el día 10, las muestras presentaron un punto de intersección y no mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las temperaturas de almacenamiento empleadas.

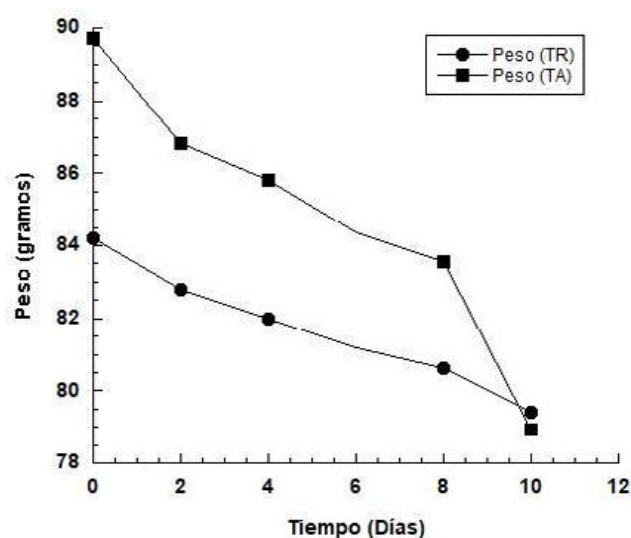


Figura 3. Cinética de pérdida de peso para las muestras TR: muestras almacenadas en condiciones de temperatura de refrigeración (controlada) y TA: muestras almacenadas en condiciones de temperatura ambiente (sin control).

En la **Figura 4**, se presentan los resultados de las mediciones realizadas con el vernier durante la cinética de maduración, para la parte superior, media e inferior del aguacate, con el objetivo de identificar si las muestras se veían afectadas por las temperaturas de almacenamiento empleadas, en ambos casos de estudio se presentó una disminución en las dimensiones del fruto climatérico. Respecto, a las muestras almacenadas en refrigeración (TR), para la parte superior, medio e inferior presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) a partir del día 8. Lo que mostró que a pesar de que el peso no se ve afectado con la temperatura de refrigeración, la morfología del producto si se ve afectada. No obstante, para las muestras a TA, la diferencia ($p \leq 0.05$) se presentó a partir del día 10 para la parte superior y media del fruto y para la parte inferior la diferencia se presentó a partir del día 8. Lo que muestra que el almacenamiento en temperaturas sin control, afecta de manera heterogénea la morfología del fruto.

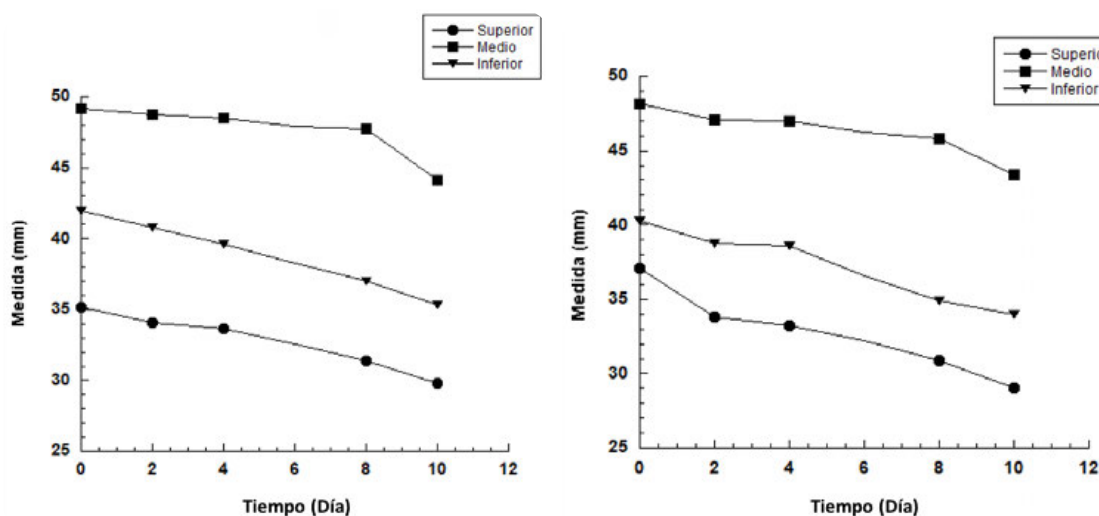


Figura 4. Mediciones (mm) de la parte superior, media e inferior del aguacate Hass, la gráfica de la izquierda corresponde a las muestras almacenadas a temperatura ambiente y la gráfica de la derecha corresponde a las muestras almacenadas a temperatura de refrigeración.

Por otra parte, se utilizaron los descriptores morfométricos de diámetro de Feret y circularidad (**Tabla 1**); en donde los resultados para circularidad, presentan una disminución durante el proceso de madurez; la circularidad es la medida que indica que tan cerca está la muestra analizada a un círculo perfecto, en este trabajo la circularidad se podría utilizar como parámetro de deformidad o deformación que presenta la muestra como respuesta al estrés sometido durante su almacenamiento, por lo tanto, valores bajos del parámetro de circularidad se relacionarían con una mayor deformidad. Respecto, al diámetro de Feret parámetro que representa la distancia entre dos líneas paralelas que son tangenciales al contorno de la proyección de la muestra analizada, se observaron variaciones entre los días analizados, lo que se podría ver reflejado en la madurez del producto. Se podría concluir que el tiempo de almacenamiento y temperatura afectan directamente la morfología del producto.

Tabla 1. Análisis Digital de Imagen de los descriptores morfométricos (diámetro de Feret y circularidad) para TA: muestras almacenadas en condiciones de temperatura ambiente y TR: muestras almacenadas en condiciones de temperatura de refrigeración.

	TA		TR	
Día	Circularidad	Diámetro de Feret (mm)	Circularidad	Diámetro de Feret (mm)
0	0.692	68.982	0.715	66.82
2	0.536	79.074	0.742	68.95
4	0.628	66.408	0.721	75.98
6	0.561	81.566	0.687	84.63
8	0.573	72.722	0.651	71.58
10	0.537	66.431	0.698	75.39

Se evaluaron los parámetros de textura como segundo momento angular, contraste, DMI, entropía de imagen utilizando el algoritmo GLCM y el algoritmo SDBC para evaluar la dimensión fractal de textura (DF). Hernández- Carrión [11], reportaron que las superficies más rugosas o irregulares de las imágenes obtenidas de pimiento rojo de Lamuyo tenían valores de DF más altos, cuando el pimiento presentaba un mayor daño microestructural debido a las presiones utilizadas, lo cual, se reflejaba en una superficie más irregular. Valenzuela-Lagarda [12] reportaron que la interacción entre la proteína y el almidón en las botanas obtenidas por extrusión causaron cambios morfométricos significativos, lo que se reflejó directamente en los resultados de DF (2.665 – 2.739). En el presente trabajo, los resultados fueron analizados mediante un ANOVA y una prueba de Tukey con un intervalo de confianza del 95 %. Solo se presentan los valores obtenidos para el día 0 y 2 a temperatura

ambiente (TA) y de refrigeración (TR). En cuanto a los parámetros de SMA, contraste y correlación, para el día 2 no se encontró diferencia estadísticamente significativa en las muestras analizadas ($p > 0.05$), sin embargo, en las muestras almacenadas a TA se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) para los parámetros de diferencia de momento inverso (DMI) y entropía de imagen en la parte inferior de los frutos. El DMI, también conocido como parámetro de homogeneidad, es una medida que representa la homogeneidad local de la imagen [9], por lo que las muestras a TA presentan una menor homogeneidad a partir del día 2. Por otra parte, la entropía se utiliza como un indicativo de la complejidad de la imagen [9] las muestras almacenadas a temperatura ambiente, para el día 2 presentan imágenes con una mayor complejidad lo que se interpreta como una superficie rugosa e irregular de la cáscara en los frutos almacenados a TA. Para el día 2, la dimensión fractal (DF) más alta la presentó la muestra a TA, lo que se relaciona con una mayor rugosidad [16] en las muestras conforme el proceso de madurez y senescencia del producto se presentó (**Tabla 2**).

Tabla 2. Efecto del almacenamiento a TA (temperatura ambiente) y TR (temperatura de refrigeración), en los parámetros de textura del aguacate Hass.

Día	Segundo Momento Angular	Contraste	Correlación	Diferencia de Momento Inverso	Entropía	DF
0	0.0055 ± 0.0004	259.58 ± 27.95	0.0007 ± 0.0006	0.3378 ± 0.0472	7.61 ± 0.44	2.40 ± 0.020
2-TA	0.0021 ± 0.0023	317.20 ± 205.03	0.0005 ± 0.0002	0.2799 ± 0.8861	8.14 ± 0.79	2.43 ± 0.004
2-TR	0.0033 ± 0.0032	247.49 ± 135.65	0.0007 ± 0.0002	0.3016 ± 0.0980	7.93 ± 0.83	2.42 ± 0.027

El parámetro de contraste indicó que el aguacate Hass que estuvo almacenado a temperatura ambiente presentó una mayor heterogeneidad de la imagen, es decir, representa una imagen más compleja, en comparación con la imagen inicial. Los resultados de textura mostraron que la microestructura del aguacate Hass, se ve afectada con la temperatura de almacenamiento y tiempo, estos resultados concuerdan con los descriptores morfométricos de diámetro de Feret y circularidad mencionados anteriormente. En la **Figura 5**, se muestran los gráficos de superficie en 3D de la textura del aguacate Hass a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración, para los días 2, 4, 6, 8 y 10, en donde se pueden observar los cambios que sufre la cáscara de aguacate durante el proceso de maduración y que se ven reflejados en la calidad del fruto.

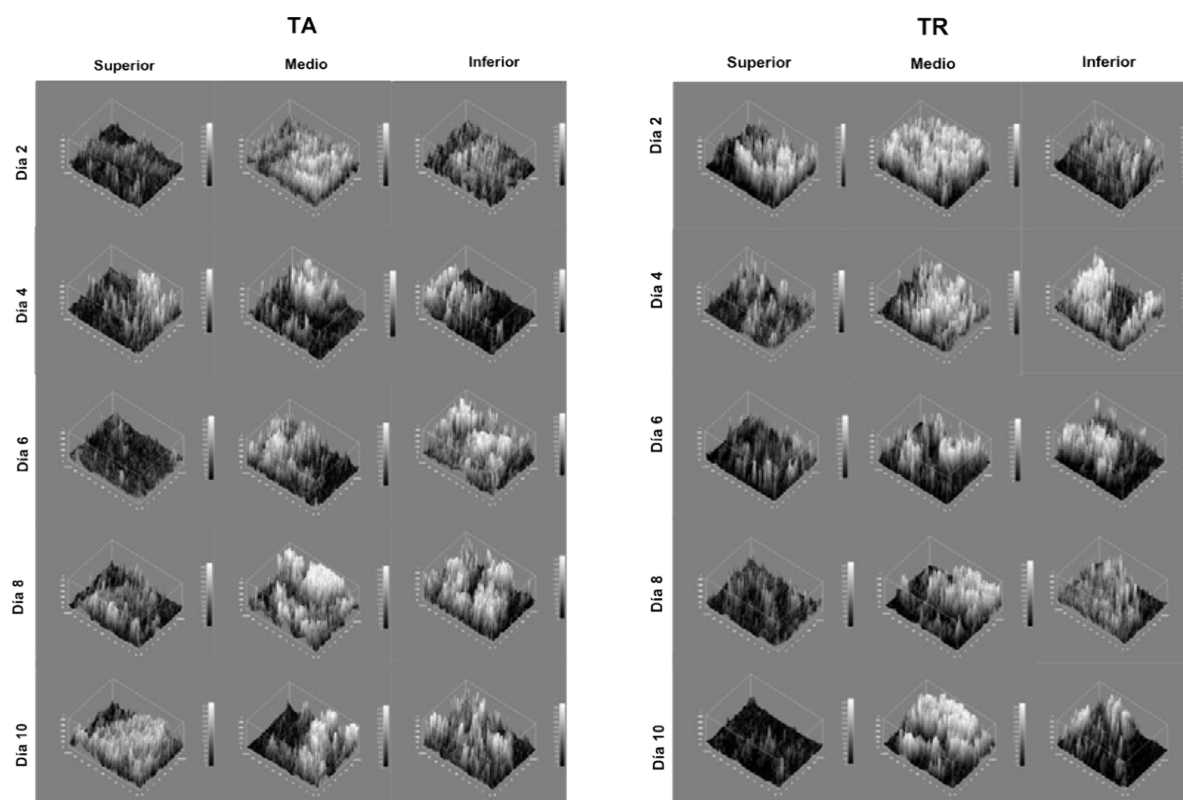


Figura 5. Gráficos de superficie en 3D de la textura del aguacate Hass a TA (temperatura ambiente) y TR (temperatura de refrigeración), para los días 2, 4, 6, 8 y 10.

Conclusiones

Por todo lo anterior, se puede concluir que los parámetros de textura permiten obtener información acerca de los cambios morfoestructurales que se presentan en la superficie (cáscara) del aguacate Hass (*persea americana*) durante el proceso de maduración, cambios que se podrían correlacionar con la calidad del producto y que sirven para la selección y clasificación del fruto. El presente trabajo reafirma que el análisis digital de imagen es una herramienta viable para la evaluación cuantitativa de la microestructura del aguacate Hass. Los valores de textura de imagen como: entropía, SMA, DMI, contraste, correlación y DF se pueden utilizar como indicadores de los cambios sufridos por el fruto durante su almacenamiento y que podría ser empleada por los productores y/o proveedores como una técnica no invasiva para la medición de textura y otros parámetros físicos del aguacate Hass de la región VI, del estado de Puebla. Lo que se vería reflejado de manera directa en una menor pérdida del fruto y en la disminución de residuos sólidos urbanos. Los resultados obtenidos por el presente trabajo, influyen directamente

en los motores de planeación estipulados para el desarrollo nacional (2017-2030) del aguacate por parte de SAGARPA en los sectores de tecnología aplicada al campo y sustentabilidad en la producción agrícola.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Automatización del proceso de selección y clasificación.

Aplicar el estudio a otros frutos climatéricos de la región.

Referencias bibliográficas

- [1] Manual de Reporte Caso de Exportación: El aguacate. CEDRSSA. 2017.
- [2] Barrientos-Priego, Alejandro F. "Presente y futuro de los portainjertos y variedades de aguacate en el mundo y México." *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate. Asociación de Productores y Exportadores de Jalisco (APEAJAL). Ciudad Guzmán, Jalisco, México.* 2017.
- [3] Estadística de La Producción Agrícola. CEDRSSA. 2019.
- [4] Colomina, Alejandro Fernández. "La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local." *Revista Cubana de Química* 17.3 (2005): 35-39.
- [5] Roa, Alexander Rebolledo, and Diana Yaritza Dorado Guerra. *Criterios para la definición de planes de fertilización en el cultivo de aguacate Hass con un enfoque tecnificado.* Corpoica Editorial, 2017. Schaffer, B., B. N. Wolstenholme, and A. W. Whaley. "The Avocado: Botany, Production and Uses. Wallingford, UK." (2013).
- [6] Manual de Planeación Agrícola Nacional. SAGARPA. 2017.
- [7] Urquiza, Luis Sebastián Peña, et al. "Análisis de viabilidad económica para la producción comercial de aguacate Hass." *Revista Mexicana de Agronegocios* 36 (2015): 1325-1338.
- [8] Arzate-Vazquez, I. S. R. A. E. L. Aplicación del análisis de textura de imágenes para la caracterización cuantitativa de superficies biológicas. 2001.
- [9] Cáez Ramírez, G., Téllez-Medina, D. I., García-Armenta, E., & -López, G. F. G. Digital image analysis and fractal metrics as potential tools to monitor colour changes in fresh-cut papaya (*Carica papaya* L.). *International journal of food properties*, 20(sup1), S177-S189. 2017.
- [10] Hernández-Carrión, M., Hernando, I., Sotelo-Díaz, I., Quintanilla-Carvajal, M. X., & Quiles, A. Use of image analysis to evaluate the effect of high hydrostatic pressure and pasteurization as preservation treatments on the microstructure of red sweet pepper. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 27, 69-78. 2015.
- [11] Valenzuela-Lagarda, J. L., García-Armenta, E., Pacheco-Aguilar, R., Gutiérrez-Dorado, R., Mazorra-Manzano, M. Á., Lugo-Sánchez, M. E., & Muy-Rangel, M. D. Relationships between morphometrical properties and

- the texture of an extrusion-expanded snack made from squid mantle (*Dosidicus gigas*). *Journal of texture studies*, 49(5), 476–484. 2018.
- [12] Pedreschi, F., Mery, D., Mendoza, F., & Aguilera, J. Classification of potato chips using pattern recognition. *Journal of Food Science*, 69 (6): E1-E5. 2004.
- [13] Quevedo, R., Mendoza, F., Aguilera, J., Chanona, J., & Gutierrez, G. Determination of senescent spotting in banana (*Musa cavendish*) using fractal texture Fourier image. *Journal of Food Engineering*, 84: 509–515. 2008.
- [14] Du, C., & Sun, D. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 230–249. 2004.
- [15] Chen, W., Yuan, S., Hsiao, H., & Hsieh, C. Algorithms to estimating fractal dimension of texture images. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vol. 3. (pp. 1541–1544) (Hong Kong (China). 2001.
- [16] Aguilera, J.M. Tamaño y forma de partículas. En J.D. Alvarado, J.M. Aguilera, D.W. Stanley (Eds.), *Métodos para Medir Propiedades Físicas en Industrias de Alimentos* (pp. 1-50). Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland. 2001.
- [17] Productos alimenticios no industrializados para uso humano – fruta fresca – aguacate hass (*persea americana mill*) – especificaciones. NMX-FF-016-SCFI-2016. 2016.
- [18] Henao-Rojas, J., & Rodríguez, P. Evaluación del color durante la maduración del aguacate (*Persea americana Mill. cv. Hass*). *Agronomía Colombiana*, 34(1), 876–879. 2016.



Área 8



Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Índice de Área

1071 • Auto-BIOASIS

1085 • *BuildingRent*

1099 • Calentador Solar de Neumáticos

1109 • Caracterización fisicoquímica y cuantificación de bioactivos en cáscara de Pitaya roja (*Stenocereus Stellatus*)

1113 • Controlador PID

1129 • Desarrollo y manufactura de una alarma vecinal

1141 • Desarrollo de algoritmo de visión artificial para identificar la posición del pantalón de mezclilla, utilizando la librería de OpenCv para Python

1153 • Diagnóstico energético y propuesta de dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para una empresa tabiquera

1163 • Diseño de captador pluvial para espacios en la vía pública en la ciudad de Teziutlán mediante el software de SolidWorks

1173 • Diseño de dispositivo cartesiano para el forrado y delimitación de geométrica de bastidores para bordadoras industriales

1195 • Diseño de estrategias de producción en la industria textil de Puebla

1205 • Diseño de captador pluvial para espacios en la vía pública en la ciudad de Teziutlán mediante el software de SolidWorks

1223 • Diseño e implementación de un robot seguidor de línea autónomo profesional basado en un microcontrolador ARM CORTEX M4

1241 • Diseño y construcción de un emulador hidráulico del sistema cardiovascular para fines de control

1257 • Efecto de la adición de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) sobre las características fisicoquímicas del pan de burro de San José Miahuatlán

1269 • Elaboración de electrodos de aluminio modificados con nanotubos de carbono (CNTs), enfocados a su uso en biosensores

1279 • Elaboración de mermelada de pitaya (*Stenocereus pruinosus*) y pitahaya (*Hylocereus undatus*) sin azúcar añadida

1291 • Elaboración de teja a base de caucho y PET reciclado

1307 • Estrategias de mejora del clima laboral para el personal de una empresa proveedora de abarrotes en Texmelucan

1321 • Estudio de las condiciones meteorológicas en Oyameles para el diseño de un prototipo de atrapanieblas

1329 • Importancia del estudio y desarrollo de la metrología para la industria automotriz en Puebla

1345 • Microencapsulación de lactasa empleando biopolímeros de chía (*Salvia hispanica* L.)

1353 • Planeación de la producción en pymes del sector industrial de Texmelucan para optimizar los recursos basada en programación lineal

1363 • Primer reporte a nivel internacional de floculación de colorantes dispersos como tratamiento de aguas residuales textiles utilizando hongos

1375 • PROVAIMEZ

1387 • Requerimientos para incrementar y fortalecer la instalación de empresas aeronáuticas en Puebla

1403 • Revestimiento de nanopartículas de TiO_2 para la conservación del centro histórico de la ciudad de Puebla

1417 • Revisión de las certificaciones y variables para la factibilidad de instalación de una PyME de alimentos orgánicos en Puebla

1423 • *Save your world*

1435 • Sistema de muestreo y adquisición de datos de consumo de agua utilizando la red SigFox

1449 • Sistema de planificación de recursos empresariales YESS-CONTA

1461 • Sistema experto en el manejo de plagas para el acompañamiento técnico a cafeticultores en Hueytamalco, Puebla

1475 • Sistema inteligente para la detección de enfermedades en plantas de jitomate de invernadero basado en técnicas de visión artificial y aprendizaje automático

1491 • Sistema web para la reactivación económica de la región de San Martín

1499 • Sitio web basado en técnicas de procesamiento de lenguaje natural y minería de opiniones para la promoción de pueblos mágicos del estado de Puebla

1513 • Tecnología biónica de asistencia en la capacidad visual de los niños y jóvenes invidentes para el acceso a la educación

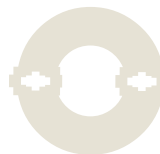
1527 • *V-Queue*

Auto-BIOASIS

Iván Rafael Sánchez Juárez, Hernández Juárez Mitzi Sollange

TecNM campus San Martín Texmelucan, Camino a Barranca de Pesos S/N San Lucas
Atoyatenco San Martín Texmelucan, Puebla.

direccion.general@smartin.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Este documento presenta la propuesta de desarrollo del proyecto Auto-BIOASIS para las dependencias de gobierno que se enfocan a la capacitación del sector agrícola en el estado de Puebla las cuales son las Brigadas de Educación para El Desarrollo Rural que pertenecen al DGETAyCM.

El presente proyecto tiene el propósito de automatizar los cuidados necesarios para dos plántulas específicas de cilantro y

lechuga, las cuales serán monitoreadas por diferentes sensores dentro de un sistema de hidroponía. Teniendo un mejor control se enlazará por medio de conexión vía Bluetooth a una aplicación móvil la cual le mostrará los datos de la plántula, como lo son temperatura, pH, conductividad, etc. de esta en tiempo real, así mismo, le dará sugerencias sobre el cuidado en caso de que la planta lo requiera.

Palabras clave

Automatización, hidroponía, dispositivo, hortalizas.

Abstract

This document presents the proposed development of the Auto-BIOASIS project for the government agencies that focus on the training of the agricultural sector in the state of Puebla, which is the Brigades of Education for Rural Development that belong to the DGETAyCM. The present project has the purpose of automating the necessary care for two specific cilantro and lettuce seedlings, which will be monitored by different sensors within a hydroponics system. Having a better control will be linked via Bluetooth connection to a mobile application which will show the data of the seedling, such as temperature, ph, conductivity, etc. of it in real-time, as well as, it will give suggestions on the care in case the plant requires it.

Keywords

Automation, hydroponics, hydroponics,
device, vegetables

Glosario de abreviaturas y símbolos

PLC: Controlador lógico programable.

Introducción

Rubén López-Tarruella propone el proyecto “Arduino. Sensorización y domotización de sistema de riego” el cual, por medio de la utilización de Arduino, sensores de temperatura y humedad, teniendo conexión a Internet por medio de un cable Ethernet, optimiza las deficiencias que tienen los sistemas de riego actuales, centrándose en el bajo costo para el usuario [1].

Contrastando, AutoBioasis, permite la conexión por medio de Bluetooth, haciendo frente a la carencia de conexión a Internet en un entorno real de siembra, así como la implementación de sensores extras, como el sensor de pH y conductividad.

Actualmente existe una problemática en el sector agrícola específicamente del que deriva de las dependencias de gobierno, ya que esté al encargarse de enviar personal capacitador, como lo serían los Ingenieros Agrónomos, a diferentes comunidades a los productores interesados, provocan que estén constante movimiento, en el momento que dicha dependencia es reubicada, esta se traslada junto con todo el personal, por lo que se dificulta continuar con los proyectos, ya que los productores, en su mayoría no poseen los conocimientos necesarios para concluirlo sin apoyo.

La región de Puebla se ve afectada a muchos cambios, una de las áreas más afectadas es el sector agrícola, ya que en ocasiones los cultivos no se desarrollan adecuadamente, es por ello que la implementación de hidroponías ha ido en incremento, sin embargo el sobrellevar una hidroponía es complicado y el productor debe estar altamente preparado y capacitado, por tanto, al implementar una aplicación junto con un dispositivo que monitoree la hidroponía, el usuario podrá observar su estado en la aplicación y así facilitar su producción.

Materiales y métodos

El Proyecto al tratarse de un producto físico, consideramos que debe basarse en una metodología que trabaje a base de prototipos, los cuales funcionen para encontrar las deficiencias, y ser mejoradas, con ello evolucionando hasta llegar a ser considerado el producto final. Por lo tanto, la metodología que cumple con esos requisitos debe ser una metodología de tipo evolutivo, siendo más específicos el modelo espiral que permite las mejoras a partir del prototipo inicial.

Materiales

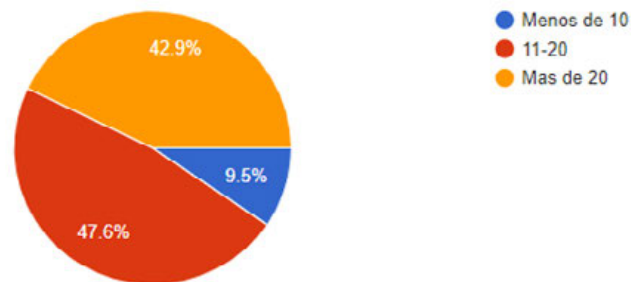
- Arduino
- Cables (calibre 24)
- Bomba de agua (.5hp)
- Sensor de PH
- Sensor de temperatura
- Sensor de conductividad (Sales)
- Módulo Bluetooth
- Tubo PVC (Diámetro variable)
- Computadoras que soporten Android Studio (8 GB RAM recomendado, pantalla de 1280 x 800 resolución)
- Tanque para almacenar el Agua (200 litros)
- Agua
- Plántula (cilantro y lechuga)
- Canastilla para Plántula

Resultados/Discusión de resultados

Para realizar este proyecto se aplicó una encuesta a 20 ingenieros agrónomos, la cual contaba con preguntas que ayudarán a entender el contexto que se tiene en las brigadas que se encargan de brindar capacitación a las comunidades sobre cómo cosechar plántula, así como cuáles con las plantas más utilizadas, el presupuesto con el que se cuenta, cuántas comunidades son capacitadas, nivel de conocimiento sobre el tema en las comunidades, así como el nivel de importancia que le darían a una aplicación como la que se plantea en el proyecto. La cual arrojó que las plántulas utilizadas son cilantro y lechuga, se atienden en promedio entre 4-5 comunidades por ingeniero, el presupuesto promedio por comunidad es de entre \$1000-5000, en su mayoría los productores no cuentan con los conocimientos suficientes sobre el tema, así como que sería muy recomendable el uso de una aplicación como la que se plantea en el proyecto.

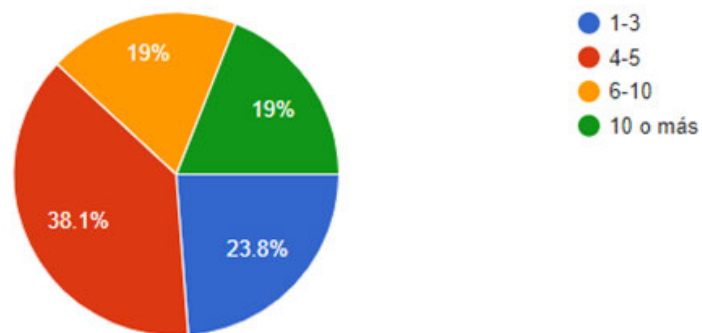
¿Cuántos productores capacitan por comunidad en promedio?

21 respuestas



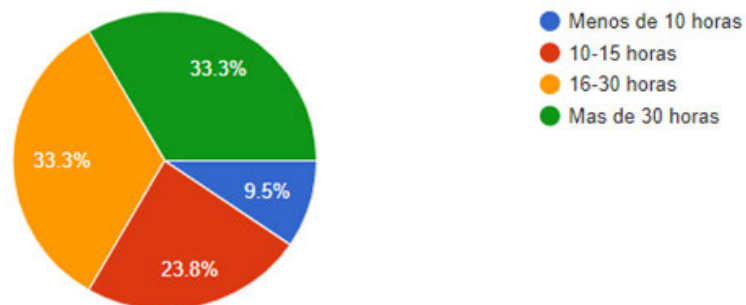
¿Cuántas comunidades atiende?

21 respuestas



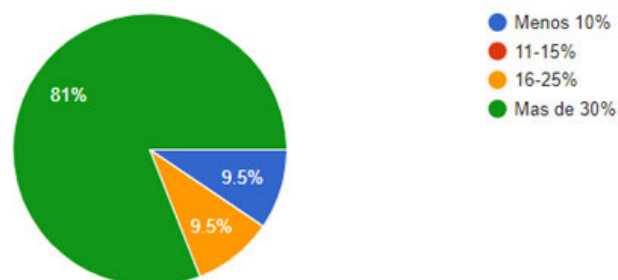
¿Cuánto tiempo le dedicas a la comunidad a la semana?

21 respuestas



¿Qué porcentaje de los productores carecen de conocimientos previos a la capacitación?

21 respuestas



¿Qué rango de presupuesto se dispone para cada comunidad?

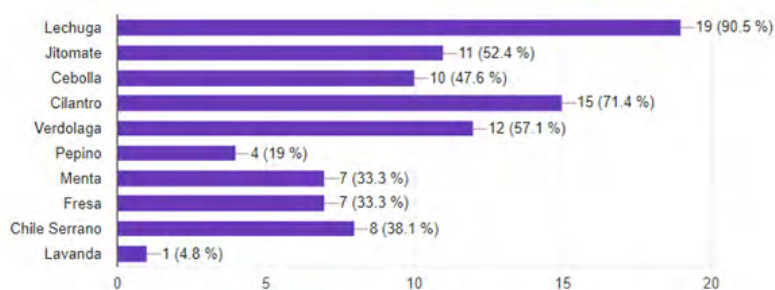
21 respuestas



Plántula

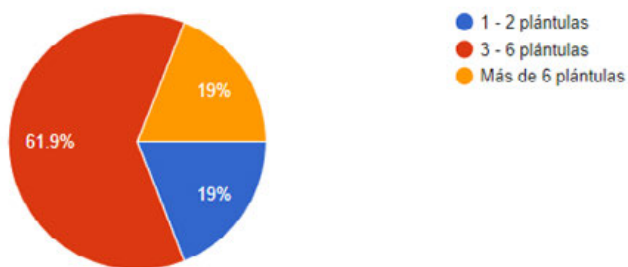
¿Cuáles son los tipos de plántulas más utilizadas para la capacitación?

21 respuestas



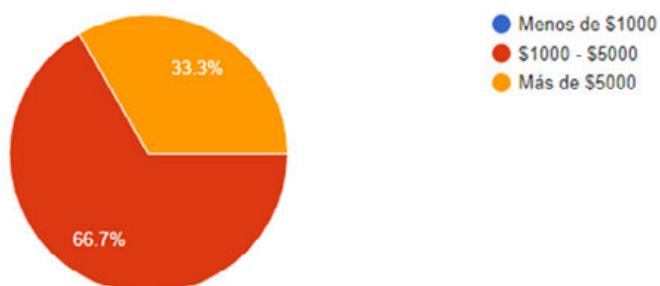
¿Cuántos tipos de plántulas ocupan para las comunidades?

21 respuestas



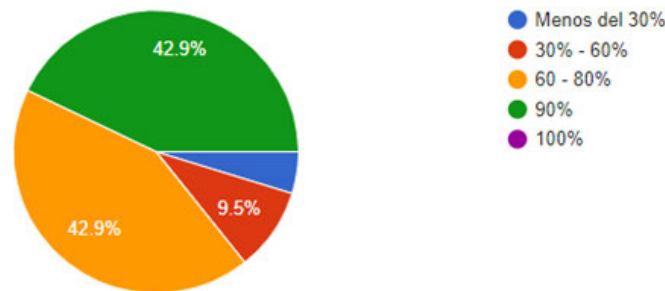
¿Qué rango de presupuesto se dispone para la compra de charolas?

21 respuestas



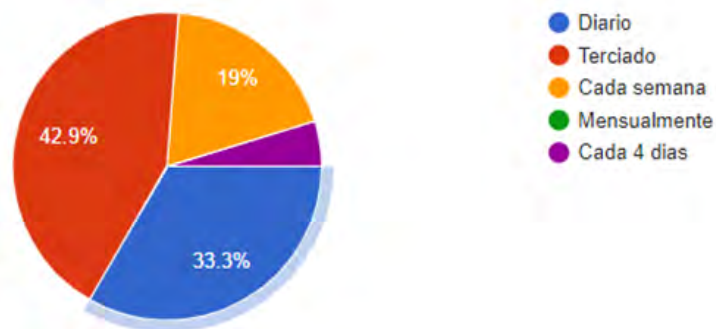
¿Cuál es el porcentaje promedio de plantas que se logran desarrollar en su etapa de cosecha?

21 respuestas



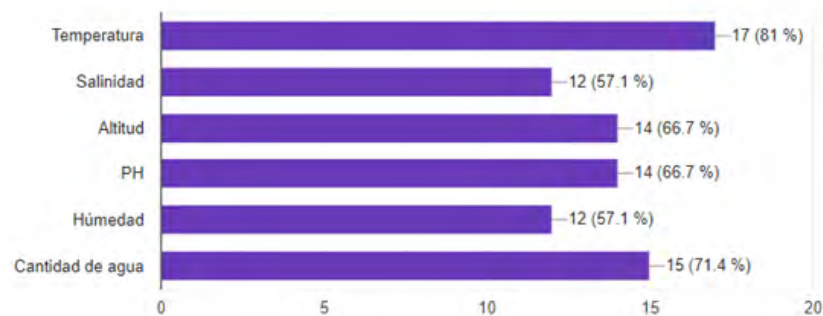
¿Cada qué tiempo se requiere la supervisión del cultivo?

21 respuestas



¿Qué datos requiere saber sobre el estado de las plántulas?

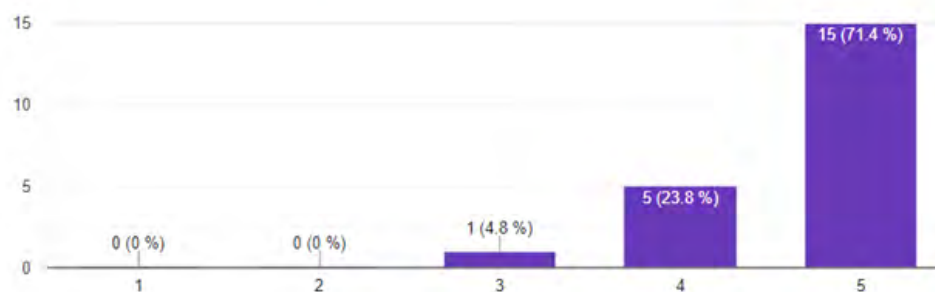
21 respuestas



Aplicación

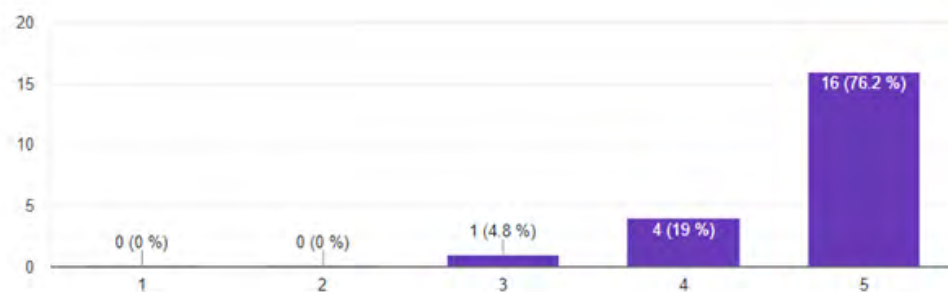
¿Qué opinas de una aplicación que te ayude a monitorear el seguimiento de los proyectos?

21 respuestas



¿Cómo te sería de utilidad que la aplicación recomendará pasos a seguir para el cuidado de las plantas?

21 respuestas



¿Qué porcentaje de productores tienen un teléfono inteligente?

21 respuestas

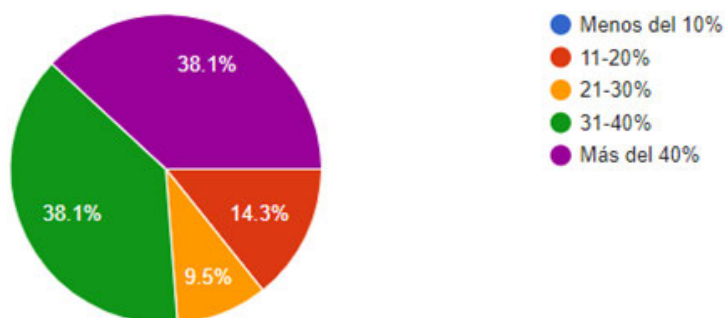


Figura 1. Resultados de encuesta

Para el diseño del prototipo se optó por generar un diagrama en 3D que mostraría cómo están conformados y posicionados los distintos componentes que implementa Auto-BIOASIS, para desarrollar el modelo 3D se hará uso de *Tinkercad*, este modelo permite visualizar cómo se tiene planeado implementar el prototipo a desarrollar, siendo un dispositivo de hardware para el monitoreo y lograr la automatización una vez que se conecte a la aplicación móvil AutoBIOASIS.

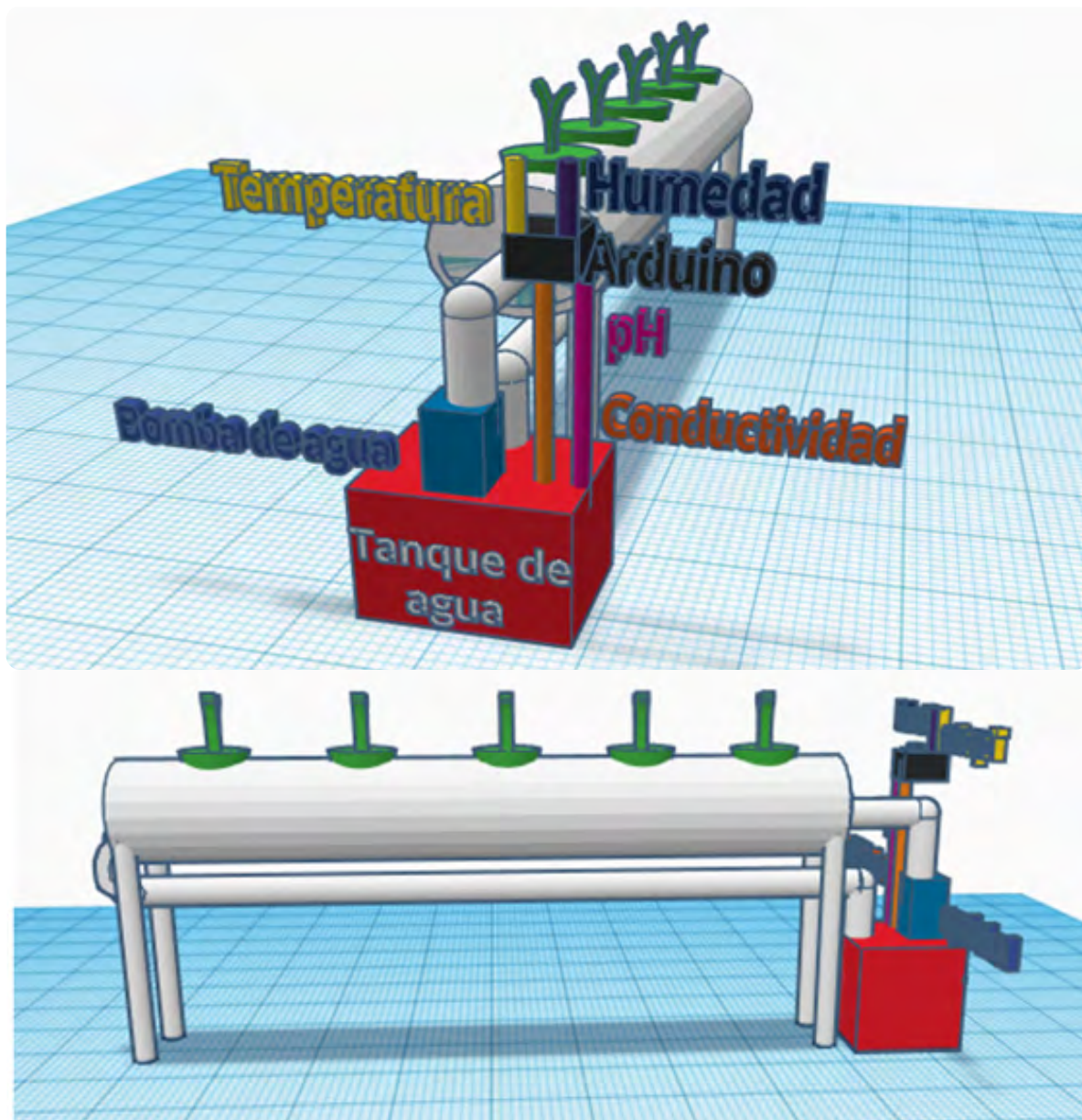


Figura 2. Modelo 3D – Implementación del dispositivo de hardware para el monitoreo de la hidroponía

Para el diseño de las pantallas de baja fidelidad se utilizó la herramienta para estructuración de pantallas de bajas fidelidad *Balsamiq Wireframes*, permitiendo su realización de manera rápida y efectiva, denotado en el plasmado de los casos de usos en pantallas para posteriormente transformarse en pantallas de alta fidelidad. Se realizaron un total de 14 pantallas de baja fidelidad, basadas en los casos de uso y pensadas para ser lo más intuitivas posible. Para desarrollar las pantallas de alta fidelidad se utilizó el IDE Android Studio ya que este será el mismo entorno para desarrollar la aplicación, aunque precediendo a diseñar los elementos necesarios, dentro de la Tabla 1 se muestra el resultado y explicación para cada una de estas.

Tabla 1. Pantallas de Alta Fidelidad.

		
Es la pantalla que permite avisar al usuario que la aplicación se ha ejecutado y está iniciándose.	Pantalla en la que el usuario deberá iniciar sesión o pulsar el botón registrar para crear una cuenta.	Pantalla sucesiva de iniciar sesión cuando se ha olvidado la contraseña y se hará una recuperación de esta.

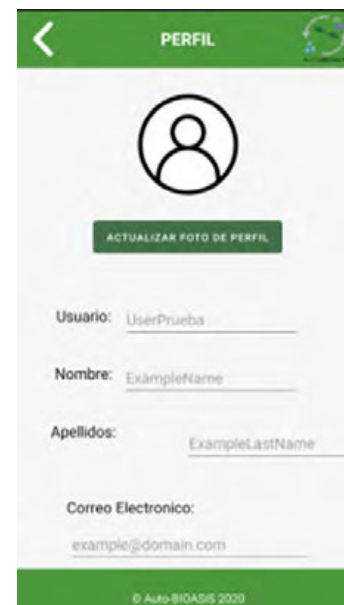
		
En esta pantalla se muestran las opciones para crear un usuario y registrarse.	Una vez que se ha seleccionado la opción de registro, si ha sido por medio de redes sociales el llenado del formulario que se muestra es automático, si ha sido por correo electrónico se debe llenar manualmente cada uno de los datos y finalmente marcar la casilla de términos y condiciones.	En esta pantalla se muestra un mensaje donde se evidencia que el usuario ha sido registrado correctamente.



En esta pantalla se preguntará si se cuenta con una hidroponía y con el dispositivo hardware.



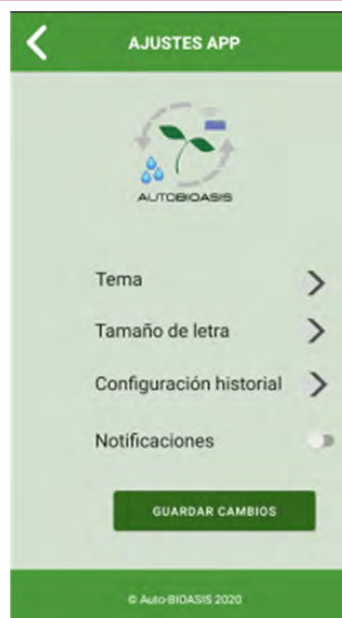
En esta pantalla el usuario podrá editar toda su información y actualizar sus datos teniendo como transición la siguiente pantalla cuando se ha seleccionado editar información.



Pantalla que muestra el historial recopilado de los datos enviados vía Bluetooth desde el dispositivo de monitoreo; se muestra por día, semana o mes en una tabla con los campos correspondientes.



Muestra información acerca de la aplicación, esta pantalla funciona de forma informativa.



Es la pantalla en la que el usuario puede cambiar algunos elementos para la comodidad durante el uso de la aplicación teniendo opciones: tema, tamaño de letra, configuración de historial y notificaciones.



Pantalla principal posterior al evento de iniciar sesión, se muestran todos los datos de monitoreo en tiempo real de la hidroponía.



esta plantilla el usuario podrá sincronizar una nueva hidroponía para ser monitoreada.



En esta pantalla el usuario podrá visualizar con mayor detalle cada uno de los datos recopilados del monitoreo en tiempo real que son enviados por el dispositivo de hardware.

Conclusiones

Con estos puntos permitió identificar algunas de las Fortalezas con las que cuenta el proyecto en el entorno de competitividad con alguna otra empresa, entre los factores diferenciadores y potenciadores se notó que el brindar atención al cliente, personalización e interacción con la aplicación, la adaptabilidad de la instalación de la hidroponía y otros puntos nos permitieron identificar las oportunidades que serán el factor de puntos positivos que se puede aprovechar a raíz de las fortalezas. Además, la sociedad no se preocupa por lo que consume y de esa forma, aunque el gobierno ha diseñado programas, proyectos, acciones y materiales de educación ambiental para diferentes públicos no se ha logrado un cambio significativo en la educación, en este aspecto, de los mexicanos que son el mercado objetivo por el momento y así se reduce a que puntualmente los clientes sean miles solamente. Implementar el sistema de una hidroponía automatizada, que presenta un diseño vertical, permite la producción de cultivos saludables de forma sustentable y tecnológica favoreciendo la conservación de suelos, ya que debido a la estructura que permite la hidroponía no se requiere de definidas dimensiones extensas de suelos agrícolas ni depender de las condiciones ambientales idóneas que normalmente se modifican en invernaderos ni requerir el tiempo de una persona o maquinaria para producir cultivos de calidad.

Referencias bibliográficas

- [1] “Arduino. Sensorización y Domotización de un Sistema de Riego-PDF Descargar libre” Docplayer.es, 2018. <https://docplayer.es/112677101-Arduino-sensorizacion-y-domotizacion-de-un-sistema-de-riego.html> (Visitado en Mar. 22, 2021).

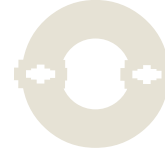


BuildingRent

^aTlacuatl, Lozada-Martin*, ^aHernández, Zenteno-Yereira**,
^aAlonso, Rojas-Juan Roberto***,
^aMaria del Carmen Santiago Díaz****

^aFacultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla, Av. San Claudio esquina Av. 14 Sur Edificio 104A,
Ciudad Universitaria, C.P. 72592, Puebla, México.

* martin.tlacuatl@alumno.buap.mx, **yereira.hernandez@alumno.
buap.mx, ***juan.alonsoro@alumno.buap.mx, **** marycarmen.
santiago@correo.buap.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La aplicación BuildingRent es un proyecto que consiste en ayudar a las y los estudiantes foráneos universitarios que busquen establecerse en Puebla, apoyándolos en la renta de un inmueble con el uso de tecnologías web a través del desarrollo de una aplicación intermediaria entre arrendador y arrendatario. Los usuarios que usen esta aplicación deben registrarse, ingresando sus datos personales y así poder ver el catálogo

o para poner en disponibilidad inmuebles. Para garantizar la autenticidad de los arrendatarios deberán ingresar un documento de propiedad en donde acredite ser el dueño, pueda ser verificado y finalmente colocarlo en el catálogo, el tiempo que el arrendatario podrá mantener su inmueble en el sistema es hasta que el inmueble sea rentado o en su caso hasta que el dueño lo quiera dar de baja.

Palabras clave

Arrendador, Arrendatario,
Estudiantes, Foráneos.

Abstract

The *BuildingRent* application is a project that consists of helping foreign university students who seek to establish themselves in Puebla, supporting them in the rental of a property with the use of web technologies through the development of an intermediary application between the landlord and the tenant. Users who use this application must register by entering their personal data and thus be able to view the catalog or upload an available property.

To guarantee the authenticity of the landlord, they must enter a property document proving that they are the owner, as a result, it can be verified and finally place in the catalog, the time that the tenant will be able to keep their property in the system is until the property is rented or in your case, until the owner wants to cancel it.

Keywords

Landlord, tenant, students, foreign.

Glosario de abreviaturas y símbolos

UWE, Metodología que explica el proceso de creación de una aplicación Web

UML, Unified Modeling Language

Introducción

En México hay tres millones 429 mil 566 estudiantes universitarios, de los cuales 6 por ciento está en Puebla. De acuerdo con datos del Sistema Nacional de Información Estadística Educativa (SNIE) de la Secretaría de Educación Pública (SEP), Puebla ocupa el cuarto lugar nacional con la mayor matrícula en nivel superior, por debajo de la Ciudad de México, el Estado de México y Jalisco [1].

El presente artículo se refiere al tema de arrendamiento de inmuebles para estudiantes universitarios de la entidad, que se define como aquel contrato mediante el cual una de las partes cede a la otra el uso de un bien inmueble por tiempo determinado y a cambio la otra parte se compromete a pagar un precio acordado [2].

La metodología Uwe (Ingeniería Web basada en UML) [3] es un enfoque de ingeniería de software para el dominio web que apunta a cubrir todo el ciclo de vida del desarrollo de aplicaciones web. Cabe resaltar que un aspecto muy importante que distingue a la metodología es la confianza en sus estándares (Ludwig).

Para llevar a cabo el desarrollo de BuildingRent se debe considerar implementar una metodología, en consecuencia, utilizamos UWE ya que permite modelar y desarrollar un proyecto de manera completa e incremental, la cual consiste en 6 fases: análisis y especificación de requisitos, diseño del sistema, codificación del software, pruebas, instalación o fase de implementación y mantenimiento. Así mismo, las actividades del modelado que abarca son: el análisis de requerimientos, modelo de contenido, modelo de usuario, diseño de la navegación, de la presentación y diseño de la adaptación.

En los últimos años subió a 14.5 millones el número de visitantes y la derrama económica a 13 mil 748 millones de pesos, según datos de la Secretaría de Turismo del estado de Puebla [4]. Muchos visitantes buscan ahorrar dinero con respecto a lo que costaría un hotel, o tener una experiencia vacacional más “auténtica” en barrios menos turísticos.

La resolución de esta problemática genera el incremento de los alquileres de mayor y menor difusión, reduce la oferta de vivienda, aumenta la economía de las personas locales, ahorra tiempo en búsqueda, dinero y esfuerzo. Para justificar y evidenciar la problemática abordada se realizó con una serie de entrevistas a estudiantes foráneos, pertenecientes a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Analizamos el campo de mercado y lo comparamos con diversos sitios a través de métricas de usabilidad, los cuales nos dieron la pauta para tener un punto de partida en el desarrollo de nuestra aplicación web. Una métrica (medida) es un valor asignado a características o atributos de un ente computado a partir de un conjunto de datos observables y consistentes con la intuición [5].

Durante la investigación de campo, algunos de los obstáculos que encontramos y de acuerdo con las métricas de usabilidad que aplicamos a las páginas similares existentes, fueron en su mayoría que no contienen información actualizada, no existe una comprensión global del sitio, los mecanismos de ayuda son obsoletos, los aspectos de interfaz y estética son malos y contienen enlaces rotos.

Antecedentes históricos del arrendamiento

Desde el siglo pasado el arrendamiento llegó a México a través del derecho español que trajeron los conquistadores y cuyos arreglos prevalecieron hasta mediados del siglo pasado; no es sino hasta la aparición de nuestro primer Código Civil (en 1871) cuando esa Figura jurídica adquiere carta de naturalización [6].

Objetivo general

El objetivo general es realizar un proyecto dedicado a obtener una aplicación web para la renta de inmuebles dirigida a usuarios de la ciudad de Puebla que lo necesiten. La aplicación fungirá como un intermediario entre clientes arrendatarios y clientes interesados en rentar (arrendadores). Esta aplicación está especialmente enfocada a generar una propuesta que sea adaptable para la comunidad.

Objetivos específicos

- Desarrollar un servicio para ofrecer a los usuarios una rápida solución sobre búsqueda de vivienda o alojamiento.
- Evaluar la originalidad del inmueble por medio de un filtro que compruebe el dueño y dirección.
- Proporcionar a los distintos usuarios seguridad y calidad en la aplicación.
- Proporcionar las características y dirección del inmueble, así mismo, contacto con el dueño para realizar una cita.
- Desarrollar una interfaz agradable a la vista del usuario y que sea fácil de utilizar, para un mejor manejo de los distintos apartados de la aplicación.

Problemática social

Basándonos en los datos obtenidos por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) más de 155,000 estudiantes de primer año representaron a los foráneos durante el ciclo escolar 2015-2016 en alguno de los estados de la república. Ciudad de México, Estado de México, Puebla, Nuevo León y Jalisco son los destinos preferidos de los estudiantes, pues acapararon el 65 % de la matrícula foránea [7].

Con lo mencionado anteriormente se llegó a la conclusión de que la mayoría de la matrícula inscrita en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla es de origen externo a la ciudad de Puebla capital, por lo cual un gran índice de jóvenes está buscando un lugar donde vivir, el cual es una situación de riesgo desde cierta perspectiva, ya que muchos estudiantes al no conocer la ciudad se arriesgan en su misión de buscar un lugar para arrendar, a que les suceda un asalto. Con nuestra solución, lo que buscamos es tanto mantener seguras a las personas en lo mayor posible y que también les sea muy fácil encontrar un lugar para vivir a pesar de que no conozcan la ciudad sin arriesgar su integridad, y puedan encontrar un lugar con el precio y localización adecuada a sus necesidades.

Materiales y métodos

En esta sección se presentan algunas páginas web similares a nuestro proyecto, por tal motivo, son referentes a la renta de bienes inmuebles y pueden ser encontradas en cualquier buscador web. El objetivo en común de estas páginas es el mismo, (renta de bienes inmuebles en base a diversos factores) pero a pesar de ello, cada una de estas tiene diferencias en cuanto a su estructura, diseño, presentación, funcionalidades, etc.

Página 1. Vivanuncios

La primera página web que analizamos es “vivanuncios” [8], esta engloba una gran cantidad de opciones para el público en general: como renta y venta de inmuebles, venta de vehículos, electrónicos, muebles, mascotas, etc. (véase la **Fig. 1**).

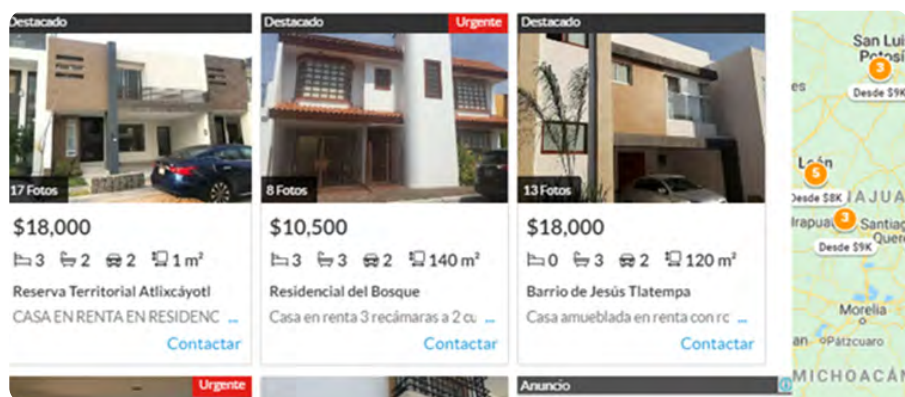


Figura 1. Apartado “Inmuebles en Renta” de Vivanuncios.

Ventajas: multifuncional, variedad de contenido para compra y venta de bienes, elementos de búsqueda bien distribuidos, información completa acerca de los inmuebles e imágenes claras (no pixeladas) y uso de mapa para direcciones.

Desventajas: no está enfocada solo a la renta de inmuebles, diseño poco agradable a la vista, mala distribución de componentes, dificultad de hallar cierta información de los inmuebles y poca seguridad para la renta.

Página 2. Segundamano

La segunda página web que analizamos se llama “segundamano” [9], esta contiene información clara y completa acerca de los inmuebles, desafortunadamente no proporciona mucha información acerca del dueño para contactarlo (véase la Fig. 2).



Figura 2. Página principal de Segundamano.

Ventajas: interfaz atractiva a la vista, distribución ordenada, imágenes con alta calidad, información variada acerca del inmueble y distintas opciones de búsqueda.

Desventajas: poca información acerca del arrendador, trato poco seguro para rentar, no es una página exclusiva para renta de inmuebles y tiene mucha saturación de anuncios.

Página 3. Inmuebles24

Otra página web que observamos se llama “Inmuebles24” [10], a diferencia de otras la calidad de la vista disminuye a comparación de las demás, contiene demasiada información que se vuelve tediosa, las imágenes no muestran bien el inmueble y contiene mucha publicidad (véase la Fig. 3).

Ventajas: distintas formas de búsqueda de inmuebles, proporciona antigüedad del inmueble, mapa con ubicación del inmueble y agenda de citas.

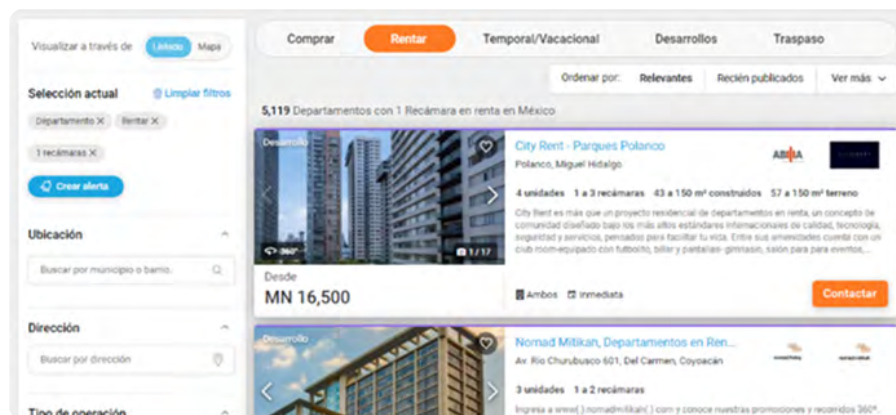


Figura 3. Página de los inmuebles que están en renta de Inmuebles24.

Desventajas: diseño poco agradable a la vista, saturación de información en descripciones, imágenes de baja calidad, poca seguridad de arrendamiento y no es una página exclusiva para renta de inmuebles.

Comparación con Métricas de Usabilidad Web

De acuerdo con las características y atributos de los cuatro puntos de las métricas de usabilidad en la web, elaboramos una Tabla comparativa en donde se muestran los puntos más importantes que podemos observar en una página web, analizando de esta manera la estructura y elaboración de las páginas similares, y así comprobar que nuestro proyecto puede tener gran alcance en el mercado (véase la **Tabla 1**).

Tabla 1. Tabla comparativa de páginas web de acuerdo a las Métricas de Usabilidad en la web (la equis indica las características de cada página)

Requerimientos	Vivanuncios	Segundamano	Inmuebles24	BuildingRent
1. Usabilidad				
Comprensibilidad Global del sitio	X	X	X	X
Indicador de última actualización		X	X	X
Facilidad FAQ				X
Cohesividad al agrupar los objetos de control principales	X		X	X
Aspectos de Estilo agradable			X	X
Uniformidad en el color de enlaces	X	X	X	X
Uniformidad en el estilo global	X		X	X
2. Funcionalidad				
Navegabilidad	X	X	X	X
Orientación		X	X	X
Etiqueta de posición actual	X	X	X	X
Enlace con texto explicativo	X	X		X

3. Confiabilidad				
No deficiencia	X	X	X	X
Errores de enlaces				
Enlaces rotos				
Enlaces inválidos				
Enlaces no implementados				
Nodos Web Muertos (sin enlaces de retorno)				
4. Eficiencia				
Páginas de acceso rápido		X		X
Accesibilidad	X	X	X	X
Legibilidad Global	X	X	X	X
Accesibilidad de Ventanas	X	X	X	X

Metodología

Basados en la metodología UWE realizamos el desarrollo de nuestra aplicación web, la cual cumple con los requerimientos establecidos para el óptimo desarrollo de esta. Lo primero a realizar fue las historias de usuario en ellas se identificó los requerimientos funcionales, no funcionales y de navegación (véase la Fig. 4).



Figura 4. Mapa de Identificación de Requisitos.

Con respecto a las interacciones de cada usuario en nuestra aplicación se muestra un diagrama de casos de uso general (véase la **Fig. 5**). Se ilustra la actividad que realiza cada usuario, en caso de un arrendador va desde inicio de sesión, visualizar catálogo y generar cita, por otro lado, el arrendatario inicia sesión, registra un inmueble y espera a que se publique en el catálogo.

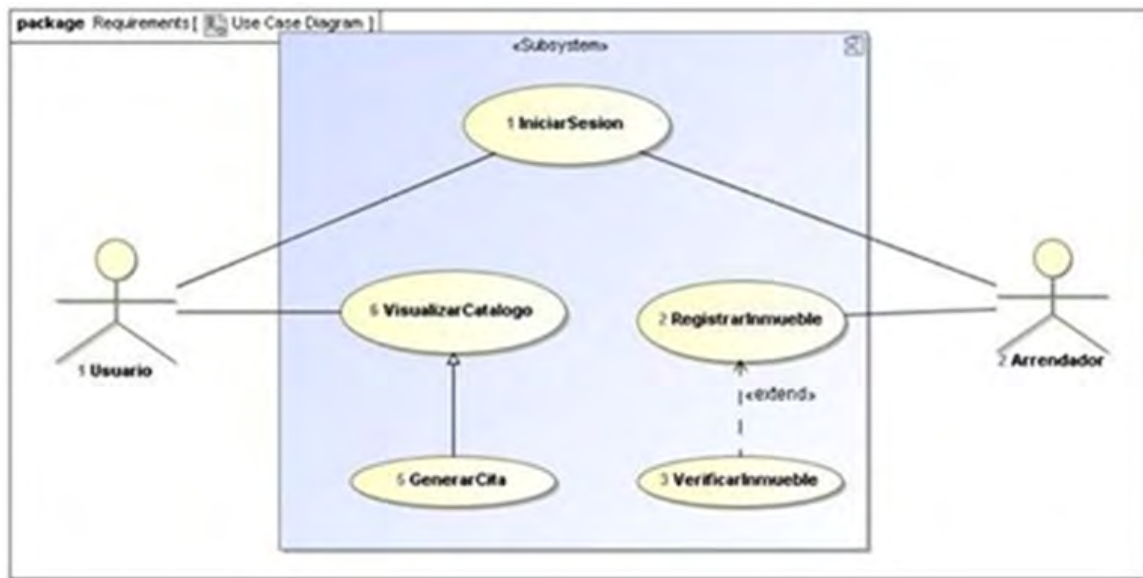


Figura 5. Diagrama de Casos de Usos General.

Iteraciones

Una vez realizada la identificación de los distintos tipos de requerimientos se obtuvo la pauta para poder dar una priorización a cada historia de usuario y así lograr su implementación en la aplicación. El siguiente paso que se efectuó una vez realizada dicha actividad, fue darnos a la tarea de dividir nuevamente las historias de usuario en un total de 3 iteraciones, pero esta vez tomando en cuenta los requerimientos y la prioridad en la aplicación. En cada una de ellas se estableció un periodo de tiempo en la planeación previa, todos estos pasos fueron en base a los dictámenes establecidos por la metodología de UWE.

Recordando los obstáculos mencionados al inicio del artículo, podemos destacar que los resolvimos en su mayoría, ya que nuestra página web contiene información actualizada, brinda a los usuarios una comprensión global del sitio, la estética de la interfaz es agradable, no contiene enlaces rotos y brinda seguridad a los usuarios.

El 81.8 % de los usuarios consideran que el registro es fácil de realizar (véase la **Fig. 7**), un total del 90.9 % de usuarios indican que el catálogo de inmuebles es comprensible e intuitivo (véase la **Fig. 8**), y un 72.7 % comparándola con otras páginas web similares considera que es muy competente (véase la **Fig. 9**).

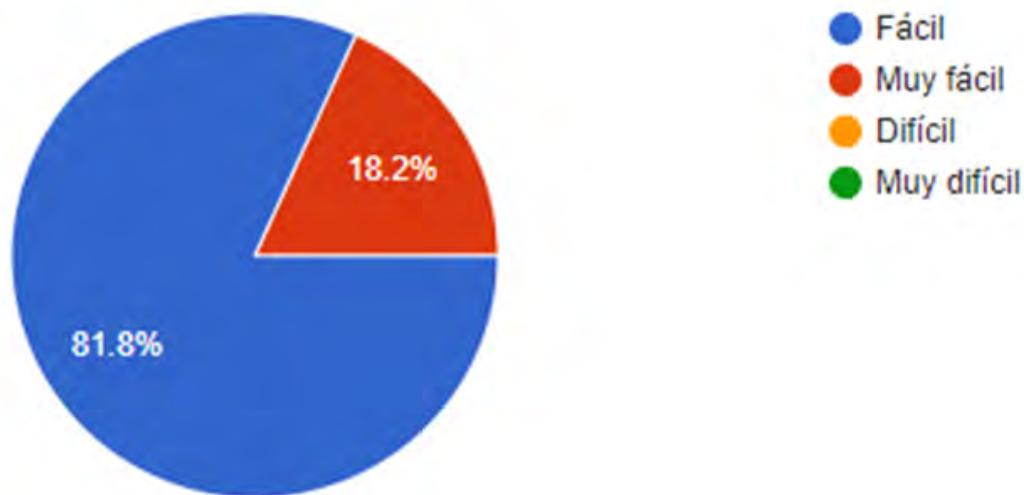


Figura 7. Resultados de la pregunta: ¿Cómo consideras el registro a la página web?

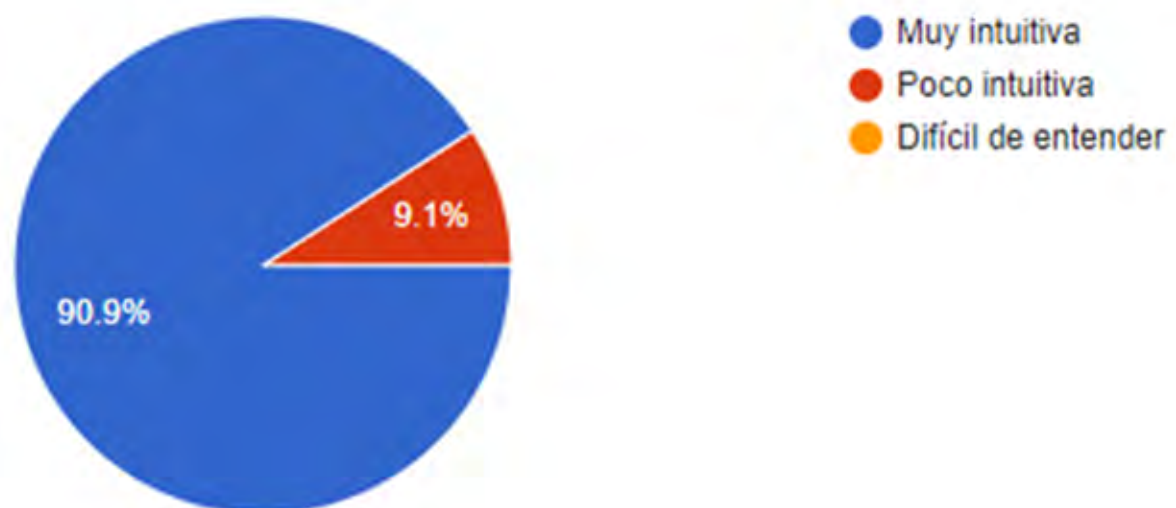


Figura 8. Resultados de la pregunta:
¿Cómo fue tu experiencia en la navegación del Catálogo de Inmuebles?

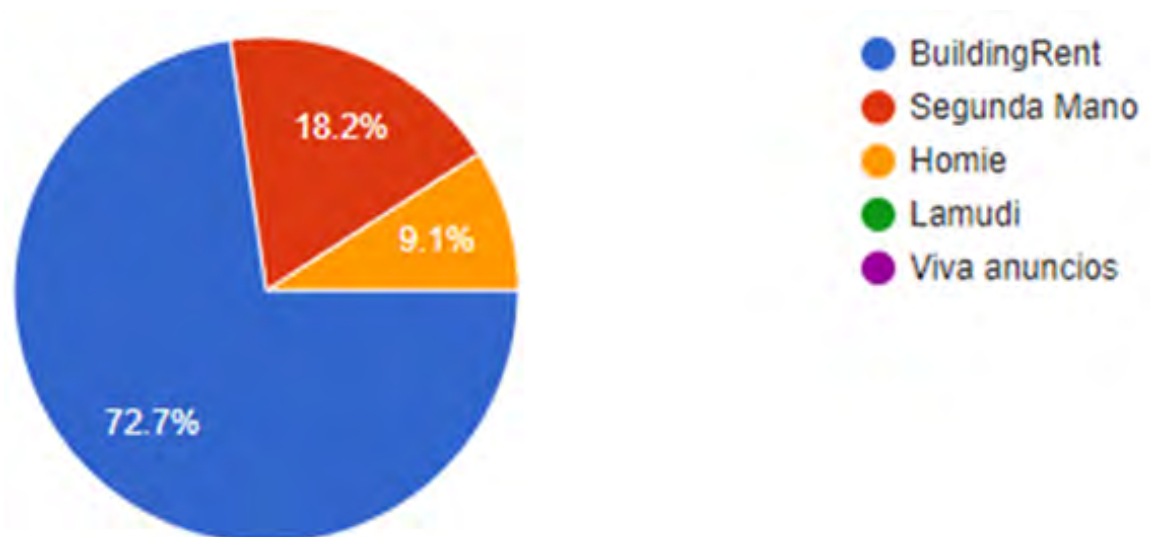


Figura 9. Resultados de la pregunta:
En base a la utilización de distintas plataformas ¿Qué página web prefieres?

Conclusiones

Frente a la evidencia recaudada por el producto en su fase prototipo a una determinada cantidad de alumnos foráneos de la BUAP, se distinguen principalmente las características de facilidad, usabilidad y confiabilidad. Podemos reiterar que satisface la resolución de la problemática mencionada al inicio de este artículo. Por otro lado, observamos que para el usuario arrendador nuestra plataforma funge como una solución más eficaz para promocionar los inmuebles que poseen, utilizándola como un medio intermediario; gracias a las tecnologías web y entre otras herramientas el producto fue concluido.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

En el transcurso de la implementación, logramos observar el amplio campo de actualización que ofrecen las plataformas web con las herramientas que usamos en nuestro proyecto. Sin embargo, proponemos mejoras a futuro para poder colocarnos en los primeros puestos de búsqueda, entre las mejoras están la valoración de cada inmueble para facilitar al usuario la elección de este, la implicación de la seguridad para evitar una inyección de código en ambientes más reales evitando de esta manera la pérdida de datos personales. Una de las limitaciones que obtuvimos fue el no poder colocar nuestro proyecto en un servidor, por lo tanto, no logramos apreciar una interacción de rendimiento real y así poder relacionar los resultados

con los obtenidos de manera local, para producir más propuestas de mejora y de esta manera seguir siendo una plataforma atractiva, eficaz y eficiente para público.

Referencias bibliográficas

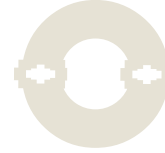
- [1] Unionpuebla.mx, «Puebla, cuarto lugar nacional con mayor matrícula universitaria,» 08 03 2018. [En línea]. Disponible en: http://www.unionpuebla.mx/articulo/2018/03/08/educacion/Puebla-cuarto-lugar-nacional-con-mayor-matricula-universitaria?fbclid=IwAR2hILAybluOrhuQTgeZ_EArr o7WR6IdqK0Sx3xdXWsBy3CQ0erLOduhnnM. [Último acceso: 8 junio 2019].
- [2] R. de Pina, «Arrendamiento | Mexico | Enciclopedia Juridica Online,» [En línea]. Disponible en: <https://mexico.leyderecho.org/arrendamiento/>. [Último acceso: 8 junio 2019].
- [3] N. Busch, «UWE-UML-based web engineering,» [En línea]. Disponible en: <http://uwe.pst.ifi.lmu.de/>. [Último acceso: 10 junio 2019].
- [4] Unionpuebla.mx, «Registra Puebla récord de turismo en 2017,» [En línea]. Disponible en: <https://www.unionpuebla.mx/articulo/2018/03/13/turismo/registra-Puebla-record-de-turismo-en-2017?fbclid=IwAR25SLy-pCE4Eu9GZekvo3M-jh-Y4Dm36il30bklPibCLBZcx8R5ax87msU>. [Último acceso: 8 junio 2019].
- [5] J. Cueva, «MÉTRICAS DE USABILIDAD EN LA WEB,» [En línea]. Disponible en: <http://di002.edv.uniovi.es/~cueva/asignaturas/masters/2005/MetricasUsabilidad.pdf>. [Último acceso: 6 junio 2019].
- [6] J. González, «EL ARRENDAMIENTO,» Boletín Mexicano de Derecho Comparado-Revista de UNAM, [En línea]. Disponible en: https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-comparado/article/view/3133/3486?fbclid=IwAR1K8zXkSjMyR_MKIyg z 2 u 9 4 C u D 7 b r j O 9 b z 2wferYqLBp_8bnqxe T. [Último acceso: 2019 junio 8].
- [7] A. Pública, «1 de cada 6 jóvenes que entra a la universidad, viene de otro estado,» 15 07 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.arenapublica.com/articulo/2017/06/15/6044/estudiantes-foraneos-en-Puebla-mexico-monterrey-veracruzanos-universitarios?fbclid=IwAR09oSI9C22JSU165kcnhQ7xrWnezfZHD58frJM2ZEEVWq6Ukl9E7-1zpgw>. [Último acceso: 9 junio 2019].
- [8] Vivanuncios, «Vivanuncios: #1 en Bienes raíces en México | Anuncios clasificados,» [En línea]. Disponible en: <https://www.vivanuncios.com.mx/>. [Último acceso: 29 enero 2019].
- [9] Segundamano.mx, «Compra y venta, anuncios clasificados de segundamano gratis,» [En línea]. Disponible en: <https://www.segundamano.mx/>. [Último acceso: 29 enero 2019].
- [10] Inmuebles24, «Encuentra tu hogar. Inmuebles24,» [En línea]. Disponible en: <https://www.inmuebles24.com/>. [Último acceso: 29 enero 2019].
- [11] S. J. Flores, «Respuestas. Encuesta sobre experiencia con la plataforma web BuildingRent,» [En línea]. Disponible en: https://docs.google.com/forms/d/16Hpd-Ebl52Clc14aql6ouVrOBdMdrVVg-GgiO6qacig/edit?fbclid=IwAR10fNDNLGhgBitqnT8K-0jBbXHO_z9RBRJbgcgRQmbqheDkb1nU9RtcwKE&gxids=7628. [Último acceso: 23 junio 2019].

Calentador Solar de Neumáticos

^aAguilar, Pérez-Silvia Madai*, bAguilar, Pérez-Esmeralda

^a Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, camino a la barranca de pesos s/n, San Lucas Atoyatenco, 74120 San Martín Texmelucan de Labastida, Pue.

*smadai123@hotmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Se estima que en México se desechan poco más de 25 millones de llantas al año, es decir al minuto se desechan cerca de 50 llantas en el país [1]. Este material con alto rendimiento tarda más de 500 años en degradarse por completo lo que provoca un importante impacto social, ambiental y económico en el estado y país [2]. Es por ello que nace la iniciativa de innovar en el reciclado del neumático fuera de uso para aprovecharlo en el diseño

y construcción de un calentador solar a bajo costo. El diseño de este proyecto se basó en la capacidad calorífica que producen los materiales del neumático logrando la captación y conservación del calor para calentar el agua en los hogares y obteniendo una temperatura de 32°C y una eficiencia de 55 %. Este proyecto se encuentra en fase de mejora continua para su implementación en los hogares poblanos.

Palabras clave

Calentador solar, neumáticos y reciclar.

Abstract

It is estimated that in Mexico just over 25 million tires are discarded per year, that is to say, about 50 tires are discarded in the country per minute [1]. This high-performance material takes more than 500 years to completely biodegrade, which causes a significant social, environmental, and economic impact on the state and country [2]. That is why the initiative was born to innovate in the recycling of end-of-life tires to take advantage of it in the design and construction of a low-cost solar heater. The design of this project was based on the heat capacity of its tire materials, achieving the capture and conservation of heat to heat water in homes and obtaining a temperature of 32 °C and an efficiency of 55 %. This project is in the continuous improvement phase for its implementation in Puebla homes.

Keywords

Calentador solar, neumáticos y reciclar.

Glosario de abreviaturas y símbolos

NFU, Neumáticos Fuera de Uso

PAHS, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

VOCS, compuestos orgánicos volátiles

Introducción

El neumático es un producto de alta tecnología que con el paso del tiempo ha ido evolucionando en su composición y ergonomía; desde que el ingeniero escocés Robert William Thomson patentó los primeros neumáticos vulcanizados para máquinas de vapor en 1867 [3] el campo de innovación y comercio en llantas se expandió conforme los materiales lo permitían dando paso a nuevos modelos de llantas en la industria y mercado. En 1888 el veterinario escocés John Boyd Dunlop reinventó el neumático con cámara de hule natural para el triciclo de su hijo de nueve años, con el propósito de facilitar el largo camino lleno de baches hacia la escuela [4]. La idea de fabricación de llantas fue impulsando a la apertura de nuevas industrias en neumáticos, surgiendo así, nuevas marcas en el mercado, tal es el caso de los hermanos André y Édouard Michelin, en 1945 donde mostraron al mercado el neumático radial que hoy en día es utilizado [5].

De acuerdo con González *et al.*, [6] “los neumáticos se han diseñado para resistir condiciones mecánicas y meteorológicas fuertes” sin embargo, en promedio pueden durar 5 años en vida útil primaria y esto varía de acuerdo al mantenimiento del vehículo y estado del camino o rutas que se tomen, por lo que se estima que tarda más de 500 años en degradarse por completo [2]. Por su composición, el neumático se comprende por: 28 % negro de humo, 27 % caucho sintético, 16 % fibra textil, 14 % caucho natural, 14 % acero y 1 % otros [2]. Este importante producto ha desencadenado una fuerte demanda en la industria de los neumáticos; en un estudio realizado por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (por sus siglas en inglés WBCSD) “a nivel mundial se generan 1, 000 millones de neumáticos al año y existen 4, 000 millones en vertederos” [7].

También, el impacto ambiental que se desencadena por la eliminación de neumáticos mediante incineración y/o en vertederos, se considera como soluciones insostenibles, ya que se presentan las grandes emisiones de dioxinas, PAHS, VOCs y metales pesados, al ser quemados [10], de acuerdo con su disposición final del neumático, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) [8] estima que en México se desechan poco más de 25 millones de llantas, es decir al minuto se desechan cerca de 50 llantas en el país, esta cifra va en crecimiento exponencial y se estima que a finales del año 2021 la cifra se acerque a 90 millones de neumáticos [1]. De acuerdo con Camacho [9] Puebla se encuentra entre los seis estados con mayor generación diaria estimada de residuos sólidos urbano, ya que los habitantes generan más de 5, 991 toneladas de basura al día, de las cuales

aproximadamente 4, 218 se recolectan al día, mientras que se desconoce el destino de mil 773 toneladas que representan 29.6 por ciento de los residuos.

Por otro lado, en la comunidad científica internacional existen diversos diseños de sistemas de calentadores solares que aprovechan y optimizan la energía solar reutilizando y reciclando diferentes materiales fuera de uso para su construcción del mismo [11]. También existen diferentes estudios realizados para evaluar la eficiencia de los materiales del neumático reciclado, en específico del caucho, como captadores de radiación solar [12] detallando que es apto para utilizarlo como componente principal en un sistema de calentador solar. Derivado de lo anterior, el objetivo de este trabajo es proponer un prototipo de calentador solar elaborado con neumáticos fuera de uso para el calentamiento de agua y aprovechamiento de energías renovables en las viviendas del estado de Puebla.

Materiales y métodos

De acuerdo con Machin E. B. *et al.* [13] el neumático es considerado por sus componentes, un producto eficiente en la absorción de calor, transferencia de calor y material óptimo para combustible; sin embargo en el presente proyecto se reutilizaron los neumáticos (sin alterar su estructura del mismo) se tomó como muestra el cambio de llantas de un coche Aveo 185/60 R14, en total fueron 4 neumáticos recuperados para la puesta en marcha del proyecto fig. 1.



Figura 1: Neumáticos fuera de uso (NFU) para el prototipo de calentador solar de neumático

El diseño del colector solar en el presente proyecto (fig. 2), se realizó bajo los siguientes pasos:

- Se realizaron cortes para estructurar un captador de forma parabólica, esta forma corresponde al molde general del neumático.
- Después se colocó una base reflectora compuesta por polímero de baja densidad (PBD), esta base reflectora en conjunto con el cuerpo negro del neumático funciona como una transferencia de calor en el sistema del colector.
- Al finalizar se colocó el sistema de mangueras tipo espagueti (de media pulgada) para que, con una entrada de agua, está en el colector solar y salida en el tanque de almacenamiento, el agua sea calentada en cada paso que pase del calentador solar.



Figura 2: Diagrama de proceso del diseño del colector solar de neumático

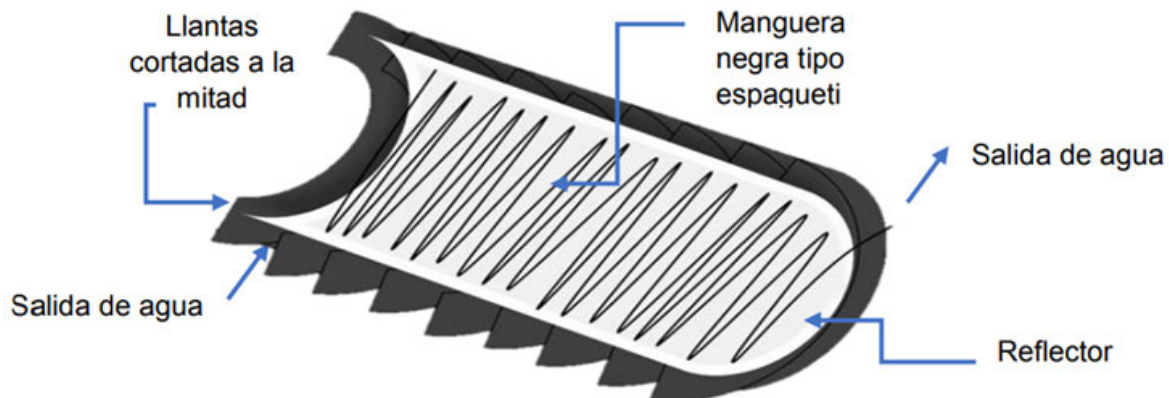


Figura 3: Diseño final del colector solar para su ensamble

Resultados/Discusión de resultados

De acuerdo a la medición del prototipo las características con las que cuenta el colector solar de neumáticos son las siguientes:

Tabla 1: Características específicas del colector solar.

Características	Medidas
Longitud del concentrador solar	60 cm
Grosor del colector solar	35 cm
Diámetro de mangueras	1.27 cm

En la fase de evaluación del prototipo, se realizó con ayuda de un termómetro de mercurio y especificaciones del espacio muestra donde se puso el colector, es decir en la región centro del estado de Puebla, específicamente en el municipio de San Martín Texmelucan de Labastida con temperaturas de una máxima de 28 °C y una mínima de 5° C por la noche y madrugada, los datos obtenidos se registraron en tablas en el siguiente formato:

Tabla 2: Estructura de la tabla de mediciones de temperatura del calentador solar.

Hora	Temperatura ambiente	Temperatura inicial	Tiempo transcurrido	Temperatura final
------	----------------------	---------------------	---------------------	-------------------

Estos métodos de evaluación permiten comprobar la eficiencia del concentrador y cómo interactúan los materiales de los neumáticos al ser combinados con polímeros de baja densidad y ser utilizados como concentrador térmico. A continuación, se presentan las variaciones de temperatura que existen en el agua y la correlación del tiempo en que transcurre para tomar la siguiente medida de temperatura Tabla 3.

Tabla 3: Tabla de mediciones de temperatura del calentador solar.

Hora	Temperatura ambiente °C	Temperatura inicial °C	Tiempo transcurrido	Temperatura final °C
08:00	15	14	5 min	17
08:10	15	14	5 min	17

08:20	15	14	5 min	18
09:45	18.5	14	60 min	25
11:00	21.5	15	15 min	33
11:30	22	15	5 min	22
11:47	22	15	5 min	24
11:53	22	15	5 min	29
12:02	22	17	5 min	34
12:08	22	17	5 min	31

Es importante mencionar que la temperatura del agua aumenta conforme el día transcurre, a continuación, se ve modificada la temperatura de acuerdo con la hora y el cambio que sufre el agua conforme llega la noche, los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Tabla de mediciones de temperatura del calentador solar.

Hora	Temperatura ambiente °C	Temperatura inicial °C	Tiempo transcurrido	Temperatura final °C
13:00	24	18	50 min	34
14:10	24	18	50 min	34
15:20	25	18	50 min	34
16:45	25	17	70 min	35
18:00	21	16	75 min	35
18:30	20	16	15 min	35
19:47	17	15	75 min	35
20:53	17	14	75 min	33
22:02	15	14	75 min	33
23:08	15	14	60 min	32

Conclusiones

Los objetivos antes planteados en este proyecto se cumplieron de acuerdo a la metodología utilizada de experimentación, dando segunda vida útil a los neumáticos fuera de uso, que son considerados desechos de manejo especial. Derivado de lo anterior, se evaluaron las variantes de temperatura del calentador solar colocado en el municipio de San Martín Texmelucan Puebla, obteniendo como resultados una temperatura de 35 °C como la máxima y de 17 °C como la mínima, estableciendo que, a mayor tiempo de exposición y mayor área del colector, la temperatura del agua aumentará considerablemente. Por lo que se llega a la conclusión de que el proyecto “colector solar de neumáticos” es una respuesta viable y sustentable al reutilizar los desechos de llantas y de polímeros de baja densidad, construyendo una alternativa de calefacción de agua solar para los hogares de las familias poblanas. Este proyecto queda abierto a mejoras de diseño, materiales, metodología, etc. que se le puedan aplicar al mismo, tales como el diseño en el mismo, ya que se buscará un modelo de colector más eficiente a la hora de captación de calor, al igual que más estético, la aplicación de otro tipo de material aislante térmico, y de reflector, también, como una de las recomendaciones que se tienen para este proyecto, es en su diseño, ya que se cambiarán las dimensiones del colector para abastecer cualquier casa con agua caliente, en los hogares Poblanos.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este proyecto se encuentra en fase de mejora continua para aumentar la eficiencia del mismo proyecto. También se consideran realizar nuevos modelos de prototipos como placa plana. Este proyecto está abierto a críticas constructivas y mejoras que se puedan mencionar.

Agradecimientos

El más grande agradecimiento para mi mentora y motivadora Dra. Esmeralda Aguilar, por mostrarme y compartir el amor y la pasión por la ciencia. Porque todo tiene una solución si lo vemos con los ojos indicados.

Referencias bibliográficas

- [1] V. Levet, "Este emprendedor mexicano quiere tus llantas ponchadas," *Forbes México*, 2017.
- [2] A. Española, "La rueda, progreso y eco-problema." p. 10, 2020, [Online]. Disponible en: https://www.tnu.es/recurso/pagina/archivo/tnu_expo.pdf.
- [3] D.-P. O. y F.-P. A. Ruiz-Vanoye J., *El viajero científico y tecnológico: el viajero CYT*. 2015.
- [4] I. for Transportation, "John Boyd Dunlop: Veterinarian and inventor," Iowa State University Institute for Transportation, 2018. <https://intrans.iastate.edu/news/john-boyd-dunlop-veterinarian-and-inventor/>.
- [5] H. L., "La historia de Michelin, el inventor de las llantas radiales," *Autocosmos*, 2019. <https://noticias.autocosmos.com.mx/2019/06/29/la-historia-de-michelin-el-inventor-de-las-llantas-radiales>.
- [6] L. J. y R. A. C. M. Gonzalez L., "Estimación del volumen del neumático de desecho y alternativas de reutilización," *Rev. Iniciación Científica*, vol. 4, no. 2, pp. 40–43, 2019, doi: 10.33412/rev-ric.v4.2.2150.
- [7] R. E., "Crean artículos sustentables con llantas usadas," *El economista*.
- [8] SEMARNAT, "Residuos de Manejo Especial (RME)," Gobierno de México, 2017. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-de-manejo-especial-rme#:~:text=La Ley General para la, que son producidos por grandes>.
- [9] A. Camacho, "Vertederos en todo Puebla, al límite del colapso," *El popular*, Puebla, Feb. 25, 2020.
- [10] J. Zeaiter, F. Azizi, M. Lameh, D. Milani, H. Y. Ismail, and A. Abbas, "Waste Tire Pyrolysis using Thermal Solar Energy: An Integrated Approach," *Renew. Energy*, vol. 123, pp. 44–51, 2018, doi: 10.1016/j.renene.2018.02.030.
- [11] O. E. C. Noel Machado Toranzo, Ania Lussón Cervantes, Leandro Leysdian Oro Carralero, Jorge Bonzon Henríquez, "Seguidor Solar, optimizando el aprovechamiento de la energía solar," *Ing. Energética*, vol. 36, no. 2, 2015, [Online]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012015000200008.
- [12] J. & B.-T. R. Norambuena-Contreras J., Concha, "Evaluation of the thermophysical and heating properties of a composite rubber membrane with energy harvesting purposes," *Polym. Test.*, vol. 64, pp. 145–155, 2017, doi: 10.1016/j.polymertesting.2017.09.042.
- [13] E. B. Machin, D. T. Pedroso, and J. A. de Carvalho, "Energetic valorization of waste tires," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 68, no. September 2016, pp. 306–315, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.09.110.

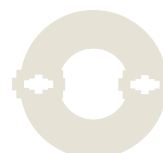


Caracterización fisicoquímica y cuantificación de bioactivos en cáscara de Pitaya roja (*Stenocereus Stellatus*)

Sánchez, Ramírez-Uziel*, Biviano, Pérez-Carolina,
Piña, Natoli-Antonino Benito, Aguirre, García-Mariana,
Caro, Gasca-Víctor Hugo

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca, Av. Tecnológico S/N, San Pablo Actipan, C.P.
75219, Puebla.

*uziels.kenedy@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Se desarrolló un método de uso a los residuos resultantes del procesamiento de Pitaya (cáscaras) mediante el secado de estas, las cuales contienen una fuente importante de fibra y compuestos bioactivos con aportes benéficos para la salud de los consumidores mediante su incorporación en alimentos de amplio consumo, como lo son los productos lácteos. A su vez, la incorporación de fibra

en estos productos puede traer beneficios ya que puede permitir aumentar sus rendimientos y reducir el uso de aditivos obteniendo alimentos con valor agregado, además que al agregar este subproducto de la pitaya al producto lácteo no afecta su composición sensorial generando así una alternativa en el uso de las cáscaras de Pitaya roja *S. stellatus*.

Palabras clave

Pitaya, antioxidantes, fenoles.

Abstract

A method of using the residues resulting from the processing of Pitaya (peels) was developed by drying them, which contain an important source of fiber and bioactive compounds with beneficial contributions to the health of consumers through their incorporation in foods of wide consumption, as are dairy products. In turn, the incorporation of fiber in these products can bring benefits since it can increase their yields and reduce the use of additives obtaining food with added value. In addition to adding this by-product of pitaya to the dairy product, it does not affect its sensory composition. Thus, generating an alternative in the use of the shells of Red Pitaya *S. stellatus*.

Keywords

Pitaya, antioxidants, phenols.

Glosario de abreviaturas y símbolos

(w/v) peso/volumen.

(pH) potencial de hidrógeno.

(mg) miligramos.

(μ) micras.

(DPPH) 2, 2-difenil-1-picrilhidrazilo. a % ácido cítrico. b Sólidos solubles (°Brix). c mg de ácido gálico equivalentes/g de materia fresca.

mg de Trolox equivalentes/g de materia fresca.

mg de ácido gálico equivalentes/g de materia seca. f mg de Trolox equivalentes/g de materia seca.

Introducción

Alimentos que integren componentes de valor agregado como fibra o fitoquímicos, puede conllevar a una producción costosa [1]. Estudios muestran que subproductos del procesamiento de frutas y vegetales como semillas y cáscaras, pueden ser fuentes económicas de fitoquímicos aprovechables [1, 2], sin embargo, se carecen de estudios de caracterización en fuentes locales que validen su idoneidad. Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar fisicoquímica y cuantificar el contenido de fenoles y actividad antioxidante de cáscara de *S. stellatus*.

Materiales y métodos

S. stellatus, variedad roja se obtuvo de Santa Clara Huitziltepec, Puebla. se sanitizó con NaClO (100 mg/mL). La cáscara se secó (50 °C/12h), molió, tamizó (475 μ). A suspensión acuosa [5 % (w/v)] se midió pH, °Brix, acidez titulable, humedad de acuerdo García-Cruz *et al.* [2], fibra cruda por Elleuch *et al.* [2]. Extracto acuoso 1 %, se midió fenoles totales y actividad antioxidante por García-Cruz *et al.* [3], la cuantificación se realizó con las ecuaciones, $Y=0.0191 \cdot X + 0.0302$, $r^2= 0.985$, y $Y=6.1814 \cdot X - 1.4023$, $r^2=0.9782$, respectivamente.

Resultados/Discusión de resultados

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica y cuantificación de bioactivos en fruta y cáscara de *S. stellatus* variedad roja.

Parámetro	Fruta (pulpa)	Cáscara (polvo)
pH	3.86 $\pm$ 0.13	4.92 $\pm$ 0.03
% Acidez ^a	0.60 $\pm$ 0.03	0.22 $\pm$ 0.01
% Azúcares totales ^b	10.41 $\pm$ 0.39	2.20 $\pm$ 0.14
% Humedad	83.03 $\pm$ 0.45	2.27 $\pm$ 0.31
% Fibra cruda	0.25 $\pm$ 0.03	17.96 $\pm$ 2.05
Fenoles totales (Prueba Folin-Ciocalteu)	12.92 $\pm$ 0.13 ^c	1.22 $\pm$ 0.03 ^e

Actividad antioxidante (Prueba DPPH)	26.72 ± 0.72 ^d	0.55 ± 0.04 ^f
---	---------------------------	--------------------------

^a % ácido cítrico. ^b Sólidos solubles (°Brix). ^c mg de ácido gálico equivalentes/g de materia fresca.
^d mg de Trolox equivalentes/g de materia fresca. ^e mg de ácido gálico equivalentes/g de materia seca.
^f mg de Trolox equivalentes/g de materia seca

Conclusiones

La caracterización de cáscara de *S. stellatus* muestra que puede ser incorporada en alimentos lácteos acidificados, mejorando su actividad funcional por el contenido importante de bioactivos. Se sugiere su uso en biopelículas ya que puede ejercer actividad funcional y/o microbiológica.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Con los resultados obtenidos de este trabajo se pueden realizar otros estudios de viabilidad en la incorporación de la cáscara de Pitaya roja *S. stellatus* a diversos productos alimenticios y no solo a productos lácteos, así como su uso en biopelículas debido a los antioxidantes presentes en la cáscara.

Referencias bibliográficas

- [1] Morales, P., Barros, L., Ram, E., & Santos, C. 2014. Exploring xoconostle by-products as sources of bioactive compounds. Food Research International.
- [2] Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., & Blecker, C. 2011. Dietary fibre and fibre-rich byproducts of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry, 124, 411–421.
- [3] García-cruz, L., Valle-Guadarrama, S., Salinas-Moreno, Y., & Luna-morales, C. 2016. Postharvest Biology and Technology Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. Postharvest Biology and Technology, 111, 69–76.

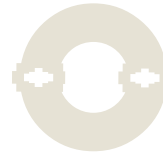
Controlador PID

Pérez, Huerta-Jonathan

Asesor: M. I. A. P. I. Erikssen Aquino Díaz

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, Camino a la barranca de pesos s/n, Col. San Lucas Atoyatenco, C.P 74120, Puebla, Puebla

jonathan.perezpm12@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Las energías renovables son una herramienta en combate al cambio climático, esto se logra mediante la transformación de la electricidad en una energía renovable, en una de sus tantas aplicaciones. Otra forma pudiendo ser una aplicación específica, como lo es en este caso con el desarrollo de un sistema de deshidratación de frutas y hortalizas, a través del que se diseñó de un control para operar un deshidratador solar automático, utilizando herramientas *Open Software*, es importante mencionar que diversas cocinas tanto nacionales como internacionales involucran alimentos deshidratados conservando sus proteínas y nutrientes, sin embargo, el proceso en la región actual no se

encuentra disponible directamente, es por ello la necesidad de la creación de un deshidratador solar sustentable a base de energías limpias, observando que el sistema térmico disfruta de mejoras en cuanto al control de la temperatura, y en consecuencia adicional, protege el contenido del deshidratador sustentando una investigación cuantitativa.

Se diseñó un control PID con base a las reglas de Ziegler-Nichols, analizando su curva de respuesta, determinando la función más adecuada para el sistema de control y así, obtener un flujo de salida de temperatura estable, logrando el desempeño esperado dentro del sistema térmico.

Palabras clave

Deshidratador, Control PID, Renovable, Diseño.

Abstract

Renewable energies are a tool in combating climate change, this is achieved by transforming electricity into renewable energy, in one of its many applications.

Another way can be a specific application, as it is in this case with the development of a dehydration system for fruits and vegetables, through the design of control to operate an automatic solar dehydrator, using *Open Software* tools.

It is important to mention that various national and international cuisines involve dehydrated foods preserving their proteins and nutrients. However, the process in the current region is not directly available, which is why the need to create a sustainable solar dehydrator based on clean energy. Observing that the thermal system enjoys improvements in terms of temperature control, and consequently additionally, protects the content (in this case food) of the dehydrator supporting a quantitative investigation. It is intended to design a PID control based on the Ziegler-Nichols rules, analyzing its response curve, determining the most suitable function for the system, and implementing a thermal system to obtain a stable temperature output flow, achieving a fairly acceptable economic viability.

Keywords

Pitaya, antioxidants, phenols.

Glosario de abreviaturas y símbolos

(w/v) peso/volumen.

(pH) potencial de hidrógeno.

(mg) miligramos.

(μ) micras.

(DPPH) 2, 2-difenil-1-picrilhidrazilo. a % ácido cítrico. b Sólidos solubles (°Brix). c mg de ácido gálico equivalentes/g de materia fresca.

mg de Trolox equivalentes/g de materia fresca.

mg de ácido gálico equivalentes/g de materia seca. f mg de Trolox equivalentes/g de materia seca.

Materiales y métodos

Antes de comenzar es importante mencionar que se hizo el uso de softwares en versión de prueba como lo que es Proteus y Scilab de software gratuito, para la obtención de simulaciones, gráficas y resultados de las mismas, que se encuentran descritas en el presente documento, con apoyo en la bibliografía descrita en la última sección del mismo.

Reglas de Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID

Control PID de plantas: Si se puede obtener un modelo matemático de la planta, es posible aplicar diversas técnicas de diseño con el fin de determinar los parámetros del controlador que cumpla las especificaciones del transitorio y del estado estacionario del sistema en lazo cerrado.

El proceso de seleccionar los parámetros del controlador que cumplan las especificaciones de comportamiento dadas se conoce como la sintonía de controlador. Ziegler y Nichols sugieren reglas para sintonizar los controladores PID basándose en respuestas de escalón experimentales, o en el valor de k_p que produce estabilidad marginal cuando solo se usa la acción de control proporcional.

Tales reglas sugieren un conjunto de valores para K_p , T_i y T_d .

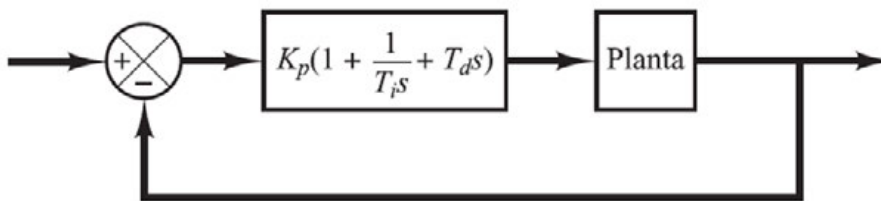


Figura 1 Control PID de una planta.

Fuente: *Modern Control Engineering*,
Katsuhiko, Ogata.

Método de la curva de respuesta

La respuesta de la planta a una entrada escalón unitario se obtiene de manera experimental, tal como se muestra en la **Figura 2**. Si la planta no contiene integradores ni polos dominantes complejos conjugados, la curva de respuesta escalón unitario puede tener forma de S, como se observa en la **Figura 3**. Este método se puede aplicar si la respuesta muestra una curva con forma de S. Tales curvas de respuesta escalón se pueden generar experimentalmente o a partir de una simulación dinámica de la planta.

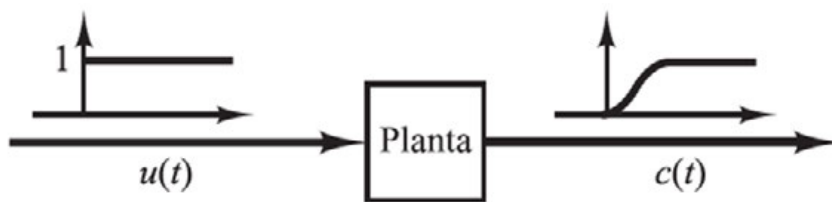


Figura 2 Respuesta a un escalón unitario en la planta.

Fuente: *Modern Control Engineering*, Katsuhiko, Ogata.

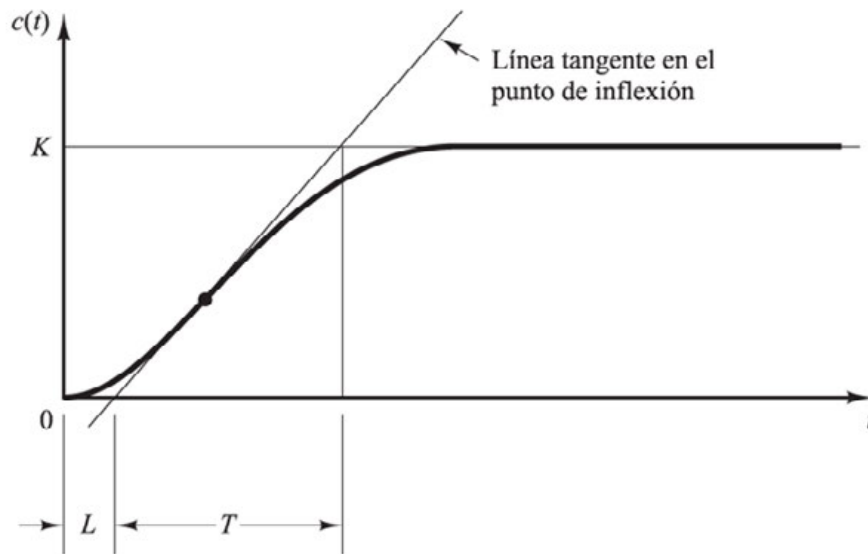


Figura 3 Curva de respuestas en forma de S.

Fuente: *Modern Control Engineering*, Katsuhiko, Ogata.

Tabla 1 Regla de sintonía de Ziegler-Nichols basada en la respuesta de escalón de la planta; primer método.

Tipo de controlador	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9 \cdot \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \cdot \frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$

Fuente: *Modern Control Engineering*, Katsuhiko, Ogata.

Con base a la **Figura 3**, asumimos que la función de transferencia se aproxima mediante un sistema de primer orden con un retardo como sigue:

$$\frac{C_s}{U_s} = \frac{Ke^{-Ls}}{Ts+1}$$

Al desarrollar el controlador PID sintonizado con el primer método de análisis de las reglas de Ziegler-Nichols produce la siguiente ecuación:

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{Ts} + T_d s \right)$$

$$=1.2 \frac{T}{L} \left(1 + \frac{1}{2Ls} + 0.5Ls\right)$$

$$=0.6T \frac{\left(s + \frac{1}{L}\right)^2}{s}$$

Por lo que, el controlador PID tiene un polo de origen y un cero doble en $s = -\frac{1}{L}$

Sistema térmico

Los sistemas térmicos son aquellos que involucran la transferencia de calor de una sustancia a otra. Estos sistemas se analizan en términos de resistencia y capacitancia, aunque la capacitancia y la resistencia térmicas tal vez no se representen con precisión como elementos de parámetros concentrados, como, por lo general, están distribuidos en todas las sustancias. Para lograr análisis precisos, deben utilizarse modelos de parámetros distribuidos.

El calor fluye de una sustancia a otra de tres formas diferentes: por conducción, por convección y por radiación. Aquí solo se considerarán la conducción y la convección.

Para la transferencia de calor por conducción o convección.

$$q = K\Delta\theta$$

Donde:

$$q = \text{flujo de calor} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{seg}}\right) \Delta\theta = \text{diferencia de temperatura en } ^\circ\text{C} \quad K = \text{coeficiente} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{seg}}\right) \text{ en } ^\circ\text{C}$$

Pero se sabe que el coeficiente k es posible obtenerlo a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{kA}{\Delta X}, \text{ por conducción} = HA \text{ por convección}$$

Donde:

$$k = \text{Conductividad térmica} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}\cdot\text{seg}}\right) \text{ en } ^\circ\text{C}$$

$$A = \text{área normal para el flujo de calor en m}^2 \quad \Delta X = \text{espesor del conductor en m}$$

$$h = \text{coeficiente de convección} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\cdot\text{seg}}\right) \text{ en } ^\circ\text{C}$$

Resistencia y capacitancia térmicas

La resistencia térmica R para la transferencia de calor entre dos sustancias se define del modo siguiente:

$$R = \frac{\text{cambio en la diferencia de temperatura } ^\circ\text{C}}{\text{cambio en el flujo de calor, } \frac{\text{kcal}}{\text{seg}}}$$

La resistencia térmica para una transferencia de calor por conducción o por convección se obtiene mediante:

$$R = \frac{d(\Delta\theta)}{dq} = \frac{1}{k}$$

Como los coeficientes de conductividad y convección térmica son casi constantes, la resistencia térmica para la conducción o la convección es constante.

La capacitancia térmica C se define mediante:

$$C = \frac{\text{cambio en la diferencia de temperatura } ^\circ\text{C}}{\text{cambio en la temperatura en } ^\circ\text{C}}$$

O de otra forma:

$$C = mc$$

Donde:

$$m = \text{masa de la sustancia considerada en kgc} = \text{calor específico de la sustancia en } \frac{\text{kcal}}{(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})}$$

Sistemas térmicos

Considérese el sistema que aparece en la **Figura 4**. Se supone que el tanque está aislado para eliminar las pérdidas de calor hacia el aire circundante. También se supone que no hay almacenamiento de calor en el aislamiento y que el líquido del tanque está perfectamente mezclado, por lo que tiene una temperatura estable. De este modo, se usa una sola temperatura para describir la del líquido en el tanque y la del líquido que sale.

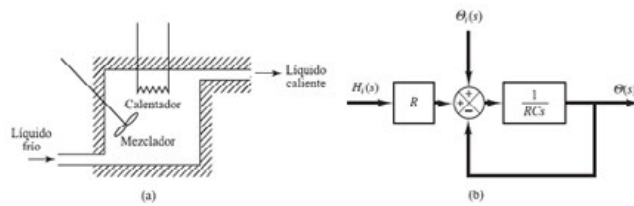


Figura 4 Sistema térmico (a) y diagrama de bloques del sistema (b)
Fuente: Modern Control Engineering, Katsuhiko, Ogata.

Siendo:

Θ_i =temperatura en estado estable del líquido que entra en $^{\circ}\text{C}$

Θ_o =temperatura en estado estable del líquido que sale en $^{\circ}\text{C}$

G =velocidad del flujo del líquido en estado estable en $\frac{\text{kg}}{\text{seg}}$ M =

masa del líquido en el tanque, en Kgc

=calor específico del líquido en $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}$ R =resistencia térmica en $\frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{seg}}{\text{kcal C}}$

=capacitancia térmica en $\frac{\text{kcal}}{^{\circ}\text{C}}$ H =entrada del flujo de calor en estado estable en $\frac{\text{kcal}}{\text{seg}}$

Supóngase que la temperatura del líquido que entra se mantiene constante y que el flujo de calor de entrada al sistema (el calor que proporciona el calefactor) cambia repentinamente de H a h_i , donde h_i representa un cambio pequeño en el flujo de calor de entrada. El flujo de calor de salida cambiará, entonces, de forma gradual, de H a $H+h_o$. La temperatura del líquido que sale también cambiará de Θ_o a $\Theta_o+\Theta$. Para este caso, h_o , C y R se obtienen, respectivamente, como:

$$h_o = Gc\theta C = McR = \frac{\theta}{h_o} = \frac{1}{Gc}$$

La ecuación diferencial para este sistema queda como:

$$Cd\theta=(h_i-h_o)dt$$

Control de Humedad

El control de humedad dentro de la cabina del deshidratador estará encargado de manera analógica a un sensor LM35, registrando la humedad interior de la parte de las hortalizas y frutos, registrando los valores del ambiente interior, pudiendo accionar el sistema de ventilación para permitir que, en conjunto con

el PID, mantengan una correcta temperatura los alimentos, no los cocinen y los deshidraten eficazmente.

Pruebas de Operación y Ajustes en cuanto a un LM35

Se ha tenido un trabajo multidisciplinario y en equipo con la intervención de partes empresariales y académicas, quienes realizaron las pruebas fisicoquímicas de los alimentos para asegurar las características de calidad.

- El cuerpo académico de Mantenimiento y Procesos Industriales para ajustar los instrumentos y elementos de control. Resultados Se logró el objetivo de desarrollar un deshidratador solar con las siguientes características:
- Capacidad de carga para 5 kg de nopal en fresco
- Obtención de 500 gr de harina de nopal con características de humedad y organolépticas (color, olor, sabor, textura) de calidad.
- Tiempo de deshidratado para carga completa: 21 horas de operación en condiciones de humedad relativa menor al 20 %, lo que indica que el periodo puede variar de 1 a 3 días. Se realizaron pruebas del sistema de monitoreo y control, para verificar que los sensores trabajaran correctamente, de igual manera se garantizó que los ventiladores enciendan y apaguen en las condiciones ambientales correctas.[4]

Sistema de monitoreo en tiempo real de medición de temperatura

El sensor de temperatura LM35 es un sensor monolítico que tiene un rango de sensado de la temperatura de -55°C hasta 150°C esto traduce en valores de voltaje de 550 mV hasta 1500 mV, como se puede ver en la hoja de datos del fabricante. La configuración que se realizó del sistema permitió medir voltajes positivos, los cuales comprenden un rango de 0°C hasta 150°C . En la **Figura 4** se muestra la relación entre la temperatura y el voltaje de salida. Se observa la linealidad del sensor con pendiente de 9.99°C/mV . [5]

Viabilidad

La viabilidad del proyecto recae en el sistema analógico y simpleza en la configuración de su funcionamiento y componentes, debido al fácil reemplazo de los mismos en caso de ocurrir fallas, es más fácil de fabricar en comparación que uno digital, requiere menos especialización en cuanto a operador o mantenimiento, además de que las partes del mismo son mucho más económicas que algunos otros sistemas más complejos, abriendo las puertas a la evolución del proyecto y poderlo

escalar a una magnitud más grande, en constantes mejoras para el mismo con el mismo principio de funcionamiento.

Resultados

Tenemos el desarrollo de prototipado de la circuitería de control PID para analizar el comportamiento de la planta, el cual se divide por secciones para hacer mas eficiente la distribución de los componentes y el control de estos. Consta de 6 secciones que serán descritas en las paginas siguientes de este documento.

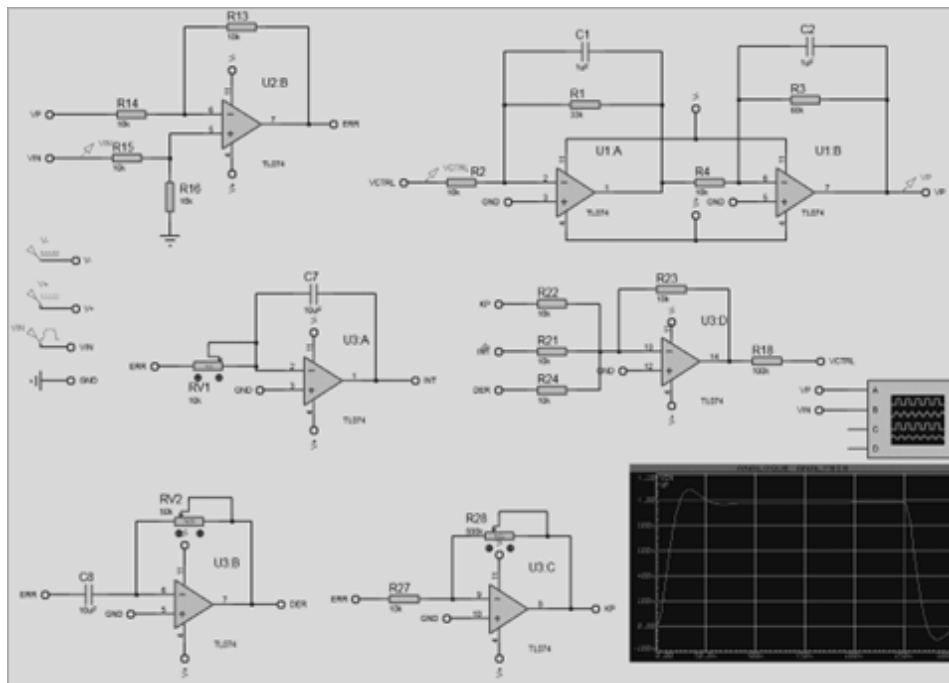


Figura 5 Prototipo de controlador PID. Fuente: Propia.

En la **Figura 6** tenemos que esta sección del circuito se nos permite observar el comportamiento de la planta, exhibiendo un comportamiento parecido al del sistema térmico propuesto.

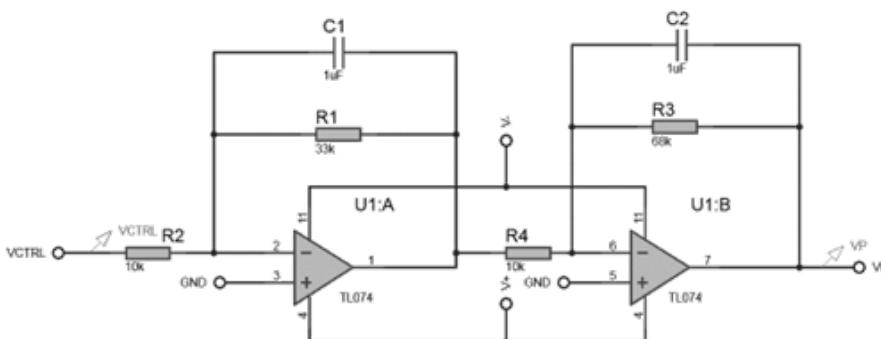


Figura 6 Sección de comportamiento de la planta del circuito. Fuente: Propia.

Por otro lado, como se sabe que una implementación clásica del control integral está descrita en la **Figura 7**, está un circuito comparador que permite tomar la señal del sensor (V_p) y compararla con una señal configurada por el usuario (V_{in}) en consecuencia, obtenemos una señal de respuesta ponderada de ambas señales.

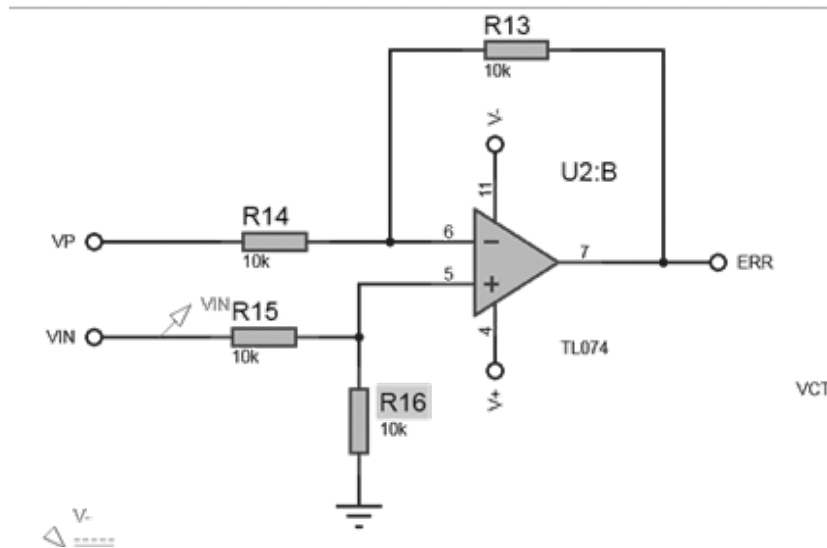


Figura 7 Sección de circuito comparador para toma de señal.
Fuente: propia.

Ganancias

La ganancia proporcional está obtenida a partir del resultado del cociente de las resistencias $\frac{R28}{R27}$

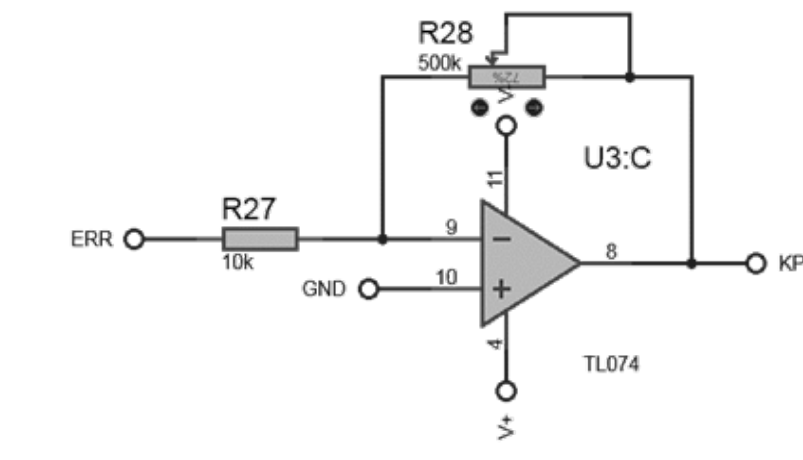


Figura 8 Ganancia proporcional K_p .
Fuente: Propia.

La ganancia Integral proporcional está dada a la posición del potenciómetro $RV1$, tal como se muestra en la **Figura 9**, con un rectificado de señal por medio de un capacitor de 10 uF.

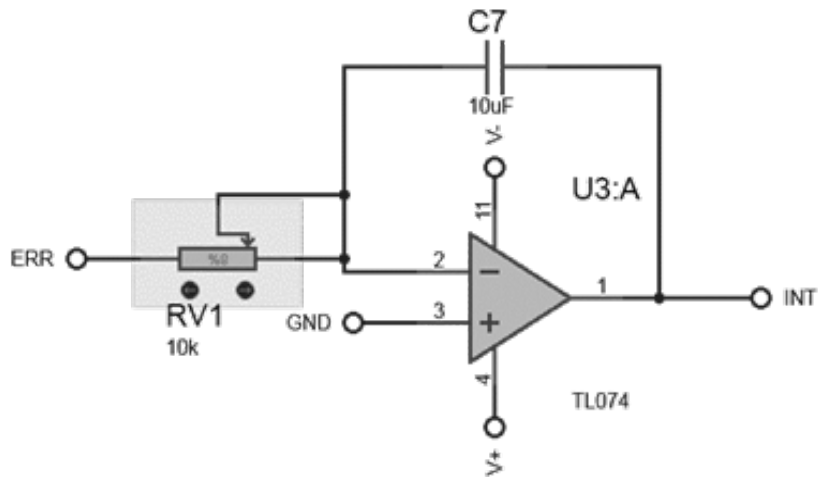


Figura 9 Ganancia integral proporcional a la posición.
Fuente: Propia.

La Ganancia Derivativa proporcional está dada a la posición del potenciómetro RV2

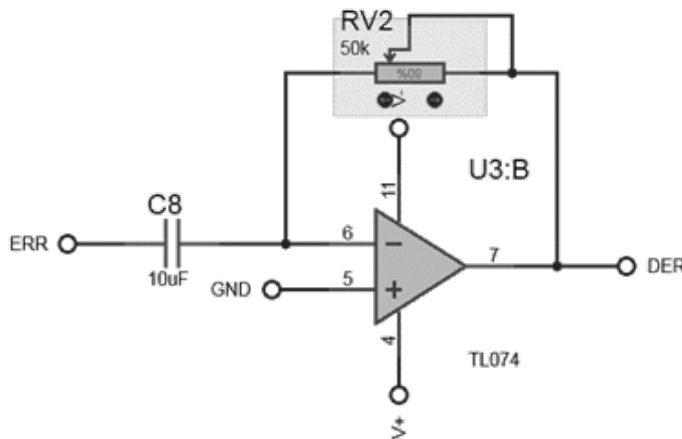


Figura 10 Ganancia derivativa proporcional a la posición del pot. RV2.
Fuente: Propia.

Circuito sumador de las acciones de control, este circuito permite sumar la entrada de las señales Proporcional, Integral y Derivativa, dando así por medio de V_{ctrl} la temperatura censada con el sensor LM35

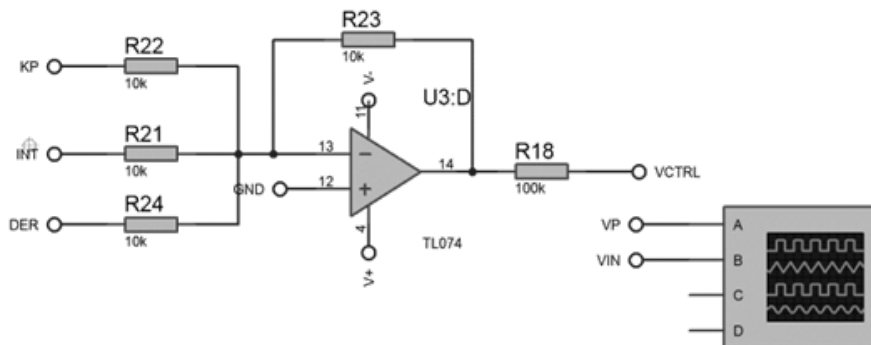


Figura 11 Sumador de las acciones de control. Fuente: Propia

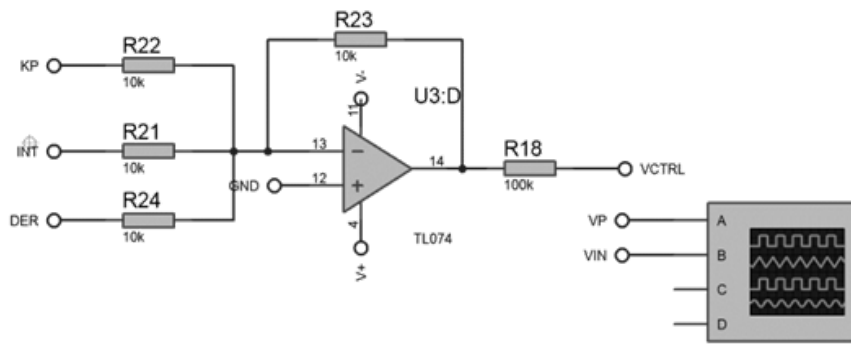


Figura 12 Curva de respuesta en S con base a simulación. Fuente: Propia.

Respuesta del Sistema sin control, en configuración de lazo abierto. Podemos observar que la respuesta del Sistema térmico es bastante lenta, llegando incluso a los 40 segundos antes de que esta misma entregue una señal estable, por lo que es viable insertar un control de retroalimentación para mejorar la respuesta de la misma en cuanto a tiempo y funcionamiento.

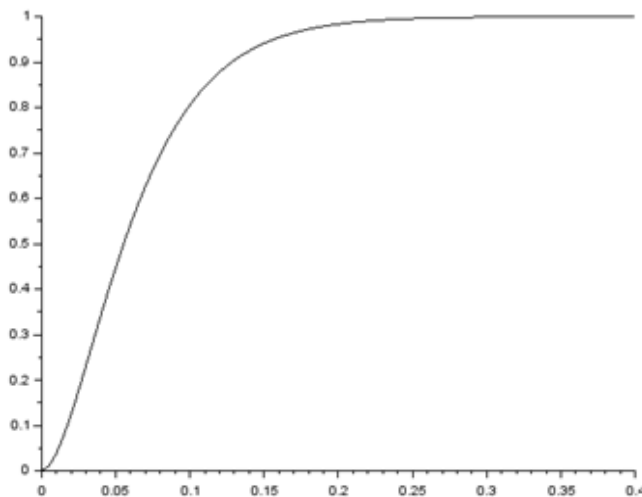


Figura 13 Diagrama de bloques del sistema sin control en lazo abierto. Fuente: Propia.

Acción de control

Sistema térmico sin control con retroalimentación unitaria. Se observa que no llega a la temperatura deseada tras pedir un grado de incremento.

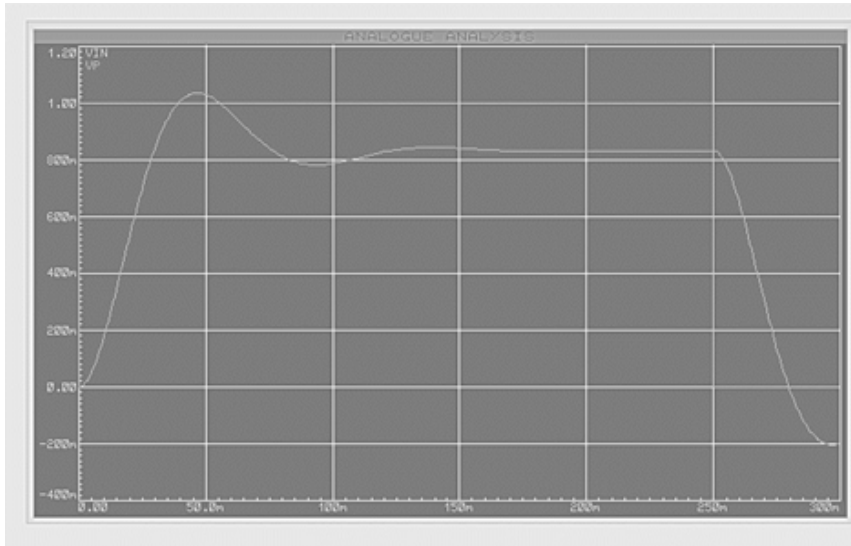


Figura 14 Curva de respuesta del sistema térmico sin control con retroalimentación unitaria.
Fuente: Propia.

Sistema térmico con control con retroalimentación unitaria. Se observa que el Sistema responde en un menor tiempo y llega a la temperatura deseada tras pedir un grado de incremento.

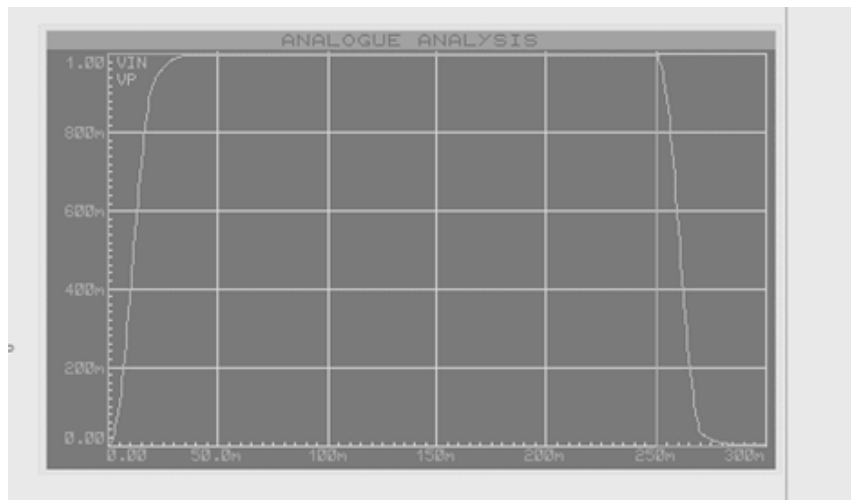


Figura 15 Curva de respuesta del sistema térmico con control y retroalimentación unitaria.
Fuente: Propia.

Conclusiones

- El desempeño del controlador mejora considerablemente el comportamiento del Sistema de térmico, se observa que responde mucho más rápido y alcanza la referencia deseada
- Hace falta incluir la etapa de potencia que interconecta al controlador con la Resistencia que es el elemento adicional que no provee de un control mucho más eficaz en el proceso
- La Resistencia por otra parte se alimenta de un Sistema fotovoltaico de paneles solares de tal manera que sigue siendo un dispositivo ecológico
- El control eficiente permite un mejor aprovechamiento de la energía, por lo que, un controlador on/off o el no tener control, se convierte en un desperdicio bastante considerable de energía, por lo que el desarrollo del controlador tiene una viabilidad indiscutible.

Discusión

- Se baraja la posibilidad de implementar un control digital mediante microcontrolador o microcomputadoras, pero una solución práctica y asequible es el control analógico aquí propuesto.
- En su contra el mayor problema es que es un controlador un tanto rígido dado que si se pretende utilizar en un modo distinto al dispositivo, es decir expandirlo, se tendría que rediseñar el control por completo, cosa que con los controles digitales solo hay que reprogramar.
- Hace falta realizar aun más pruebas en el prototipo para determinar efectivamente más allá de la respuesta de este, para asegurar completamente que esta siendo mas eficaz en el manejo de la energía

Agradecimientos

Agradezco al Tecnológico de San Martín Texmelucan, en especial al departamento de investigación por el apoyo prestado en el desarrollo de este proyecto, al profesor Erikssen Aquino Diaz, por su asesoría y guía en el desarrollo de este trabajo.

Referencias bibliográficas

- [1] C. Brook Roger. Drying Cereal Grains, (1991)
Department of Agricultural Engineering,
Michigan State University, East Lansing
Michigan.
- [2] Axtell, B. Drying Food for Profit: A guide for
small businesses. Londres, Gran bretaña.
- [3] Ogata, K. PID Controllers and modified
PID Controllers 5th Ed. Modern Control
Engineering
- [4] Sanchez, M. Et. Al. Universidad Tecnológica
del Sureste de Guanajuato. Desarrollo
de un prototipo de deshidratador solar
instrumentado. Junio, 2016.
- [5] Gonzales, Jorge. Et Al. Universidad Tecnologica
de Poreira. Sistema de monitoreo en tiempo
real de medición de temperatura. Abril, 2012.

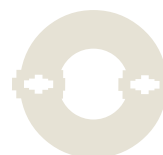


Desarrollo y manufactura de una alarma vecinal

San Martín, Crisostomo-Gregorio*, Sánchez, Sánchez-Ricardo,
Cortez, Calderón-Luis

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Camino a la Barranca de
Pesos S/N, San Lucas Atoyatenco, C.P. 74120, San Martín Texmelucan de Labastida,
Puebla.

* gregoriosmc0101@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Ante la reacción en cadena que se ha desarrollado por la crisis económica, ocasionada por la contingencia sanitaria producto de la propagación a nivel mundial del virus SARS-CoV-2, se ha notado un incremento en la incidencia de actos delictivos en el estado de Puebla, debido a que existe una correlación directa entre el desarrollo de la crisis económica y acciones criminógenas. Dicha problemática ha motivado el desarrollo del presente trabajo, pues el hacer uso de métodos alternativos para la prevención y combate contra actos delictivos es cada vez más frecuente, como lo es el uso de alarmas vecinales. Dicho dispositivo también es

el producto final de la presente investigación, obteniendo como resultado diferentes etapas, tanto de análisis, desarrollo y manufactura. Puesto que se han fabricado cinco placas de circuitos impresos (PCB), las cuales pertenecen a cinco módulos electrónicos que componen a una alarma vecinal automatizada. Estos son: dos fuentes de alimentación, un módulo de potencia, un módulo de procesamiento de información, un módulo de amplificación y reproducción de audio. Estos circuitos fueron realizados en el software Eagle 7.6.0, donde se crearon los diagramas esquemáticos y board para la fabricación de dichos dispositivos.

Palabras clave

Alarma, SARS-CoV-2, Crisis, Manufacturación.

Abstract

Faced with the chain reaction that has developed due to the economic crisis, caused by the health contingency resulting from the worldwide spread of the SARS-CoV-2 virus, an increase in the incidence of criminal acts has been noted in the state of Puebla since there is a direct correlation between the development of the economic crisis and criminogenic actions. This problematic situation has motivated the development of the present research because the use of neighborhood alarms has frequently increased as an alternative method against criminal acts. A neighborhood alarm is also the final product of the present research, with different stages like analysis, development, and manufacturing. In this last stage, five printed circuit boards (PCBs) have been manufactured, which belong to five electronic modules that make up an automated neighborhood alarm. There are two power supplies, a power module, an information processing module, audio amplification, and a reproduction module. These circuits were made in the Eagle 7.6.0 software, where the schematic and board diagrams were created for the manufacture of mentioned devices.

Keywords

Alarm, SARS-CoV-2, Crisis, Manufacturing.

Glosario de abreviaturas y símbolos

IoT, Internet Of Things.

SoC, System on a chip.

Introducción

Con la llegada de la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2, se ha desarrollado una crisis económica que ha tenido un impacto a nivel mundial, es por esto que como lo menciona el autor Mariano Ruiz Funes en su artículo “La Crisis Económica y la Delincuencia”, *“Las crisis económicas y en general todo fenómeno de crisis, tiene una obligada resonancia en la marcha criminal. Ya se trate de simples mutaciones, ya sea de cambios bruscos, la acción criminógena es notoria.”* [1]. Se puede afirmar que existe una correlación directa entre el aumento de actos violentos o delictivos y el desarrollo de una crisis económica, esto aunado a que México es considerado uno de los países con un alto índice de delincuencia, inseguridad, violencia y corrupción. Posicionándolo como el tercer país más violento a nivel mundial [2] [3]. Ha traído como consecuencia una reacción en cadena que no hace más que aumentar exponencialmente en función al comportamiento de la contingencia sanitaria.

La problemática que se presenta a continuación, se trata principalmente de cómo es que se ve influenciado el comportamiento de los actos delictivos con mayores incidencias por la crisis económica. Debido a que al implementar el distanciamiento social en México, el estado de Puebla se vio sumergido en la crisis económica más severa registrada desde 1995 y que solo podría tener comparación con la vivida en 1930, de acuerdo a los indicadores establecidos por el ITAEE [4]. Además de acuerdo a estudios realizados por el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) durante los años 2020 y 2021 no ha sido posible recuperar 32 mil 120 empleos formales que se tenían antes del inicio de la emergencia sanitaria en marzo del 2020 y debido a que la información se encuentra desactualizada no contemplan el impacto de la segunda suspensión de actividades no esenciales. Es por esto que las estadísticas proporcionadas por el INEGI confirman la gravedad del decrecimiento económico que enfrenta el estado de Puebla, el cual cerró 2020 con una contracción en el producto interno bruto (PIB) del 13.8 por ciento [4]. Tomando en cuenta los datos proporcionados por la Fiscalía General del Estado de Puebla, los cuales indican que las incidencias delictivas se han duplicado solo en el primer trimestre del año 2021 en comparación con el segundo, tercer y cuarto trimestre de año 2020, siendo los delitos contra el patrimonio los que mayor incidencia delictiva tienen [5].

Por lo cual se ha llevado a concluir que existe una relación directa entre el desarrollo de la crisis económica ocasionada por la contingencia sanitaria y el aumento de incidencias delictivas siendo el robo a casa habitación y asalto a mano armada a transeúntes dentro de un área específica los delitos que se cometen con mayor frecuencia.

Es por esto que se han desarrollado diversas soluciones a la problemática que se describe anteriormente. Dando como resultado que en diferentes estados se han desarrollado diversos métodos para contrarrestar y prevenir actos delictivos. Como lo es el caso de las alarmas vecinales en el estado de Puebla, cuyo objetivo es el de alertar a los integrantes de una comunidad de alguna actividad delictiva, ya que al tratarse de un elemento electromecánico que se activa de manera manual o remota a través de un control inalámbrico. Este genera algún sonido o luz indicadora que avisa a las personas que se está llevando a cabo un robo. Sin embargo, este proceso puede llegar a comprometer la vida de las personas además de comprometer su salud, ya que el promover el contacto con un dispositivo el cual es manipulado por múltiples usuarios además de reunirse para informarse de los sucesos ocasionando una amplia aglomeración de personas, rompe las condiciones impuestas por la nueva normalidad. Por lo cual, como solución a esta problemática que pone en riesgo tanto a los individuos como su propia salud, se propone la automatización de este tipo de alarmas, a través del diseño y manufactura de todos los módulos electrónicos que ayuden a la mejora de esta encomienda, pues además de realizar innovaciones en la estructura del dispositivo que comúnmente es empleada, se hace uso de las nuevas tecnologías que actualmente son tendencia, como lo es el Internet de las cosas o IoT por sus siglas en inglés.

Puesto que, desde el año 2012 hasta la fecha, en el estado de Puebla, este tipo de delitos ha aumentado un 33 % [6]. Representando con ello una tasa de 12, 401 por cada 100, 000 habitantes [6] [7]. Con respecto a la percepción sobre la seguridad pública en lugares específicos del estado de Puebla, se muestra que el 81.0 % de la población se siente insegura en la calle [7]; y el 23.8 % se siente inseguro en su casa [3].

Por lo cual, la seguridad pública no se da abasto con este tipo de delitos y casos, provocando que las personas afectadas se organicen entre ellas para no ser víctimas de este tipo de crímenes. En la mayoría de los casos, a este tipo de personas se les llama vecinos vigilantes o comités vecinales [8] [9], los cuales usan o se apoyan de diversos medios para poder prevenir el delito. Con ello, se emplea el dispositivo llamado alarma vecinal [8] [9].

Materiales y métodos

A continuación, se presentan los métodos empleados para la solución de la problemática inicial, la cual se fundamenta en la innovación de una alarma vecinal a través del diseño y manufactura de módulos electrónicos. También se ha desarrollado el firmware necesario para la correcta operatividad del dispositivo, además de implementar las arquitecturas necesarias para establecer la innovación en función a las alarmas vecinales tradicionales. Como se muestra en la siguiente imagen:

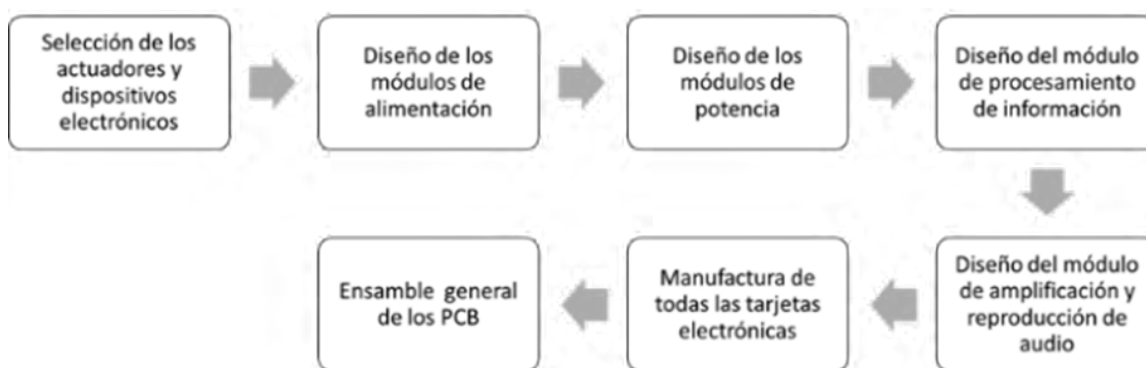


Figura 1. Metodología de la Solución PCB

Como se pudo apreciar en la **Fig. 1**, se mostró la metodología general para el diseño y manufactura de cinco módulos electrónicos que permitió la automatización de una alarma vecinal convencional.

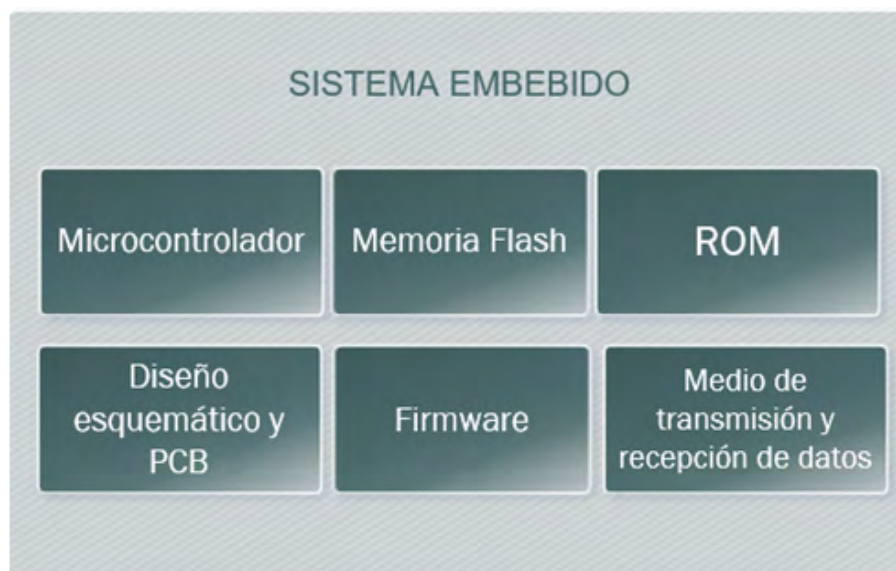


Figura 2. Arquitectura implementada para el desarrollo del sistema embebido

En paralelo al diseño y manufactura, también se desarrolló el firmware necesario para que el dispositivo pueda funcionar de manera correcta ya que, al tratarse de un sistema embebido, tanto hardware como software deben funcionar en sinergia para que el dispositivo opere de manera correcta. Por lo cual lo primero que se realizó fue la selección de los dispositivos electrónicos, así como los actuadores que se van a usar para este proyecto. Esta información se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 1. Relación voltaje-corriente de dispositivos electrónicos y actuadores.

Cantidad	Componente	V	I	I Total
1	Sirena	12 VCD	800 mA	800 mA
1	Torreta	12 VCD	800 mA	800 mA
1	SIM800C	5 VCD	2 A	2 A
2	ATMega328P	5 VCD	50 mA	45 mA
1	Amplificador TDA7297	± 12 VCD	2 A	2 A
1	Reproductor MP3 DFPlayer Mini	5 VCD	30 mA	20 mA
4	Relevadores	5 VCD	80 mA	320 mA

Con base a la información obtenida de la **Tabla 1**, se procedió a realizar el diseño de los módulos de alimentación. Puesto que, con los datos anteriores, se obtuvo los niveles de voltaje y corriente máxima de consumo de todos los dispositivos electrónicos y actuadores necesarios. Se diseñó la etapa de alimentación, donde se implementó dos fuentes de voltaje, que garantizaron el correcto funcionamiento de los circuitos.

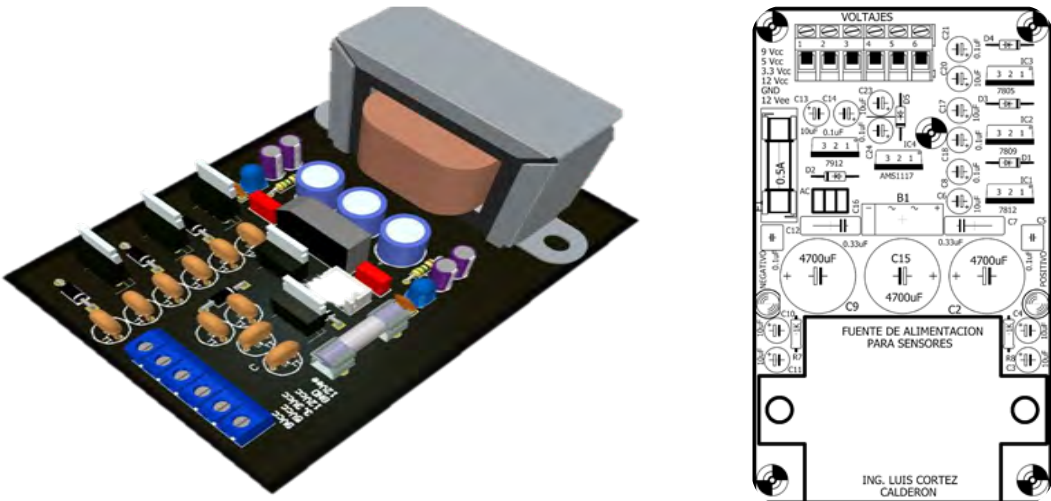


Figura 3. Fuente de alimentación simétrica

En la **Fig. 3**, se muestra el resultado del diseño de la etapa de alimentación, donde se implementó dos fuentes de voltaje, que garantizaron el correcto funcionamiento de los circuitos.

Una vez que se generaron los módulos de alimentación, se procedió a diseñar las etapas de potencia. Las cuales se realizaron en función de los actuadores empleados, así como la interacción entre la etapa de amplificación y procesamiento de datos. Destacando que un módulo fue diseñado especialmente para accionar los actuadores (torreta y sirena), y el otro fue hecho para conmutar la etapa de amplificación de audio estimulada por una señal proveniente del módulo de procesamiento.

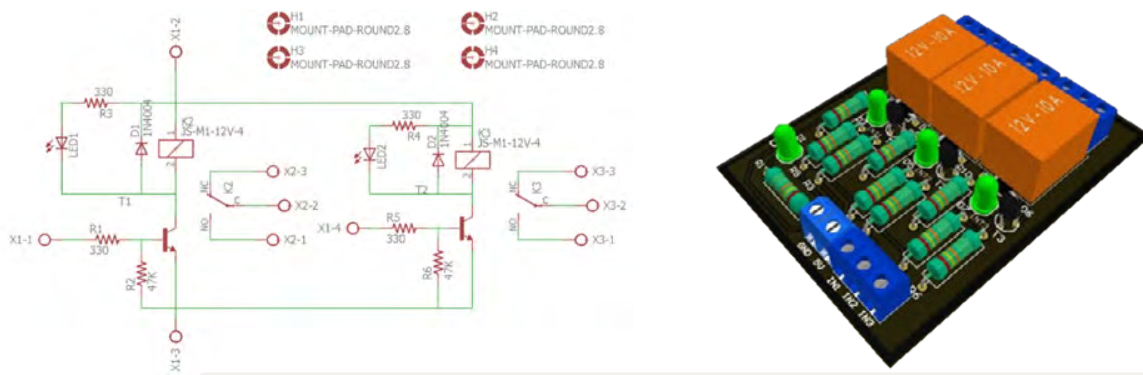


Figura 4. Módulo de potencia

Como se pudo ver en la **Fig. 4**, se mostró las conexiones de la etapa de potencia, la cual se constituyó básicamente por un circuito de accionamiento a través de cuatro transistores y cuatro relevadores de 5 VCD. Para que, de esta forma, la señal enviada desde el módulo de procesamiento sea mínima para conmutar la sirena, torreta y la amplificación de audio. Hecho lo anterior, se procedió a trazar las pistas del circuito impreso, por medio de la aplicación de las normas IPC.

Dicho módulo es el encargado de activar los actuadores y al sistema de amplificación de audio. Hecho lo anterior, se procedió a realizar el diseño del módulo de procesamiento de información. El cual está conformado bajo la estructura de un dispositivo SoC (System On a Chip), el cual está conformado por una unidad de procesamiento, unidades de almacenamiento, medios físicos o inalámbricos de conexión, un firmware dedicado al dispositivo y un encapsulado de todos los componentes mediante una PCB. La interacción que tuvieron estos dos dispositivos, permitió el correcto procesamiento de los datos, para así poder activar la etapa de potencia y a los actuadores.

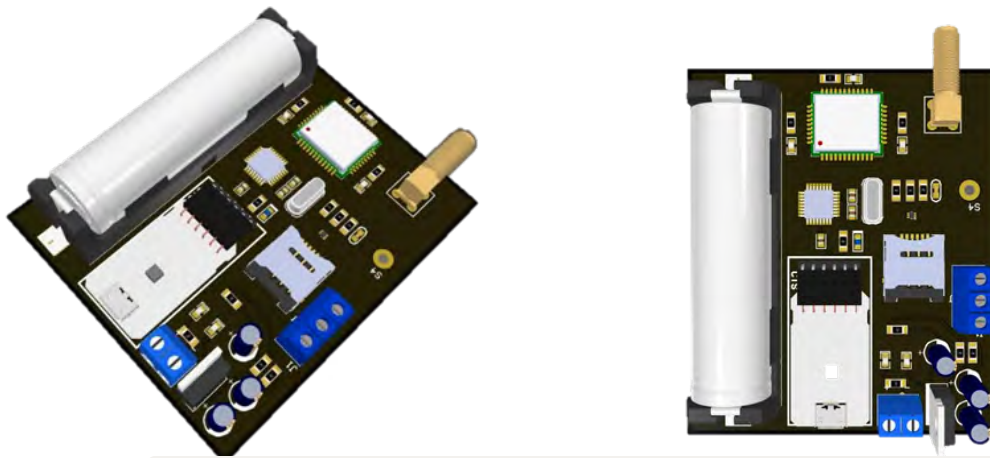


Figura 5. Unidad de control central SoC

En la **Fig. 5**, se muestra el diseño final de la etapa de procesamiento de información, la cual apoyó en todo el proceso lógico para la automatización e interconexión hacia al exterior de la alarma vecinal. Para finalizar la sección de diseños de PCB, se realizó el último módulo que integra a este proyecto, el cual fue la etapa de amplificación y reproducción de audio. Este se muestra a continuación:

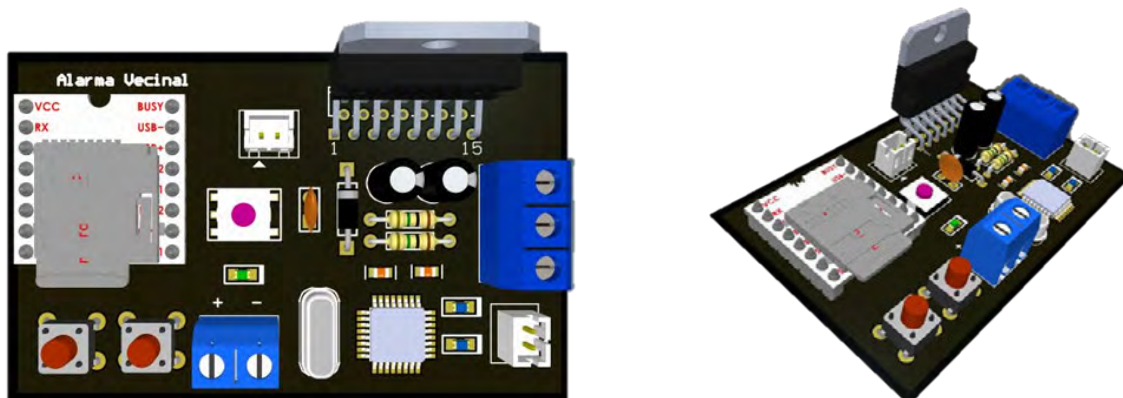


Figura 6. Módulo amplificador

Como se pudo observar en la **Fig. 6**, se hizo la sinergia entre un microcontrolador ATmega328p, un reproductor DFPlayer Mini y un amplificador TDA7297. Los cuales permitieron modificar los tonos de la sirena, así como la potencia del audio de salida.

Con esto se presentó la culminación del último módulo que conforma a esta serie de diseños de circuitos electrónicos, realizados en el software Eagle 7.6.0. El cual permitió desarrollar cada uno de ellos para su manufactura e implementación en la automatización de una alarma vecinal.

Es importante considerar que el diseño que se describe durante el presente documento es una tercera versión del proyecto que se realizó, debido a que en etapas anteriores se han desarrollado tanto modelos en bruto con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de los dispositivos, como pruebas de concepto las cuales fueron desarrolladas con módulos comerciales. Pues si bien en algunos casos se continúan utilizando, es con el único propósito de reducir costos, ya que uno de los objetivos de la presente investigación es desarrollar módulos que sean completamente de autoría propia. En las imágenes que se presentan a continuación se muestra la prueba de concepto y el último prototipo desarrollado, con el propósito de tener un punto de referencia para poder cuantificar el avance de la investigación.



Figura 7. Prueba de concepto vs Prototipo Final

Resultados

Como se pudo observar en la **Fig. 7**, se muestra el resultado final de esta metodología, representado por la sinergia de los cinco módulos electrónicos que componen a este proyecto. Los cuales fueron: dos fuentes de voltaje con diferentes salidas fijas a 3 amperes, una etapa de potencia para el accionamiento de actuadores, un módulo de procesamiento de información para la automatización de la alarma, y por último una etapa de amplificación y reproducción de audio.

Cabe destacar que, en este ensamble electrónico, se separaron y distribuyeron los módulos de acuerdo a su funcionamiento y al tipo de señal que manejan. Para así evitar perturbaciones y pérdidas de señal, que puedan comprometer el funcionamiento de la alarma. Por lo cual en la parte inferior se colocó la etapa de reducción de voltaje, por medio del uso de transformadores eléctricos monofásicos

de corriente alterna. Posteriormente se colocaron las fases de rectificación, filtrado y regulación de voltaje, a través de dos fuentes de alimentación. En seguida se ubicó las etapas de potencia para la activación de los periféricos. Inmediatamente se colocó el módulo de amplificación y reproducción de audio. Y por último, en la parte superior, se instaló el sistema correspondiente al procesamiento de información.

Discusión de resultados

El desarrollo y la automatización de una alarma vecinal, mediante la integración del hardware antes descrito son de suma importancia. Puesto que es una alternativa innovadora y necesaria que puede ayudar a la prevención de delitos, como robo a casa-habitación o asaltos a transeúntes, delitos de los cuales como se ha mencionado anteriormente se han aumentado drásticamente el número de incidencias, debido a la crisis económica ocasionada por la contingencia sanitaria. Puesto que su robustez, diseño y manufactura electrónica, le permitirá trabajar largas jornadas sin interrupciones a bajos costos. Sin mencionar, que a diferencia de los demás sistemas existentes, este prototipo no es limitativo, ni manual, ni mucho menos complejo. Ya que otros sistemas parecidos a este, solo dejan que uno o dos usuarios puedan activar o desactivar la alarma implicando contacto con el mismo medio físico, lo cual rompe totalmente las normas impuestas por la nueva normalidad. Además de que es muy común tener problemas con la activación a distancia, debido al mecanismo que en ellas emplean. También, que todas y cada una de estas alarmas, solo poseen un tono pregrabado para dar aviso de un delito de manera general. En comparación, esta alarma vecinal desarrollada, gracias al módulo de amplificación y reproducción de audio, puede personalizar el tono, alertando de cuál es el suceso delictivo que se está llevando a cabo evitando así reuniones y aglomeraciones dentro de una zona específica para poder informarse de los sucesos. Sin mencionar que puede amplificar la salida del sonido, provocando que esta sea escuchada a mayor distancia. Un dato importante a mencionar, es que todos sus componentes, así como su proceso de fabricación son disponibles y accesibles en caso de avería o mantenimiento. Provocando que esta alarma tenga muchas más ventajas, en comparación con otros dispositivos de esta índole.

Conclusiones

A través de la segmentación de la problemática inicial, la cual es fácil perder de vista, debido a una relación indirecta con las problemáticas a solventar que han sido prioridad en 2020 y 2021, se pudo crear las bases de hardware para la automatización de una alarma vecinal. Por medio de la integración de diversos módulos electrónicos que permitirán mejorar y optimizar las alarmas ya existentes. Con esto se pretende crear una innovación diferente a los demás, para poder brindar un apoyo a la prevención del delito. Puesto que a nivel mundial, nacional y estatal, debido a la crisis económica ocasionada por la contingencia sanitaria, se ha notado un drástico incremento en diversos problemas sociales y económicos que provocan que la delincuencia siga en aumento. Es por ello el sentido de este proyecto, que es darle los medios tecnológicos a la ciudadanía para que los usen para su protección personal. Ya que la tecnología y sus nuevas vertientes son para darle solución a problemas de este tipo.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Como se ha descrito a lo largo del presente documento y como se puede observar en la **Fig. 7**, el propósito de la investigación desarrollada es llegar a un prototipo final, el cual cumpla con todas las características necesarias para dar solución a la problemática propuesta, pues ha sido un proceso el cual está compuesto por diversas etapas en las cuales se ha desarrollado y fabricado un producto final con el propósito de encontrar posibles fallos u oportunidades de mejora.

Referencias bibliográficas

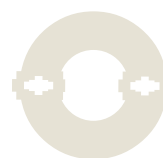
- [1] M. R. Funes, «Las Crisis Económicas y la Delincuencia,» *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 15, pp. 391-397, 1953.
- [2] UNAM, «México el tercer país más peligroso del mundo», UNAM Global, [En línea]. Disponible en: <https://unamglobal.unam.mx/mexico-el-tercer-pais-mas-peligroso-del-mundo/>. [Último acceso: 26 Abril 2021].
- [3] D. B.-O. P. Martínez-Lanz, «Factores de riesgo asociados a la delincuencia masculina en México,» *Un estudio a reclusos de un centro de readaptación social varonil*, pp. 359-377, 2012.
- [4] INEGI, «Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAEE),» INEGI, 26 Enero de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/itaee/>. [Último acceso: 26 Marzo 2021].
- [5] Fiscalía General del Estado de Puebla, «Incidencia delictiva del fuero común enero-marzo 2021,» 01 Enero 2021. [En línea]. Disponible en: <https://fiscalia.Puebla.gob.mx/index.php/informacion-socialmente-util/incidencia-delictiva-por-municipio>. [Último acceso: 27 Abril 2021].
- [6] P. Resultados, «Encuesta Nacional de Victimización y percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2019,» 2019.
- [7] G. Mohar, «La inseguridad y la violencia en México Algunas premisas, preguntas y escenarios a corto plazo,» pp. 1-24, 2019.
- [8] U. D. E. L. Bío-bío F. D. E. C. Empresariales, N. Contreras, «Alarma Vecinal».
- [9] L. C. a. J. Lopez, «Prevención del delito y tecnología: La instalación de cámaras de videovigilancia y alarmas como medida de protección de los hogares en México,» pp. 159-186.
- [10] IMSS, «Personas que han perdido su empleo durante la emergencia sanitaria pueden tramitar Retiro Parcial por Desempleo: IMSS,» Gobierno de México, [En línea]. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202101/006>. [Último acceso: 26 Marzo 2021].

Desarrollo de algoritmo de visión artificial para identificar la posición del pantalón de mezclilla, utilizando la librería de OpenCv para Python

^aHernandez, De Jesus-Ana Laura*, ^aCarrasco, Araoz-Alfredo

^aInstituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N Aire Libre Teziutlán, Puebla, C.P. 73960.

*webmaster@itsteziutlan.edu.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

El presente trabajo tiene como principal objetivo la implementación de una red neuronal artificial capaz de realizar la predicción de la posición de un pantalón de mezclilla exclusivo para hombre. Está tiene como tarea obtener las características y patrones para poder distinguir y predecir correctamente la postura del pantalón de mezclilla ya que es durante el proceso de aplicación del permanganato de potasio que se encontró el problema en los trabajadores que realizan esta labor que presentan síntomas y enfermedades por respirar el permanganato de potasio durante mucho tiempo, para reparar dicho problema se presenta un algoritmo computacional

utilizando técnicas de visión artificial con la finalidad de identificar la postura en la que se encuentra un pantalón de mezclilla para llevar a cabo el proceso de aplicación de permanganato de potasio hacia la decoloración en pantalones de Mezclilla en el modelo de diseño más común para hombres que tiene la marca Levi's con el fin de semi automatizar el proceso obteniendo mayor productividad y disminuir afectaciones en la salud al operario a través de la aspersión. Para su solución se propone una base teórica del aprendizaje automático, centrándose en aprendizaje profundo, y en redes neuronales convolucionales, especialmente útiles en la clasificación de imágenes.

Abstract

The main objective of this work is the implementation of an artificial neural network capable of predicting the position of exclusive jean pants for men.

The task is obtaining the characteristics and patterns to correctly distinguish and predict the position of the denim pants.

This process involves the application of potassium permanganate as a result workers who carry out this work present symptoms and diseases due to breathing this material for a long time. To repair this problem, a computational algorithm is presented using artificial vision techniques to identify the position in which a denim pant is located to carry out the process of applying Potassium permanganate t in the most common denim pants models for men that has Levi's brand.

Another objective is to semi-automate the process by obtaining greater productivity and reducing health effects to the operator through spraying.

For its solution, a theoretical basis of machine learning is proposed, focusing on deep learning and convolutional networks, especially useful in the classification of images.

Keywords

Convolutional Networks, Artificial vision

Glosario de abreviaturas y símbolos

KMnO₄.– Permanganato de Potasio es un compuesto químico formado por iones de potasio y permanganato. Es un fuerte agente oxidante.

Redes Convolucionales. Es un tipo especializado de red neuronal para el procesamiento de datos que tiene una topología conocida, parecida a una matriz bidimensional. El objetivo de las redes neuronales convolucionales es tomar imágenes sin procesar en la capa de entrada para luego obtener una correcta clasificación en la capa de salida.

Visión Artificial. Es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina [1].

Introducción

El propósito de la visión artificial consiste en desarrollar métodos y técnicas basadas en algoritmos programables que permitan a una computadora reconocer elementos del entorno real a través de imágenes, extraer información de estas para su posterior estudio, análisis de comportamiento, clasificación o reconstrucción de situaciones.

Rocha, Hauagge, Wainer, & Goldenstein (2010) explican en su trabajo clasificación automática de frutas y verduras a partir de imágenes (Automatic fruit and vegetable classification from images) que las tareas de reconocimiento facial, dactilar, categorización de imágenes y secuencias de ADN tienen un gran número de clases y propiedades a considerar, utilizar un descriptor de una sola característica es bastante difícil lo cual hace obligatorio el uso de varias características para garantizar la efectividad de la tarea de clasificación haciendo que se requieren más datos de entrenamiento para los sistemas. El trabajo se desarrolló utilizando la tarea de categorización de frutas y verduras de varias clases en un entorno semi controlado como en un supermercado. El documento presenta un enfoque combinando varios atributos y clasificadores haciendo que se necesiten menos datos de entrenamiento. Los resultados mostraron que la solución podría reducir hasta en 15 % el error de clasificación.

Miranda (2018) propone una metodología utilizando técnicas de visión por computadora para la clasificación de naranjas, describe los pasos del desarrollo empezando por la adquisición de imágenes, procesamiento, extracción de características y clasificación donde esta última etapa hace una evaluación de 2 modos: clasificación según el umbral y la clasificación por aprendizaje automático. El trabajo también habla acerca de pasos para la detección de defectos con la creación de banco de imágenes, generación de datos de aprendizaje y evaluaciones de frutas utilizando el algoritmo KNN.

Montoya, Cortés, & Chaves (2014) presentan el desarrollo de un sistema capaz de identificar una fruta dentro de un conjunto ya seleccionado en una base de datos utilizando técnicas de visión por computador. El trabajo realiza comparaciones entre los clasificadores K-NN y bayesiano, comparaciones de resultados en los modelos de color RGB y HSV utilizando características como el tamaño y las formas que tienen las respectivas frutas. La investigación dió como resultado el diseño de

una báscula donde se clasifica la fruta arrojando resultados igual al 90 % en las pruebas realizadas [2].

En las últimas décadas también existe una tendencia al crecimiento en lo que se refiere a la industria textil y especialmente en la confección de los pantalones con infinidad de variedad de modelos colores y calidades de fibras textiles la misma que está profundamente ligada con la moda, lo cual ha incidido en mejorar su calidad y presentación como en las medidas de prevención de sus trabajadores y sus riesgos especialmente en lo referente al manejo de sustancias químicas utilizadas en los pigmentos para el lavado y tinturado de estas prendas de vestir.

El permanganato de potasio es corrosivo y en soluciones concentradas puede quemar la piel. La aplicación de permanganato de potasio en repetidas ocasiones también puede conducir a la irritación de la piel y quemaduras, ingestión y en algunos casos provocar cáncer a los empleados que trabajan en el área de tinción de pantalones.

El desarrollo del presente proyecto permitirá mejorar las condiciones laborales y sobre todo el desempeño laboral de los trabajadores y beneficia a la empresa obteniendo optimizaciones en sus procesos de bajo costo, evitando así los accidentes y enfermedades laborales que se producen a casus de la aspersion del permanganato de potasio en los pantalones, trabajando con técnicas de visión artificial empleada para obtener la información visual del entorno físico para el entrenamiento de redes neuronales y extraer características visuales relevantes.

Las redes neuronales ofrecen la posibilidad de disponer de un modelo dinámico y no estático, gracias al aprendizaje que la red va teniendo a través del entrenamiento y aplicación, lo cual estaría potenciado con la utilización de un algoritmo en este proceso de entrenamiento y aplicación de la red.

Materiales y métodos

- Se realiza la instalación del Software Anaconda que es una distribución de Python de código abierto, ampliamente utilizado debido a su facilidad para la instalación y control de los paquetes de software. [3]
- El lenguaje de programación a utilizar es Python, el cual está orientado a objetos e interpretado, es decir, el código se ejecuta línea a línea por un intérprete. Además, es un lenguaje indexado que hace que sea muy legible

por el usuario. Este lenguaje fue creado por Guido van Rossum a finales de los años ochenta.

- Se agrega la instalación e importación a Python de TensorFlow mediante el software Anaconda, este es una plataforma de código abierto dedicado al aprendizaje automático. Permite a la comunidad herramientas, bibliotecas y recursos que permiten desarrollar aplicaciones basadas en el aprendizaje automático. [4]
- Nuevamente con ayuda del software Anaconda instalación e importamos Keras a Python, Keras es una API de alto nivel destinada a redes neuronales, capaz de ejecutarse sobre TensorFlow o Theano. Keras contiene múltiples implementaciones de los bloques de las redes neuronales.
- Una librería muy utilizada en el lenguaje de programación es OpenCv, es una librería open source de visión por computador, análisis de imagen y aprendizaje automático. Para ello dispone de infinidad de algoritmos que permiten, con solo escribir unas pocas líneas de código, identificar rostros, reconocer objetos, clasificarlos, detectar movimientos.

Diagrama de Flujo

Para iniciar con la construcción del algoritmo de clasificación de las imágenes aplicando visión artificial fue necesario emplear el diseño de un diagrama para conocer las instrucciones a seguir de manera ordenada.

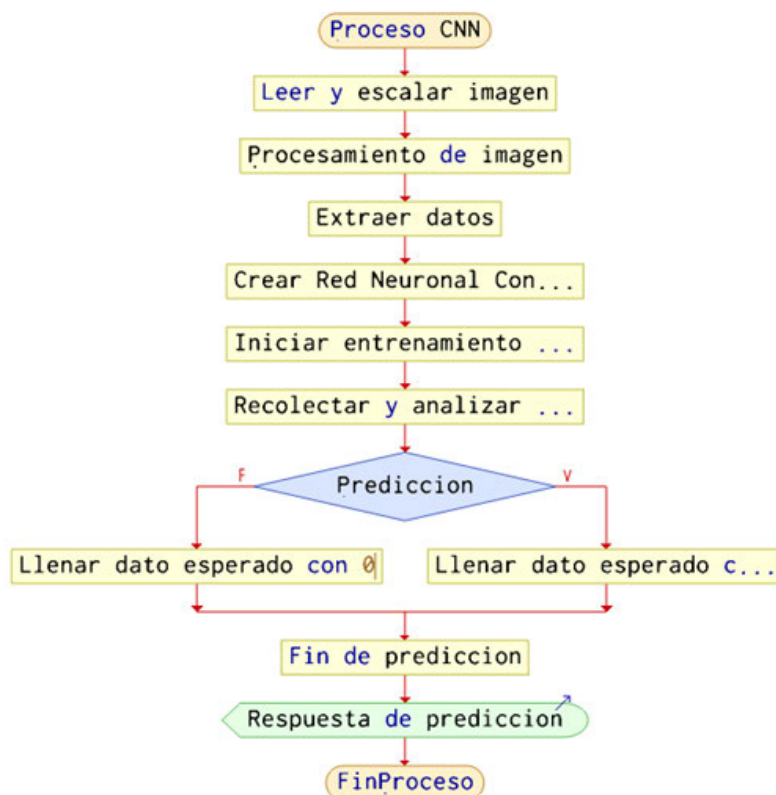


Figura 1 Diagrama de flujo donde se especifican los pasos a seguir para realizar el programa.

Elaboración: Ana Laura
Hernandez de Jesus

Fuente: Propia elaborada
a base de un diseño de trabajo.

Primera parte del Código

```

import sys
import os #carpetas para movernos en nuestro sistema operativo
from tensorflow.python.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator #Procesar
imágenes para entrenar a nuestro algoritmo
from tensorflow.python.keras import optimizers #Procesador para entrenar algoritmo
from tensorflow.python.keras.models import Sequential ##redes neuronales secuenciales
from tensorflow.python.keras.layers import Dropout, Flatten, Dense, Activation
from tensorflow.python.keras.layers import Convolution2D, MaxPooling2D #Capas de
convolucional
from tensorflow.python.keras import backend as K #Comenzar el entrenamiento desde cero.

K.clear_session ()

data_entrenamiento = '\data\entrenamiento'
data_validacion = '\data\validacion'
#parámetros
epocas = 20
longitud, altura = 150, 150 #tamaño de procesamiento de imágenes
batch_size = 32 #tamaño de datos que pasan por la red
pasos = 1000 #número de veces que se procesa la información en cada una de las clases
validation_steps = 300 # números de veces que se van a correr los datos procesados de información
filtrosConv1 = 32 #filtros de convolución con su profundidad de 32
filtrosConv2 = 64 #filtros de convolución con su profundidad de 64
tamano_filtro1 = (3, 3)
tamano_filtro2 = (2, 2)
tamano_pool = (2, 2) #tamaño del filtro que vamos a utilizar en el max pooling
clases = 2 #número de clases del programa
sgd = 0.0004 #machine learning para ajustar la red
#Pre Procesamiento de nuestras imágenes

entrenamiento_datagen = ImageDataGenerator (
rescale= 1. / 255, #prescaler de 0 a 1
shear_range= 0.2, #como debe aprender a leer imágenes
zoom_range= 0.2, #a veces hará zoom a la imagen para verificar
horizontal_flip= True) #cómo debe aprender a distinguir direccionalidad la red

test_datagen = ImageDataGenerator (rescale= 1. / 255) #pre procesamiento de la carpeta de validacion
a un prescaler de imagen de 0 a 1
entrenamiento_generador = entrenamiento_datagen.flow_from_directory (
data_entrenamiento,
target_size=(altura, longitud),
batch_size=batch_size,
class_mode='categorical') #Entrará el directorio de entrenamiento abrirá todas las carpetas, las procesa y
hará una clasificación categórica

validacion_generador = test_datagen.flow_from_directory (
data_validacion,

```

```

target_size=(altura, longitud),
batch_size=batch_size,
class_mode='categorical') ##Entrará el directorio abrirá todas las carpetas, las procesará
#crear red neuronal CNN
cnn = Sequential () #red secuencial
cnn.add (
Convolution2D (filtrosConv1, tamano_filtro1, padding="same", input_shape=(longitud, altura,
3), activation='relu'))

cnn.add (MaxPooling2D (pool_size=tamano_pool)) #Primera capa convolución(32 filtro), que hará el
filtro, tamaño de imagen, función de activación de relu y se añade una capa siguiente
cnn.add (Convolution2D (filtrosConv2, tamano_filtro2, padding="same")) #Segunda capa
convolucional

cnn.add (MaxPooling2D (pool_size=tamano_pool)) #Segunda capa seguida con el Max Pooling
cnn.add(Flatten ()) #Nos ayuda a tener una sola dimensión de la imagen
cnn.add(Dense (256, activation='relu')) #capa formal donde se le conectan 256 neuronales con activación
relu
cnn.add(Dropout (0.5)) #capa densa se le apaga un 50 % de las neuronas para evitar sobre ajustar la
clasificación de imágenes
cnn.add(Dense (clases, activation='softmax')) #capa densa, que nos ayuda a decidir qué posibilidad de
clasificación sea correcta

cnn.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='sgd', metrics=['accuracy'])
#parámetros para optimizar el algoritmo, que durante su entrenamiento tenga mayor probabilidad de predecir
cnn.summary() #
cnn.fit_generator(
entrenamiento_generador,
steps_per_epoch=pasos,
epochs=epocas,
validation_data=validacion_generador,
validation_steps=validation_steps) #entrena la red neuronal con las imágenes de entrenamiento
target_dir = 'C:\imagenesMaiz\pantalones\modelo' #Crea una carpeta modelo donde almacenara los
datos generados por la red
if not os.path.exists(target_dir):#
os.mkdir(target_dir) #sino existe la carpeta va a crearla
cnn.save('C:\imagenesMaiz\pantalones\modelo\modelo.h5') #Guarda la estructura de los modelos
entrenados
cnn.save_weights('C:\imagenesMaiz\pantalones\modelo\pesos.h5') #guarda los pesos de los
modelos entrenados.
á una clasificación categórica

```

Segunda parte del Código

```
import cv2
```

```
#Iniciamos la cámara
```

```
captura = cv2.VideoCapture(0)
```

```
while (1):
```

```
#Capturamos una imagen y la convertimos de RGB -> HSV
```

```
_, imagen = captura.read()
```

```
cv2.imshow('Camara', imagen)
```

```
cv2.imwrite('Foto.png', imagen)
```

```
#con la tecla 'q' salimos del programa
```

```
if cv2.waitKey(0) & 0xFF == ord('q'):
```

```
break
```

```
captura.release() #librerías para desactivar la cámara
```

```
cv2.destroyAllWindows()
```

```
import numpy as np
```

```
from keras.preprocessing.image import load_img, img_to_array
```

```
from tensorflow.keras.models import load_model
```

```
longitud, altura = 150, 150
```

```
modelo = 'C:\imagenesMaiz\pantalones\modelo\modelo.h5'
```

```
pesos_modelo = 'C:\imagenesMaiz\pantalones\modelo\pesos.h5'
```

```
cnn = load_model(modelo)
```

```
cnn.load_weights(pesos_modelo)
```

```
def predict(file):
```

```
x = load_img(file, target_size=(longitud, altura)) #cargamos en la variable por la imagen que  
queremos que prediga.
```

```
x = img_to_array(x) #convertimos en arreglo nuestra imagen
```

```
x = np.expand_dims(x, axis=0) #dimensión para procesar la imagen
```

```
arreglo = cnn.predict(x) #llamamos a la red para que pueda predecir la imagen correcta en el arreglo de  
dos dimensiones de 1 y 0
```

```
resultado = arreglo[0] #Requerimos trabajar con una dimensión 0 en donde contiene la información de la  
predicción
```

```
respuesta = np.argmax(resultado) #índice del valor más alto del resultado
```

```
if respuesta == 0: #toma de decisión con la lectura de dimensiones 0
```

```
print ("pred: Frontal") #impresión
```

```
elif respuesta == 1: #toma de decisión con la lectura de dimensiones 1
```

```
print ("pred: Posterior") #impresión
```

```
return respuesta
```

```
predict('pantalones\pnt.jpg') #predicción de la imagen que queremos analizar agregando la dirección
```


El algoritmo una vez que realiza el análisis de cada imagen, muestra la imagen en una ventana nueva, para posteriormente mostrar el resultado de la predicción de clasificación que hizo por cada imagen.

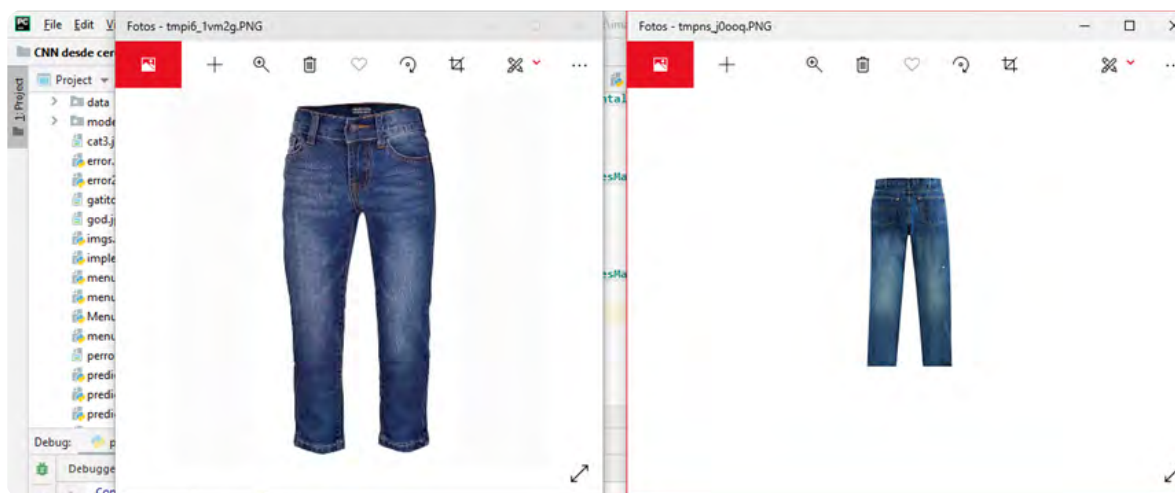


Figura 2 Resultados de clasificación de posición de pantalón con ejemplos de imágenes no capturadas en vivo.

Elaboración: Ana Laura Hernandez de Jesus.

Fuente: Datos del proyecto.

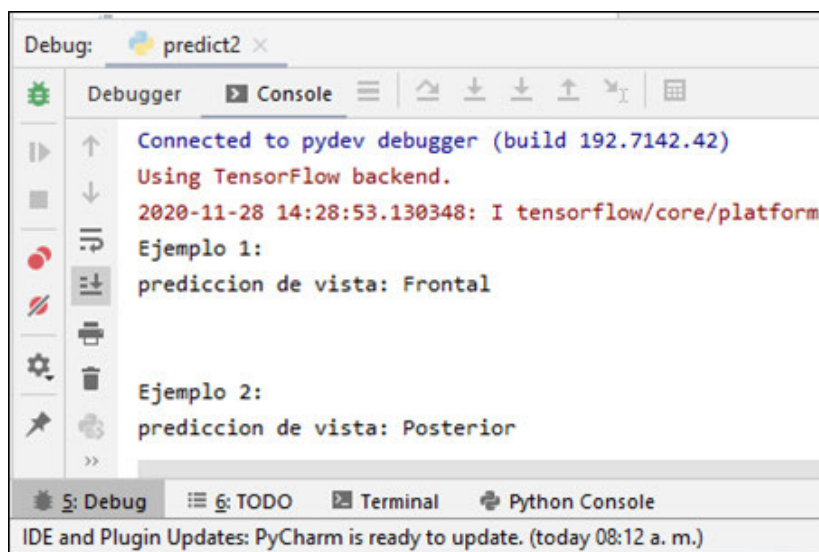


Figura 3 Imagen clasificada dependiendo de la predicción de clases de la primer imagen capturada en tiempo real.

Elaboración: Ana Laura Hernandez de Jesus.

Fuente: Datos del proyecto.



Figura 4 Primer imagen capturada en tiempo real y almacenada para ser procesada por la red.

Elaboración: Ana Laura Hernandez de Jesus.

Fuente: Datos del proyecto.

```

Connected to pydev debugger (build 192.7142.42)
Using TensorFlow backend.
2020-11-28 14:45:00.699086: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:142] Your CPU su
proporciona el nombre del archivo
C:\Users\ANA LAURA\PyCharmCE2019.2\config\scratches\foto.png
Archivo leído C:\Users\ANA LAURA\PyCharmCE2019.2\config\scratches\foto.png
prediccion: Frontal
Deseas mostrar otro archivo Si=0, No=1

```

Figura 5 Imagen clasificada dependiendo de la predicción de clases de la primer imagen capturada en tiempo real.

Elaboración: Ana Laura Hernandez de Jesus.

Fuente: Datos del proyecto.



Figura 6 Segunda imagen capturada en tiempo real para ser procesada.

Elaboración: Ana Laura Hernandez de Jesus.

Fuente: Datos del proyecto.

```

0
proporciona el nombre del archivo
C:\Users\ANA LAURA\PyCharmCE2019.2\config\scratches\fotogra.png
Archivo leído C:\Users\ANA LAURA\PyCharmCE2019.2\config\scratches\fotogra.png
El proceso no tiene acceso al archivo porque est siendo utilizado por otro proceso.
C:\Users\ANALAU~1\AppData\Local\Temp\tmpgjkzck9.PNG
prediccion: Posterior
Deseas mostrar otro archivo Si=0, No=1

```

Figura 7 Resultado del análisis de clasificación de la predicción de la segunda imagen capturada en tiempo real.

Elaboración: Ana Laura Hernandez de Jesus.

Fuente: Datos del proyecto.

Como se observan en la **Figura 6** y **7** los resultados de la predicción de ambas imágenes, una con la ubicación de posición frontal y otra con la ubicación de posición trasera de un pantalón de mezclilla de hombre, el procesamiento de ambas imágenes fue evaluado correctamente en base a la lectura de datos que tiene cada una, logrando una eficiencia considerable de que el aprendizaje del entrenamiento de la red neuronal que se hizo dentro del algoritmo es el adecuado.

Conclusiones

La inteligencia se usa en miles de cosas dentro del área de la Ingeniería Mecatrónica por ejemplo, en un auto que se conduce solo y detecta los objetos en las carreteras; también está el reconocimiento facial en cámaras, control inteligente, modelado de materiales y materiales inteligentes, geomecánica y un sin fin de actividades, por lo que puede ameritar el logro de implementar las predicciones en la clasificación de imágenes de las dos posiciones frontal y trasera de los pantalones de mezclilla para hombres.

Por medio de la investigación realizada a los algoritmos, se llegó a la conclusión que el uso de la librería de Tensor Flow en Python conformaría el sistema de reconocimiento de posición de pantalones de mezclilla para hombre debido a que presenta varios beneficios automatizando los procesos en la construcción de las imágenes, la creación de un clasificador para determinadas clases, la configuración de un modelo de algoritmo de clasificación en base a parámetros propios de su metodología y la facilidad a la que se puede aplicar a los programas creados en Python.

Con este proyecto también pretende ampliar el conocimiento teórico en relación con la utilización de las redes neuronales, la realización de dicho algoritmo que soluciona la clasificación de posición de los pantalones de mezclilla, aprenderá una serie de datos de las imágenes que se tendrán de muestra de ejemplo en las dos clases de posición que se tienen de un pantalón (frontal o trasera) la cual comparará con los datos obtenidos de una imagen capturada en tiempo real mostrando un pantalón de mezclilla de hombre beneficiando a las empresas textiles del estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este proyecto podría abrir paso a la utilización de futuras técnicas en visión artificial de optimización para afrontar problemas relacionados con la aspersión de algún otro químico en el proceso de tinción en alguna otra empresa textil o problemas relacionados en la salud dentro de las empresas textiles en el estado de Puebla, generalmente en Teziutlan Puebla.

Agradecimientos

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes.

Sin embargo, merecen todo mi reconocimiento especial, mi Madre Mónica y mi Padre Cirilo que con tanto esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible. Asimismo, agradezco infinitamente a mi Hermano Neptali que con sus palabras me hacía sentir orgullosa de lo que soy y de lo que les puedo enseñar.

De manera especial a mi tutor de tesis el M.S.C Alfredo Carrasco Araoz, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Referencias bibliográficas

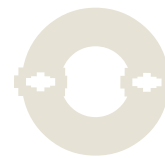
- [1] Contaval, «¿Qué es la visión artificial y para qué sirve?» feb. 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.contaval.es/que-es-la-vision-artificial-y-para-que-sirve/>.
- [2] J. G. BAILÓN LUCAS, «DESARROLLO DE UN SISTEMA RECONOCEDOR DE FRUTAS PARA SUPERMERCADOS APLICANDO VISIÓN ARTIFICIAL». 2019, [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39669/1/B-CISC-PTG-1619%20Bail%20Lucas%20Jefferson%20Geovanny%20-%20Rodr%20adguez%20Vera%20Marcos%20Antonio.pdf>.
- [3] Aprende Machine Learning, «Instalar ambiente de Desarrollo Python Anaconda para Aprendizaje Automático». mar. 2018, [En línea]. Disponible en: <https://www.aprendemachinelearning.com/instalar-ambiente-de-desarrollo-python-anaconda-para-aprendizaje-automatico/>.
- [4] P. B. Martín Abadi, Z. C. Jianmin Chen, y J. D. Andy Davis, *TensorFlow: A System for Large-Scale*. Savannah, GA, USA: USENIX, 2016.

Diagnóstico energético y propuesta de dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para una empresa tabiquera

^aBrigada, Flores-Diana Alicia, ^bArroyo, Luna-Israel Benjamín

^aUniversidad Tecnológica de Tehuacán, Prolongación de la 1 sur No. 1101 San Pablo
Tepetzingo, C.P. 75859, Tehuacán, Puebla.

a3518110192@alumno.uttehuacan.edu.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En el siguiente proyecto se presenta la propuesta de un sistema fotovoltaico interconectado a la red para una empresa tabiquera ubicada en la ciudad de Ajalpan, Puebla que tiene como producción principal material para construcción: block y tabique.

Se presenta el estudio energético con base a la instalación eléctrica dónde se realizó el censo de cargas y mediciones de cable, además del recibo de luz se obtuvo el consumo bimestral promedio que fue el que se tomó en cuenta para realizar los cálculos del sistema y los dispositivos requeridos.

El objetivo del proyecto es dar a conocer el dimensionamiento del sistema fotovoltaico para abastecer la necesidad eléctrica en un 80 % y así lograr reducir la factura en el recibo de luz, obteniendo beneficios económicos para la empresa.

Palabras clave

Fotovoltaico, Instalación,
Dimensionamiento, Beneficios.

Abstract

The following project presents the proposal for a photovoltaic system interconnected to the grid for a partitioning company located in the city of Ajalpan, Puebla, whose main material for construction is produced: block and partition wall.

The energy study is presented based on the electrical installation where the census of loads and cable measurements was carried out. In addition to the electricity bill, the average bimonthly consumption was obtained, which was the one taken in to perform the calculations of the system and devices required. The objective of the project is to publicize the dimensioning of the photovoltaic system to supply the electricity needed by 80 % and thus reduce the electricity bill, obtaining economic benefits for the company.

Keywords

Photovoltaic, Installation, Sizing, Benefits.

Glosario de abreviaturas y símbolos

SFV, Sistema fotovoltaico

HP, horsepower (Caballos de fuerza) V, Volts

A, Amperes W, Potencia

KWh, Kilowatt hora

Introducción

La energía solar fotovoltaica transforma de manera directa la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotovoltaico.

Al incidir la radiación del sol sobre una de las caras de una célula fotoeléctrica (que conforman los paneles) se produce una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica.

Existen tres tipos de paneles solares:

- Fotovoltaicos: Generadores de energía para las necesidades de nuestros hogares.
- Térmicos: Que se instalan en casas con recepción directa de sol.
- Termodinámicos: Que funcionan a pesar de la variación meteorológica, es decir, aunque sea de noche, llueva o esté nublado.

En las etapas iniciales de la tecnología fotovoltaica, este tipo de energía se empleó para proveer electricidad a los satélites. Fue en la década de los 50 cuando los paneles fotovoltaicos aceleraron su desarrollo hasta convertirse, en la actualidad, en una alternativa al empleo de combustibles fósiles.

La energía solar fotovoltaica no emite gases de efecto invernadero, por lo que no contribuye al calentamiento global. De hecho, se muestra como una de las tecnologías renovables más eficientes en la lucha contra el cambio climático.

Al contrario que las fuentes tradicionales de energía como el carbón, el gas, el petróleo o la energía nuclear, cuyas reservas son finitas, la energía del sol está disponible en todo el mundo y se adapta a los ciclos naturales (por eso las denominamos renovables). Por ello son un elemento esencial de un sistema energético sostenible que permita el desarrollo presente sin poner en riesgo el de las futuras generaciones.

De todas estas ventajas, es importante destacar que la energía solar fotovoltaica no emite sustancias tóxicas ni contaminantes del aire, que pueden ser muy perjudiciales para el medio ambiente y el ser humano. Las sustancias tóxicas pueden acidificar los ecosistemas terrestres y acuáticos, y corroer edificios. Los contaminantes de aire pueden desencadenar enfermedades del corazón, cáncer y enfermedades respiratorias como el asma. La energía fotovoltaica no genera

residuos ni contaminación del agua, un factor muy importante teniendo en cuenta la escasez de agua.

Hoy las renovables, concretamente la eólica y la fotovoltaica, son más baratas que las energías convencionales en buena parte del mundo. Las principales tecnologías renovables están reduciendo drásticamente sus costes, de forma que ya son plenamente competitivas con las convencionales en un número creciente de emplazamientos. Las economías de escala y la innovación están ya consiguiendo que las energías renovables lleguen a ser la solución más sostenible, no solo ambiental sino también económicamente, para mover el mundo. Además, la energía solar fotovoltaica es una energía autóctona, disponible en la práctica totalidad del planeta, lo que contribuye a reducir las importaciones energéticas y a crear riqueza y empleo de forma local. Por todo ello, la producción de electricidad mediante energía fotovoltaica y su uso de forma eficiente contribuyen al desarrollo sostenible [1].

La mayoría del territorio nacional, incluyendo a Puebla cuenta con una radiación mayor a 5 KWh, quiere decir que el recurso solar es ideal para implementar proyectos fotovoltaicos, sin embargo, existen muy pocos proyectos que sean de una gran escala en Puebla comparando con los parques fotovoltaicos que hay en otros estados del país. Residencias y comercios poco a poco se animan a probar con un sistema fotovoltaico, como es el ejemplo de la empresa tabiquera que se expone en este proyecto, es cierto que la inversión es costosa pero los beneficios que desencadena terminan por hacer valer el proyecto, la tendencia de crecimiento de la tecnología solar fotovoltaica da muy buenas expectativas, somos afortunados de que nuestro país cuente con buenos recursos, solo hace falta aprovechar el potencial.

Materiales y métodos

Se inició con un recorrido de reconocimiento en la empresa, este procedimiento es importante para conocer la instalación eléctrica y el posible espacio para la instalación fotovoltaica además del ambiente al que van a estar expuestos los módulos.

Materiales:

- Flexómetro

Una vez teniendo en cuenta el espacio y las necesidades del cliente se procedió a investigar la radiación promedio del lugar, para eso se utilizó la plataforma de PVGIS que brinda datos de radiación para todo el planeta. Con el recibo de luz se calculó la demanda bimestral promedio y después se aplicaron las fórmulas y procedimientos para el cálculo del número de módulos y demás componentes, se contactó a un proveedor para obtener los catálogos de características y precios.

Con el programa Excel se realizó el formato de análisis de costos, el flujo de carga y el tiempo de retorno de inversión.

Resultados/Discusión de resultados

- Tomando en cuenta:
- Consumo bimestral promedio: 1911 Kwh Consumo diario promedio: 31.85 Kwh Horas sol pico: 5.4
- Pérdidas del 20 % por: Cableado, conversión de Energía, efectos de Temperatura, por polvo y sombreado mínimo.

Tabla 1 Costos del SFV.

Cantidad	Equipo	Cantidad Equipo Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
20	20 PV-SE330P ZNShine330wPoli- DobleCristal	\$ 82.50	\$1, 650.00
1	1 Fronius Primo 6.0-1 208-240V	\$ 1, 998.40	\$1, 998.40
2	2 Estructuras de soporte	\$ 1, 413.46	\$ 2, 826.92
	Medios de desconexión	\$ 1, 250.00	\$ 1, 250.00

Cables, tuberías y accesorios de instalación		\$915.86	\$26.44
Total		\$915.86 \$26.44 \$ 7, 439.68	
USD Costo por watt \$ instalado		\$1.3 (USD)	

En la Tabla 1 observamos los costos de los componentes que van a conformar el sistema fotovoltaico, se usa la unidad monetaria en dólares ya que la mayoría de componentes se compran en esta moneda.

Tabla 2 Datos iniciales de la instalación.

Descripción	Valor	Unidad
Módulos	20	Ud.
Potencia	330	Wp
PR	0.7996	%
HSP	1971	hrs.
Ciudad	Ajaltan, Puebla	

En la Tabla 2 se especifican datos de los módulos elegidos, performance ratio y las horas solar pico que se tendrán al año.

Tabla 3 Datos de costos.

Descripción	Valor	Unidad
Potencia del Sistema FV:	6.6	kWp
Costo del Sistema FV:	7439.68	USD\$
Duración del Proyecto:	20	Años
Costos por O&M Anuales:	83	USD\$
Producción Anual	10401.67656	kWh
Costo de la Energía	0.13	USD\$
Tasa de Interés Anual	0.08	

En la Tabla 3 se especifican los costos y datos de producción del SFV, se utiliza el dólar como unidad monetaria ya que los costos de los dispositivos principales vienen especificados con esta unidad.

Tabla 4 Tiempo de retorno de inversión.

Descripción	Valor
Cuales son los Costos por O&M anuales del proyecto (USD\$/Año):	83
Cuáles son los ingresos anuales por la venta de energía (USD\$/Año)	1352.217953
Cuál es el ingreso neto anual (USD\$/Año):	1269.217953
Cuál es el Tiempo de Retorno de Inversión del Sistema FV (USD\$):	5.86162525
Cuál es el Valor Presente Neto del Sistema Solar FV (USD\$)	\$ 5,021.69

En la Tabla 4 se hicieron los cálculos de retorno de inversión, el tiempo de retorno son 5 años con 8 meses, teniendo como ingreso anual \$1269.21 dólares.

Tabla 5 Flujo de caja.

Año	Ahorro anual	Flujo de caja
0	\$1, 269.22	-\$7, 439.68
1	\$1, 269.22	-\$6, 170.46
2	\$1, 269.22	-\$4, 901.24
3	\$1, 269.22	-\$3, 632.03
4	\$1, 269.22	-\$2, 362.81
5	\$1, 269.22	-\$1, 093.59
6	\$1, 269.22	\$175.63
7	\$1, 269.22	\$1, 444.85
8	\$1, 269.22	\$2, 714.06
9	\$1, 269.22	\$3, 983.28
10	\$1, 269.22	\$5, 252.50
11	\$1, 269.22	\$6, 521.72
12	\$1, 269.22	\$7, 790.94
13	\$1, 269.22	\$9, 060.15
14	\$1, 269.22	\$10, 329.37
15	\$1, 269.22	\$11, 598.59
16	\$1, 269.22	\$12, 867.81

17	\$1, 269.22	\$14, 137.03
18	\$1, 269.22	\$15, 406.24
19	\$1, 269.22	\$16, 675.46
20	\$1, 269.22	\$17, 944.68

El flujo de caja en la Tabla 5 nos indica el panorama del ahorro tomando en cuenta el tiempo de vida promedio de los módulos fotovoltaicos (20 años).

Conclusiones

El dimensionamiento para una estación de la empresa tabiquera con consumo diario promedio de 31.85 Kwh según cálculos a mano y en base a calculadoras digitales, con 20 módulos fotovoltaicos de 330 watts funcionando al 80 % tomando en cuenta pérdidas por las condiciones del lugar, se logrará abastecer a las instalaciones con una inversión de \$155191.832MXN= \$7439.68504USD siendo recuperable a los 5.8 años. Además, Los módulos de captación solar requieren de un mantenimiento relativamente sencillo lo que hace aun más viable la implementación, asimismo, las plantas solares no emiten gases contaminantes y son extremadamente silenciosas con la implementación del sistema, con la utilización de tecnología para producción de energía renovable como los paneles fotovoltaicos contribuimos al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos del uso directo de combustibles fósiles.

Así como esta empresa tabiquera planea implementar el SFV para abastecer su demanda eléctrica, reducir su pago a CFE por producir su propia energía y contribuir al cuidado del medio ambiente, muchas más empresas con el recurso económico podrían contribuir con la implementación y el desarrollo fotovoltaico en el estado, volviéndose aun más atractivo para los grandes productores de energía.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El proyecto se desarrolló con fines prácticos, la decisión de implementar el sistema depende de los y las responsables de la empresa, hablando en un futuro cercano que se desee implementar el SVF se participará en asesorías de instalación con base a las normas oficiales mexicanas y mantenimiento, además el monitoreo del sistema trabajando en condiciones de trabajo que tienen en esta planta, los datos económicos son un estimado por lo que al tener bajo estudio el funcionamiento del sistema podrían hacerse modificaciones para hacer más óptimos y acertados los cálculos.

Referencias bibliográficas

- [1] Acciona, «ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA,» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>.



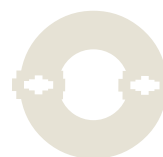
Diseño de captador pluvial para espacios en la vía pública en la ciudad de Teziutlán mediante el software de SolidWorks

^aBravo Quintero Hugo Alberto*, ^bMelgarejo Pérez Darien

^aInstituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán Puebla, C.P.73960.

^bInstituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán Puebla, C.P.73960.

hugo.bq@teziutlan.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En el presente proyecto se desenvuelve una propuesta para la captación de agua de lluvia en las zonas de mayor precipitación de la ciudad de Teziutlán. El cuidado del agua es un tema de suma importancia en la actualidad, como se muestra en el estudio ya que a pesar de ser una propuesta bastante óptima para el cuidado del medio ambiente también puede llegar a ser contraproducente en la manera en que la población no le den el uso correcto, es por ello que es un tema bastante delicado. Una de las principales inquietudes es que toda la población utiliza agua para

realizar todas las tareas sin tomar en cuenta si es una tarea importante o no. Se busca diseñar un sistema el cual permitirá almacenar agua de lluvia, esta operación consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, y almacenarla en un depósito, a la entrada de este depósito se coloca un filtro para evitar suciedades y elementos no deseados. Los resultados de la investigación muestran la necesidad de aprovechamiento de este recurso en las condiciones como las que se encontraron en la ciudad de Teziutlán.

Palabras clave

Captación pluvial, diseño, agua.

Abstract

This project develops a proposal for rainwater harvesting in areas of high rainfall in the city of Teziutlán. The care of water is a very important issue nowadays, as shown in the study. Although it is a very good proposal for the care of the environment. It can also be counterproductive in the way that the population does not use it correctly, which is why it is a very delicate issue.

One of the main concerns is that the entire population uses water to perform all tasks without taking into account whether it is an important task or not. This operation consists of filtering the rainwater captured on a certain surface and storing it in a tank. A filter is placed at the entrance of this tank to avoid dirt and unwanted elements.

The results of the research show the need to take advantage of this resource in conditions such as those found in the city of Teziutlán.

Keywords

Catchment, design, water.

Glosario de abreviaturas y símbolos

SFV, Sistema fotovoltaico

HP, horsepower (Caballos de fuerza) V, Volts

A, Amperes W, Potencia

KWh, Kilowatt hora

Introducción

En la actualidad se busca renovar en algunos diseños o prototipos de herramientas que se han hecho de la misma manera en varios años, varios diseños se ven en captadores pluviales, solares, de humedad entre otros, todos llevan al mismo propósito buscar nuevas alternativas para cumplir con la demanda de estos recursos uno de los diseños más conocidos son los diseños para casas con caídas de dos aguas las cuales poseen una rejilla para que no pasen objetos grandes como hojas y raíces bajan por un tubo a un contenedor y ahí se almacena el agua, tenemos que tener muy presente el estudio sobre el clima de la región ya que en cada lugar cambian las condiciones climáticas y las precipitaciones de estas. Es una parte importante del ciclo hidrológico porque es responsable de depositar agua al planeta, esta es generada por las nubes cuando alcanzan su punto de saturación en ese punto genera gotas de agua o pedazos de hielo que caen a la tierra por la gravedad. Las precipitaciones se producen cuando las gotas de agua o hielo que forman las nubes pesan tanto que las corrientes de aire ascendentes ya no las pueden mantener. Entonces por su propio peso caen. Teziutlán se encuentra a 1908 metros sobre el nivel del mar [1]. El clima es templado y cálido en Teziutlán. Teziutlán tiene una cantidad significativa de lluvia durante el año. Esto es cierto incluso para el mes más seco. El clima aquí se clasifica como CFB por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura media anual en Teziutlán se encuentra a 15.5 °C. La precipitación aproximada es de 1648 mm [2].

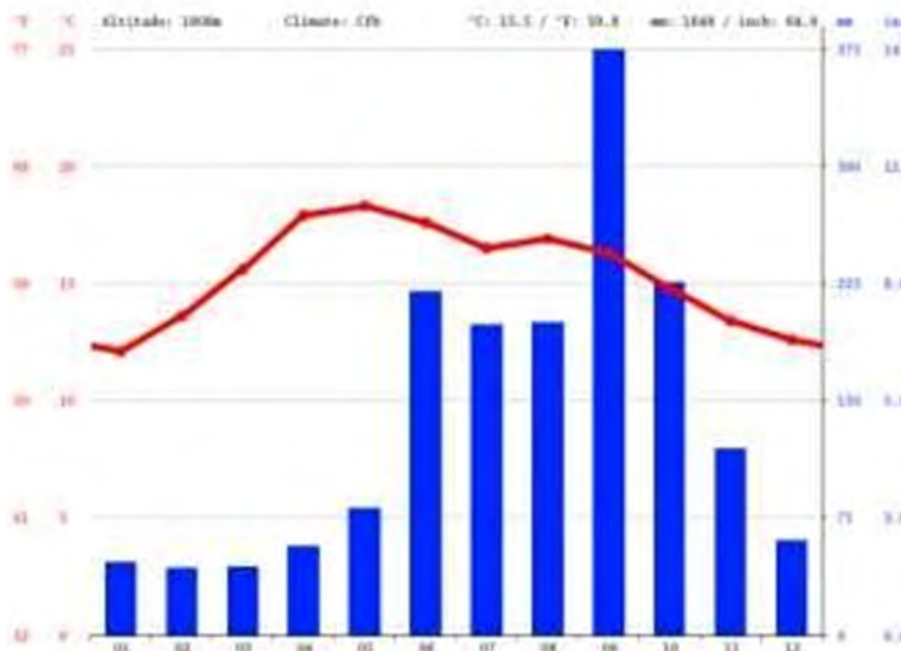


Figura 1. Temperatura anual de Teziutlán, Puebla.

La escasez de agua se puede definir como una falta de agua suficiente, o no tener acceso a suministros de agua seguros. El agua es una necesidad urgente en muchas áreas del mundo. Esa escasez se está extendiendo a medida que se necesita el agua para crecer y procesar alimentos, crear energía y satisfacer a la industria para una población en constante crecimiento. El cambio climático es un factor clave. El agua limpia es un ingrediente esencial en la vida humana saludable, pero 1.200 millones de personas carecen de acceso al agua, según estimaciones recientes del Instituto Internacional de Gestión del Agua [3].

Desabasto de Agua en Teziutlán

La situación de agua potable en Teziutlán es un problema que genera diferentes tipos de opiniones entre la población, pues a la par que atraviesan la contingencia por COVID-19, tratan de abastecer de agua potable a todos los hogares [4]. Pues, al regresar a todos los estudiantes y trabajadores a sus casas se elevó el consumo de agua en los domicilios que va de un 25 hasta 40 por ciento más, situación preocupante para el Sistema Operador de Agua Potable en Teziutlán. El desabasto de agua ha sido constante en el centro de la ciudad y en localidades como La Mesilla, La Minera, Fresnillo, El Carmen, Jardines de Teziutlán. Por su parte, el titular del SOSAPATZ aseguró que es por la época de estiaje que el suministro de agua se vio afectado, ya que los mantos acuíferos bajan de nivel.

Sistema Colector de Agua de Lluvia o SCALL es el nombre genérico para el conjunto de dispositivos que permiten colectar, almacenar, y distribuir de forma eficiente la mayor parte del agua proveniente de las precipitaciones; a partir de una estructura cubierta o superficie de contacto que usualmente puede ser el techo de una edificación urbana o rural. Al presente, este sistema está siendo aplicado en más de 100.000 hogares de los Estados Unidos y en muchas otras ciudades europeas. Aun cuando la configuración del sistema pueda resultar más o menos compleja, por lo general un sistema de recolección de agua de lluvia consta de entre 6 o 7 componentes elementales [5]:

1. Superficie de captación: de tal manera que permita el drenaje de la lluvia hacia puntos específicos para su recolección.
2. Canaletas y conductos de bajada: canales alojados en las partes más bajas de la superficie de captación que permiten el pasaje del fluido desde el techo hasta el tanque intermedio de almacenamiento pasando por el interceptor.
3. Rejilla o entramado metálico: barrera física adicional para prevenir el ingreso de hojas u otros residuos de gran porte al reservorio de agua.

4. First flush diverter o interceptor de primeras aguas: dispositivo encargado de captar las primeras aguas que actúan como limpiadoras del área de captación. Durante los comienzos de una precipitación las aguas recolectadas suelen contener impurezas de distintos orígenes que deben ser apartadas de la manera más eficiente posible.
5. Tanques de almacenamiento: una o más cisternas aptas para almacenar y preservar el agua en buen estado.
6. Sistema de distribución: puede estar compuesto por una o más bombas de agua o funcionar por caída, aprovechando la gravedad.
7. Dispositivos de tratamiento o purificadores: su implementación dependerá del destino final que se le da al agua recolectada.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación, la metodología utilizada en la investigación está basada en la propuesta por [6], el cual implica el planteamiento de problema, la revisión de la literatura, la definición del alcance, selección de muestra, recopilación de información y presentación de resultados, para realizar con éxito todo el proceso que conlleva el diseño de la investigación, en este caso el diseño correcto del captador de agua pluvial para aprovechar el agua de la lluvia, se deben de realizar algunos pasos, los cuales se muestran a continuación.

1. Investigar la región en la que se aplica el proyecto como si es que posee ríos lagos y concesiones que esta tiene para abastecer de agua.
2. Investigar los datos históricos sobre la precipitación pluvial de la región para saber si es redituable aplicar el proyecto
3. Recabar datos de recolección de agua
4. Designar el tipo de captador pluvial para el tipo de techo de la casa si es de dos aguas o de solo una caída.

Resultados/Discusión de resultados

Selección de la muestra La población actual de la ciudad de Teziutlán es de aproximadamente 50,415 habitantes, de los cuales hay viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada siendo el 14.11 %. La selección de la muestra se puede realizar gracias a los datos estadísticos del INEGI, la población total se centrará principalmente en ese 14.11 %, siendo 7, 113 habitantes, de la cual se hará la selección de la muestra a partir de estos datos [7].

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la observación, la entrevistas, el cuestionario. Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común. Los instrumentos permiten registrar la información recolectada y facilitan la toma de decisiones y cálculos estadísticos.

Una vez establecido el procedimiento para realizar la recolección de datos, se seleccionará la herramienta la cual servirá para analizar correctamente la muestra, la herramienta a utilizar es la encuesta en línea, ya que los tiempos de envío de la encuesta se acortan de forma importante.

Tabla 1. Promedio del estado de clima en Teziutlán Puebla.

Localidad	Precipitación %	Humedad %	Índice de calidad de aire
Xoloateno	79 %	90 %	30
Atoluca	90 %	90 %	30
San Sebastián	93 %	90 %	30

Lo que se busca de obtener de esta Tabla son las precipitaciones estas nos darán un porcentaje en el cual nos vamos a guiar para ver los días de lluvia, también cabe recalcar que la índice de calidad de aire es la calidad de nuestra agua de lluvia ya que a la hora de llover todas las partículas en el aire se mezclarán con la lluvia.

Tabla 2. calidad de aire.

Índice de calidad de aire	Calidad
0-50	Buena
51-100	Regular
101_150	Mala
151_200	Muy mala
Más de 200	Extremadamente mala

Se realizaron bocetos para el diseño a mano y se escogió el óptimo el cual se le dieron medidas específicas para el área de captación y también para el contenedor de agua, se utilizó una de herramienta de software SolidWorks para el diseño y el modelado en 3D el cual lleva medidas específicas para una mejor captación del recurso.

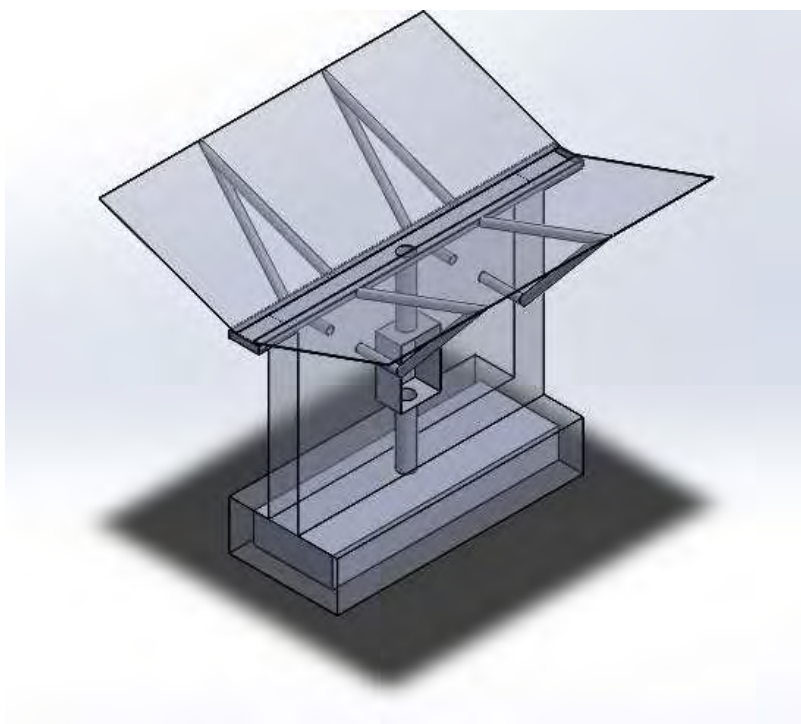


Figura 1. Diseño del captador pluvial

Con el crecimiento de la población acelerada, la demanda de agua es mayor y la oferta no alcanza para abastecer a la población en zonas rurales y urbanas, de ahí que la escasez del agua hoy en día es un problema serio que se debe de atender, llevando a cabo en casa prácticas como recolectar el agua de lluvia se puede solucionar en gran medida el desabasto para diferentes actividades, uso doméstico: limpieza de exteriores e interiores, servicio de sanitarios, lavar la ropa, mantener áreas verdes y preservar el medio ambiente, para uso agrícola: riego para el cultivo, abastecer de agua a la ganadería, etc.

Si se aprovechara la captación de agua pluvial, sobre todo en aquellos estados en donde las precipitaciones son frecuentes, se podría solucionar en parte el problema del agua que existe en algunas regiones. De esa manera se evitaría un poco la dependencia del suministro público o asumir un gasto adicional al requerir del servicio de pipas de agua. Con la recolección y reutilización del agua de lluvia se está contribuyendo con la ecología y los hogares funcionarían de manera sustentable. ¿Por qué?, en el hogar no se malgastarían los recursos y sería más eficiente el aprovechamiento del agua, además de ahorrar energía y muchas otras cosas.

El agua es un recurso no renovable y si no se aprovecha nos encontraremos en serios problemas en un futuro. Por eso, es muy importante cuidarlo y racionalizarlo. En el presente proyecto se creó un captador de agua pluvial en una parada de autobús ya que es una estructura la cual provee sombra y un techado el cual se modificó

para que pueda tener la caída de agua y el asiento es un contenedor de agua con libre acceso que puede almacenar hasta 600 litros de agua para uso cotidiano ya que posee un filtro el cual deja el agua sin impurezas y se realizó con la ayuda de SolidWorks. A continuación, se muestra cómo se diseñó el captador de agua de lluvia paso a paso con la ayuda del software SolidWorks.

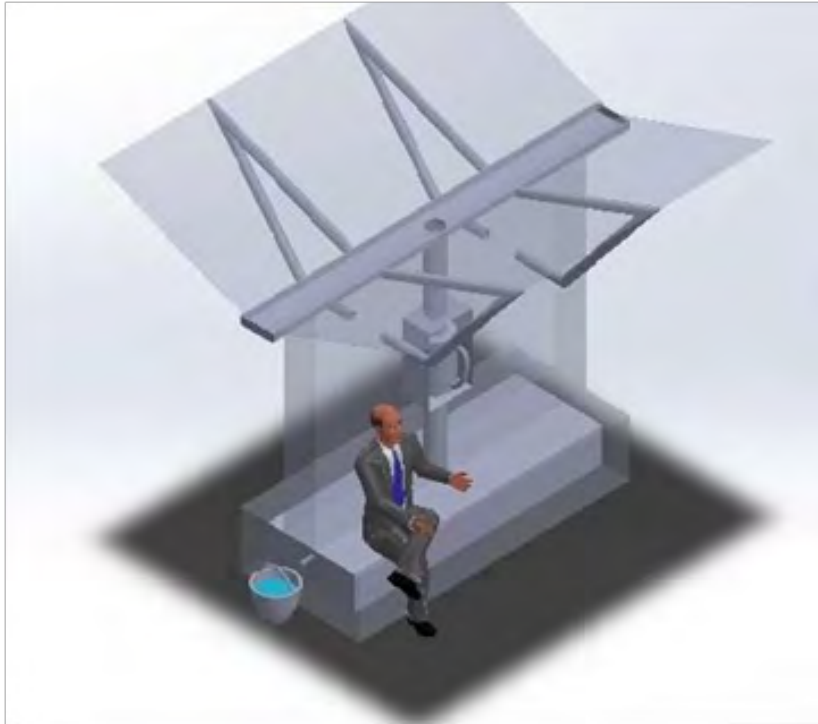


Figura 2. Diseño del captador pluvial 1.

Conclusiones

Actualmente, es vital destacar la importancia de captar, almacenar y utilizar el agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano es de gran relevancia para la mayoría de las poblaciones, sobre todo aquellas que no tienen acceso a este vital líquido, en las que esto permite satisfacer las necesidades básicas de la población, el recurso captado se tiene la intención de ir personalmente al depósito o añadirlo a la red de agua potable.

Teziutlán es una ciudad en crecimiento lo que genera mayor consumo de recursos naturales, en este caso es el agua, se puede observar que en algunas comunidades les hace falta este servicio ya que culturalmente se tiene la costumbre como sociedad de emplear el agua potable para prácticamente todas las actividades cotidianas, incluso en aquellas tareas donde semejante grado de calidad es injustificado.

En su conjunto este comportamiento hace que se acreciente el uso excesivo y desmedido de este recurso. Por el lado económico terminan demandando una cantidad excedente de recursos puesto que las tarifas en niveles tan bajos incentivan al consumo desmedido.

En tanto que dicho comportamiento implica consecuencias negativas sobre la huella ambiental. Lentamente, hacen que el ecosistema se torne más vulnerable. Cada vez más resulta intolerable el incorrecto uso de los recursos naturales, entre ellos el agua. Como se puede observar su clima de la ciudad es muy húmedo y con muchas lluvias en lo que va del año la cual tiene un índice de precipitación de 2207 mm lo que ocasiona deslizamientos de tierra e inundaciones la solución que plantea el proyecto puede beneficiar a las comunidades que sufren de escasez de agua.

El captador de agua pluvial este posee las capacidades de almacenar 600 litros de agua y gracias a su filtro el agua podrá ser utilizada para cosas simples o para después potabilizarla, esto ayudará en los meses más secos del año y así podrá abastecer las comunidades que escasean de esta misma, ya que el diseño está orientado en las paradas de autobús o de transporte público, este proporciona sombra y en lluvias un lugar para no mojarse, se buscó otro beneficio más a estas estaciones o paradas.

Se recomienda tener un cuidado sobre el consumo de agua ya que es un recurso limitado ya que la mayoría de veces este recurso es explotado de manera inadecuada.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Si el proyecto se aplica, se generarán las remodelaciones de las para de autobús o transporte público con esto se generar nuevos empleos para los constructores, también generar una fuente de ingreso más ya que se le debe de dar mantenimiento al filtro cada 6 meses y el mantenimiento del área de captación.

Agradecimientos

Externamos agradecimientos al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán por las facilidades permitidas para la realización de esta investigación.

Referencias bibliográficas

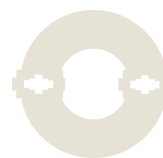
- [1] The USGS Water Science School, «The World's Water,» 02 05 2016. [En línea]. Disponible en: <http://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>.
- [2] climate-data.org, «CLIMATE-DATA.ORG,» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/Puebla/teziutlan-45286/>.
- [3] P. Gleick, The Biennial Report on Freshwater Resources, California: Island Press, 2014.
- [4] PROCAPAR, «Sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto a nivel vivienda,» CONAGUA-SEMARNAT, 2016.
- [5] F. Luís Nara, «Sistema colector de agua de lluvia, estudio de factibilidad para la aplicación residencial,» Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2012.
- [6] R. Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [7] INEGI, «INEGI,» 2018. [En línea]. Disponible en: http://Internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1334/702825928872/702825928872_1.pdf

Diseño de dispositivo cartesiano para el forrado y delimitación de geométrica de bastidores para bordadoras industriales

García, Martínez-Luis Manuel*, Zacarias, Garcia-Moises,
Miranda, Galindo-Luis Humberto

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán / CA.
Innovación y Desarrollo Tecnológico. Fracción I y II S/N, Aire Libre,
Teziutlán, Puebla. 73960.

* luis.gm@teziutlan.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Este proyecto describe el diseño de un dispositivo mecatrónico para el forrado y delimitación de geometrías para bastidores de máquinas de bordado computarizadas. La propuesta permite mejorar los tiempos de obtención de productos, al reducir el periodo de configuración del bastidor mediante un equipo cartesiano. Así, se mejora la productividad y usabilidad de las máquinas de bordado, minimizando las demoras entre cada ciclo de trabajo. Adicionalmente, el

dispositivo de configuración cartesiana minimiza las condiciones de trabajo inseguras en operación. La propuesta de diseño está basada en los resultados del desarrollo de un estudio de métodos, el cual permite mejorar los procesos productivos y en consecuencia las labores de diseño. Se describe el desarrollo de la ingeniería básica y detalle a partir de los resultados de dicho estudio, y su importancia para optimizar las labores de la metodología de diseño lineal.

Abstract

This project describes the design of a mechatronic device for the lining and delimitation of geometries for frames of computerized embroidery machines. The proposal allows to improve the times of obtaining products, to reduce the period of configuration of the frame utilizing Cartesian equipment. Thus, the productivity and usability of embroidery machines are improved, minimizing the delays between each work cycle. In addition, the Cartesian configuration device minimizes unsafe working conditions in operation. The design proposal is based on the results of the development of a study of methods, which allows for improving the production processes and consequently the design work. The development of basic and detailed engineering is described from the results of said study, and its importance to optimize the work of the linear design methodology.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CAD, Dibujo asistido por computadora

QFD, Quality Function Deployment

Introducción

El municipio de Teziutlán situado en la sierra nororiental del estado de Puebla, tiene como principal actividad económica el sector industrial textil, donde las labores de bordado juegan un papel fundamental en la personalización de prendas que permitan brindar identidad, incrementando el valor agregado. Para esta tarea, se cuenta con máquinas bordadoras computarizadas, que cumplen con su cometido al plasmar diseños bajo condiciones y parámetros establecidos mediante un código de programación.

Sin embargo, es un proceso de alta demanda de atención para los operadores, ya que las máquinas al ser de cabezales múltiples requieren de sumo cuidado en las labores de preparación y puesta en marcha.

Se tiene registro de deficiencias de producción, derivadas principalmente del tiempo de preparación de los bastidores; así como una incidencia de accidentes laborales originados por la falta de condiciones seguras en la operación pues la preparación muchas veces se realiza mientras la máquina está en operación. Por lo cual, se propone un método para hacer más eficiente las labores de preparación, mediante la automatización de las tareas del forrado del bastidor, que al mismo tiempo genere la delimitación de la geometría básica de la pieza a bordar.

Entonces este proyecto de investigación plantea el diseño mecánico tomando como referencia un estudio de métodos y movimientos realizados a la tarea de preparación. Así como un análisis de espacios para dimensionar el dispositivo sin afectar a la distribución de la planta.

Basando la investigación en una metodología de diseño lineal, con un proceso iterativo para generar la mejor propuesta de diseño, y la generación de esta en CAD a partir de las memorias de cálculos y validaciones por software de los elementos mecánicos, así como eléctricos y de control.

Materiales y métodos [3]

Dentro de las labores de automatización, conocer el proceso de producción es fundamental como también lo es su simplificación para obtener un resultado adecuado. Para ello, la primera fase del proceso de diseño fue plantear el estudio de métodos al personal que labora dentro de un taller típico de bordado en la región, como lo es Comercializadora Rosel y Bordados S. de R.L.

Siendo entonces el primer paso la determinación de los movimientos y el tiempo que este lleva un operarlo en la tarea del forrado de los bastidores como se explica a continuación.

Estudio de tiempos y movimientos [1]

Se analizaron los procesos productivos mediante el análisis del trabajo de dos operadores, quienes con base en su experiencia permitieron obtener un desempeño promedio y así, concebir resultados generalizados para cada actividad [7].

La bordadora del estudio es el modelo YIRET YRT 1509-I, que cuenta con catorce cabezales. Se trata de un equipo computarizado cuyo tiempo observado tras diez ciclos de trabajo se muestra en las figuras 1 y 2.

BORDADO DE BOLSA PARA PANTALÓN

OPERARIO:	JOSÉ MARTÍNEZ JUÁREZ											
Máquina:	YIRET											
SUBPIEZA:	BOLSA CHICA											
Nº	ACTIVIDADES	TIEMPOS OBSERVADOS (Minutos)										Tiempo Observado (TO) PROM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	COLOCACIÓN DE PEYÓN	4.00	4.50	4.00	4.50	4.00	4.00	4.50	4.00	4.50	4.00	4.20
2	PEGADO DE BOLSA	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
3	TIEMPO DE BORDADO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	QUITAR BOLSA	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
5	TIEMPO DE INACTIVIDAD DE LA MÁQUINA (PARO Y PUESTA EN MARCHA)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
6	TIEMPO DE CAMBIO DE HILO DE BOBINA	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
7	PAROS NO CONTEMPLADOS	8.00	7.00	8.00	9.00	7.00	8.00	7.00	8.00	9.00	7.00	7.80
TIEMPO CICLO (min)											15.00	

Figura 1: Tiempos de operador uno

BORDADO DE BOLSA PARA PANTALÓN

OPERARIO:	SERGIO HERNANDEZ LÓPEZ											
Máquina:	YIRET											
SUBPIEZA:	BOLSA GRANDE											
Nº	ACTIVIDADES	TIEMPOS OBSERVADOS (Minutos)										Tiempo Observado (TO) PROM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	COLOCACIÓN DE PEYÓN	2.00	3.00	4.00	4.50	4.00	4.00	4.50	4.00	4.50	4.00	3.85
2	PEGADO DE BOLSA	3.00	2.00	3.00	2.00	3.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.75
3	TIEMPO DE BORDADO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.40
4	QUITAR BOLSA	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.50	2.00	0.50	2.00	2.00	1.60
5	TIEMPO DE INACTIVIDAD DE LA MÁQUINA (PARO Y PUESTA EN MARCHA)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
6	TIEMPO DE CAMBIO DE HILO DE BOBINA	2.00	2.50	2.50	2.50	3.00	2.00	2.50	2.00	0.50	0.50	2.00
7	PAROS NO CONTEMPLADOS MUERTOS	7.00	9.00	7.00	9.00	8.00	7.00	8.00	8.00	8.00	8.00	7.90
TIEMPO CICLO (min)											22.05	

Figura 2: Tiempos operador dos

Seguidamente se consideraron los parámetros de la escala Westinghouse que abarca 4 aspectos: Habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia Y finalmente el tiempo total de acuerdo con el sistema de suplementos de descanso.

Dando como resultado un tiempo de preparación del bastidor del operador uno de 19.50 min y del operador dos de 25 min. Posteriormente, se realizó un mapeo del taller para las condiciones de medidas y espacios que podría tener u ocupar la máquina como se aprecia en la **Figura 3**.

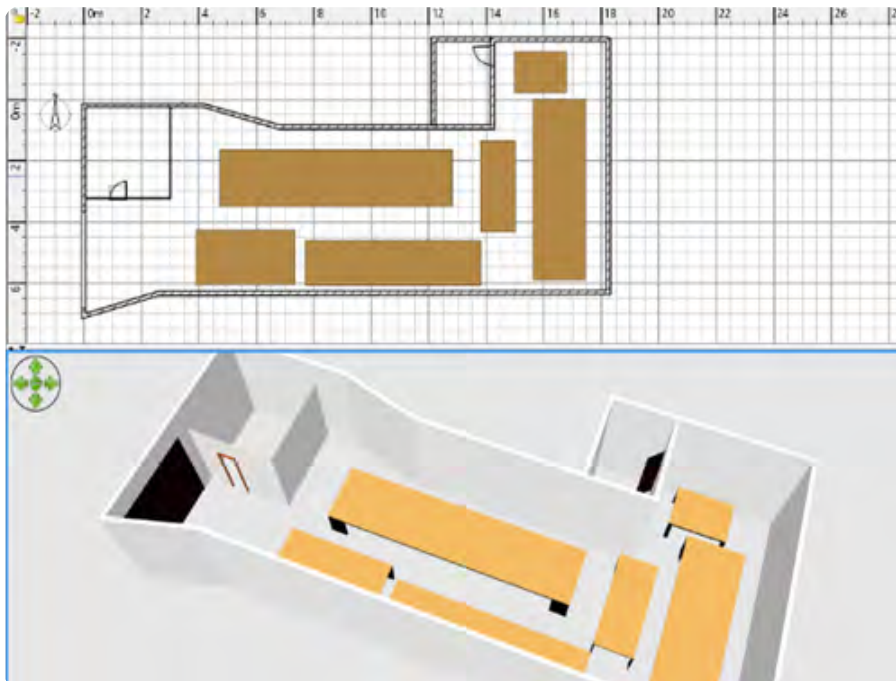


Figura 3: Mapeo de taller de estudio

El estudio de métodos permitió canalizar el desarrollo de la ingeniería básica de forma adecuada, dando paso a la información necesaria para plantear un diseño que se adapte a las circunstancias mencionadas. Con base en el estudio, se logra dimensionar adecuadamente el dispositivo, considerando además la facilidad de recorrido.

Iteraciones de diseño

En este estudio, se elaboraron tres distintas alternativas de diseño, con el propósito de poder comparar sus funciones y morfología de tal forma que se pueda tener un punto de comparación y elegir la que cumpla de mejor manera las especificaciones dictadas en los resultados anteriores.

Iteración 1

La primera interacción que se plantea localizada en la **Figura 4**, es una configuración con apoyo en cada uno de los extremos de los eslabones del mecanismo, su diseño se basa en una estructura rectangular construida mediante perfiles de aluminio sobre los cuales deslizan los ejes X, Y, Z. La principal característica de este diseño es que, por su forma de construcción; y a que la herramienta se mueve en los 3 ejes, su área de trabajo puede alcanzar valores grandes.

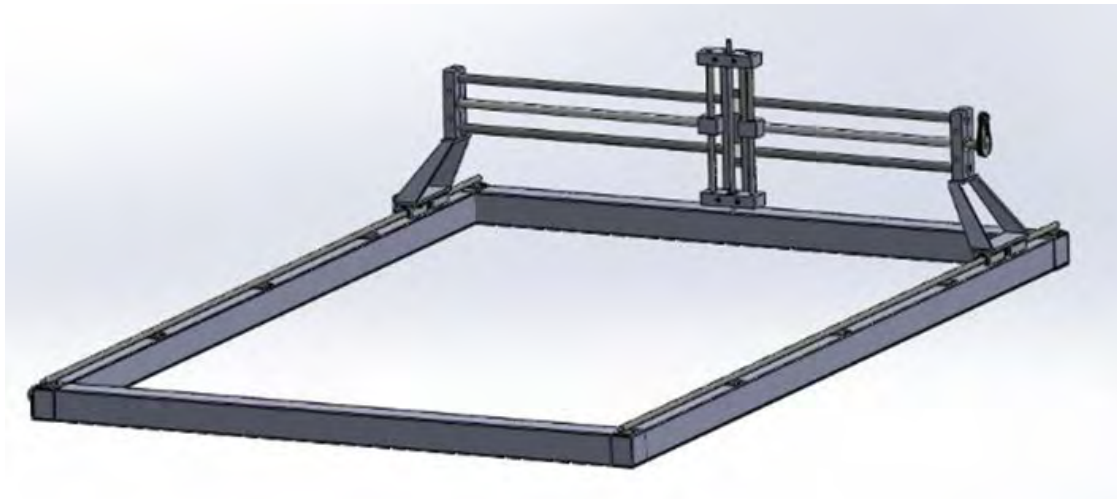


Figura 4: Iteración de diseño uno

El dispositivo, será capaz de ir colocando el pellón y consecutivamente la bolsa (o pieza según sea el caso) en el espacio de trabajo de cada cabeza de la máquina, trabajando con una válvula de vacío neumática y un tipo de mecanismo cuatro barras que será el encargado de girar a un depósito donde de colocan las bolas y el pellón.

Cabe resaltar que el sistema está pensado para montarse sobre la máquina bordadora, lo que hace que sea un aditamento extra en la máquina.

Iteración 2

La segunda iteración de diseño ubicada en la **Figura 5**, está compuesta por una mesa de trabajo y un bastidor en donde se apoya la herramienta, su diseño se basa en perfiles de aluminio para la estructura, el eje X plante en modo de una cinta transportadora que irá jalando el bastidor mientras que los ejes Y y Z serán los encargados de colocar las prendas.

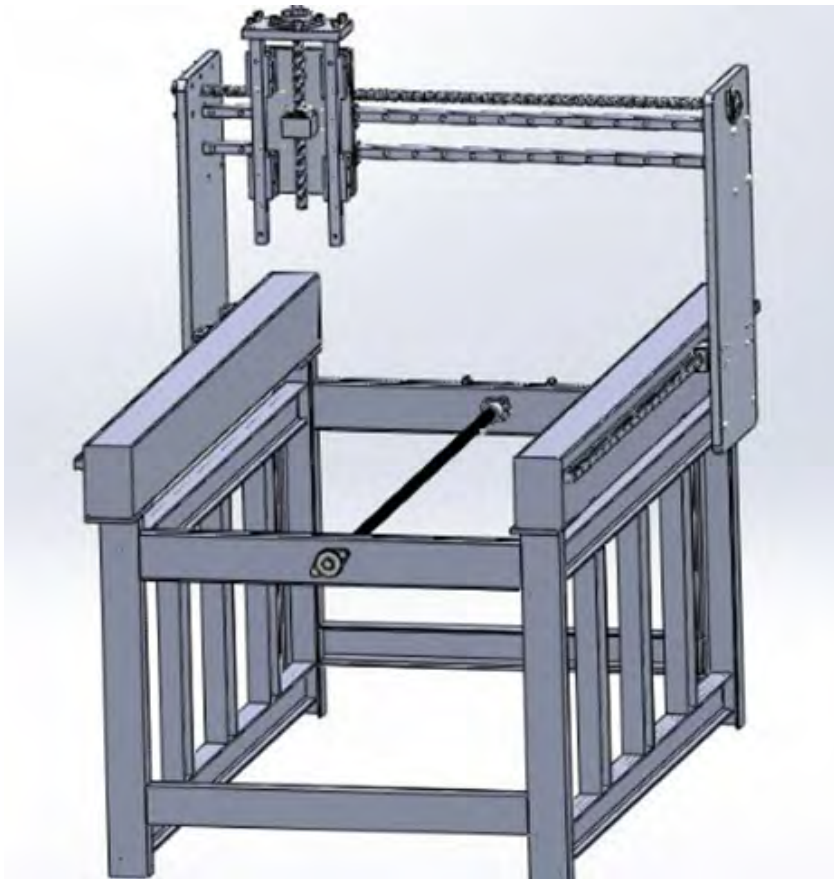


Figura 5: Iteración número dos

Al término de la operación sobrepone una capa que no permitirá que la bolsa se mueva, dejando de lado la cinta doble cara.

Además, que plantea que el bastidor tenga inspiración en las cortinas de los locales de la región. Siento de un material más ligero y de fácil transporte, decidiendo entonces que se monte un bastidor sobre el original para evitar des calibración en la bordadora.

Iteración 3

La tercera y última iteración de diseño (**Figura 6**), pretende tener una cama por la cual se coloque el pellón para después mediante motores avance la cama esta opción es un sistema consta de una mesa que realiza el movimiento en los ejes X, Y teniendo un brazo que solo trabaja en el eje Z el que realiza el proceso de forrado del bastidor.



Figura 6: Iteración número tres

Evaluación de los modelos

Para validar la información obtenida a partir del estudio de métodos, se partió del despliegue de la función calidad o QFD (Quality Function Deployment). Con ayuda del diseño de una matriz de valoración válida y confiable para evaluar el desempeño de las tres iteraciones CAD.

Para dar inicio con los parámetros del QFD se hace necesario establecer las necesidades del usuario, por lo que se debe realizar una indagación sobre los resultados de investigaciones anteriores, así mismo establecer los parámetros sobre experiencias de operarios por medio de una aproximación en su contexto laboral, siendo entonces la lista de los requerimientos presentados en la Tabla 1.

Tabla 1: Requerimientos de diseño.

Requerimiento		%
1	Dimensión	21.7391304
2	Facilidad de uso	8.69565217
3	Mejora de tiempo de producción	13.0434783
4	Mantenimiento	13.0434783
5	Seguro	13.0434783
6	fabricación	17.3913043
7	Coste	13.0434783

Se confrontan los requerimientos del cliente en una matriz cuadrada, en donde se ubican horizontal y verticalmente los requerimientos y se establece una relación entre cada uno de ellos, ubicando un valor de 1 si existe una relación y 0 si no, al final se suma y se otorgan porcentajes para así obtener la relevancia de cada uno de los requerimientos.

Tabla 2: Matriz QFD de requerimientos.

Matriz de ponderación de requerimientos del cliente									
	1	2	3	4	5	6	7	Total	Porcentaje
1	-	1	0	1	1	1	1	5	21.7391304
2	1	-	0	0	1	0	0	2	8.69565217
3	1	1	-	1	0	0	0	3	13.0434783
4	0	0	1	-	1	1	0	3	13.0434783
5	1	1	0	1	-	0	0	3	13.0434783
6	1	0	0	1	1	-	1	4	17.3913043
7	1	0	0	1	0	1	-	3	13.0434783
Total								23	100

Con las iteraciones definidas y los requerimientos establecidos, lo que prosiguió fue hacer un contraste entre ellas aplicando una matriz de decisión mostrada en la **Figura 7**, los criterios de selección se establecieron mediante una reunión entre los participantes del proyecto, el asesor interno y el dueño de la comercializadora Rosel.

La forma de evaluación para hacer la selección de la iteración óptima fue proponiendo una escala de 1-5 en la que cada uno otorgó una calificación y posteriormente esta se promedió para otorgar la calificación por requerimiento para cada iteración.

INTERACION 1						INTERACION 2						INTERACION 3					
Requerimientos	%	Inté rate 1	Integr ante 2	Asesor de proyecto	Cli en te	Califi cació n	Porcentaj e obtenido	Inté rate 1	Integr ante 2	Asesor de proyecto	Cli en te	Califi cació n	Porcentaje obtenido	Inté rate 1	Integr ante 2	Asesor de proyecto	Cli en te
1 Dimensión	21.73913 04	3	3	2	2	2.5	10.8695652	5	4	5	5	4.75	20.65217388	3	3	3	3
2 Facilidad de uso	8.095652 17	3	3	4	3	3.25	5.652173911	4	4	3	3	3.5	6.086956519	4	3	4	3
3 Mejora de tiempo de producción	11.04347 83	3	3	3	4	3.25	8.478260895	4	4	4	4	4	10.43478264	3	4	3	4
4 Mantenimiento	11.04347 83	5	4	4	4	4.25	11.08695656	4	3	4	4	3.75	9.702608725	5	5	5	5
5 Seguro	11.04347 83	3	2	3	3	2.75	7.173913065	5	4	5	4	4.5	11.73913047	2	3	3	3
6 fabricación	17.39130 43	5	5	5	5	5	17.3913043	4	3	4	3	3.5	12.17391301	5	5	5	5
7 coste	11.04347 83	5	4	4	3	4	10.43478264	4	4	3	3	3.5	9.13043481	4	4	5	4
CALIFICACIÓN	100						71.08695657						80.00000005				76.95652179

Figura 7: Matriz de selección de diseño

Al realizar la sumatoria de los porcentajes obtenidos de cada iteración notamos que su calificación obtenida es por truncamiento a dos es de 71.08 mientras que la iteración dos es de 80.00 y finalmente que la iteración tres obtuvo 76.95, siendo claramente la iteración dos la que cumple con factores de requerimientos siendo esta la iteración a tomar en cuenta para el desarrollo del robot cartesiano.

Diseño mecánico [2]

Con los requerimientos bien planteados y después de la matriz de decisión que arrojó que la iteración número dos es la más adecuada para tarea, además de saber que el sistema es un robot cartesiano se procedió al diseño de cada uno de los elementos para posteriormente hacer una validación del conjunto completo [5].

Modelo del conjunto Z [4]

En la **Figura 8** se presenta el conjunto para el desplazamiento en eje Z, el cual está compuesto por un pistón neumático y al final de vástago se localiza atornillada una pieza inspirada en un Finger Spinner en la cual se colocan tres ventosas neumáticas que serán las protagonistas en tomar las bolsas de mezclilla. Tanto el

pistón como las ventosas están incrustadas en una pieza de aluminio rectangular en la cual se atornilla con el carro del eje Y.

El modelo del conjunto Z en todo su sentido es neumático, puesto que se requería de un sistema que fuese capaz de tomar las piezas de tela sin la necesidad de usar pegamentos para evitar cambiarlo consecutivamente, y mientras que la tarea de tomar solo se hace en dos movimientos (bajar-subir) podemos evitar mecanismos complicados los cuales requieren de transmisión y un motor. Entonces un pistón tiene esa ventaja y es un sistema más simple y adecuado para la tarea.

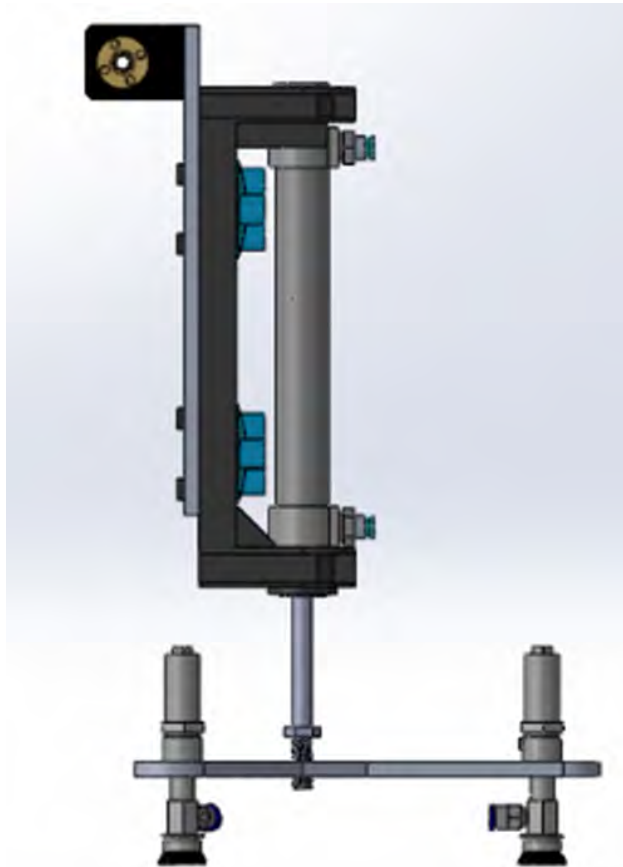


Figura 8: Modelo del conjunto Z

Modelo del conjunto Y

El modelo del conjunto Y es un sistema más sencillo este consiste en un perfil de aluminio al cual tanto en la parte superior como en la parte inferior se le colocó carritos lineales o carros lineales; proporcionan un movimiento de tipo lineal que utiliza elementos de rodadura de recirculación entre un carril perfilado y un bloque de apoyo. El coeficiente de fricción en una guía lineal es solo de 1/50 en comparación con un dispositivo lineal tradicional y son capaces de manejar cargas en todas las direcciones, el modelo se presenta en la **Figura 9**.

En la parte superior se colocó un tornillo sin fin de 10 mm de diámetro al cual irá anclado el conjunto Z y así brindar el movimiento de lado a lado para el posicionamiento de y colocación de las bolas, además de que este eje va empotrado a un motor el cual mediante control ira llevando al conjunto Z a las posiciones de toma y colocación de la bolsa.

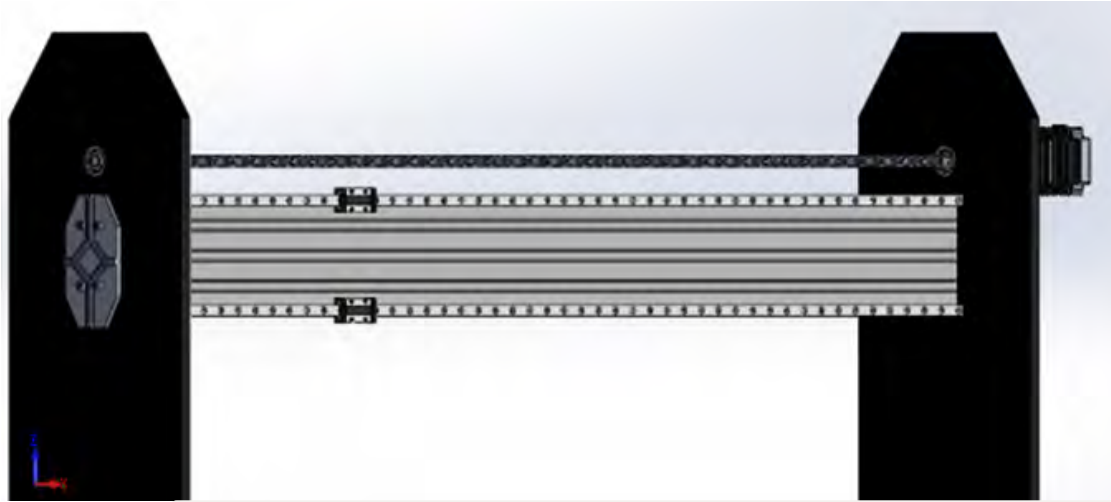


Figura 9: Modelo del conjunto Y

Modelo del conjunto X

El conjunto X, es un sistema de banda transportadora modificado teniendo 4 bandas las cuales trasladarán al bastidor de la posición de entrada a la posición de salida, las poleas están ancladas por dos motores que realizan una transmisión uno a uno.

Como se logra apreciar en la **Figura 10**, las poleas que ayudan con la transmisión con son dentadas y especiales para sistemas cartesianos pues son del tipo GT dentadas, por lo tanto, las bandas también son dentadas de este tipo, finalmente a lo largo de la cama las poleas tienen ejes empotrados a chumaceras colocadas en las dos aristas a lo largo de la cama X.



Figura 10: Modelo del conjunto X

Modelo del sistema de bolsas

El sistema donde serán almacenadas las bolsas consta de un cajón de almacenamiento con dos rieles en la parte superior en donde se desliza en dos posiciones, una posición para que la mezclilla pueda ser tomada por el eje Z, mientras que la otra posición dará el alcance a la parte de pellón.

El movimiento de deslizar mecánicamente se realiza por medio de rodamientos, mientras que el accionamiento del movimiento es a través de un cilindro neumático, esto por la practicidad de controlarlo.

En la **Figura 11** se aprecia que la cama donde se coloca tanto pellón como bolsa tiene la misma forma que estos además de que es ajustable a las diferentes tallas que se manejan en el bordado de la bolsa trasera del pantalón.

Por último, para garantizar que la bolsa o el pellón siempre estarán en el rango de trabajo del sistema Z se colocó un sistema de resorte inspirado en los servilleteros del mismo tipo con lo cual garantiza que la toma de las prendas siempre será en el punto de acción.

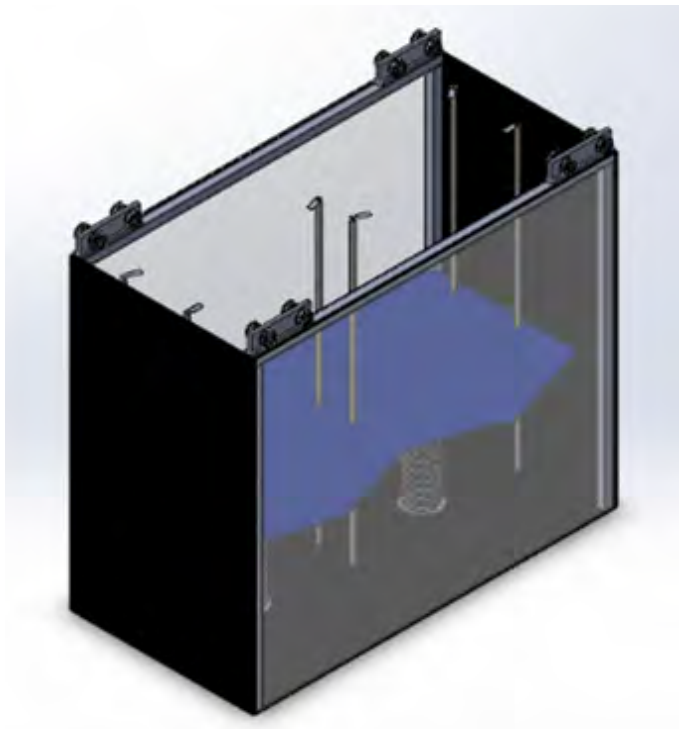


Figura 11: Modelo del conjunto de bolsas

Una vez que la primera fase se ha concretado y se han establecido las necesidades y los requerimientos, se procede con el desarrollo del sistema eléctrico y de control.

Selección de parámetros y variables

La selección de variables se toma a partir de las necesidades establecidas, en la sección “selección de la solución” del capítulo anterior, el diseño seleccionado para la solución es un dispositivo cartesiano impulsado por motores y pistones, que además muestre un contador en una pequeña interfaz, por lo que la selección de los parámetros se obtiene mediante hojas de datos que dan características primordiales para el manejo de estos mismos, los parámetros o salidas a elegir son las siguientes:

- Motores
- Válvulas
- Lcd

Sensores

De acuerdo a los sensores es que las variables cambian, en este apartado se explica la selección de sensores y entradas al controlador, para ello es necesario tener en cuenta cuales son los parámetros que el controlador requiere para funcionar, y ejecutar las distintas secuencias de código, para ello en la selección del diseño mecánico se determinaron tres puntos discretos de interés para el eje “Y”, mientras que para el eje “x” un punto de interés es necesario, los motores del eje “X” tienen que jalar el bastidor hasta estar en la posición correcta, para ello son necesarios dos pulsadores que estén distanciados entre ellos, pues de esa manera el usuario al mantener ocupadas sus manos evita una lesión por negligencia, en todo proceso es necesario tres botones, uno de paro o pausa, otro de inicio y uno más que funge como paro de emergencia. De esta manera la lista de entradas o parámetros son los siguientes:

- Tres sensores infrarrojos
- Dos finales de carrera
- Dos botones con enclave
- Tres pulsadores
- Cuatro sensores de posición (posición abierta y cerrada de los pistones).

Alimentación

Como primera instancia, se analizó la potencia activa del sistema, es decir, la potencia máxima que requiere para su funcionamiento en condiciones normales de uso. Analizando dichas condiciones, la potencia máxima se da en el caso hipotético de que todos los motores y válvulas estén encendidos simultáneamente.

Con ello se desarrolló una fuente de alimentación con salidas de 24v, 12v y 5v para la alimentación de motores, válvulas y de más sistemas, con una salida de corriente máxima de 5A.

Selección del controlador

Para las consideraciones al escoger un controlador se tomó en cuenta que el uso industrial ha hecho que los sistemas PLC sean muy costosos, tanto para su compra como la reparación de los mismos. Esto ha dado paso a buscar nuevas tecnologías más económicas que puedan sustituir los usos del PLC, un microcontrolador, es una buena idea para automatizar algunos procesos dentro de la industria.

Por lo que el sistema de control se realizó mediante un microcontrolador pic18f4550 por tres factores de gran importancia;

- Los microcontroladores son muy fáciles de grabar, ya que solo necesitamos una computadora. Por ejemplo, se puede grabar mediante diferentes puertos, como puerto serie o el USB.
- En el mercado existen varios softwares que nos ayudan a programar un microcontrolador de este tipo, dado que actualmente los microcontroladores, están muy extendidos y difundidos en la electrónica actual.
- Trae consigo una gran ventaja, ya que podemos elegir entre diversas características, como cantidad de puertos, tipos de entradas y salidas, cantidad de memoria, y este tipo de cualidades que nos permiten tener una mejor elección de microcontrolador.

```

Mientras los finales estén abiertos Hacer
    Motor X mover
FinMientras
Escribir Bastidor en su posición
FinSi
FinAlgoritmo
  
```

Algoritmo

El algoritmo es la lógica básica que el controlador seguirá para su correcto funcionamiento, para desarrollar el algoritmo es necesario tener en mente cuales es la secuencia que seguirá el dispositivo, para eso se aplica un pseudocódigo o diagrama de flujo donde, de manera más visual se pueden identificar las etapas,

procesos y decisiones pertinentes para la ejecución y creación posterior de un código para el microcontrolador o plataforma usada (ver **Figura 12**).

```

Algoritmo Bordadora
  Si Bastidor listo Entonces
    Escribir Bastidor listo
    Escribir Presione inicio para conti
    Para i<-1 Hasta 14 Hacer
      Escribir Contador = i
      Pistón 2 cerrado
    Para j<-1 Hasta 2 Hacer
      Pistón 1 abierto
      Activar ventosas
      Pistón 1 cerrado
      Motor Y a posición
      1 Pistón 1 abierto
      desactivar ventosas
      Pistón 1 cerrado
      Motor Y a posición 0
      Pistón 2 abierto
      FinPara
      Pistón 2 cerrado

  Para k<-1 Hasta 2 Hacer
    Pistón 1 abierto
    Activar ventosas
    Pistón 1 cerrado
    Motor Y a posición 2
    Pistón 1 abierto
    Desactivar ventosas
    Pistón 1 cerrado
    Motor Y a posición 0
    Pistón 2 abierto
    FinPara
  FinPara
  SiNo
    Escribir Comprobado sistema
    Apagar ventosas
    Pistón 1 cerrado
    Pistón 2 cerrado
    Motor Y a posición 0
    Escribir Presione botón 1 y 2 para ajustar el bastidor
  
```

Figura 12: Algoritmo de programación

Resultados/Discusión de resultados

El resultado de estas dos etapas dio vida a un sistema mecatrónico el cual contempla las siguientes consideraciones:

Es un sistema completamente nuevo en su ámbito, existe maquinaria textil pero no como tal en la preparación para de bastidores completos para bordadoras computación (ver **Figura 13**).

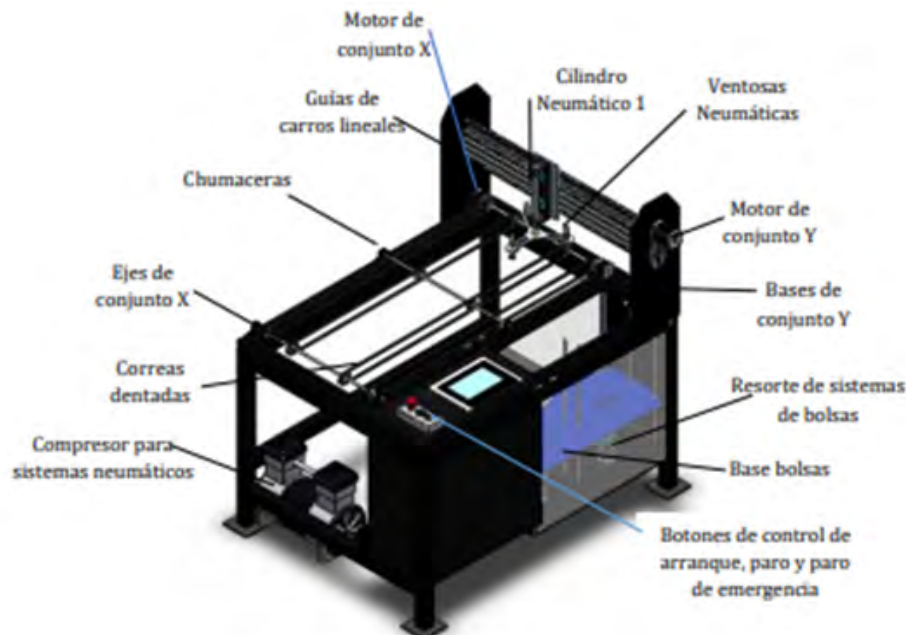


Figura 13: Diseño final

Contempla la reducción de tiempo muertos de producción haciéndola un 50 % más rápida, esto debido a que al automatizar la tarea se eliminan los paros no contemplados por error humano.

Presenta la flexibilidad para adaptarla a otras tareas repetitivas con accionamiento *pick and place*, con modificaciones en el conjunto Z y pequeños ajustes en los demás carros.

Al ser una validación virtual da pauta para implementar mejoras futuras o actualizaciones al dispositivo tanto en desarrollo mecánico, electrónico y de control, algunas de las validaciones más importantes son el análisis de elementos finitos mediante SolidWorks a partes de interés como las de la **Figura 14**.

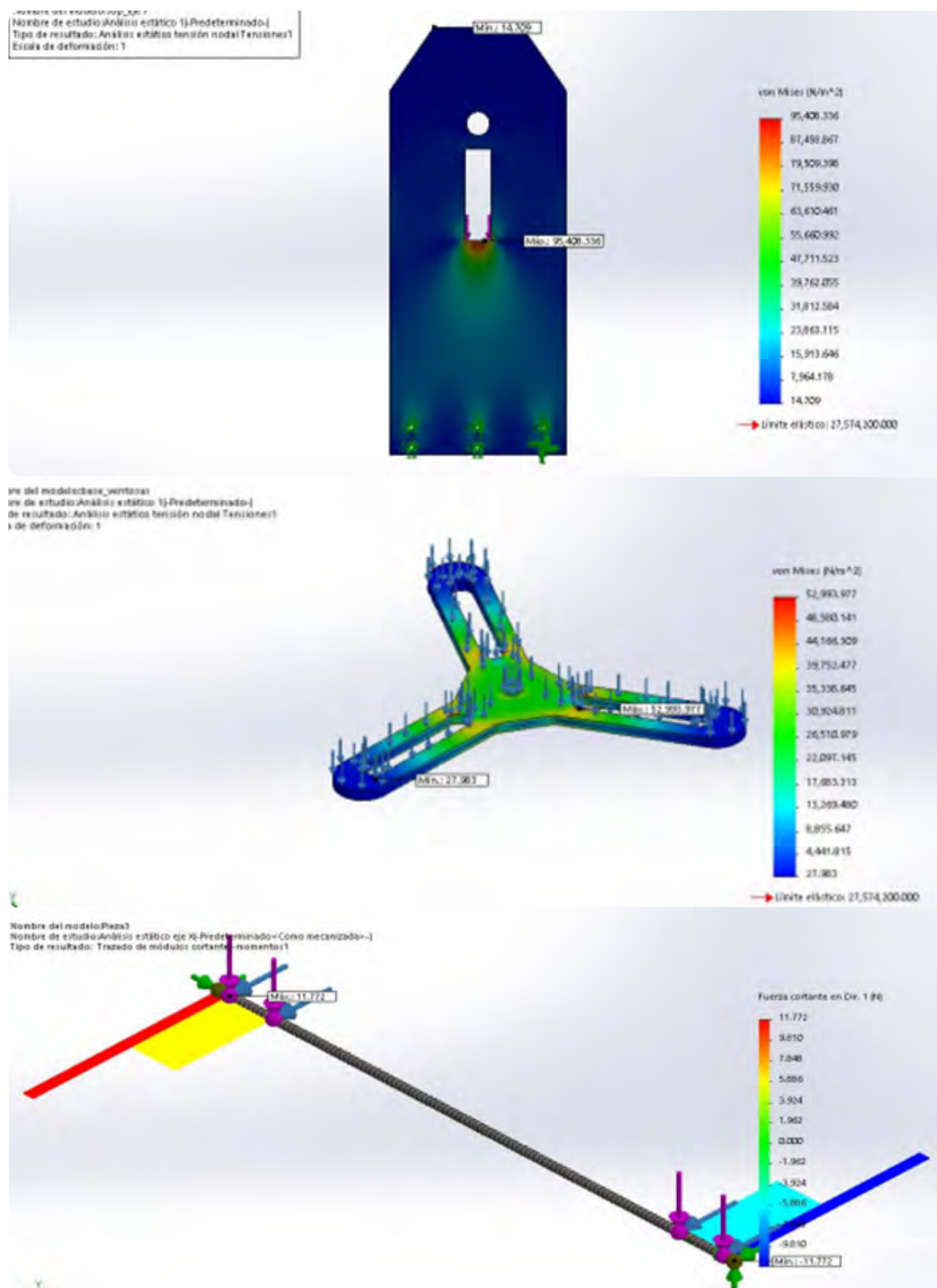


Figura 14: Análisis de elementos finitos a partes de interés de la máquina cartesiana

Del sistema eléctrico se desarrollaron placas y simulaciones, así como la programación del dispositivo como se aprecia en la **Figura 15**.

Conclusiones

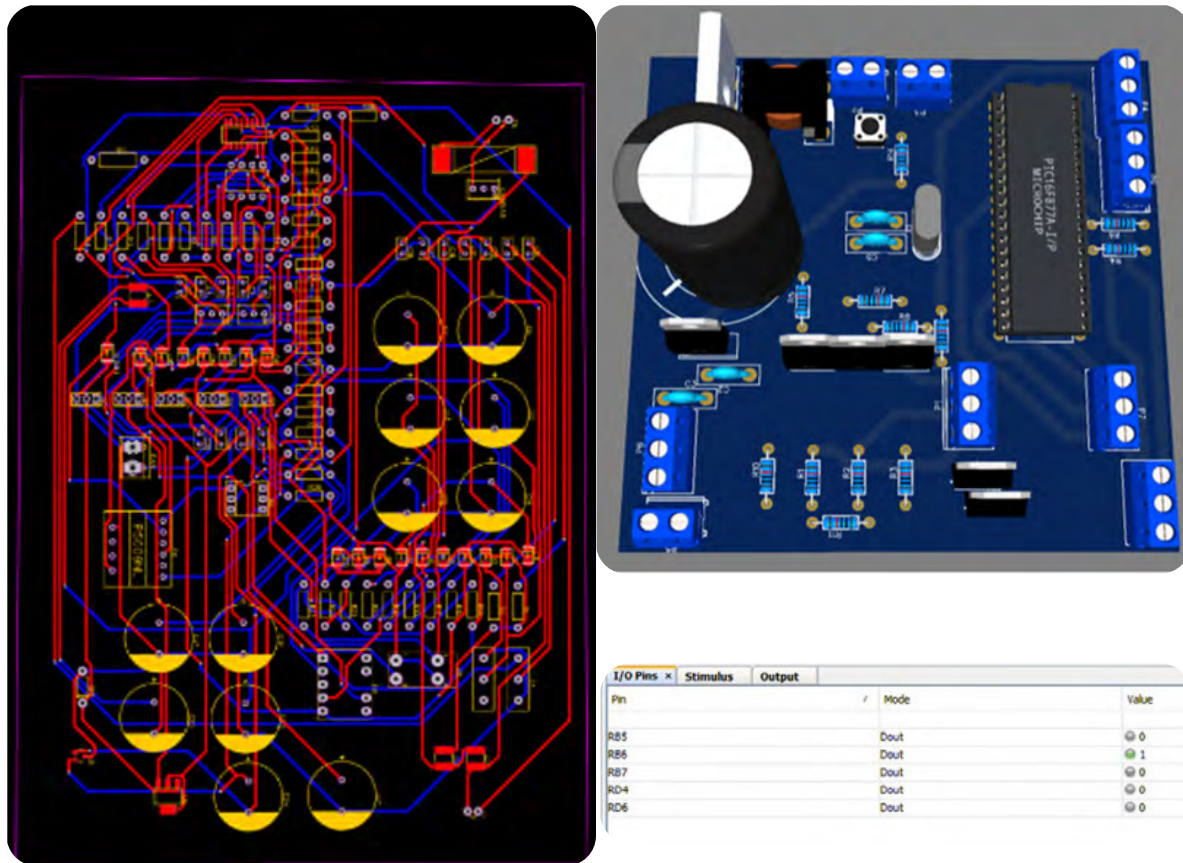


Figura 15: Capturas de controlador, fuente y simulación de programación

- La metodología del diseño de sistemas mecatrónicos abarca el proceso desde la etapa conceptual, donde se elige la alternativa más adecuada y funcional acorde a los requerimientos del cliente, mediante un proceso iterativo.
- La validación de los cálculos desarrollados en el diseño mecánico se realizó mediante la simulación del dispositivo en SolidWorks, emulando condiciones típicas de trabajo.
- Se desarrollaron los dibujos del sistema basados en las especificaciones técnicas de cada pieza o estructura de modo que permitan mayor claridad en la construcción e instalación del sistema mecánico.
- El tipo de controlador se escogió con base en las necesidades del proyecto. Así, el algoritmo fue creado a partir del estudio de métodos que se realizó previo a este trabajo, pues el estudio de las actividades simplificó el desarrollo de este. Su funcionamiento se validó mediante MPLABX.

- Los dispositivos mecatrónicos que tienen aplicaciones industriales contribuyen al desarrollo de mejoras notables en los sistemas de producción y se minimiza el riesgo en actividades complejas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Con el desarrollo de esta investigación se obtuvo un diseño mecatrónico para el forrado y reparación de los bastidores de bordadoras industriales completamente funcional en diseño CAD. Puesto que las validaciones arrojaron que los parámetros de diseño son los apropiados, se deja como trabajo futuro el desarrollo del prototipo real de sistema cartesiano.

Se espera que el modelo pueda tener actualizaciones de diseño a partir de las pruebas físicas con el fin de mejorar la precisión de los movimientos y el diseño de los elementos mecánicos. Se busca establecer un controlador basado en visión artificial o la inclusión de un brazo robótico que pueda hacer el proceso con mayor rapidez. El uso de un microcontrolador abre la posibilidad de que la máquina pueda comunicarse directamente con las diferentes bordadoras que actualmente existen en el mercado.

Agradecimientos

A la empresa Comercializadora Rosel y Bordados S. DE RL. Por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] B. W. Niebel y A. Freivalds, «Ingeniería industrial,» de Métodos, estándares y diseño del trabajo, Mc GRAW, 2009, pp. 09-10.
- [2] R. L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, México: Pearson, 2006.
- [3] O. Albarrán Albarrán, «Introducción al control de máquina CNC,» Toluca, 2019.
- [4] Festo, «FESTO,» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.festo.com>.
- [5] N. F. Ardila Ardila y J. J. Villada Martínez, «Diseño de un sistema mecatrónico para el transporte de moldes de fundición de aceros con arenas autofraguantes,» Bucaramanga, 2017.
- [6] O. A. Ariza Bautista y R. Maldonado Ortega, «Diseño de un sistema automatizado para el reciclado y transporte de residuos de arenas autofraguantes utilizadas en la fundición de aceros.», Santo Tomás, 2016.

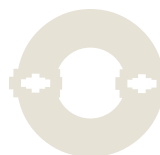


Diseño de estrategias de producción en la industria textil de Puebla

^a Romero, Montalvo- Jessica Vanessa

^b Tecnológico Nacional de México campus San Martín Texmelucan, Camino a la Barranca de Pesos s/n, Col. San Lucas Atoyatenco, C.P. 74120, San Martín Texmelucan, Puebla.

*romerojessi09@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Según Gonzales (2020), [1], actualmente en la industria textil-confección se registra una caída de 80 % en las ventas y las tiendas comerciales. Ya cancelaron todos los pedidos de ropa a este sector, por lo que se alista al cierre de fábricas o paros técnicos como efecto negativo del COVID-19, informó la (CANAINVEST).

Las cadenas comerciales (*retailers*) han decidido cancelar pedidos de ropa, dando prioridad solamente a productos de farmacias, abarrotes y consumibles, así como la cancelación a la recepción de productos resurtibles y pedidos programados, impactando negativamente en el proceso productivo”, refirió la industria que aporta 2 % al Producto Interno Bruto (PIB) manufacturero.

Ante la cancelación de pedidos y falta de liquidez, la industria de la confección reconocida por ser altamente generadora de empleos, sobre todo para el género femenino, bajará cortinas e implicará un fuerte impacto en el sector manufacturero. Por lo anterior, los textileros requieren de mejores estrategias de producción para mejorar la competitividad de la Industria Textil y así poder obtener un incremento económico en el estado de Puebla.

Se busca solucionar el problema en la baja competitividad del sector textil, imponiendo la necesidad de proponer iniciativas que permitan su recuperación, crecimiento e innovación.

Palabras clave

Estrategias, Producción, competitividad,

Abstract

According to Gonzales (2020), [1], currently, in the textile-clothing industry, there is an 80% drop in sales and commercial stores. They have already canceled all orders for clothing to this sector, which is why the closure of factories or technical stoppages is a negative effect of COVID-19, as reported (CANAINVEST). The commercial chains have decided to cancel clothing orders, giving priority only to products from pharmacies, groceries, and consumables, as well as the cancellation of the receipt of refill products and scheduled orders, negatively impacting the production process, said the industry that contributes 2 % of manufacturing Gross Domestic Product (GDP). Faced with the cancellation of the order and lack of liquidity, the garment industry, recognized for being highly generating jobs, especially for women, will lower the curtains and imply a strong impact on the manufacturing sector. Therefore, textile manufacturers require better production strategies to improve the competitiveness of the Textile Industry and thus be able to obtain an economic increase in the state of Puebla. It seeks to solve the problem of the low competitiveness of the textile sector and imposes the need to propose initiatives that allow its recovery, growth, and innovation.

Keywords

Strategies, Production, Competitiveness

Glosario de abreviaturas y símbolos

CANAINTEX, Cámara Nacional de Industria Textil

CITEX, Cámara de la Industria Textil

CANAINVEST, Cámara Nacional de la Industria del Vestido

PIB, Producto Interno Bruto

PYMES, Pequeñas y Medianas Empresas

Escala de LIKERT, Escala de calificación sobre el nivel de acuerdo o desacuerdo

S.A, Sociedad Anónima

S.R, Sociedad de Responsabilidad

Introducción

En el 2018, según Villacrés [2], México es el país donde más han realizado investigaciones sobre el sistema productivo “maquila”. Ya desde las décadas 70 y 80 este sistema productivo fue el boom en sus actividades económicas, el eje del desarrollo industrial mexicano; sin embargo, desde los años 2000 la maquila entró en recesión causada por la disminución del crecimiento de la economía norteamericana, es decir, por la fuerte dependencia de México hacia EE. UU. (p. 7).

El Foro Económico Mundial analiza y estudia el índice de competitividad, este índice permite medir la eficiencia del uso de los recursos que dispone un país y su capacidad para proveer a sus habitantes de un alto nivel de prosperidad. Está compuesto por 12 variables que analizan la prosperidad económica de los diferentes países. En este sentido, podemos citar a Suiza, quien es el primer país o economía competitiva a nivel mundial. Dentro del estudio de la industria textil las variables más importantes son: Eficiencia del mercado laboral, Preparación tecnológica, Innovación y Sofisticación en materia de negocios. El país que posee el índice de competitividad más alto es Suiza con 5, 86 %, en segundo lugar, se encuentra Estados Unidos con un índice de 5, 85 % para el año 2017.

En el 2020 según Molina [3], la industria textil en Puebla genera aproximadamente 30, 000 empleos directos en la entidad; debido a la pandemia por COVID-19 esta industria se encuentra operando al 30 % de su capacidad y estiman su recuperación a finales del 2021.

Objetivos generales y específicos

Objetivo General

Diseñar estrategias de producción, que ayuden a aumentar la calidad, velocidad y eficiencia, de la industria textil y así mejorar su competitividad, del estado de Puebla.

Objetivos Específicos

1. Analizar el proceso de producción de la industria textil productora de telas para aumentar su productividad en la producción, de Puebla.

- 2. Crear flexibilidad en la industria textil productora de telas para que tengan la capacidad de adaptación a las necesidades cambiantes del mercado.
- 3. Identificar los costos directos, indirectos entre otros factores y compararlos con la competencia para poder tomar decisiones asertivas sobre las mejoras que necesitan las industrias textiles.
- 4. Diseñar un sistema de control para satisfacer los requisitos de las estrategias de producción establecidas en las industrias y así mejorar y optimizar los procesos de productividad.
- 5. Mejorar la calidad desde una perspectiva interna, cumplir con las especificaciones de diseño, como externa, satisfacer los requisitos del cliente, y medirse en relación con la competencia.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación de campo, entrevistando a 346 pequeñas y medianas empresas (pymes) de la región, mediante la aplicación de un cuestionario de 45 preguntas cerrado con escala de Likert donde las opciones eran:

- 1. Muy en desacuerdo
- 2. En desacuerdo
- 3. No sé/ No aplica
- 4. De acuerdo
- 5. Muy de acuerdo

Las características de las empresas encuestadas se muestran en las siguientes tablas a continuación:

Tabla 1. Antigüedad de la empresa.

1. Año de inicio de operaciones:	
menos de 5 años	110
más de 5 años y menos de 10 años	64
mayor a 10 años	168

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta marzo 2021.

Tabla 2. Tipo de constitución de las empresas

2. Elige de las siguientes opciones qué tipo de asociación describe mejor a tu empresa:	
a) Está constituida como empresa (S.A., S.R., etc.).	50
b) Empresa con un dueño sin registro en hacienda.	127
c) Empresa con varios dueños sin registro en hacienda.	22
d) Persona física con actividad empresarial.	59
e) Régimen de incorporación fiscal.	21
f) Servicios profesionales (registrado).	15
N/A	61

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta marzo 2021.

Tabla 3. Número de trabajadores.

3 ¿Cuántas personas trabajan permanentemente en tu empresa actualmente?:	
menos de 10 personas	266
más de 10 y menos de 50 personas	55
más de 50 personas	10

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta marzo 2021.

Tabla 4. Escolaridad del propietario o gerente.

13. Último año de estudios que terminaste:	
a) 1° Primaria.	30
i) 3° Secundaria.	74
j) 1° Bachillerato o técnico.	109
m) Más de 1 año de universidad sin título.	50
n) Titulado de técnico superior universitario.	16
o) Titulado de licenciatura o ingeniería.	57
p) Al menos un año de maestría.	12

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta marzo 2021.

Tabla 5. Características del propietario.

15. Edad:	
menor a 30 años	118
más de 30 y menor de 50 años	173
más de 50 años	56
17. Sexo:	
a) Hombre.	203
b) Mujer.	156
19. Estado civil:	
a) Soltero	102
b) Casado	155
c) Divorciado/separado	22
d) Madre soltera	14
e) Unión libre	50
f) Viudo	6
Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta marzo 2021.	

Resultados/Discusión de resultados

El objetivo fue analizar la producción y ventaja competitiva, a continuación, se presentarán los resultados más importantes.

Me enfoco en la calidad de mis productos o servicios

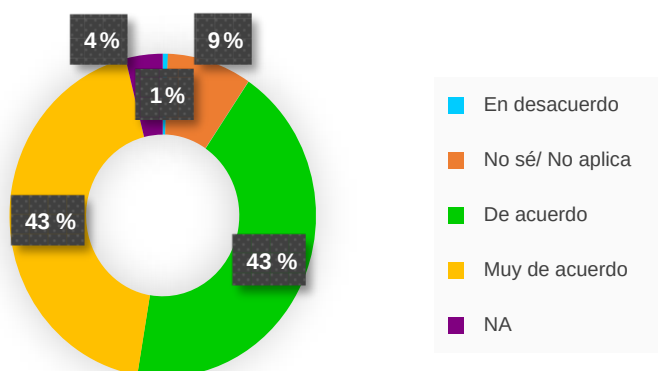


Figura 1. Producción pregunta 1
Calidad de productos o servicios
Fuente: Elaboración propia, con
datos de la encuesta marzo 2021

De las 346 pymes encuestadas, se obtuvo un empate del 43 % de ellas consideran estar muy de acuerdo y de acuerdo en enfocarse a la calidad de sus productos y servicios, esto quiere decir que en San Martín Texmelucan la mayoría de las empresas ofrecer un producto de calidad a sus clientes.

Me enfoco en reducir el tiempo entre que el cliente solicita y recibe su producto o servicio

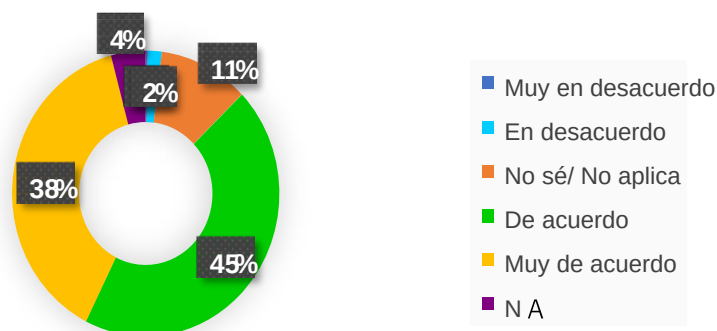


Figura 2. Producción pregunta 2
Tiempo de entrega del producto.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta marzo 2021.

De las 346 encuestas realizadas, el 45 % de las empresas, está de acuerdo en reducir el tiempo de entrega al entregar su producto y el 38 % está muy de acuerdo esto quiere decir que las empresas buscan ser más eficientes en la producción para así entregar su producto lo antes posible.

Me enfoco en reducir mis costos en todas las áreas de la empresa

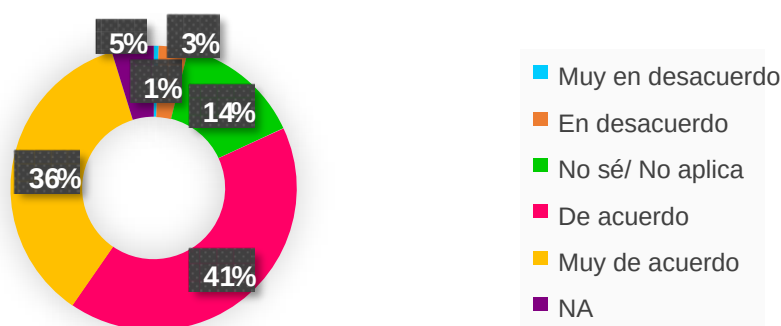


Figura 3. Producción pregunta 3
Reducción de costos.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta marzo 2021.

Las encuestas realizadas arrojaron que el 41 % de las pymes están de acuerdo en reducir costos y el 36 % está muy de acuerdo, lo que nos dice que las empresas en San Martín Texmelucan están realizando estrategias que les ayuden a reducir costos en todas las áreas.

Los clientes nos eligen porque ofrecemos el mejor precio

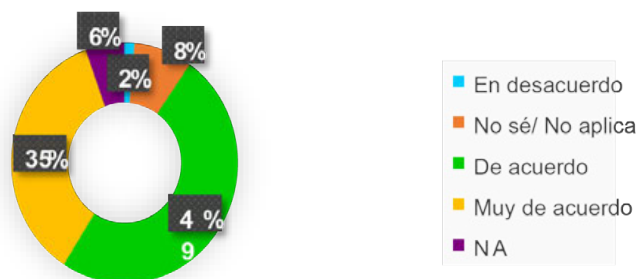


Figura 4. Ventaja Competitiva pregunta 1 Mejor precio.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta marzo 2021.

Las 346 encuestas realizadas nos dieron como resultado que el 49 % está de acuerdo y el 35 % está muy de acuerdo en que los clientes los prefieren por ofrecer el mejor precio, lo anterior nos indica que las Pymes de San Martín Texmelucan tienen una ventaja competitiva a diferencia de otras ya que ofrece un precio accesible a sus clientes.

Los clientes nos eligen porque saben que siempre tenemos disponible el producto servicio

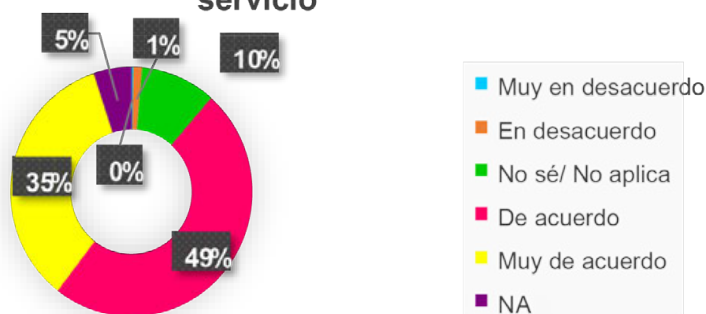


Figura 5. Ventaja Competitiva pregunta 2 Disponibilidad del producto.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta marzo 2021.

Las 346 encuestas realizadas por pymes nos dieron como resultado que el 49 % está de acuerdo y el 35 % está muy de acuerdo, en que los clientes eligen su producto o servicio porque siempre está disponible, lo cual favorece a las empresas al darle seguridad a sus clientes al momento de adquirir su producto o servicio cuando lo necesiten.

Conclusiones

Lo anterior nos da a conocer que las industrias textiles de Puebla se encontraron gravemente afectadas a causa de la pandemia al igual que miles de empleados que no están trabajando o que solo reciben la mitad de su salario al no trabajar a tiempo completo.

No obstante, las industrias textiles pueden generar una ventaja competitiva con la situación actual, esto depende de qué tan eficiente o productivamente sea aprovechado.

La construcción de estrategias de producción genera una ventaja competitiva es, por lo tanto, un proceso que no tiene fin y en el que no solo la inversión, (tecnología, unidades productivas modernas; aprendizaje, capacitación, etc.) sino también la innovación en las áreas de producción, comercialización y organización son factores determinantes. La relevancia de estas observaciones se deriva del hecho que, con respecto a estos factores, el estado no suele demostrar ventajas “naturales” y el entorno tecnológico-industrial general es bastante modesto. Hacer frente a estas exigencias requiere necesariamente la participación e interacción de los diferentes actores, tanto públicos como privados. Para integrar en condiciones ventajosas a la industria textil, es recomendable reforzar el entorno sectorial buscando formas de estructurar instrumentos de apoyo que descansen en una colaboración entre el gobierno, las empresas y asociaciones sectoriales.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Los resultados de este trabajo se pueden utilizar para desarrollar investigación de otras regiones del estado de Puebla y del país, que detonen en políticas públicas que promuevan la competitividad del sector.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México (TecNM) campus San Martín Texmelucan y a la CITEX de San Martín Texmelucan por las facilidades de sus plataformas y acceso a las empresas para realizar este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] González, L., 2020. Se desploman 80 % de ventas en la industria textil. El Economista.

- [2] Villacrés, E. S., 2018. Industria textil y Comercio Justo para la Competitividad en el Mercado Global. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas carrera de Economía Internacional y Gestión en Comercio Exterior.

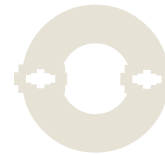
- [3] Molina, I., 2018. Industria Textil se transforma para hacer frente a COVID-19. México Industry

Diseño de captador pluvial para espacios en la vía pública en la ciudad de Teziutlán mediante el software de SolidWorks

^aApantenco Salas-Jairo, ^bLuna, Ximello-Roberto Ángel, ^cCortez, Calderón-Luis

^a Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Camino a la Barranca de Pesos S/N, San Lucas Atoyatenco, C.P. 74120, San Martín Texmelucan de Labastida, Puebla.

*jarolapante@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La agricultura en México, en específico la de Puebla, es una de las actividades que genera una gran cantidad de empleos y productos comestibles. Una de las problemáticas que enfrenta este sector, es el lavado y desinfectado de verduras y hortalizas para poder comercializarlas o consumirlas. En el presente proyecto, se propone el diseño mecánico de maquinaria para el lavado y desinfectado, cuyo objetivo es mejorar la calidad de los productos al reducir el

contacto con agentes externos, mediante la selección, cálculo y simulación de materiales. Por lo cual, para este trabajo se especializó en la lechuga tipo romana, la cual es cultivada, cosechada y distribuida por la empresa JASL TETLA PRODUCE S.C. de R.L. de C.V., la cual es una de las empresas a nivel regional y estatal productora de esta hortaliza, la cual impacta directamente en el estado y sus alrededores.

Palabras clave

Desinfección, lavado, lechuga, diseño.

Abstract

Agriculture in Mexico, specifically in Puebla State, is one of the activities that generate a large number of jobs and edible products. One of the problems faced by this sector is the washing and disinfection of vegetables to be able to market or consume them. In this project, the mechanical design of machinery for washing and disinfection is proposed, the objective of which is to improve the quality of the products by reducing contact with external agents, through the selection, calculation, and simulation of materials. Therefore, for this work it specialized in romaine lettuce, which is cultivated, harvested, and distributed by the company JASL TETLA PRODUCE S.C. by R.L. by C.V., which is one of the companies at the regional and state level that produces this vegetable, which directly impacts the state and its surroundings.

Keywords

Disinfection, washing, lettuce, design.

Glosario de abreviaturas y símbolos

PIB, Producto interno bruto.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Radiación UV, Radiación ultravioleta.

AISI, American Iron & Steel Institute.

SolidWorks, software CAD para modelado mecánico en 2D y 3D.

FEM, Finite element method (método de los elementos finitos).

Introducción

La agricultura en México se considera como una de las actividades que genera una gran cantidad de empleos además de responder a las necesidades alimenticias de millones de personas, conservar los entornos naturales y mejorar la calidad de vida en zonas rurales del país. Aunque la tendencia en la agricultura en nuestro país ocupa un menor papel en el producto interno bruto (PIB), sigue siendo una actividad principal en México y en el estado de Puebla.

La agricultura son las actividades económicas y las diferentes técnicas de tratamiento al suelo, la cual se emplean para el cultivo de la tierra para la producción de alimentos. La siembra es una de las actividades que se desempeña en un huerto considerando la forma de situar la semilla, considerar las condiciones que se necesitan para el desarrollo de la planta que se desea cultivar, los métodos son variados para cultivar entre ellos se encuentran protegida, en línea, a voleo y al tresbolillo.

Un caso muy en especial de este tipo de técnicas y métodos optados por los agricultores, es en la siembra de lechuga, que es un vegetal muy delicado en cuestiones de nutrientes y clima. Esta última se puede considerar como una verdura u hortaliza, puesto que es una planta comestible de muchas variedades, que se cultiva dentro o fuera de un huerto, el cual puede ser un terreno de siembra a la intemperie o un invernadero.

Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), los sectores agrícola y pecuario representan cerca del 10 % del PIB en nuestro país. La biodiversidad con la que cuenta México es causante de este nivel de productividad, ya que el 13 % del territorio nacional, lo que equivale a 145 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura cosechando cerca de 200 productos en diferentes estados y temporadas.

La lechuga es una planta herbácea de sabor suave y color verde, por lo general se va acalorando hacia el tronco y oscureciendo a la punta de las hojas. En todo el mundo hay una gran variedad de lechugas comerciales, en México la mayor producción se concentra en lechuga romana y la orejona, al igual se produce las variedades baby leaf y escarola. El cultivo de este producto se da en 22 estados de la República donde Guanajuato, Zacatecas y Puebla se colocan como principales productores. Donde la empresa JASL TETLA PRODUCE S.C. de R.L. de C.V., es una empresa productora

de lechugas del estado de Puebla localizada en la comunidad de San Juan Tetla, la cual pertenece al municipio de San Lorenzo Chiautzingo, con más de 9 variedades de lechugas y más de 3, 139 kilos de lechuga producidos a la semana.

El uso de radiación UV a una longitud de onda de 190 a 280 nm tiene un reconocido poder germicida y puede ser eficaz para la descontaminación de la superficie de hortalizas recién cortadas, pero la disposición de los elementos necesarios para el funcionamiento de la maquinaria el uso de radiación UV genera un tiempo muerto en el proceso que lleva el empaquetado de la hortaliza.

Por lo cual el motivo del proyecto es el análisis, diseño y simulación de la estructura de una máquina que permita el lavado y desinfectado de lechuga con el fin de dar solución al problema detectado en la línea de producción de lechuga, donde se tiene que cosechar, separar, lavar, desinfectar, secar y empaquetar para su venta en la región, en el estado y el ciudades aledañas.

Materiales y métodos

La producción agrícola es el resultado de la práctica de la agricultura, es aquella que consiste en generar vegetales para consumo humano. Ha variado mucho a lo largo de la historia, logrando mejoras significativas en la misma gracias a la implementación de diferentes herramientas y procesos.

Para la industria de giro alimenticio la importancia de conocer su producto permite facilitar su cosecha y manejo para su venta, la lechuga es una de las hortalizas que tiene una gran variante donde se podrá encontrar distintas características nutrimentales por lo cual la selección de alguna de estas para implementar en un invernadero o en el campo es importante para su mejor crecimiento al igual que permite organizar e idear un proceso de limpiado, empaquetado y venta de mejor manera.

La lechuga

La producción agrícola es el resultado de la práctica de la agricultura, es aquella que consiste en generar vegetales para consumo humano. Ha variado mucho a lo largo de la historia, logrando mejoras significativas en la misma gracias a la implementación de diferentes herramientas y procesos. El término vegetal refiere

a un ser orgánico vivo que no posee aparato locomotor, que crece por impulso voluntario sin moverse de lugar [1].

Los vegetales se pueden clasificar en dos tipos las frutas y hortalizas, donde la fruta que se refieren a la parte carnosas de plantas florales ya maduras, mientras que la hortaliza hace referencia a un grupo de plantas comestibles, abarca tanto verduras como legumbres [2].

- Clasificación de las hortalizas

- Anuales.

- Bienales.

- Perennes

- Vivaces [3].

- Por su forma de reproducción

- Por semilla.

- Por bulbos.

- Por rizomas.

- Por tubérculos.

- Por raíces tuberosas.

- Por plantines.

- Por cultivo de tejidos ó meristemas [3].

- Por el color de las hortalizas

- Hortalizas de hoja verde.

- Hortalizas amarillas.

- Hortalizas de otros colores [3].

- Según el órgano de consumo

- Hortalizas de raíz.

- Hortalizas de tallo.

- Hortalizas de hojas.

- Hortalizas de flores.

- Hortalizas de frutos [3].

- Según el medio de conservación

- Hortalizas frescas.

- Hortalizas congeladas.

- Hortalizas deshidratadas o desecadas [3].

Aspectos nutricionales

Las verduras y hortalizas son alimentos bajos en calorías, ricos en agua, fibra, vitaminas y minerales. Su acción antioxidante los hace indispensables en nuestra alimentación. El grupo de las verduras y hortalizas incluye una gran cantidad de alimentos vegetales procedentes de la huerta.

Para que la lechuga no transmita enfermedades debe desinfectarse y hay que comprarla en lugares confiables. Las más conocidas son la romana y la orejona [9].



Figura 1. Lechuga romana [9]

Lechuga romana: Su tallo es blanco y grueso con hojas largas color verde claro, su corazón es fresco y crujiente. Puede crecer en forma alargada o redonda. Según Primaflor sus valores energéticos son de 14 Kcal., 0.3 g. de grasas, 1.4 g. de hidratos de carbono, 1.5 g. de fibra alimentaria, 1.5 g. de proteínas y 10 mg. de sodio. Su sabor es dulce por lo que se lleva bien con dulce o salado [9].



Figura 2. Lechuga escarola [9]

Lechuga escarola: Su principal característica es que se cultiva durante el invierno y es de las más usadas en la gastronomía internacional al igual que la romana. Está compuesta por hojas rizadas color verde más oscuro que la romana, que se envuelven en capas y están unidas en una nervadura central blanca. Su sabor es más amargo [9].

Lechuga iceberg: Este tipo de lechuga es muy popular en España. Su forma parece una flor de abundantes hojas verdes grandes y es típica en primavera.

Lechuga Lollo Rosso: Es una lechuga bicolor, verde del tallo, pero moradas sus hojas, como es de origen italiano, en el mercado o tianguis la conocen como lechuga italiana. Su sabor es amargo y sus hojas son rizadas.

Acero inoxidable

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro, cromo y carbono, que en ocasiones se complementan con otros elementos, principalmente el níquel. De acuerdo a la estructura cristalina los aceros inoxidables, se pueden definir de manera general en cuatro clases o tipos. Aceros Inoxidables Martensíticos, Aceros Inoxidables Ferríticos, Aceros Inoxidables Austeníticos, Aceros Inoxidables Endurecibles por Precipitación y Aceros Inoxidables Dúplex [7].

Aceros inoxidables martensíticos

Son la primera rama de los aceros inoxidables simplemente al cromo. Representan una porción de la serie 400.

Aceros inoxidables ferríticos

Estos aceros inoxidables de la serie 400 AISI (American Iron & Steel Institute) mantienen una estructura ferrítica estable desde la temperatura ambiente hasta el punto de fusión.

Aceros inoxidables austeníticos

Los aceros inoxidables austeníticos constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles, integra las series 200 y 300 AISI. Su popularidad se debe a su excelente formabilidad y superior resistencia a la corrosión.

Aceros inoxidables Dúplex

Son aleaciones cromo-níquel-molibdeno.

Es la adición de cromo la que le proporciona a estos aceros la característica de inoxidable. En medios oxidantes como el aire, el cromo forma una capa de óxido muy fina y compacta que aísla al material de los ataques corrosivos. Los aceros inoxidables se clasifican en función de los distintos elementos y de las cantidades relativas de cada uno de ellos que intervienen en su composición [7].

Rodamientos

Los rodamientos son una de las piezas de maquinaria más utilizadas, ya que su movimiento giratorio facilita todos los movimientos y además ayuda a reducir la fricción entre los distintos elementos móviles.

Los rodamientos tienen dos funciones principales:

- Transfieren el movimiento, es decir, apoyan y guían componentes que giran entre sí
- Transmiten fuerzas

Método tomado para la selección de materiales

En la solución del problema se decidió realizar el diseño de una máquina que permita lavar y desinfectar lechuga romana, como ya se vio anteriormente vimos las características de estas hortalizas por lo cual la selección de esta fue en base a la producción de esta en la empresa JASL TETLA PRODUCE S.C. de R.L. de C.V.

Para el diseño de la máquina se propuso seguir con el modelado de la estructura, su análisis y la selección de materiales adecuados a las condiciones que estará expuesto, esto permitirá que la maquinaria funciones de una manera adecuado y eficiente, el uso de software es necesario para la simulación de los esfuerzos a la que está expuesta.

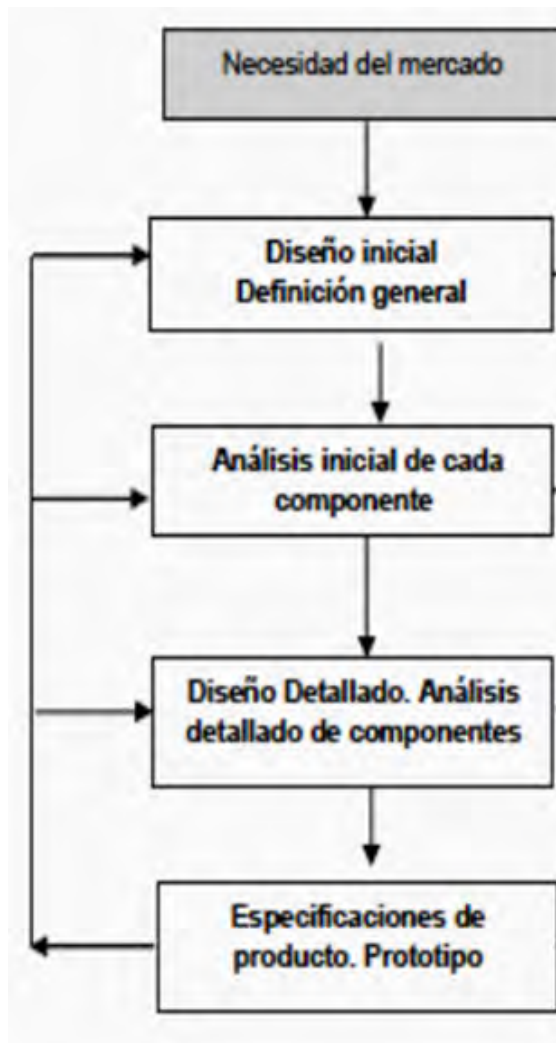


Figura 3. Método de diseño mecánico.

En un primer paso para el desarrollo de este proyecto fue el diseño de una máquina que tenga la función de lavar y desinfectar un tipo de lechuga que aplique para la empresa JASL TETLA PRODUCE S.C. de R.L. de C.V. dedicada a la siembra, cosecha y venta de lechugas en el estado donde la solución a mejorar es el tiempo, eficiencia y calidad en el proceso que conlleva la producción de este producto antes de la distribución.

Para comenzar con el proyecto se inició con un diseño con el cual sea apto para el manejo de la lechuga y que a la vez su traslado sea cómodo. Se realizó un boceto de la máquina, el cual se inspiró en otras máquinas con la función de lavar frutas en empresas alimenticias (estado del arte previamente consultado). Para el modelado de esta máquina se usó el software CAD (SolidWorks) para desarrollar el modelo en 3D y posteriormente realizar la simulación de FEM de las piezas.

La simulación computacional se utiliza ampliamente en las empresas para hacer análisis y mejorar la calidad de los productos y proyectos. La mayoría de estos análisis se llevan a cabo mediante uso de softwares que utilizan el Método de Elementos Finitos, lo cual permite obtener respuestas para numerosos problemas de ingeniería. La geometría de la pieza, sometida a cargas y restricciones, se subdivide en partes más pequeñas, conocidas como “elementos”, que representan el dominio continuo del problema. La división de la geometría en pequeños elementos resuelve un problema complejo, al subdividirlo en problemas más simples, lo que permite a la computadora hacer las tareas con eficiencia [6].

Resultados/Discusión de resultados

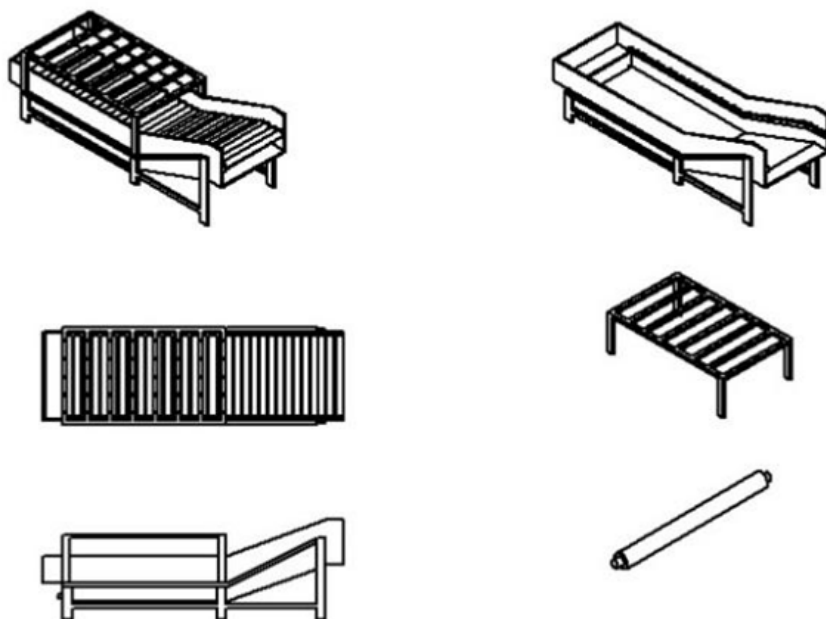


Figura 4. Planos del pre-diseño de la máquina.

Se realizó un pre-diseño de la maquinaria lavadora de lechuga, el diseño se comenzó con la idea de transportar la lechuga de una manera rápida y segura con el uso de rodillo esto permitirá que la lechuga no sufra daño y tenga un movimiento continuo. El uso de rodamientos permitirá que los rodillos se muevan de una manera más eficiente, al igual permitirá que la desinfección se realice de manera pareja al girar las lechugas.

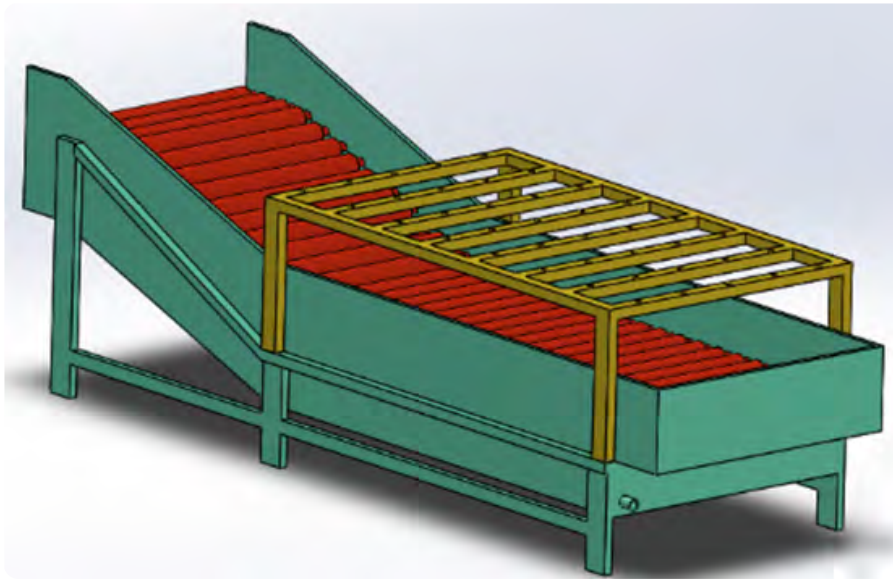


Figura 5. Modelo 3D.

Con ayuda del software se realiza la simulación de esfuerzos sobre la estructura donde se permite establecer las partes fijas de la máquina, generando la fuerza ejercida a la estructura para visualizar la deformación en las piezas al igual permitiendo observar la tensión que se genera.

Para el análisis de la estructura de la máquina se consideró la distribución de las cargas que soportaría en el uso cotidiano, como es el peso de las lechugas que soportara. La estructura de riego que será instalada sobre la base, al igual que se consideró que la capacidad de agua que se pueda almacenar en la base de máquina. Con los puntos anteriormente mencionados, se procedió a la suma de la carga que podría soportar en el proceso de lavado, con la carga promedio calculada se realizó la simulación para observar la deformación presente en el material anteriormente seleccionado para su aplicación física o su modificación.

Base de estructura

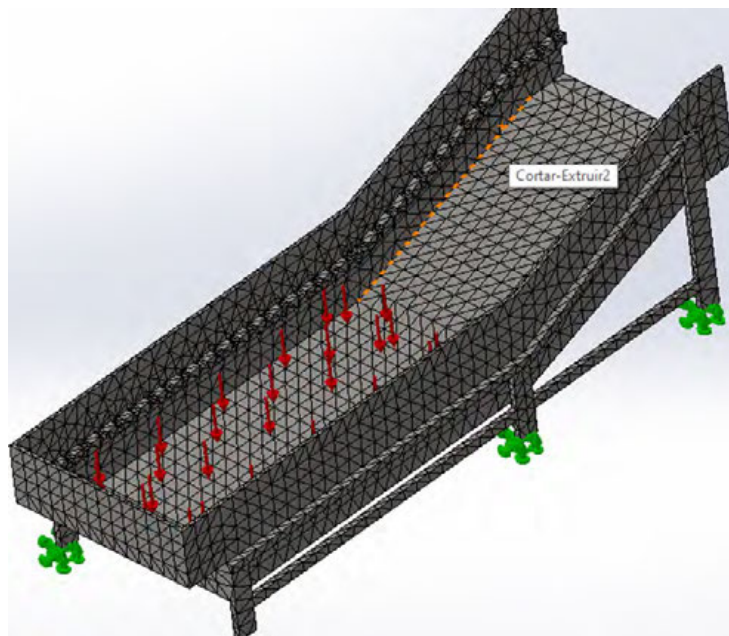


Figura 6. Mallado de la estructura base para la FEM.

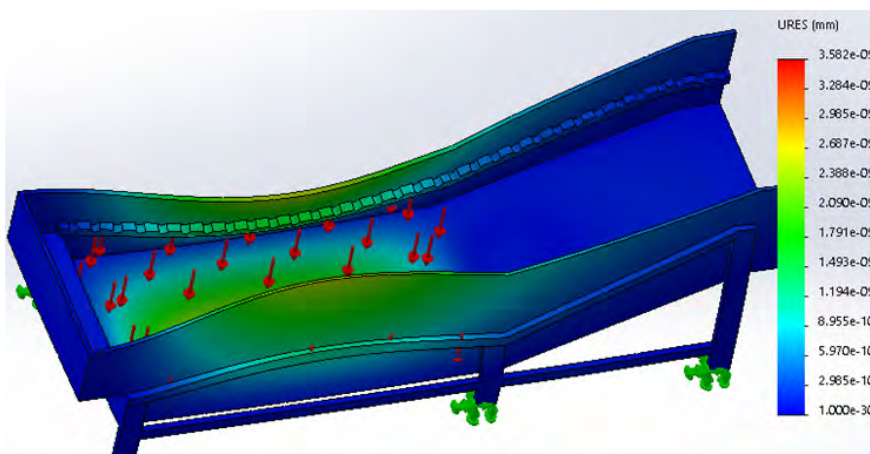


Figura 7. Análisis de fuerza por FEM en base.

El uso del software nos permitió realizar la simulación de la base de la máquina, donde se pudo observar la deformación que se genera en la estructura mecánica satisfaciendo con la fuerza que se empleará en la vida real y en uso continuo, el estrés provocado en la estructura es el adecuado para la implementación de esta.

Base de regaderas

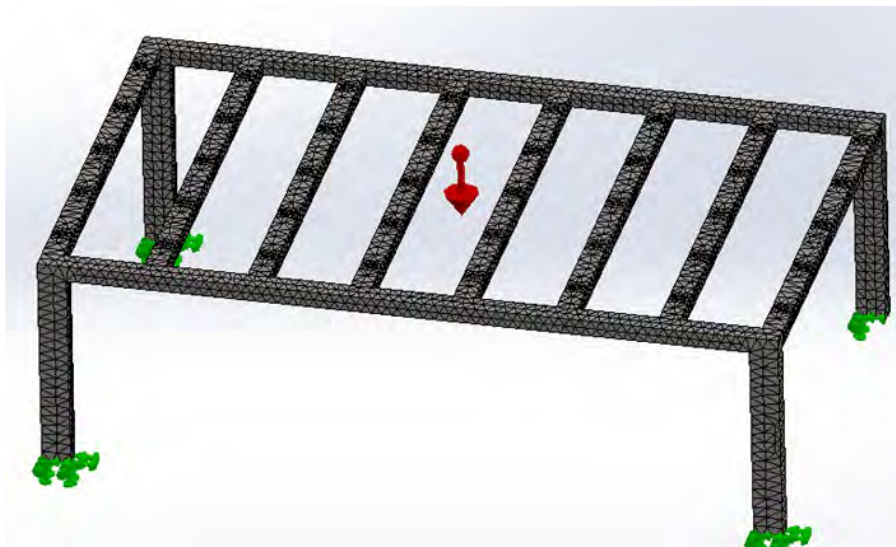


Figura 8. Mallado de la estructura regadera para la FEM.

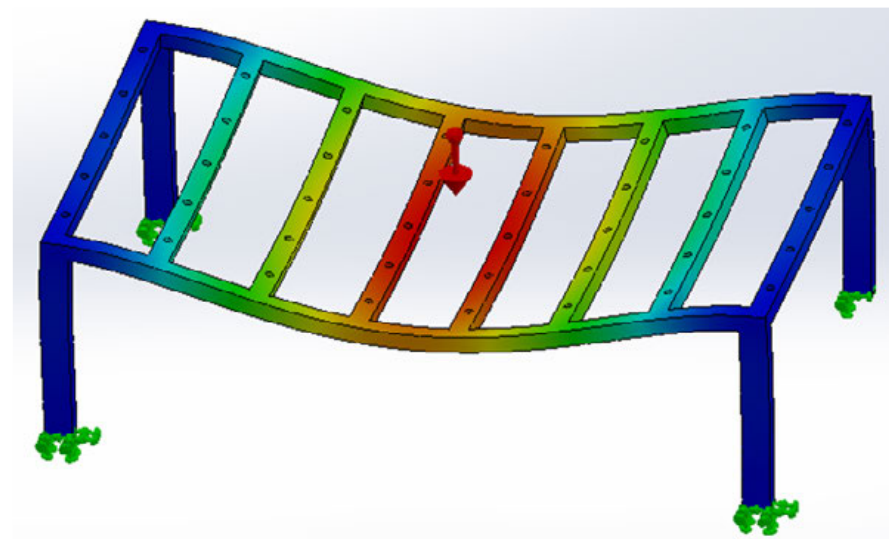


Figura 9. Análisis de fuerza por FEM regadera.

Con la base donde serán colocada las regaderas el estrés/esfuerzo que se simuló es mayor a la que se aplicará en alguna prueba física, esto da un indicio de que la estructura será adecuada a la función que se le piensa dar.

Rodillos

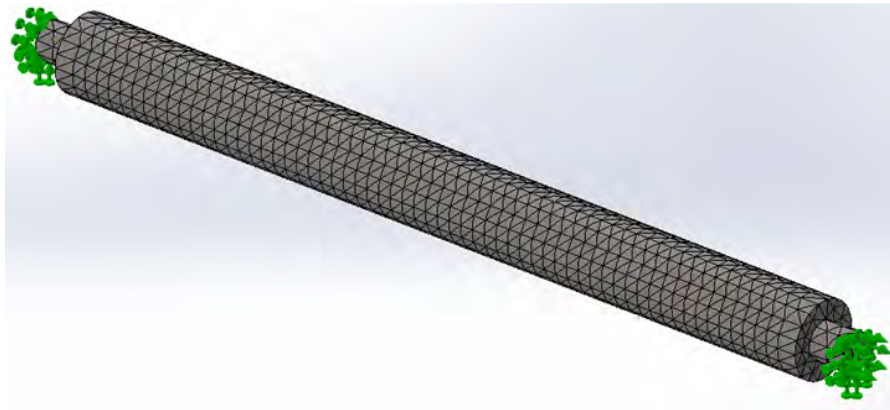


Figura 10. Mallado de la estructura rodillo para la FEM.

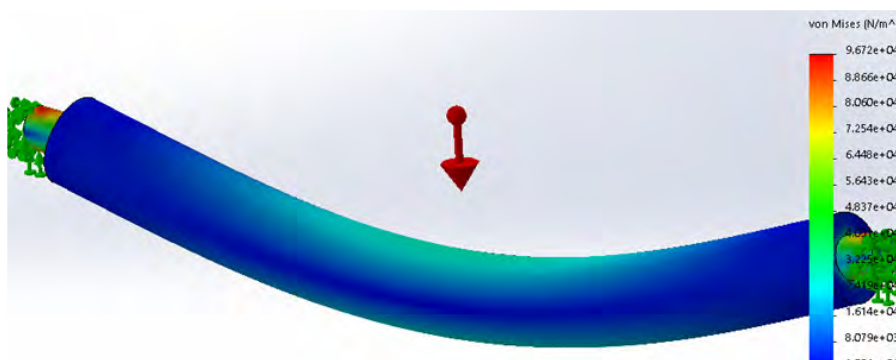


Figura 11. Análisis de fuerza por FEM rodillo.

En la simulación se puede observar la deformación que presenta con un peso que sobrepasa a la que se ejercerá para visualizar el estrés que este puede sufrir, la implementación de materiales resistentes para la elaboración de la máquina es el adecuado y por las simulación mostrada satisface los parámetros que marcan los materiales.

Para el movimiento de los rodillos que se ubican dentro de la máquina se usó rodamientos radiales para mejorar el movimiento, en especial de rodamientos rígidos de bolas por fácil diseño, operan en bajas y altas velocidades y no requieren de mucha atención y pueden ser usados de forma continua.

Con el caso de la lámina de acero se hará uso de láminas de acero inoxidable AISI 304 por su características la cual puede soportar altas temperaturas y se puede modificar su estructura por sus propiedades físicas, la selección de este material se realizó con el uso de tablas de aceros inoxidables para la detección de sus características y verificar cual se adapta a las condiciones de la máquina ya anteriormente simuladas en el software.

En un paso siguiente se pretende la elaboración de un primer prototipo que permita efectuar el funcionamiento deseado en alguna empresa, los materiales y herramientas se toman en cuenta con el análisis de la estructura y la facilidad de conseguir los insumos para su fabricación, al igual tomando en cuenta que es necesario personal que sea apta para el manejo del material y herramienta que se utilizara y son los siguientes: un herrero y un soldador.

Al igual se considera una lista previa de materiales necesarios para la construcción del prototipo de la máquina los cuales fueron tomados por conocimiento previos de trabajos realizados por los que integran el proyecto, esto llevó a la selección de los siguiente:

Tabla 1. Material y equipo necesario para realizar la estructura.

#	Material	Cantidad
1	Lámina lisa de acero inoxidable, AISI 304 calibre 10.	(1m x 1.5m) 10 láminas
2	Tubo de acero inoxidable de 1 2 calibre 14.	4 piezas
3	Rodamiento 1/2 pulgada.	100-120 piezas
4	Remache 3/16 x 1/2	2 paquetes
5	Remachadora de mano.	1
6	Esmeril de mano	1
7	Disco de desbaste para metal	4
8	Disco de corte para metal	15
9	Soldador para acero inoxidable	1
10	dobladora de acero inoxidable	1
11	Taladro	1
12	Broca para acero de 3/16	1

Viabilidad

El uso de la tecnología permitirá que la empresa genere una actualización de forma que el proceso se agilice y se pueda emplear el tiempo muerto que se generaba en el lavado y desinfectado de la hortaliza se use en alguna área donde se pueda generar un diferencia de como anteriormente se trabajaba, esto ocasionaría que la producción de lechuga en el estado de Puebla aumentara considerablemente, generando empleo local además de cuidar el medio ambiente reduciendo el impacto ecológico que se generaría en la región.

El mercado de trabajo en Puebla reflejó cambios entre el cuarto trimestre de 2019 a igual lapso de 2020. Al cierre del último tramo del año pasado se registraron 176 mil 990 personas sin empleo, mientras que 2 millones 6 mil 632 poblanos se reportaron en condiciones de informalidad laboral [10].

La mejora en la empresa genera área de oportunidad para la generación de empleo, el desempleo afecta tanto a jóvenes como a personas mayores al igual que la actualización de la línea de producción impone un reto para las personas que desconocen el tema al par genera la oportunidad de capacitación.

Como ya se mencionó anteriormente Puebla está en los primeros tres puestos de productores de lechuga en la república, el crecimiento que se espera con la implementación de una máquina encargada de lavar y desinfectar la lechuga se espera que incremente la producción, generando más materia prima y se empleará personal disminuyendo considerablemente el desempleo del estado.

El impacto esperado en la región es el crecimiento de la empresa y de la demanda de personal para líneas de recolección y empaquetado de la lechuga, además de impulsar el crecimiento económico a empresas del estado como lo son transportista y vendedores locales de verdura al presentar un producto con una buena presentación y seguro para el consumo.

Conclusiones

El proyecto fue el desarrollo de un diseño de maquinaria que se pueda ocupar en la industria alimenticia en un área específica en este caso a la producción y cosecha de lechuga romana esto con base que México tiene 22 estados dedicados a la siembra de este producto donde se encuentra el estado de Puebla. El desarrollo de una máquina de lavado y desinfecte la lechuga ahorra tiempo y mejora la calidad del producto al igual que facilita una parte del proceso, permitiendo que la empresa JASL TETLA PRODUCE S.C. de R.L. de C.V pueda mejorar la producción de lechugas y mejorar su venta al reducir el tiempo en la línea de empaquetado, esto da un impacto económico y de producción en el estado de Puebla al mejorar una parte del proceso antes de su venta.

La mejora al proceso propuesto elimina considerablemente un tiempo el cual era ocupado para el lavado de la lechuga haciendo que la acumulación de la lechuga

aumenté esto puede generar un aumento en la venta y generación de empleo al ocupar trabajadores en el empaquetado y envío de la hortaliza.

El uso de un software facilita el análisis de cargas que sufriría la máquina en un uso rudo y extremos, al usar una ayuda visual permite determinar de mejor manera el comportamiento de dichas cargas en la estructura de la máquina en caso de ser sometidas a fuerzas externas del proceso asegurando el buen funcionamiento de esta, la implementación de este análisis por un software permite de igual manera determinar que material es el adecuado para su elaboración sin la necesidad de hacer tantas pruebas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

A futuro se necesita desarrollar un prototipo funcional de la maquinaria, tomando en consideración el diseño simulado para realizar cortes adecuados en la estructura. Los pasos a seguir son varios para la mejor eficiencia en la construcción de la máquina, comenzando con un área donde se pueda trabajar con máquinas de corte y soldadura. A igual que permita una buena movilidad de las piezas grandes de herrería y la movilidad de la máquina a construir, como siguiente paso la compra del material y herramientas que sean necesarios ya seleccionados al igual que contratar o tomar algún curso para el uso adecuado de las máquinas a implementar en la construcción de la maquinaria.

Uso adecuado de equipo de protección para el uso de la herramienta que se utilizará a lo largo del proceso de construcción, al igual que organizar los horarios de trabajo para la gestión de tiempo, realizar pruebas de campo para verificar el funcionamiento de la maquinaria en uso, comparando con el resultado simulado de las pruebas digitales realizadas anteriormente.

Referencias bibliográficas

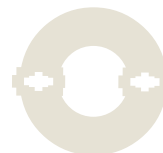
- [1] «Tiposde» 06 11 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.tiposde.com/vegetales.html>. [Último acceso: 06 Noviembre 2015].
- [2] «DeSignificados» 27 abril 2021. [En línea]. Disponible en: <https://designificados.com/hortalizas/>. [Último acceso: 27 abril 2021].
- [3] M. M. Martínez, «aprendamos horticultura en la eta,» 13 junio 2015. [En línea]. Disponible en: <http://aprendamoshorticulturaenlaeta.blogspot.com/2015/06/clasificacion-de-las-hortalizas.html>. [Último acceso: 13 junio 2015].
- [4] «elsevier,» 1 febrero 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-verduras-hortalizas-13057699>. [Último acceso: 1 febrero 2004].
- [5] I. V. Gómez., «SELECCIÓN DE MATERIALES,» *Materiales Metálicos – 2do. Ingeniería Mecánica*, vol. 2do, n° 2, pp. 1-20.
- [6] G. Mirlisenna, «esss,» 22 enero 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.esss.co/es/blog/metodo-de-los-elementos-finitos-que-es/>. [Último acceso: 22 enero 2016].
- [7] Ulbrinox, «Ulbrinox,» 24 abril 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-los-aceros-inoxidables-1>. [Último acceso: 24 abril 2020].
- [8] «nskeurope,» 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.nskeurope.es/es/products/what-s-a-bearing.html#>.
- [9] E. Universal, «El Universal,» 21 Noviembre 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/menu/como-es-la-lechuga-romana-y-cuantos-tipos-existen>. [Último acceso: 28 Abril 2021].
- [10] V. LÓPEZ, «MILENIO,» 15 Febrero 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.milenio.com/negocios/desempleo-Puebla-inegi-reporta-176-mil-990-desempleados>. [Último acceso: 28 Abril 2021].

Diseño e implementación de un robot seguidor de línea autónomo profesional basado en un microcontrolador ARM CORTEX M4

^aBalbuena, Palma-Jesús*, ^aIbarra, Bonilla-Mariana Natalia

^aTecnológico Nacional de México/ITS de Atlixco, Prolongación Heliotropo No.1201, Colonia Vista Hermosa, C.P. 74218, Atlixco, Puebla.

*im160954@itsatlixco.edu.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

El presente proyecto presenta el diseño y construcción de un Robot Seguidor de Línea Autónomo Profesional utilizando un microcontrolador ARM Cortex M4, cuyo diseño pueda ser replicable por cualquier estudiante o profesor que esté interesado en las áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) a un coste asumible. El robot representa una plataforma robótica en la que los estudiantes de ingeniería puedan fortalecer sus habilidades en áreas especializadas, tales como Programación de sistemas embebidos, Diseño electrónico, Implementación de técnicas de Inteligencia Artificial y algoritmos de Control para mini-robótica móvil; las cuales son competencias muy demandadas por el sector industrial tanto a nivel nacional como internacional.

Un objetivo fundamental de este proyecto es desarrollar un curso digital en la plataforma de YouTube, cuyo propósito sea enseñarles, tanto a los estudiantes como profesores, los métodos o técnicas para replicar y programar el robot. Con este proyecto se persigue que el conocimiento especializado sobre ciertas áreas de innovación tecnológica pueda ser accesible para todos y no solo para unos cuantos que puedan costearlo, motivando de esta forma a que a los jóvenes investigadores participen, y así Puebla se haga presente, en los diversos torneos de robótica que existen a nivel nacional e internacional.

Palabras clave

Robot-seguidor, electrónica, programación, e-learning.

Abstract

The present project presents the design and construction of a Professional Autonomous Line Follower Robot using an ARM Cortex M4 microcontroller, whose design can be replicable by any student or teacher interested in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) areas at an affordable cost. The robot represents a robotic platform in which engineering students can strengthen their skills in specialized areas, such as Embedded Systems Programming, Electronic Design, Implementation of Artificial Intelligence techniques, and Control algorithms for mobile mini-robotics; which are skills in high demand by the industrial sector both nationally and internationally. A fundamental objective of this project is to develop a digital course on the YouTube platform, whose purpose is to teach both students and teachers the methods or techniques to replicate and program the robot. This project aims to make specialized knowledge about certain areas of technological innovation accessible to all and not only to a few who can afford it, thus motivating young researchers to participate, and thus Puebla becomes present in the various robotics tournaments that exist nationally and internationally.

Keywords

Follower-robot, electronics, programming, e-learning.

Glosario de abreviaturas y símbolos

A, Ampere

cm, Centímetro

DC, Corriente Directa

FPU, Unidad de Punto Flotante

HP, Alta Potencia

IR, Radiación Infrarroja

kHz, Kilohercio

mm, Milímetro

PCB, Placa de Circuito Impreso

RPM, Revoluciones Por Minuto

uF, Microfaradio

V, Volt

Introducción

La robótica móvil es una de las áreas de la robótica que más ha presentado avances en los últimos años. Es una nueva generación de avanzada tecnología que puede usarse en un amplio rango de sectores. Configuraciones disruptivas en la mecánica, estructuras modernas de control y navegación, desarrollo de vehículos no tripulados y nuevas aplicaciones han transformado lo que conocíamos acerca de los sistemas robóticos. El pensar que en algunos años las máquinas realizarán el trabajo operativo de muchas personas no es ciencia ficción, sino una realidad, consecuencia de la denominada cuarta revolución industrial o industria 4.0. Un conjunto de tecnologías, tales como la robótica, la inteligencia artificial y el Internet de las cosas cambiarán radicalmente la forma en como estamos acostumbrados a vivir.

En el sector educativo han surgido múltiples asociaciones y empresas las cuales impulsan el desarrollo de plataformas robóticas como un medio para incentivar la investigación y la innovación tecnológica. Tal es el caso de la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología Aplicada A.C. (SOLACYT), la cual a través de sus diversos eventos como Robomatrix, Robomatrix junior, Código ciencia, SIENCYT, entre otros; busca fomentar y llevar la competencia educativa a su nivel máximo, y apoyar a los profesores y alumnos en su interés por aportar algo de beneficio a la comunidad [1]. Asimismo, empresas mexicanas como Talent Network, la cual mediante su iniciativa Talent Robotics tiene por objetivo detectar, apoyar y vincular el talento de todo el mundo que desarrolla robótica con diversas instituciones, empresas e iniciativas que estén en búsqueda de jóvenes talentosos [2].

Actualmente existen una gran variedad de encuentros estudiantiles como el Robomatrix [1], Talent Robotics [2], Robotic People [3], entre otros; donde los participantes comparten experiencias que les ayudan a fortalecer sus habilidades en áreas tales como la Programación de sistemas embebidos, Diseño electrónico, Implementación de técnicas de Inteligencia Artificial y algoritmos de Control para mini-robótica móvil.

Dentro del ámbito académico-deportivo, los robots móviles se emplean en una gran variedad de competencias y categorías, como, por ejemplo: Drones Autónomos, Desafío Humanoide, Robot Seguidor de Línea y Robot Sumo, entre otros más [4]. Siendo una de las más populares, la categoría de Robots Seguidores de Línea Velocistas.

La gran demanda por parte de las escuelas en participar en los múltiples torneos de robótica, ha dado como resultado una mayor exigencia en el desempeño de las diferentes plataformas robóticas y sus esquemas de competencia. Tan solo en la Liga Latinoamericana de Robótica en Competencia – Robomatrix Continental Guadalajara edición 2018, la participación de los equipos universitarios por tipo de competencia y por estado fue: Microsumo – 33.33 % para Veracruz, 33.33 % para Michoacán y 33.33 % para el país de Ecuador; en la categoría de Seguidores de línea fue 100 % para Chihuahua; para el caso de Drones fue 33.33 % para Hidalgo, 33.33 % para Oaxaca y 33.33 % para Ecuador; por último en la categoría de Minisumo, la participación fue del 33.33 % para Veracruz, 33.33 % para Puebla y 33.33 % para Ecuador [5]. De manera que la participación de equipos poblanos fue nula en la categoría de Robots Seguidores de Línea con Turbina, una de las más importantes a nivel nacional e internacional, siendo los equipos más representativos de esta categoría en México la Universidad Tecnológica de Chihuahua [6] y el Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica [7].

Este proyecto propone el diseño, implementación y control de un Robot Seguidor de Línea Autónomo Profesional, basándose en un microcontrolador ARM Cortex M4. De modo que se pueda optimizar el funcionamiento de estos robots móviles. Con lo cual se busca que todos aquellos jóvenes investigadores que estén interesados en participar en esta categoría de robots puedan replicar y/o mejorar el robot producto de este trabajo; dando como resultado un mayor nivel competitivo al participar en los múltiples torneos de robótica que existen hoy en día, poniendo muy en alto el nombre del estado de Puebla.

A consecuencia de la pandemia derivada por el COVID-19 tanto la educación como la economía sufrieron grandes afectaciones. Ante ello, uno de los objetivos fundamentales de este proyecto ha sido el diseñar y publicar un curso *online* en la plataforma de YouTube, el cual pueda explicar detalladamente los métodos o técnicas para replicar y programar el robot. Fortaleciendo de esta manera la formación profesional de muchos estudiantes, brindándoles el conocimiento necesario de forma gratuita, para que puedan adquirir algunas de las competencias más demandadas por el sector industrial tanto a nivel nacional como internacional.

Materiales y métodos

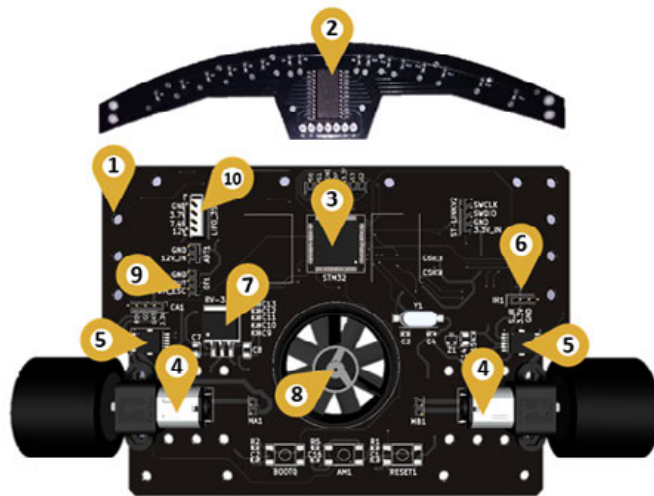
Requerimientos generales del Robot Seguidor de Línea (Hardware)

Para el diseño del robot de este proyecto se utilizó como chasis la misma placa impresa de circuitos cuyo material es fibra de vidrio laminado FR-4, la cual tiene 1mm de espesor. Así mismo, se incorporó una barra de 16 sensores optoreflexivos (QRE1113) multiplexados (74HC4067), la cual ha sido diseñada específicamente para seguidores de línea de competencia. Esta barra permite leer los 16 sensores usando tan solo 5 pines del microcontrolador, generando una mayor optimización en el procesamiento de datos [8].

El dispositivo encargado de realizar todo el procesamiento dentro del sistema robótico de este proyecto es un microcontrolador STM32F407VGT6 LQFP100. Este microcontrolador integra un ARM Cortex-M4 de 32 bits, y cuenta con una Unidad de Punto Flotante (FPU) e integra un set de instrucciones orientados a procesamiento digital de señales [9]. Para el desplazamiento del robot se emplearon un par de motorreductores de la marca Pololu, los cuales poseen una relación de engranes de 10:1 HP y un voltaje nominal de 6V. Estos motorreductores alcanzan velocidades de hasta 3000 revoluciones por minuto (RPM) [10]. También, se utilizaron un par de controladores puente H IFX9201SG de la marca Infineon. El IFX9201SG es un puente en H de 6 A de uso general, diseñado para el control de motores de DC u otras cargas inductivas. Las salidas pueden modularse por ancho de pulso a frecuencias de hasta 20 KHz [11]. Como método de accionamiento se incluyó un módulo KY-022. Este sensor KY-022 infrarrojo receptor reacciona a la luz infrarroja de 38 KHz, transmitida por un módulo transmisor, como controles remotos IR, que se utilizan en muchos equipos domésticos [12]. Para poder alimentar el microcontrolador, así como la placa de sensores se añadió un regulador de voltaje LM1086CS-3.3V [13].

El diseño del robot incluye una turbina QX Motor QF1611. Esta turbina es utilizada como un soporte para mantener la estabilidad del robot a través de su recorrido en la pista de competencia [14]. A fin de controlar el funcionamiento de la turbina utilizada se tuvo que emplear un controlador de velocidad electrónico ESC 12A EMAX para motores Brushless. Este controlador es quien define la velocidad de giro de la turbina mediante la generación de pulsos [15]. Por último, se ha utilizado una batería LiPo de la marca Turnigy. Estas baterías son conocidas en todo el mundo por su rendimiento, fiabilidad y precio [16].

La **Figura 1** presenta el esquema general del Robot Seguidor de Línea con la distribución correspondiente de sus componentes en la placa PCB.

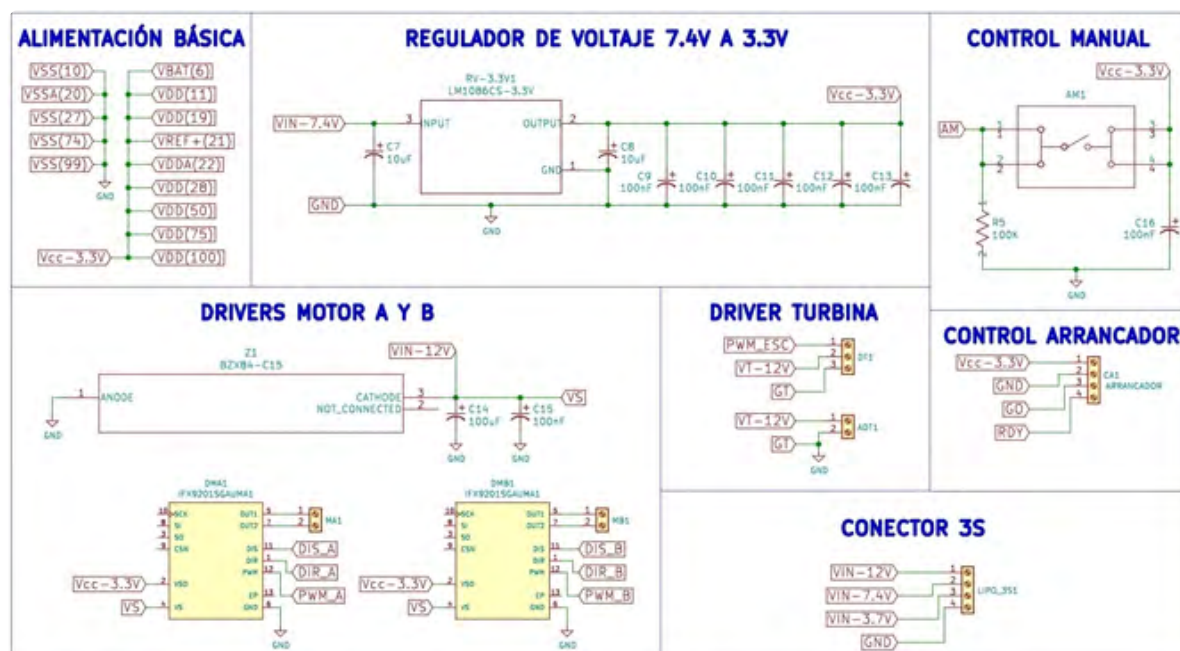


1. PCB como Chasis del Robot Seguidor de Línea.
2. Barra de 16 Sensores Optoreflexivos (QRE1113) Multiplexados (74HC4067).
3. Microcontrolador STM32F407VGT6 LQFP100.
4. Par de Motorreductores Tipo Pololu 10:1 HP 6V.
5. Puente H IFX9201SG 6A.
6. Módulo KY-022 Sensor Receptor Infrarrojo IR.
7. Regulador de Voltaje LM1086CS-3.3V.
8. Turbina QX Motor QF1611.
9. Controlador de Velocidad Electrónico ESC 12A EMAX.
10. Batería LiPo Turnigy 460mA 3S 25~40C.

Figura 1. Esquema general del Robot Seguidor de Línea con la distribución correspondiente de sus componentes en la placa PCB.

Diseño de la PCB (chasis) del Robot Seguidor de Línea en KiCad

En esta sección se presentan los circuitos electrónicos esquemáticos de cada una de las partes que componen el diseño electrónico de la PCB del Robot Seguidor de Línea. Cabe resaltar que el diseño de la PCB ha sido realizado en el Software de KiCad, tal como se puede apreciar en la **Figura 2**.



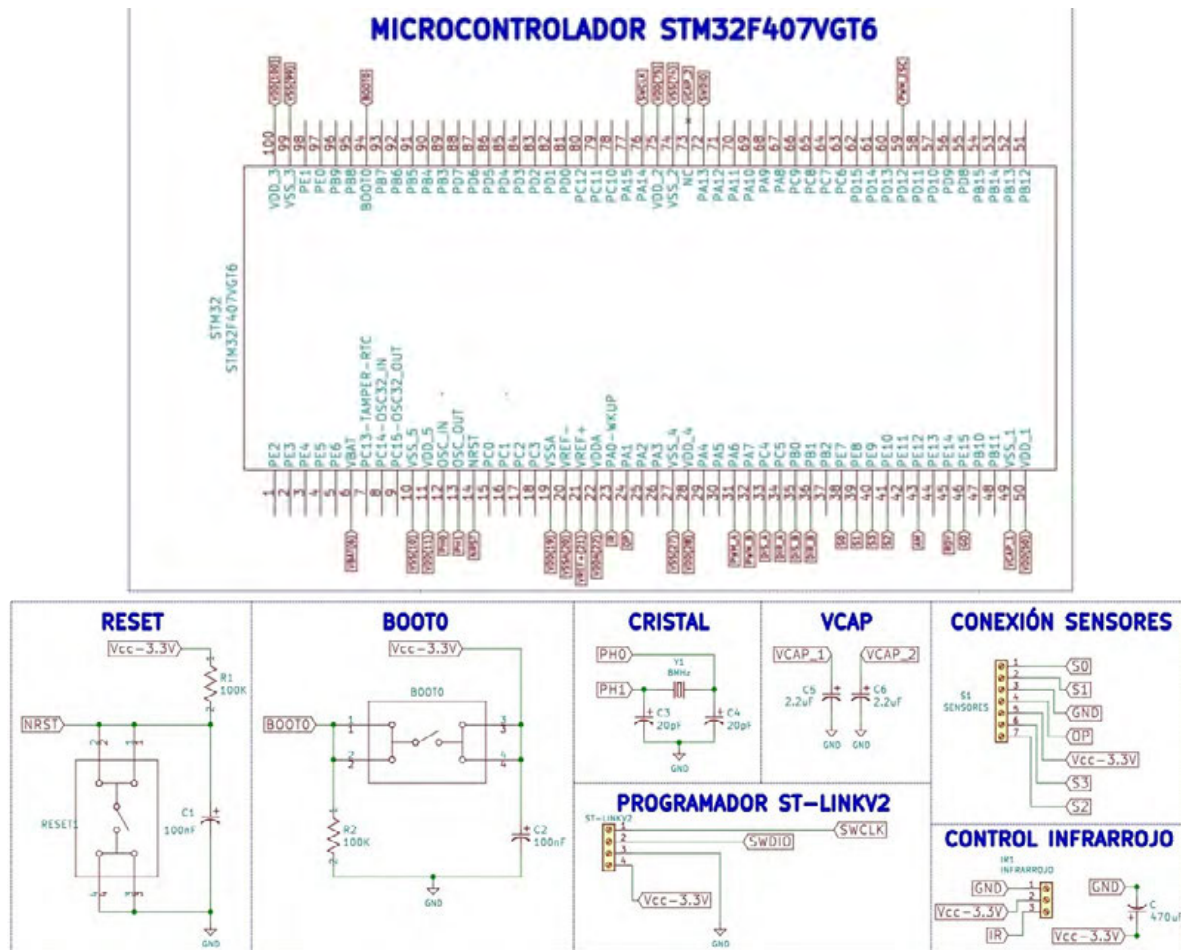


Figura 2. Diagrama de los circuitos esquemáticos de cada una de las partes que componen el diseño electrónico de la PCB del Robot en KiCad.

Diseño de la arquitectura del Robot Seguidor de Línea

El paradigma robótico seleccionado para nuestro Robot Seguidor de Línea Velocista es el jerárquico. Este paradigma tiene una relación jerárquica entre las primitivas del robot, primero la percepción del entorno (pista de competencia), después la planificación de acciones a realizar y por último la ejecución de estas acciones, tal como se puede apreciar en la **Figura 3**.

El sistema completo del robot se ha dividido en 4 etapas principales. La primera etapa consiste en el diseño mecánico del robot, en el cual se tiene que tomar en consideración el torque y la velocidad de los motorreductores, el peso del chasis sobre el cual se montará el microcontrolador junto con la barra de sensores optorefectivos, el tipo de turbina que se debe emplear para mantener la estabilidad del robot y por último el voltaje necesario para alimentar todo el sistema eléctrico y el sistema de control. Asimismo, es importante tomar en cuenta el tipo de pista

(línea blanca-fondo negro, o línea negra – fondo blanco) sobre el cual se adquirirán los datos que se requieren para la etapa de control.

La segunda etapa consiste en la adquisición de los datos de la reflectancia de la luz que incide sobre la pista de competencia. Estos datos se obtienen a través de la barra de 16 sensores optoreflexivos (QRE1113), los cuales son utilizados para obtener la posición en la que se encuentra el robot respecto de la línea de la pista.

La tercera etapa consiste en la comparación de la posición central (punto de referencia) con la posición actual del robot, esta diferencia es el error. El sistema del robot ejecuta un control digital Proporcional-Integral-Derivativo (PID) programado en el microcontrolador STM32F407VGT6. El error corresponde a la entrada al control PID, tal como se muestra en la representación del diagrama a bloques de la **Figura 4**. Con la finalidad de mejorar el tiempo y la precisión de respuesta con la que el robot alcanza la estabilidad, el control digital PID se implementó usando el algoritmo de posición de una aproximación rectangular [17]. El valor de salida que entrega el controlador PID será la señal PWM que se utilizará posteriormente en el control de los motores del robot.

Por último, la cuarta etapa consiste en la etapa de actuación, la cual emplea la señal de PWM obtenida de la etapa tres para el control de los motorreductores. Según sea el valor de la señal adquirida se determinará si el movimiento de los motores irá hacia adelante, hacia atrás o si se mantendrán detenidos.

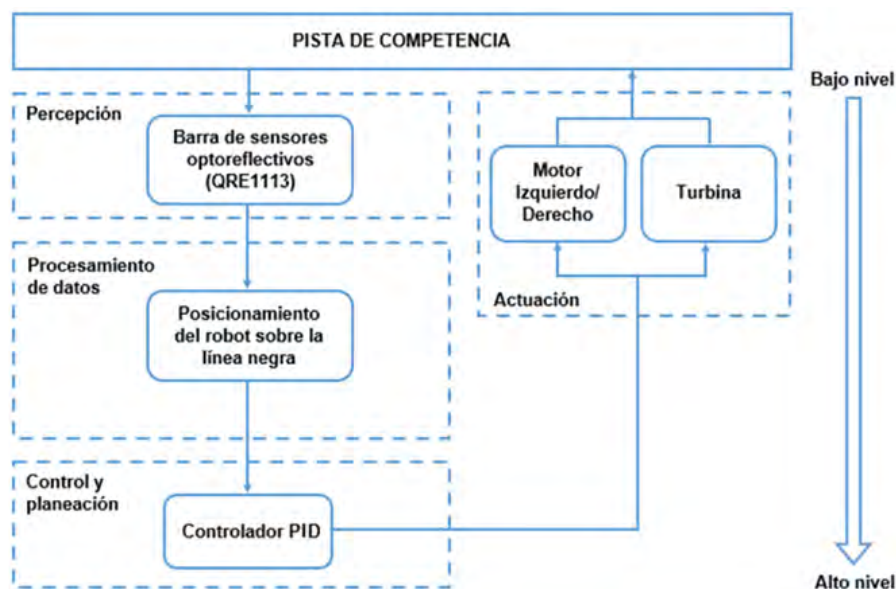


Figura 3. Arquitectura del Robot Seguidor de Línea Velocista.

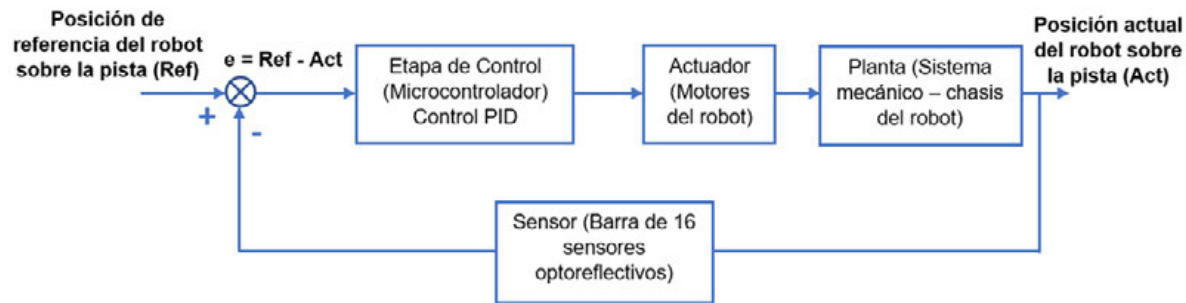


Figura 4. Diagrama a bloques general del Sistema de Control.

Controlador PID

Un controlador PID (controlador proporcional, integral y derivativo) es un mecanismo de control simultáneo por realimentación ampliamente usado en sistemas de control. Este calcula la desviación o error entre un valor medido y un valor deseado. El algoritmo del control PID consta de tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor proporcional depende del error actual, el integral depende de los errores pasados y el derivativo es una predicción de los errores futuros. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar el proceso por medio de un elemento de control. Para poder alcanzar la estabilidad del Robot Seguidor de Línea se aplicó un control PID digital, en específico el algoritmo de posición, tal como se puede apreciar en la Ecuación 1:

$$u(n) = k_p e(n) + k_i \sum_{i=0}^5 e(n-i) + k_d [e(n) - e(n-1)]$$

Donde:

- $u(n)$: es el valor de salida después de aplicar el control PID al sistema.
- k_p, k_i, k_d : son las ganancias utilizadas para el control PID.
- El término integral se calcula como la sumatoria del error actual con el anterior.
- El término derivativo se calcula como la diferencia del error actual con el anterior.

```

532 void Control_PID::compute(float error_now)
533 {
534     this->error_now = error_now;
535     this->sum_errors = 0.0;
536     for(int i =0;i<6;i++)
537         this->sum_errors += this->error_last[i];
538     this->u = (int)(this->kp * this->error_now + this->kd * (this->error_now - this->error_last[0]) + this->ki*this->sum_errors);
539     this->error_last[5] = this->error_last[4];
540     this->error_last[4] = this->error_last[3];
541     this->error_last[3] = this->error_last[2];
542     this->error_last[2] = this->error_last[1];
543     this->error_last[1] = this->error_last[0];
544     this->error_last[0] = this->error_now;
545 }

```

Figura 5. Control PID utilizando el algoritmo de posición en el microcontrolador STM32F407VGT6.

Curso online

Como parte fundamental de este proyecto se encuentra la creación de un curso digital en la plataforma de YouTube, cuyo propósito es enseñarle tanto a los jóvenes investigadores como a los docentes, la forma en cómo poder replicar y programar el Robot producto de este trabajo. Con lo cual se busca que el conocimiento especializado sobre ciertas áreas de innovación tecnológica pueda ser accesible para todos y no solo para unos cuantos que puedan costearlo. El temario impartido en este curso se puede apreciar en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Temario impartido durante el curso de Programación de Robots Seguidores de Línea Pro con Turbina.

Parte 1. Introducción	Parte 2. Componentes y diseño de un seguidor de línea
• Motivación • ¿Qué es un seguidor de líneas? • Principales modalidades de seguidores de línea: · Velocista. · Persecución. · Line Follower Zero Gravity.	• Microcontrolador. • Motores. • Sensores. • Batería. • Turbina. • Módulo de arranque. • Diseño de la placa del seguidor de línea con el microcontrolador STM32F407VGT6.
Parte 3. Programación del robot seguidor de línea con turbina	Parte 4. Pruebas del funcionamiento y mejoras del seguidor de línea
• Programador ST-Link V2. • Instalación del software a emplear STM32CubeIDE. • Programación de las rutinas del robot seguidor de líneas: · Leer línea y calibración. · Mover Motores. · Turbina. · Máquina de estados del robot: · Arranque y paro. · Control en línea y fuera de línea. · Ajuste de constantes de control y velocidad.	• Pruebas de funcionamiento. • Consejos para la competencia. • Consejos para mejorar su robot.

Resultados/Discusión de resultados

Diseño de la PCB y ensamble del Robot Seguidor de Línea

Una vez teniendo los esquemáticos de cada uno de los módulos que conforman nuestra plataforma robótica, se procedió a importar todos los componentes al editor de PCB en el software KiCad, donde posteriormente se realizó el ruteo de las pistas de forma manual. Parte de las ventajas con las que cuenta el Software de KiCad es que proporciona una vista en 3D del proyecto que se está realizando. La **Figura 6.a** muestra un bosquejo en 3D de nuestra PCB. En la **Figura 6.b** se pueden apreciar los resultados obtenidos de la fabricación de la PCB y del ensamble final de nuestro Robot Seguidor de Línea. Cabe resaltar que el costo general del Robot Seguidor de Línea de este proyecto es de \$5, 730.63MXN, el cual es más económico a diferencia de otros, tal es el caso del Robot Rachvel.x Velocista Profesional de JJTRONICSHOP cuyo valor ronda los \$7, 792.92MXN [19].

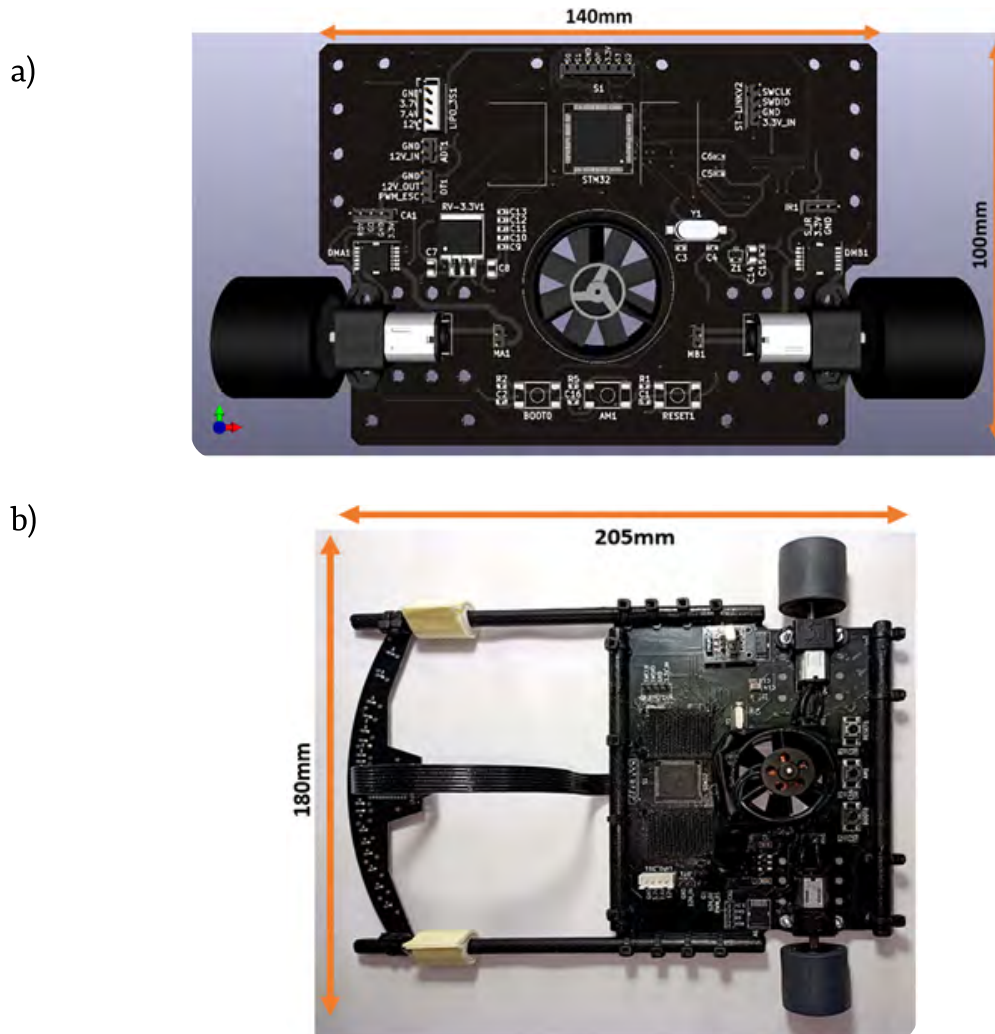


Figura 6. a) Vista en 3D de la PCB del Robot Seguidor de Línea en KiCad, b) Vista del Robot Seguidor de Línea ya ensamblado.

Diseño/construcción de la pista de competencias y pruebas de validación del funcionamiento del Robot

Para evaluar el desempeño del Robot Seguidor de Línea se ejecutaron pruebas de funcionamiento. Para esto se replicó la pista propuesta por el Torneo ROBOTIC PEOPLE FEST Feria Universitaria Colombia 2020 [20], correspondiente a la categoría de Velocista PRO con Turbina. La **Figura 7** muestra el ejemplo de la pista con las acotaciones. Esta consiste en un óvalo construido a partir de 2 semicírculos de 50 cm de radio, conectados por líneas rectas, donde, la línea negra del recorrido debe ser de 1.5cm (±0.5cm) de ancho.

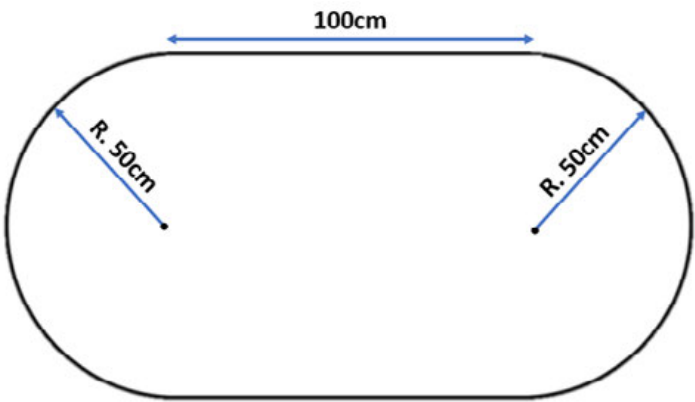


Figura 7. Pista acotada del Torneo ROBOTIC PEOPLE FEST Feria Universitaria Colombia.

La **Tabla 2** presenta las mediciones de tiempo ejecutadas por el robot en cada prueba. El tiempo se midió con un cronómetro, tal y como se realiza en los torneos presenciales de seguidores de línea. Cada prueba consistió en recorrer 5 vueltas completas sobre la pista, donde, el robot logró recorrer 25.7m en un promedio de 14.43s.

Tabla 2. Pruebas de Funcionamiento del Robot Seguidor de Línea Sobre la Pista del Torneo ROBOTIC PEOPLE FEST.

Pista para el Torneo ROBOTIC PEOPLE FEST Feria Universitaria Colombia 2020			
No. de Prueba	No. de Vueltas	Distancia Recorrida Por Vuelta (m)	Tiempo Realizado (s)
1	5	5.14	13.84
2		5.14	14.07
3		5.14	15.01
4		5.14	14.50
5		5.14	14.74

Para evaluar los resultados, la **Tabla 3** presenta los resultados obtenidos por los tres mejores equipos en el Primer Robotic People Fest Virtual 2020, en la categoría Velocista Pro Turbina, cuando recorrieron la misma pista de competencia. Este evento se realizó de manera virtual desde Colombia del 18 al 22 de mayo de 2020. Por lo que el robot diseñado en este proyecto registra menores tiempos que el Leviatan 10, ganador del primer lugar en este evento. Por ello, se concluyó que el robot diseñado en este proyecto es apto para competir a nivel profesional en este tipo de torneos.

Tabla 3. Resultados del Primer Robotic People Fest Virtual 2020 Categoría VELOCISTA PRO TURBINA.

Pista para el Torneo ROBOTIC PEOPLE FEST Feria Universitaria Colombia 2020				
No. de Prueba	Posición	Robot	Distancia Recorrida Por Vuelta (m)	Tiempo Realizado (s)
5	1	leviatan 10	5.14	23.58
	2	Iron predator	5.14	24.59
	3	Sandy 15	5.14	28.33

Participación en el ROBOTIC PEOPLE FEST Feria Universitaria y en el Intelibots Tournament 2020

De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas de desempeño, el Robot Seguidor de Línea se sometió a una evaluación oficial en el ROBOTIC PEOPLE FEST Feria Universitaria. Este evento se realizó de manera virtual desde Colombia del 06 al 13 de noviembre de 2020 y el Robot se posicionó en el 3er Lugar con un número de 5 vueltas en un tiempo mínimo de 13.6s. De manera similar, se inscribió al Robot en el Intelibots Tournament Virtual 2020, realizado desde la ciudad de Teotihuacán, México del 13 al 15 de noviembre de 2020. En este segundo evento, el Robot se posicionó en 2do Lugar con un número de 5 vueltas en un tiempo de 22s. Cabe aclarar que la pista de competencia de este segundo torneo tenía una dimensión aproximada de 9 m. La **Figura 8** presenta los reconocimientos obtenidos en ambos eventos.

a)



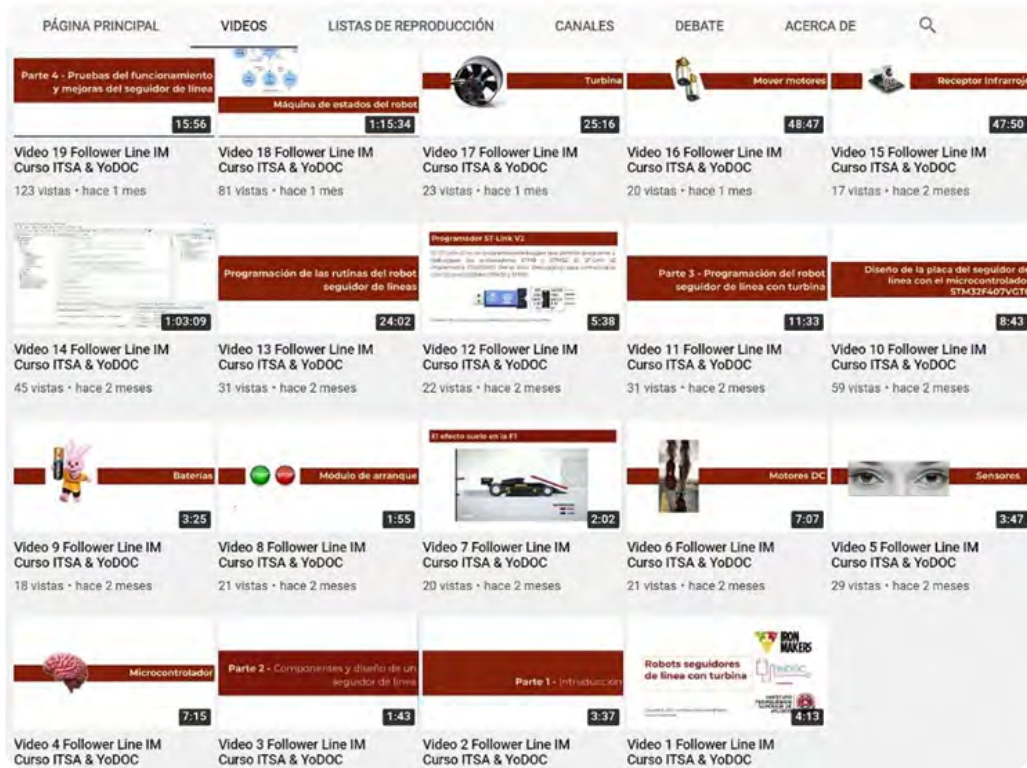
b)



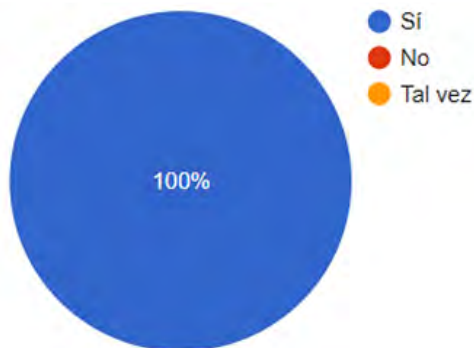
Figura 8. a) Reconocimiento por haber obtenido el 3er Lugar en la categoría Seguidor Velocista Pro Virtual con Turbina en el ROBOTIC PEOPLE FEST Feria Universitaria Colombia 2020, b) Reconocimiento por haber obtenido el 2do Lugar en la categoría Seguidor Velocista Pro con Turbina en el Intelibots Tournament Virtual 2020.

Curso online

La **Figura 9.a** muestra la distribución de los videos del curso *online* que se publicó en la plataforma de YouTube sobre la programación de Robots Seguidores de Línea Pro con Turbina [21], el cual es totalmente gratuito y se encuentra disponible desde el 9 de enero de 2021. Cabe mencionar que un curso en el mercado con características similares a las que posee nuestro curso, tiene un costo aproximado de \$2,200.00MXN [22]. Por otra parte, se realizó una encuesta de satisfacción sobre el curso *online* a 50 estudiantes de la Ingeniería en Mecatrónica del Tecnológico de Atlixco; esto con el fin de medir el impacto del proyecto, así como su aceptación por parte de los jóvenes estudiantes. En la **Figura 9.b** se pueden apreciar los resultados obtenidos de esta encuesta de satisfacción.



b) Recomendarías este curso a otros estudiantes:



¿Qué calificación pondrías a los conocimientos impartidos en el curso online?

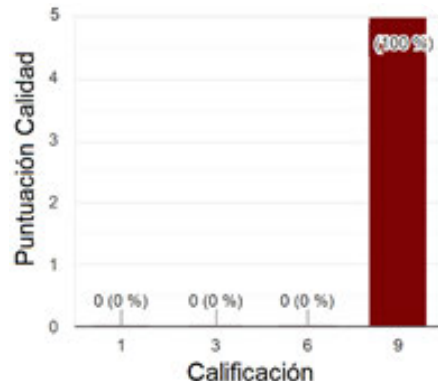


Figura 9. a) Curso *online* publicado en YouTube sobre la programación de Robots Seguidores de Línea Pro con Turbina, b) Resultados de la encuesta de satisfacción.

Conclusiones

La categoría de Robots Seguidores de Línea Velocistas Pro con Turbina es una de las más importantes en los torneos de robótica a nivel Nacional como Internacional. Generando con ello una gran demanda en la participación tanto de escuelas de educación pública como de escuelas especializadas en robótica.

A través de la realización de este proyecto se pudo diseñar e implementar una plataforma robótica tipo Autonomous Line Follower utilizando un microcontrolador ARM Cortex M4, la cual pueda ser replicable a un coste asumible para cualquier estudiante, profesor cuyos intereses se encuentren dentro de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. De forma que los jóvenes investigadores puedan adquirir un conocimiento más especializado en áreas tales como el Diseño electrónico, Programación de sistemas embebidos, Implementación de técnicas de Inteligencia Artificial y algoritmos de Control para mini-robótica móvil; las cuales son competencias muy demandadas por el sector industrial tanto a nivel nacional como internacional.

Por otro lado, se logró diseñar e implementar un algoritmo de control, el cual es capaz de establecer la autonomía del robot móvil. La implementación del controlador PID permitió disminuir las oscilaciones transitorias del sistema y aumentar la velocidad de respuesta, lo cual es indispensable en el robot, pues al moverse a altas velocidades necesita que el sistema reaccione rápido y de forma estable.

El robot desarrollado en este proyecto se sometió a evaluación oficial en dos de los torneos más importantes del año 2020, dentro de la categoría “Seguidores de Línea con Turbina”, en los cuales se posicionó entre los tres primeros lugares. Evidenciando de esta manera, el gran potencial que posee nuestra plataforma robótica a nivel profesional.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la organización YoDOC, que bajo el programa “Proyecto Social” se construyeron dos plataformas robóticas tipo Autonomous Line Follower, las cuales se donaron al Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, con lo cual se espera que los estudiantes puedan mejorar sus habilidades en las áreas STEM y así fortalecer su formación profesional y su entusiasmo por la investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] "SOLACYT-Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología", *Solacyt.org*. [En línea]. Disponible en: http://solacyt.org/wp-content/uploads/Solacyt_informativo_web.pdf. [Accedido: 01- noviembre- 2020].
- [2] "REGLAMENTO GENERAL DE COMPETENCIA", *Robotics.talent-network.org*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://robotics.talent-network.org/wp-content/uploads/2020/01/TR2020-Reglamento-general.pdf>. [Accedido: 01- noviembre- 2020].
- [3] "Robotic People Fest | Robotic People", *Robotic People*. [En línea]. Disponible en: <https://roboticpeople.com/>. [Accedido: 01- noviembre- 2020].
- [4] "Talent Robotics 2020 | presentado por Talent Network", *Talent Robotics*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://robotics.talent-network.org/>. [Accedido: 01- noviembre- 2020].
- [5] "FINAL CONTINENTAL 2018-RESULTADOS", *robomatrix.org*, 2018. [En línea]. Disponible en: https://robomatrix.org/wp-content/uploads/2018/12/RM_resultados.jpg. [Accedido: 02- noviembre- 2020].
- [6] "2do y 3er Lugar para la UTCH en la IX Liga Latinoamericana de robótica en competencia Robomatrix 2019.", *UTCH CAZADORES DE LA EDUCACIÓN*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://noticias.utch.edu.mx/?p=13623>. [Accedido: 03- noviembre- 2020].
- [7] "Estudiantes Veracruzanos ganan medallas de oro, plata y bronce en Torneo de Robótica en Turquía", *gob.mx*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/tecnm/articulos/estudiantes-veracruzanos-ganan-medallas-de-oro-plata-y-bronce-en-torneo-de-robotica-en-turquia?idiom=es>. [Accedido: 03- noviembre- 2020].
- [8] "Barra de 16 sensores optoreflexivos (QRE1113) multiplexados (74HC4067)", *Ingenieromaker.com*. [En línea]. Disponible en: <https://www.ingenieromaker.com/product-page/barra-de-16-sensores-optoreflexivos-qre1113-multiplexados-74hc4067-1>. [Accedido: 04- noviembre- 2020].
- [9] "STM32F405xx STM32F407xx", *st.com*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/dm00037051.pdf>. [Accedido: 04- noviembre- 2020].
- [10] "Pololu-10:1 Micro Metal Gearmotor HP 6V", *Pololu.com*. [En línea]. Disponible en: <https://www.pololu.com/product/999>. [Accedido: 04- noviembre- 2020].
- [11] "IFX9201SG 6 A H-Bridge with SPI", *Infineon.com*, 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-IFX9201SG-DS-v01_01-EN.pdf?fileId=5546d4cb7f11014d2e8916795dea. [Accedido: 04- noviembre- 2020].
- [12] "Sensor Receptor Infrarrojo IR", *cdmxelectronica.com*. [En línea]. Disponible en: <https://cdmxelectronica.com/producto/sensor-receptor-infrarrojo-ir-modulo-ky-022/>. [Accedido: 04- noviembre- 2020].
- [13] "LM1086 1.5-A Low Dropout Positive Voltage Regulators", *Ti.com*, 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm1086.pdf?HQS=TI-null-null-mouser-mode-df-pf-null-ww&ts=1598737255586&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.mouser.mx%252F. [Accedido: 04- noviembre- 2020].
- [14] "QX Motor QF1611 1311 7000KV 30mm EDF 6 Blades Brushless Motor for RC Airplane-RcMoment.com", *rcmoment.com*. [En línea]. Disponible en: <https://www.rcmoment.com/p-rm7352.html>. [Accedido: 04- noviembre- 2020].

- [15] “Controlador de velocidad electrónico ESC 12A EMAX para Brushless”, *taloselectronics.com*. [En línea]. Disponible en: <https://www.taloselectronics.com/products/controlador-de-velocidad-electronico-esc-12a-emax-para-brushless>. [Accedido: 04- noviembre- 2020].
- [16] “Batería LiPo Turnigy nano-tech 460mAh 3S 25~40C | SANDOROBOTICS”, *Sandorobotics.com*. [En línea]. Disponible en: <https://sandorobotics.com/producto/n460-3s/>. [Accedido: 05- noviembre- 2020].
- [17] K. Ogata, *Discrete-time control systems*. Upper Saddle River, N.J: Prentice-Hall, 1998, pp. 116-121.
- [18] V. Alfaro Ruiz, “ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO DE SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES DE ZIEGLER Y NICHOLS”, *Ingeniería*, no. 15, pp. 40-41, 2005.
- [19] “Rachvel.x Velocista Profesional Ready to run | Jjtronicsshop”, *Jjtronicsshop.com*. [En línea]. Disponible en: <https://www.jjtronicsshop.com/producto/rachvel-x-velocista-profesional-ready-to-run/>. [Accedido: 08- noviembre- 2020].
- [20] "Reto Virtual Velocista PRO", *roboticpeople.com*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/13rpluZpJXb46bPcJJfh999VMWO4lu7K>. [Accedido: 09- noviembre- 2020].
- [21] “Programación de Robots Seguidores de Línea Pro con Turbina”, *Youtube.com*, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.youtube.com/channel/UCdrBDx8M_Rk2RHrmrSrla4A/videos. [Accedido: 19- febrero- 2021].
- [22] “Curso Velocistas-Seguidores de Línea- Avanzado | Rachingenieria”, *Rachingenieria*. [En línea]. Disponible en: <https://rachingenieria.com/product/curso-velocistas-seguidores-de-linea-avanzado/>. [Accedido: 20- febrero- 2021].

Diseño y construcción de un emulador hidráulico del sistema cardiovascular para fines de control

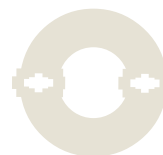
^aDíaz, Valerio-Cecilia Guadalupe*,

^aDaza, Merino-Carlos Alberto,

^aAlvarado, Maldonado-Roberto Carlos

^aUniversidad Tecnológica de Tehuacán, México, Prolongación de la 11 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo, 75859 Tehuacán, Pue.

*m20ce074@cenidet.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño, construcción e implementación de un emulador de la hidráulica del sistema circulatorio. El emulador consta de seis tanques interconectados (los cuales representan las aurículas, los ventrículos, el cuerpo y los pulmones), cuatro válvulas (que representan las válvulas mitral, tricúspide, aórtica y pulmonar) y dos bombas para el transporte del líquido (que representa la sangre) desde el cuerpo hacia el corazón y desde el corazón hacia los pulmones. Se implementa un sistema electrónico basado en un microcontrolador

para sincronizar las bombas impulsoras y las válvulas. Finalmente, se implementa un sistema electrónico basado en un microcontrolador para sintonizar la conducción de las bombas y las válvulas. El principal aporte de este desarrollo es la posibilidad de diversas aplicaciones en diferentes áreas, tales como, exposiciones para niños, explicación del funcionamiento y representación de enfermedades cardíacas, formación de asistentes y estudiantes médicos, formación en mecatrónica, prácticas de la ingeniería de control, entre otras.

Palabras clave

Sistema cardiovascular, corazón, hidráulica, mecatrónica.

Abstract

In this work, the design, construction, and implementation of a circulatory system hydraulics emulator are presented. The emulator consists of six interconnected tanks (representing the atria, ventricles, body, and lungs), four valves (representing the mitral, tricuspid, aortic, and pulmonary valves), and two fluid transport pumps (representing blood) from the body to the heart and from the heart to the lungs. An electronic system based on a microcontroller is implemented to synchronize the booster pumps and valves. Finally, an electronic system based on a microcontroller is implemented to tune the driving of the pumps and valves. The main contribution of this development is the possibility of various applications in different areas, such as exhibitions for children, explanation of the operation and representation of heart diseases, training of medical assistants and students, training in mechatronics, control engineering practices, among others.

Keywords

Cardiovascular system, heart, hydraulics, mechatronics.

Glosario de abreviaturas y símbolos

A, Ampere

cm, Centímetro

DC, Corriente Directa

FPU, Unidad de Punto Flotante

HP, Alta Potencia

IR, Radiación Infrarroja

kHz, Kilohercio

mm, Milímetro

PCB, Placa de Circuito Impreso

RPM, Revoluciones Por Minuto

uF, Microfaradio

V, Volt

Introducción

El sistema cardiovascular está compuesto por el corazón y los vasos sanguíneos: una red de venas, arterias y capilares que suministran oxígeno desde los pulmones a los tejidos de todo el cuerpo a través de la sangre gracias al bombeo del corazón. En algunas ocasiones, el corazón en específico se puede enfrentar a una serie de enfermedades causadas por el sedentarismo y una dieta con alta densidad calórica, lo que conlleva a que sean la causa principal de un índice de masa corporal elevado, que se traduce en el principal factor de riesgo para numerosas enfermedades no transmisibles tales como obesidad, hipertensión, diabetes, enfermedad renal crónica, enfermedad vascular cerebral, enfermedades del sistema cardiovascular y digestivo, entre otras. Sin embargo, una de las causas que menos se atienden, sobre todo en los países de medianos y bajos ingresos, es la falta de información.

Según la OMS, estos países tienen el 75 por ciento de la población hipertensa del mundo y tienen los índices más bajos de conocimiento sobre la enfermedad, tratamiento, e incluso el control adecuado. Seguramente, si se fomenta la cultura de la salud y el ejercicio en diversos sitios públicos las enfermedades causadas por una alimentación deficiente y el sedentarismo podrían reducirse considerablemente. Dentro de estas enfermedades, las que afectan al sistema cardiovascular son una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial [1]. Según las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) revelan que, al año, en la entidad poblana se registran más de siete mil 800 muertes relacionadas al corazón; mientras que la diabetes mellitus se coloca como la segunda causa de muerte con más de seis mil 500 defunciones [2].

El órgano principal del sistema cardiovascular es el corazón, el cual ha sido objeto de estudio desde que el hombre ha tratado de explicar la anatomía de los seres vivos de su entorno, incluido él mismo. La tarea principal del corazón en el sistema cardiovascular es distribuir la sangre a todo el organismo del cual forma parte.

Desde el punto de vista médico, es importante comprender la forma en que el corazón funciona esto con el propósito de poder supervisar el estado de salud del mismo con la finalidad de actuar de manera preventiva o correctiva y preservar la vitalidad en la medida de lo posible. El estudio de su funcionamiento puede llevarse a cabo desde diferentes perspectivas incluyendo la biología, la mecánica, la eléctrica, la hidráulica, entre otras. De esta manera, se ha desarrollado suficiente tecnología para un vasto número de aplicaciones tendientes a la medición de

variables que describen el comportamiento del corazón [3], a la intervención quirúrgica, a la simulación del funcionamiento, al modelado matemático, al reemplazo mecánico de partes, etc. Por ejemplo, los autores en [4] desarrollaron un simulador de entrenamiento que genera las señales del electrocardiograma por medio de un microcontrolador. En [5] se usa una computadora personal con un convertidor digital a analógico como un simulador de electrocardiograma. En [6] presentan un prototipo el cual se basa en el uso de un corazón palpitante porcino.

El corazón consta de cuatro cavidades. Las cavidades superiores se denominan aurícula izquierda y aurícula derecha y las cavidades inferiores se denominan ventrículo izquierdo y ventrículo derecho. Una pared muscular denominada tabique separa las aurículas izquierda y derecha y los ventrículos izquierdo y derecho (ver la **Figura 1**). Las válvulas situadas en los orificios que comunican las aurículas y los ventrículos, llamadas tricúspide y mitral, tienen una morfología diferente de las válvulas que se encuentran entre los ventrículos y las arterias pulmonar y aorta, es decir, las válvulas pulmonar y aórtica. Todas tienen la misma función: se abren y dejan pasar la sangre, para después cerrarse e impedir que la sangre retroceda. De manera breve, el circuito hidráulico de la sangre en el sistema cardiovascular se desarrolla de la siguiente forma:

1. La sangre rica en oxígeno proveniente de los pulmones ingresa a la aurícula izquierda del corazón.
2. La sangre pasa al ventrículo izquierdo a través de la válvula mitral (etiquetada como V_m , figura 1)
3. La sangre rica en oxígeno es expulsada del corazón, a través de la válvula aórtica (etiquetada como V_a , figura 1), hacia el cuerpo humano, donde gradualmente pierde oxígeno.
4. La sangre pobre en oxígeno regresa al corazón, ingresando a la aurícula derecha.
5. La sangre pasa al ventrículo derecho a través de la válvula tricúspide (etiquetada como V_t , figura 1).
6. La sangre pobre en oxígeno es expulsada del corazón, a través de la válvula pulmonar (etiquetada como V_p , figura 1), hacia los pulmones, donde se renueva en oxígeno.
7. Se repite el ciclo.

En este trabajo, se muestra el diseño, construcción y parte del modelo matemático de un prototipo experimental, tendiente a describir la morfología básica del corazón, su comportamiento dinámico y el circuito hidráulico que se lleva a cabo en el sistema cardiovascular. El prototipo consiste en una serie de recipientes interconectados por válvulas, emulando morfológicamente un corazón. La principal

contribución es coadyuvar en la divulgación de la información tendiente a mejorar el conocimiento del funcionamiento de los órganos vitales del cuerpo humano, y en consecuencia a fomentar el cuidado de la salud en el estado de Puebla.

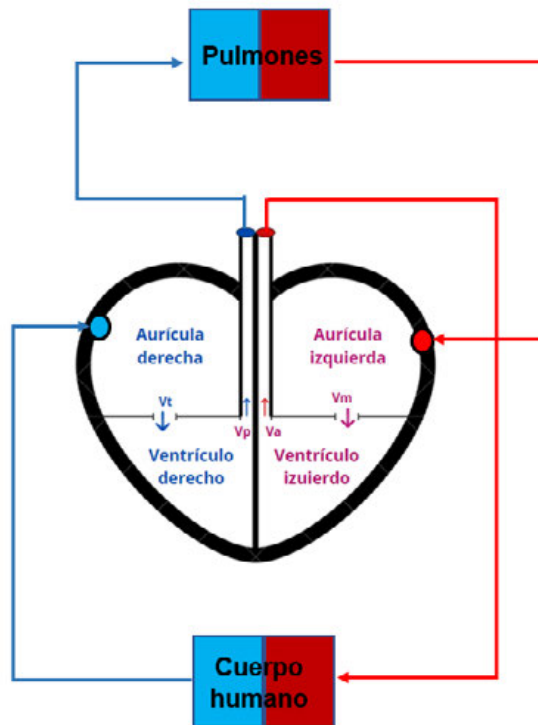


Figura 1 Representación idealizada del sistema cardiovascular.

Materiales y métodos

Diseño mecánico y construcción

En esta sección se presenta el diseño mecánico y construcción de un prototipo de laboratorio para emular el comportamiento hidráulico del corazón humano. El diseño contempla el utilizar seis recipientes interconectados, dos de ellos representan a las aurículas derecha e izquierda, dos representan a los ventrículos derecho e izquierdo, uno representa a los pulmones y otro representa al cuerpo humano. Estas interconexiones se muestran en la **Figura 2**. También, se colocaron cuatro válvulas (accionadas por servomotores) que se denominan de manera análoga a las que tiene el corazón humano. Estas son: la válvula tricúspide, la válvula mitral, la válvula pulmonar y la válvula aórtica, respectivamente. En la **Figura 3** se presentan diferentes vistas del emulador, en las cuales se aprecia de una mejor manera cada uno de los componentes del mismo.

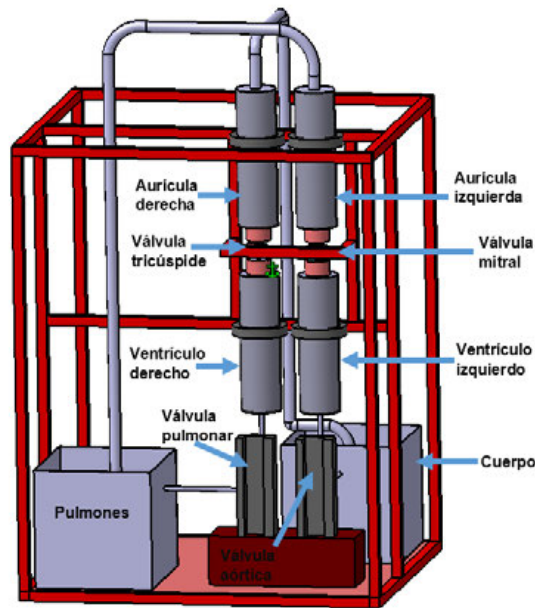


Figura 2 Diseño mecánico del prototipo.

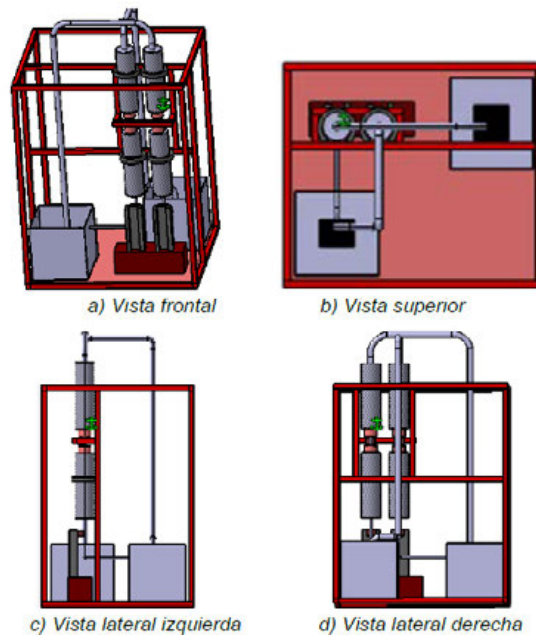


Figura 3 Vistas del diseño mecánico del prototipo.

La arquitectura de estas válvulas para emular el funcionamiento real de las mismas, están basadas en una llave de polipropileno de baja densidad con un diámetro de 10 mm comúnmente utilizadas para riego por goteo en la agricultura, a las cuales se les acopló un servomotor MG995, se hace de uso de este tipo de servomotor debido al torque que presenta, además de que éste permite controlar la posición del eje en un momento dado, así mismo, es de utilidad para que de esta manera muestre y/o represente algunas enfermedades cardiacas que puedan presentarse en las válvulas internas de corazón por un mal funcionamiento del mismo, la representación de las válvulas se muestran en la **Figura 4 y 5**.

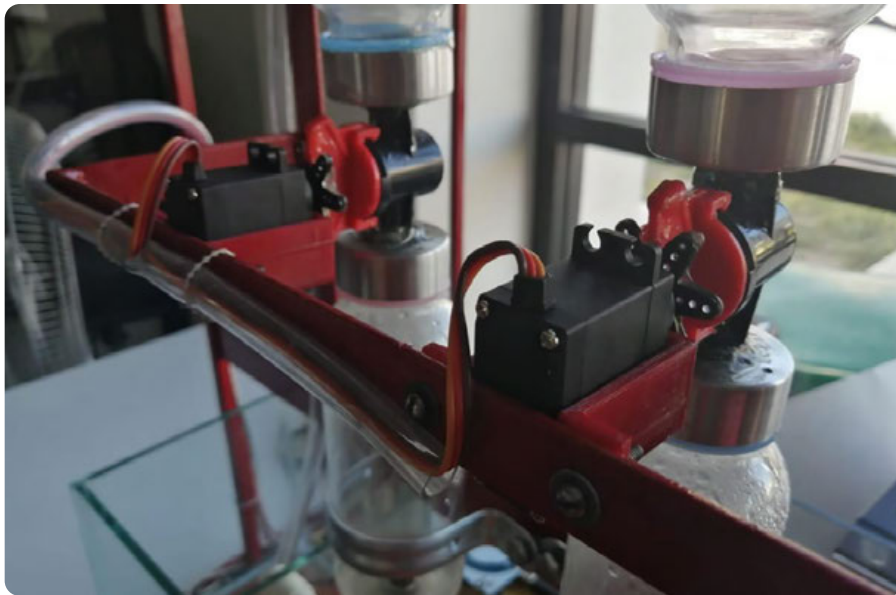


Figura 4 Válvulas mitral y tricúspide con sus respectivos servomotores.

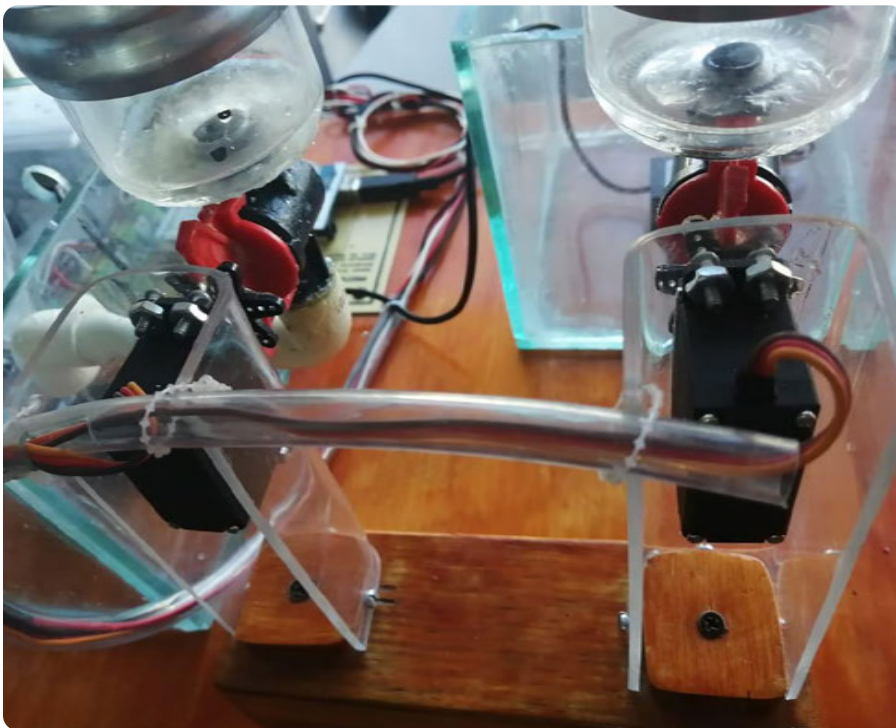


Figura 5 Válvulas aórtica y pulmonar con sus respectivos servomotores.

Por otro lado, para emular el funcionamiento de bombeo de la sangre, tanto del cuerpo como de los pulmones, se hace uso de 2 bombas centrífugas de baja presión, en este caso tipo sumergibles, las cuales manejan una tensión nominal de 12V, se hace uso de este tipo de bombas debido a que satisface con las necesidades requeridas, ya que se requiere que el caudal sea mínimo para que no se presente un sobre llenado en los recipientes utilizados y sean fácilmente manipulables. La construcción del emulador se da a base de una serie de pasos, los cuales son indispensables para el cumplimiento del objetivo que se requiere, primeramente,

una vez que se presenta el diseño del emulador es importante el análisis del mismo para que este funcione de manera óptima. Después, se presenta la adquisición de materia prima para que esta pueda ser procesada mediante diversos procesos de manufactura, seguido de lo anterior, se presentan pruebas generales de filtración en cada uno de los recipientes interconectados entre sí, finalmente se realiza un análisis general del funcionamiento de la construcción del emulador. Es de mencionar que, el líquido utilizado en el prototipo experimental para representar la sangre es agua, aunque no presenta las mismas propiedades que la sangre, es de gran ayuda este tipo de líquido.

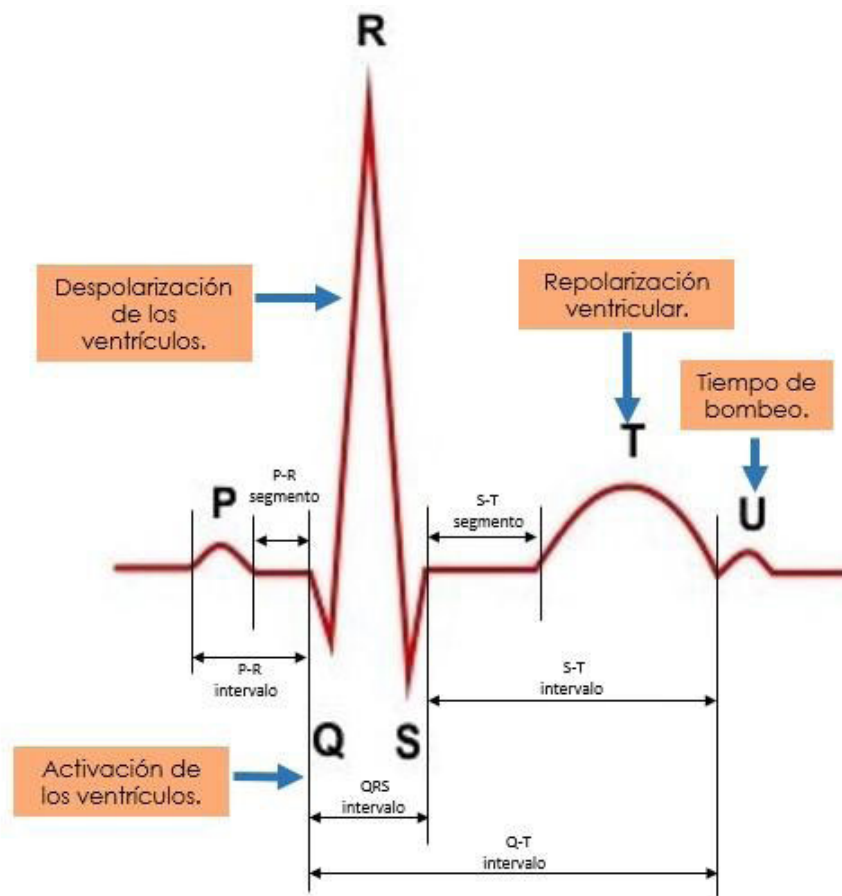


Figura 6 Electrocardiograma.

Para analizar los tiempos de bombeo del corazón se hace uso de un electrocardiograma ECG, como el que se muestra en la **Figura 6**.

Para fines prácticos en el desarrollo de este prototipo, se analizan los diferentes tipos de onda que presenta el electrocardiograma, tales como: la onda P y los segmentos P-R y S-T. Al analizar la onda P, se obtiene el tiempo que tarda la sangre en las aurículas. Al analizar el segmento P-R, se obtiene el tiempo en que tardan abiertas las válvulas tricúspide y mitral para el paso de la sangre a los ventrículos.

Finalmente, al analizar el segmento S-T, se obtiene el tiempo en que se abren las válvulas pulmonar y aórtica para el paso de la sangre a los pulmones y al cuerpo.

Como se mencionó anteriormente, se utilizan dos bombas hidráulicas para transportar líquido del recipiente que representa a los pulmones hacia la aurícula izquierda y del recipiente que representa al cuerpo humano hacia la aurícula derecha. A estas bombas las denominaremos bomba pulmonar y bomba corporal, respectivamente. Para conocer la cantidad de líquido que debe bombearse hacia las aurículas, es importante conocer la fracción de eyección y el gasto cardíaco. La fracción de eyección es una medida del porcentaje de sangre que sale del corazón cada vez que se contrae. El gasto cardíaco hace referencia al volumen de sangre bombeado por minuto por cada ventrículo. Así, la frecuencia cardiaca promedio en un adulto en reposo es de 70 latidos por minuto; el volumen sistólico (el volumen de sangre bombeado por latido por cada ventrículo) promedio es de 70 a 80 ml por latido. El producto de estas dos variables resulta en un gasto cardíaco promedio de 5, 500 ml (5.5 l) por minuto [7]. De esta manera, se tiene que el gasto cardiaco está dado por la ecuación 1.

$$G_c = F_c V_s \quad (1)$$

Donde:

- G_c : Gasto cardíaco
- F_c : Frecuencia cardíaca
- V_s : Volumen sistólico o fracción de eyección
- V_s : está dado a la vez, por la ecuación 2

$$V_s = V_{td} V_{ts} \quad (2)$$

Cuando se resuelven la ecuación 1 y la ecuación 2, se obtiene como resultado el volumen total de la sangre bombeada hacia las aurículas.

Construcción de tarjeta electrónica y programación en el microcontrolador.

Para la realización del control del emulador se diseña y construye una placa electrónica, en la cual se hace uso de elementos electrónicos, tales como, diodos rectificadores, transistores, resistencias, optoacopladores, clemas de conexión. La placa se diseña en el software Altium®, **Figura 7.**

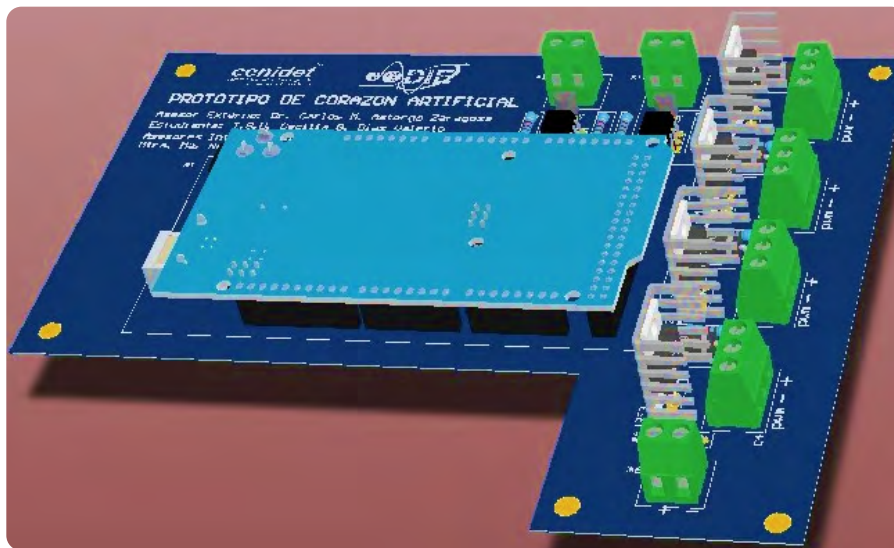


Figura 7 Diseño 3D del PCB software
Altium®

La **Figura 8** presenta las conexiones electrónicas utilizadas en la misma. Posteriormente, es elaborada en placa a base de cobre con los componentes anteriormente mencionados. Finalmente, se monta en el emulador y se realizan pruebas de voltaje y amperaje sobre la misma. Es de mencionar que, para la alimentación de todo el emulador se hace uso de una fuente externa de 12V con amperaje variable. De esta manera, para realizar el control secuencial de apertura y cierre de las válvulas, así como regular los tiempos de encendido de las bombas, se desarrolló un programa para un microcontrolador Arduino Mega. La edición del código de programación se realizó utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino.

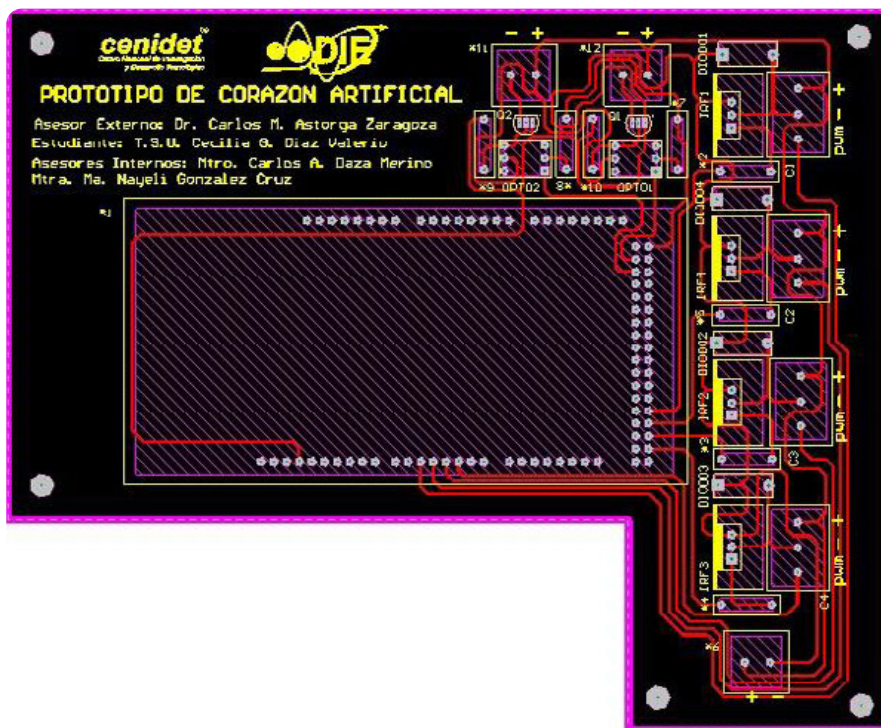


Figura 8 Ruteo del PCB software Altium®.

De esta manera, para simplificar el ciclo completo del flujo hidráulico del sistema cardiovascular, se consideró lo siguiente:

1. Se activan simultáneamente la bomba pulmonar y corporal para alimentar las aurículas izquierda y derecha respectivamente (1.5 s).
2. Se apagan ambas bombas y la sangre permanece 6s en ambos ventrículos antes de activarse las válvulas mitral y tricúspide.
3. Se activan simultáneamente las válvulas mitral y tricúspide dejando pasar el líquido a los ventrículos izquierdo y derecho respectivamente (10 s).
4. Se cierran las válvulas mitral y tricúspide.
5. Se activan simultáneamente las válvulas aórtica y pulmonar dejando pasar el líquido a los recipientes que representan el cuerpo y a los pulmones respectivamente (10 s)
6. Se cierran las válvulas aórtica y pulmonar.
7. Se repite el ciclo.

Resultados/Discusión de resultados

Con la realización de este emulador, se da a conocer el comportamiento dinámico y el circuito hidráulico que se lleva a cabo en el sistema cardiovascular, de esta manera, se conoce como funciona hidráulicamente el corazón. Con el análisis del electrocardiograma presentado, en la **Figura 6** se obtienen los tiempos reales de bombeo de un corazón sano, mismos que son de utilidad en la programación. Como resultado de este, en la Tabla 1 se presentan los tiempos que se requieren para el correcto funcionamiento del corazón. El volumen de líquido a bombear debe de ser entre un 60 y 70 % del volumen contenido en la aurícula o ventrículo según corresponda. Para este caso, el volumen de aurícula o ventrículo es de 355 ml por tanto se tendrá que bombear alrededor de 240-249 ml.

Tabla 1. Sangre bombeada por el corazón.

Tiempos de bombeo del corazón	
Parte del corazón	Tiempo (segundos)
Onda P	0.12
P-R (segmento)	0.7
S-T (segmento)	0.15

En la **Figura 9** se presenta el prototipo experimental del emulador del sistema hidráulico del corazón.

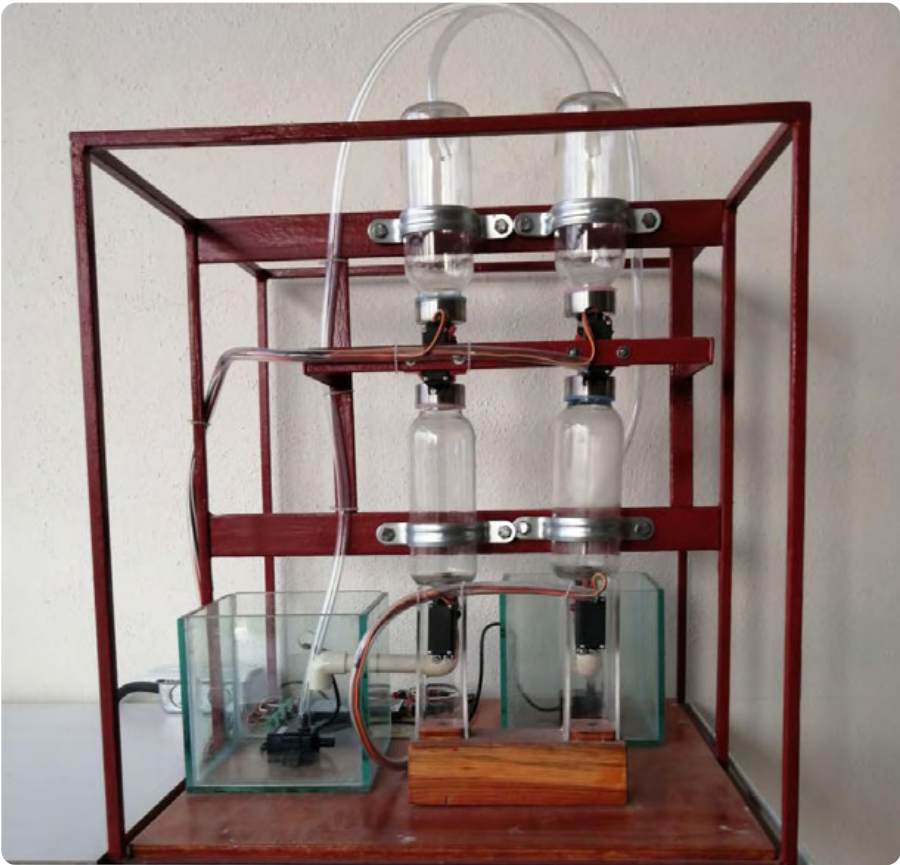


Figura 9 Prototipo experimental de un emulador del sistema hidráulico del corazón

Por consiguiente, una vez que se tiene lo anterior, en la Tabla 2 se resumen los tiempos programados para cada una de las bombas y servomotores (válvulas) y se compara con los tiempos reales de un ciclo cardíaco. En caso de requerirse, los tiempos de activación de cada uno de los componentes pueden ser modificados.

Tabla 2. Tiempo de bombeo en proporción al emulador.

Actuador correspondiente	Tiempo (segundos)	Tiempo de programación (miliseg)	Cantidad de latidos en proporción
Bomba pulmones	0.5	7500	1: 12.3
Bomba cuerpo	0.5	7500	1: 12.3
Tiempo que tarda la sangre en las aurículas	0.12	1500	1: 12.5

Válvula tricúspide (abierta)	0.7	10000	1: 14.28
Válvula mitral (abierta)	0.7	10000	1: 14.28
Válvula aórtica (abierta)	0.15	10000	1: 66.66
Válvula pulmonar (abierta)	0.15	10000	1: 66.66

Es importante hacer notar que el llenado máximo de cada uno de los ventrículos y aurículas es de 70 % del nivel máximo que puede contener cada recipiente, mientras que el vaciado debe ser tal que permanezca el nivel mínimo de un 20 % del nivel máximo. Estas consideraciones son de importancia didáctica para emular lo que sucede en un corazón real. El volumen de sangre que queda retenido en las aurículas o ventrículos del corazón al acabar la eyección de cada cavidad se denomina volumen residual. En la **Figura 10** se presenta la tarjeta electrónica y el sistema embebido para la programación del prototipo.

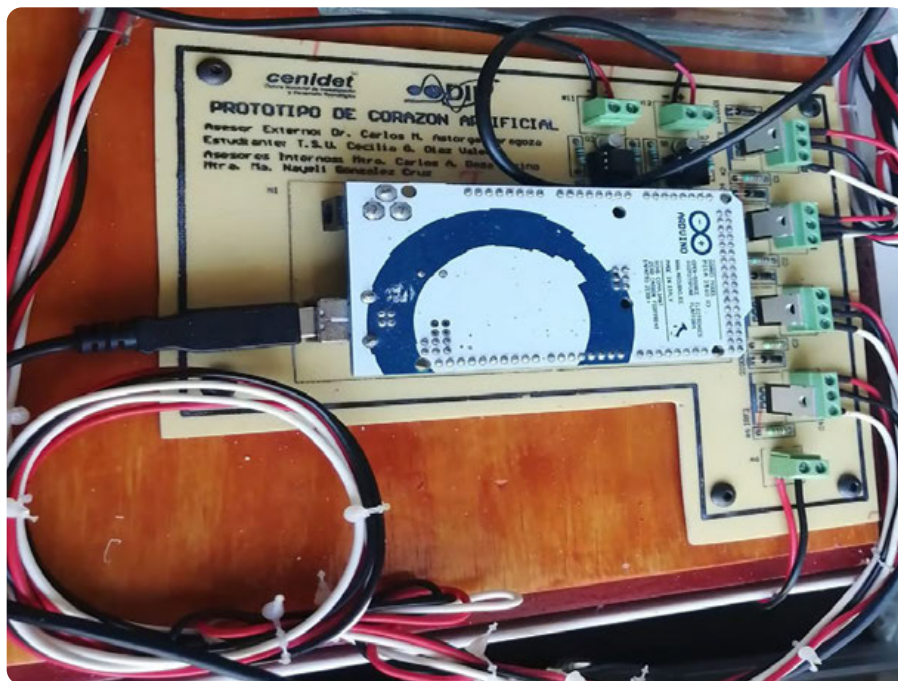


Figura 10 Placa electrónica del prototipo.

El objetivo principal de la realización de este emulador didáctico es, el dar a conocer a la sociedad en general de cualquier edad el funcionamiento interno del corazón y posibles fallas que se presentan en alguna de las 4 válvulas por el cual está compuesto. Por lo tanto, se realizó el diseño mecánico del mismo cumpliendo con las especificaciones requeridas, es decir, presentado un diseño óptimo del corazón, el cual representa cada uno de los elementos que lo conforman, para que una vez

en conjunto se obtenga la representación del funcionamiento de este. De esta manera, para la realización de la programación se hace uso del electrocardiograma mostrado en la **Figura 6** el cual constituye un papel importante ya que con la lectura del mismo se obtienen los tiempos de programación por medio de las ondas que se muestran en el mismo. Con la ayuda de este tipo de elementos se realizan diferentes representaciones de enfermedades cardíacas relacionadas principalmente con fallas en las válvulas del corazón.

Conclusiones

El principal impacto y contribución de este trabajo para el estado de Puebla es contar con un prototipo experimental para múltiples propósitos desde distintas perspectivas. Por ejemplo, puede utilizarse como un prototipo didáctico para niños en una exposición y mostrar de manera sencilla el funcionamiento del corazón, ya que en el estado de Puebla según el INEGI el 31 % de la población pertenece a niños de entre 0 a 14 años [8] a los cuales va enfocado este prototipo para que desde una edad temprana conozcan cómo es que funciona nuestro cuerpo internamente, (en este caso el corazón) para prevenir enfermedades relacionadas al órgano principal por el que está conformado el sistema cardiovascular.

Para estudiantes y practicantes de medicina del estado de Puebla, así como para el personal relacionado con la salud en clínicas y hospitales, este prototipo puede ser de utilidad para describir de manera práctica el funcionamiento del circuito que recorre la sangre en el sistema cardiovascular y describir algunas afecciones cardíacas al asociar de manera análoga los distintos componentes del prototipo con los elementos reales del mismo. Con la ayuda de la ingeniería mecatrónica se puede reprogramar el prototipo para emular distintas formas de funcionamiento del corazón, desde un simple incremento de las frecuencias cardíacas, como afecciones cardíacas tales como estenosis (disminución permanente del diámetro del orificio valvular) [9], arritmias (descoordinación de los ciclos de apertura y cierre de las válvulas), o insuficiencia valvular (disminución de la capacidad de una válvula para cerrarse) [10].

De esta manera el estado de Puebla se conocerá más acerca del corazón y posibles enfermedades que se puedan representar en el prototipo conociéndolas un prototipo no invasivo.

Para propósitos de investigación en teoría del control, se puede utilizar el prototipo para la obtención de modelos matemáticos que describan el comportamiento del corazón ante la presencia de fallas. A partir de estos modelos se pueden desarrollar algoritmos de control para la detección y localización de fallas y validarlos de manera experimental en el prototipo desarrollado.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Como trabajos a futuro se tiene: (i) se empezará a trabajar en el modelo hidráulico que represente el funcionamiento del corazón para que con el desarrollo del mismo se puedan identificar las enfermedades a partir del modelo matemático presentado; (ii) se empezó a trabajar con la modificación del prototipo para que se le implemente un sistema de control más óptimo del que se tiene; (iii) implementar al prototipo un Dispositivo de Asistencia Ventricular para que dependiendo del tipo de enfermedad que se quiera representar este dispositivo pueda ser o no de uso.

Referencias bibliográficas

- [1] Metrics, G. H. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017, *The Lancet*, pp. 1736–1788, 2018.
- [2] INEGI. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/>.
- [3] Bezuidenhout, D., Williams, D., and Zilla, P. Polymeric heart valves for surgical implantation, catheter-based technologies and heart assist devices. *Biomaterials*, 36:6–25, (2015).
- [4] Cho S., Lee Y., and Chang I., Designing a Novel ECG Simulator: Multi-modality electrocardiography into a three-dimensional wire cube network. *IEEE Technology and Society Magazine*, 35(1), 75–84, 2016.
- [5] Schwid, H. Electrocardiogram simulation using a personal computer. *Computers and Biomedical*, 21(6):562–569, (2014).
- [6] Tepekoylu, G., Holfeld, J., Polzl, G., Metzler, B., Hintringer, F., Adukauskaitė, A., Stijnen, M., Tuijl, S., and Grimm, M. Beating heart porcine high-fidelity simulator for the training of edge-to-edge mitral valve repair. *Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery:MMCTS*, (1988).
- [7] Villeda, A. Z. Descripción del electrocardiograma normal y lectura del electrocardiograma. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40:2010–2013, (2017).
- [8] INEGI. [En línea]. Disponible en: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/poblacion/comotu.aspx?tema=me&e=21#:~:text=En%20Puebla%20viven%201%20799,la%20poblaci%C3%B3n%20de%20esa%20entidad..>
- [9] Yoganathan, A. P. and Jones, S. C. Fluid mechanics of heart valves. *Annual Review Of Biomedical Engineering*, (6):331–362, (2004).
- [10] Zhang Z., Wang W., Wang B., Wu H., Liu H., and Zhang Y., A prototype of wearable respiration biofeedback platform and its preliminary evaluation on cardiovascular variability. In *International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering*, 2009.

Efecto de la adición de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) sobre las características fisicoquímicas del pan de burro de San José Miahuatlán

^aCorreo, Galicia-Angela Genoveva, ^aCarpintero, Tepole-Violeta*,

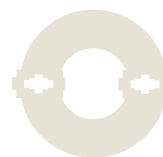
^aJuárez, Mendoza-Lucila, ^aDíaz, Arriaga- Francisco Ramón,

^bVázquez, León-Lucio Abel

^aInstituto Tecnológico de Tehuacán, Libramiento Tecnológico S/N, Col. A.P 247, Santa María Coapan, C.P. 75770, Tehuacán, Puebla.

^bCátedra CONACYT-Universidad del Papaloapan, Circuito Central 200, Parque Industrial, C.P. 68301, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca.

*violeta.ct@tehuacan.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Por la contingencia sanitaria ante COVID-19, se incrementó el interés de consumir alimentos saludables para fortalecer el sistema inmune. El objetivo de este trabajo fue reformular el pan de burro de San José Miahuatlán mediante adición de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para obtener un pan funcional. El pan de burro oriundo del Valle de Tehuacán-Cuicatlán es un pan artesanal que se elabora sin adición de algún conservador. La harina de plátano inmaduro es una fuente significativa de almidón resistente, cuyo consumo regular representa beneficios para la salud. En el presente trabajo se adicionó harina de almidón de

plátano al pan de burro considerando los 25 g/día de fibra dietética recomendada para adultos, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). La preparación de los panes de burro funcionales se realizó de acuerdo con las recomendaciones de panaderos de San José Miahuatlán. Los resultados del análisis sensorial con base en una escala hedónica mostraron que no hubo diferencias en el color, sabor y textura de las 3 formulaciones de pan de burro con respecto al pan testigo. Un incremento en la adición de harina de plátano disminuyó la presencia de moho en los panes de burro.

Palabras clave

Plátano (*Musa Paradisiaca* L.), almidón, formulación, pan de burro.

Abstract

Due to the health contingency faced with COVID-19, the interest in consuming healthy foods to strengthen the immune system was increased. The objective of this work was to reformulate the "burro" bread of San José Miahuatlán by adding banana flour (*Musa paradisiaca* L.) to obtain a functional bread. The "burro" bread native to the Tehuacán-Cuicatlán Valle is an artisan bread that is made without adding any preservative. Immature banana flour is a significant source of resistant starch, the regular consumption of which has health benefits. In the present work, banana starch flour was added to "burro" bread considering the 25 g/day of dietary fiber recommended for adults, according to the World Health Organization (WHO). The preparation of the functional "burro" bread was carried out under the recommendations of bakers from San José Miahuatlán. The results of the sensory analysis based on a hedonic scale showed that there were no differences in the color, flavor, and texture of the 3 donkey bread formulations concerning the control bread. An increase in the addition of banana flour decreased the presence of mold in "burro" bread.

Keywords

Banana (*Musa Paradisiaca* L.), starch, formulation, "burro" bread.

Glosario de abreviaturas y símbolos

OMS, Organización Mundial de la Salud

DSC, Calorimetría diferencial de barrido

Aw, actividad de agua

AF, alimentos funcionales

DRX, Análisis por difracción de rayos X

F0, formulación 0 % harina de plátano

F2, formulación 2 % harina de plátano

F3, formulación 3 % harina de plátano

F4, formulación 4 % harina de plátano

Introducción

Tehuacán se ubica en el segundo lugar de todo el estado de Puebla con más casos de coronavirus (20 marzo de 2021 con 3257 confirmados y 603 defunciones), según el mapa municipal de México. Investigadores del Instituto Nacional de Salud Pública, en colaboración con la Secretaría de Salud, se dieron a la tarea de evaluar la relación entre estas enfermedades y la posibilidad de desarrollar un cuadro severo ante la infección por el virus SARS-CoV-2 en la población mexicana [1]. Los resultados del estudio muestran que las personas con obesidad, diabetes y/o hipertensión tuvieron casi dos veces más posibilidades de desarrollar COVID-19 severo al ingreso hospitalario, comparados con aquellos libres de estas comorbilidades.

Esta pandemia nos ha demostrado que el esfuerzo por combatir y prevenir la obesidad debe ser mayor a fin de reducir la carga de enfermedades crónicas y los resultados adversos de epidemias virales. Ante esta problemática, la población se ve en la necesidad de consumir alimentos que les permitan alcanzar o mantener su estado de salud. En este sentido, la innovación tecnológica en la Industria de Alimentos se ha enfocado en el área del desarrollo de nuevos productos, llamados “Alimentos Funcionales (AF)”, los cuales se han definido de acuerdo con [2], como el alimento en los que algunos de sus componentes afectan funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico más allá de su valor nutritivo tradicional. El desarrollo de AF abarca productos desde panificación, lácteos (y/o derivados) y pastas, incluyendo sopas instantáneas. El beneficio otorgado por los AF es atribuido al contenido de ingredientes funcionales, por ejemplo: determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra dietética, fitoquímicos u otros antioxidantes, y los probióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos beneficiosos [3]. En este sentido, el proyecto fue dirigido a la incorporación de almidón resistente, el cual juega un papel importante en la reducción de los niveles de glucosa en la sangre postprandial, aumentando la saciedad, disminuyendo el riesgo de obesidad, cambiando la sensibilidad a la insulina en pacientes con diabetes tipo II [4].

Se han elaborado galletas (polvorón y en pasta seca) con adición de almidón de plátano (*Musa paradisiaca*), con el fin de determinar si el almidón comercial de maíz puede ser sustituido por el almidón de plátano [5]. En la prueba con el consumidor no hubo diferencias significativas entre los polvorones elaborados con almidón de maíz y los polvorones elaborados con almidón de plátano. Los autores concluyen que entre las dos formulaciones existieron pequeñas diferencias de textura, sin

embargo, el almidón de plátano puede ser un buen sustituto del almidón de maíz para elaborar ese tipo de galletas [6] desarrollaron fideos instantáneos con propiedades funcionales al agregar un 10 % de harina de plátano verde (GBF), observando un color más oscuro y una disminución en la dureza de los fideos respecto al control. Sin embargo, el alto contenido en fibra (5.79 %) y almidón resistente (3.98 %) en los fideos hace que sean considerados como un alimento funcional.

El pan de burro es un pan redondo, originario de San José Miahuatlán y hoy en día es considerado como uno de los productos comestibles que no puede faltar en la dieta de las familias de la región de Tehuacán, Puebla. Durante su preparación, la masa debe prepararse a mano, sin conservadores artificiales y su cocimiento es con leña en horno de tabique. El objetivo de este trabajo fue reformular el pan de burro del municipio de San José Miahuatlán incorporando almidón de plátano *Musa paradisiaca* variedad macho, con la finalidad de obtener un producto con propiedades funcionales, de fácil acceso, rápida preparación y consumo.

Es necesario el desarrollo de productos funcionales a partir de productos bien posicionados, con el fin de prevenir enfermedades no transmisibles y aumentar las defensas del sistema inmune. Este proyecto tiene impacto en la vinculación con los grupos sociales-Instituto Tecnológico de Tehuacán. Es una alternativa a la reactivación local para los productores de Pan de burro y productores de plátano ya que sus ventas han disminuido hasta un 50 % desde el inicio de la contingencia sanitaria.

Materiales y métodos

El plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad macho se utilizó en estado inmaduro, el cual fue proporcionado por la Finca San Juan, ubicada en San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. El ácido cítrico fue adquirido con Crisol S.A de C.V.; y la harina de trigo con los ingredientes de elaboración del pan fueron comprados a un proveedor local ubicado en Tehuacán, Puebla.

2.1 Obtención de la harina de plátano

Para la obtención de la harina de plátano, se rebanó pulpa fresca con un espesor aproximado de 1-2 mm y se sumergieron en solución de ácido cítrico (0.3 %) para evitar el oscurecimiento del fruto, posteriormente se secaron a 50 °C en un secador de bandejas (SUSESA, México) durante 12 h. Las rodajas deshidratadas fueron

pulverizadas y posteriormente tamizadas empleando una malla No 50. La harina obtenida fue almacenada en recipientes herméticos hasta su posterior uso.

2.1.1 Rendimiento de la harina de plátano

El rendimiento del proceso para la obtención de harina de plátano se calculó en función de la cantidad total de harina obtenida y la cantidad de plátano utilizado en la alimentación.

$$\text{Rendimiento de la EM (\%)} = \frac{(\text{kg de sólidos de la harina}) \cdot (x_{E_2})}{(\text{kg de plátano alimentado}) \cdot (x_{F_2})} \cdot 100$$

2.1.2 Análisis químico proximal

En el análisis químico proximal de la harina de plátano se determinó el contenido de humedad (método 14.004 de la AOAC, 1990), lípidos (método 7.056 de la AOAC, 1989) y cenizas (método 32.10 de la AACC, 2000).

2.2 Formulación y preparación del pan de burro

Una vez obtenido el almidón, fue adicionado a la mezcla de los ingredientes para la preparación de las masas, considerando la dosis diaria de 25 g/día de fibra dietética para adultos, recomendación que se basa en la regularización de la función intestinal según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Los ingredientes utilizados en la elaboración de pan de burro (azúcar) fueron constantes, únicamente se hizo la sustitución de una cierta concentración de harina de trigo con la incorporación de harina de plátano a una concentración del 0, 2, 3 y 4 %. Las concentraciones utilizadas de harina de plátano y de trigo para la elaboración del pan de burro son mostradas en la **Tabla 1**. Durante cada prueba se partió de un volumen de 11 kg de harina de trigo.

Tabla 1. Concentraciones utilizadas de harina de plátano y de trigo para la elaboración del pan de burro.

Formulación	% almidón adicionado	Kg de harina de trigo	g de harina de plátano
F0 (Testigo)	0	11.00	0
F2	2	10.78	220
F3	3	10.67	330
F4	4	10.56	440

El procedimiento de fermentado de las masas y el tiempo de cocción fue como lo llevan a cabo los panderos del municipio de San José Miahuatlán.

2.2.1 Análisis sensorial

Se realizó un análisis sensorial utilizando una prueba hedónica de 9 puntos, evaluando el color, sabor y textura. De la misma forma se evaluó la intención de compra del pan utilizando una escala de 5 puntos.

La ficha de evaluación aplicada se dividió en dos partes: en la primera se evaluaron tres características sensoriales (sabor, color y textura) utilizando una escala hedónica de 9 puntos (**Tabla 2**). Para facilitar su comprensión se utilizaron dibujos de caritas con estados de ánimo para cada puntaje. En la segunda parte, se evaluó la intención de compra utilizando una escala hedónica de 5 puntos (**Tabla 3**) la cual permite al panelista una mejor clasificación de las 5 muestras.

Tabla 2. Escala hedónica de 9 puntos para la evaluación sensorial del pan de burro adicionado con almidón de plátano, en función al color, textura y sabor.

Puntaje	Calificación
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta bastante
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta bastante

2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Tabla 3. Escala hedónica de 5 puntos utilizada para la evaluación sensorial de intención de compra del pan de burro adicionado con almidón de plátano.

Puntaje	Calificación
5	Si lo compraría
4	Posiblemente lo compraría
3	Tal vez lo compraría
2	Posiblemente no lo compraría
1	No lo compraría
3	Me disgusta bastante
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

2.2.2 % de pérdida de masa

Los panes de los 4 tratamientos fueron pesados cada 24 h en una balanza digital (OHAUS, mod. Scout™ Pro) para la determinación del porcentaje de pérdida de masa. Los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida de masa de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida de masa \%} = \frac{w_0 - w_1}{w_0} \cdot 100$$

Donde w_0 y w_1 son la masa inicial y final de la muestra, respectivamente.

2.2.3 Vida de anaquel del pan de burro

Los panes de cada formulación fueron puestos en bolsas *ziploc* y llevados a una habitación de temperatura controlada a 25 °C con una humedad del 30 %. Cada 24 h por 15 días fueron monitoreados, por si había presencia de moho.

Resultados/Discusión de resultados

3.1 Determinaciones de la harina de plátano

3.1.1 Rendimiento

Se procesaron lotes de 4.65 kg de pulpa de plátano, de los cuales se obtuvieron 1.874 kg de harina, logrando un rendimiento del 40.30 % en el procesamiento de la harina de plátano verde.

3.1.2 Análisis químico proximal de la harina de plátano

El contenido de humedad de la harina de plátano verde fue de 3.5 g/100 g.s.s., el cual fue menor a lo reportado por otros autores [7]. que oscilan desde 5.47 a 12.6 g/100 g.s.s. Cabe destacar que el contenido de humedad es un parámetro importante en la vida útil de los alimentos, ya que la presencia de agua libre promueve el desarrollo microbiológico de los alimentos. En este sentido, tomando como referencia la NOM-247- SSA1-2008 la cual establece que el valor máximo permisible para harinas es del 15 %, porcentaje reportado en el presente trabajo se encuentra dentro de la especificación. El contenido de lípidos fue de 0.5 g/100 g.s.s. y de acuerdo con [8] el plátano en estado inmaduro posee mayor contenido de almidón y un menor promedio del resto de macromoléculas (1 %) como lípidos, proteína y fibra. Por otra parte, el contenido de cenizas fue de 3.02 g/100 g.s.s., lo cual es atribuido a que el plátano se caracteriza por ser una fuente rica de minerales como el potasio, magnesio y calcio [8]. Sin embargo es importante resaltar que muchas veces el contenido de cenizas varía en función al tipo de suelo del cultivo, a la obtención de la harina a partir de la pulpa únicamente o la utilización del fruto entero.

En cuanto a las determinaciones de carbohidratos y proteínas están actualmente en proceso [6]. Determinó la química proximal de harina de plátano verde, donde el contenido de carbohidratos y proteínas fue 82.58 ± 0.03 y 4.99 ± 0.018 , respectivamente.

3.2 Pruebas del pan de burro

3.2.1 Prueba sensorial

Los resultados de la prueba hedónica de 9 puntos, evaluando el color, sabor y textura; y de 5 puntos para intención de compra se observa en la **Figura 3**. No hubo diferencias en el color, sabor, textura e intención de compra para todas las formulaciones F2, F3 y F4 %, con respecto al pan de burro con 0 % de almidón. Estos resultados son muy importantes ya que la adición del almidón no cambia las características esenciales del pan de burro, lo cual tiene un impacto en el consumidor para la aceptación del pan funcional.

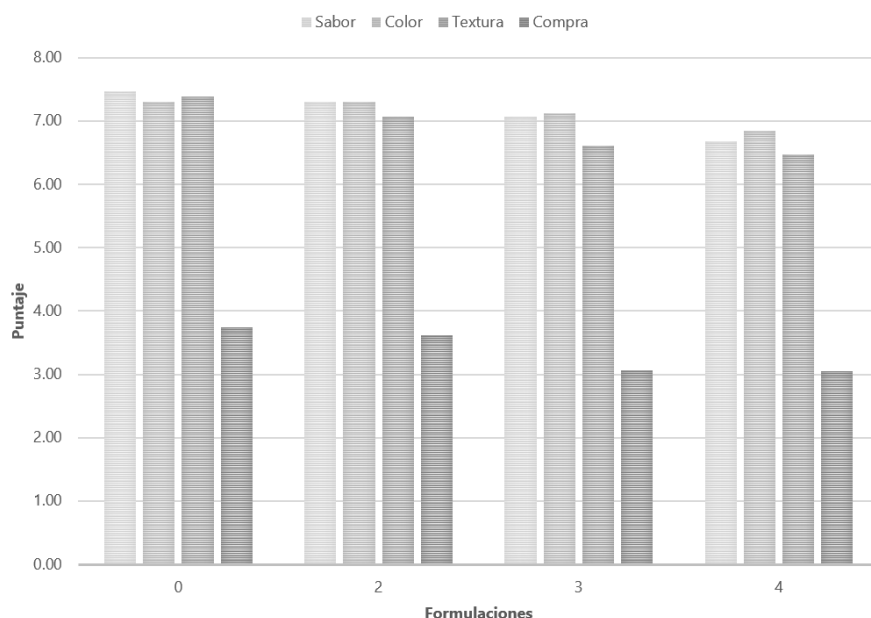


Figura 3. Prueba hedónica de 9 puntos, evaluando el color, sabor y textura; y de 5 puntos para intención de compra.

3.2.2 % pérdida de masa

Los pesos de los panes con respecto al tiempo de almacenamiento se muestran en la **Tabla 4**. Todas las formulaciones presentaron una ganancia de peso, alcanzando un máximo en el día 5 (5 % ganancia) y después comenzaron a disminuir, como se observa en el día 11 (5 % ganancia); finalmente llega a su peso del día 1 (0 % ganancia) en el día 15. Cabe señalar que todas las formulaciones comenzaron a endurecer a partir del día 5, siendo llevadas a recalentamiento en microondas por 15 segundos, observándose que la textura del pan se recuperaba en formulaciones F2, F3 y F4, no siendo así para la formulación testigo. Se ha reportado que la retrogradación de harina de plátano verde presenta un valor más alto en comparación con la harina

de trigo [9]. La retrogradación probablemente se deba a la agregación y posterior insolubilización de las moléculas de almidón.

Tabla 4. Peso de los panes de burro con respecto al tiempo de almacenamiento.

Formulación	Peso de los panes (g)			
	Día 1	Día 5	Día 11	Día 15
F0	340	360	351	341
F2	375	390	386	376
F3	360	382	380	364
F4	340	359	350	340

3.2.3 Vida de anaquel del pan de burro

En la **Tabla 5** se presentan fotos de los panes de burro con respecto al tiempo de almacenamiento. La presencia de moho fue muy visible a partir del día 11 para las formulaciones F0 y F2, mientras que para F3 y F4 permanecieron intactos. En el día 15 la aparición de moho incrementó para F0 y F2, mientras que una ligera aparición de moho comenzaba a observarse para F3 y F4. Por lo que un incremento en la adición de harina de plátano disminuyó la aparición de moho en los panes. Esto podría estar relacionado con el contenido de almidón resistente presente en ambas harinas (trigo y harina de plátano) [6]. Se determinó que los contenidos de almidón resistente de la harina de trigo y harina de plátano verde fueron $2.13 \pm 0.33 \%$ y $45.70 \pm 0.91 \%$, respectivamente. Siendo el almidón resistente RS2 encontrado en la harina de plátano verde. En los almidones RS2 la molécula de amilopectina tiene una mayor proporción de ramas de cadena larga, lo que da como resultado una estructura más rígida, que carece de puntos débiles, lo que hace que los gránulos de almidón nativos sean altamente resistentes al ataque enzimático [9]. Estas características lo hacen un producto atractivo para la elaboración de alimentos funcionales.

Tabla 5. Fotos de los panes de burro con respecto al tiempo de almacenamiento.

Tiempo de almacenamiento	F0	F2	F3	F4
Día 1				
Día 15				

4. Conclusiones

Este proyecto tiene impacto en la vinculación con los grupos sociales-Instituto Tecnológico de Tehuacán. Es una alternativa a la reactivación local para los productores de Pan de burro y productores de plátano ya que sus ventas han disminuido hasta un 50 % desde el inicio de la contingencia sanitaria.

Se logró el desarrollo de pan de burro funcional, originario de San José Miahuatlán incorporando harina de plátano, lo que sugiere una alternativa potencial como alimento funcional de alta demanda, con beneficios para el consumidor (prevenir enfermedades no transmisibles y aumentar las defensas del sistema inmune).

5. Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El proyecto está en curso, los análisis tales como: contenido de humedad, actividad de agua (aw), perfil de pasting de las masas y calorimetría diferencial de barrido (DSC) de las muestras de pan, se están desarrollando actualmente.

Es importante determinar las propiedades nutricionales y funcionales de los panes de burro elaborados, así como realizar un análisis estadístico para seleccionar la mejor formulación de acuerdo con su valor nutricional y funcional.

Agradecimientos

Al instituto Tecnológico de Tehuacán por su apoyo para el desarrollo de este proyecto. Al Dr. Alejandro Aparicio Saguilán profesor investigador de la Universidad del Papaloapan, Campus Tuxtepec por su asesoramiento en el desarrollo del plan funcional.

Referencias bibliográficas

- [1] E. Denova-Gutiérrez, H. Lopez-Gatell, J. L. Alomia-Zegarra, R. López-Ridaura, C. A. Zaragoza-Jimenez, D. D. Dyer-Leal, R. Cortés-Alcalá y T. Villa-Reyes. The association of obesity, type 2 Diabetes, and hypertension with severe coronavirus disease 2019 on admission among Mexican patients. *Obesity*, 28 (10), 1826-1832, 2020.
- [2] M. Ashwell. Conceptos sobre Alimentos Funcionales. ILSI Europe Concise Monograph Series, ILSI Press 2005
- [3] Luengo Fernández, Emilio. Alimentos funcionales y nutraceuticos. Sección de Cardiología Preventiva y Rehabilitación. Sociedad Española de Cardiología, 2007.
- [4] L.B. Bindels, R.R.S. Munoz, JC Gomes-Neto, V. Mutemberezi, I. Martínez, N. Salazar, E.A. Cody, M.I. Quintero-Villegas, H. Kittana, C.G.D. ReyesGavil, R.J. Schmaltz, G.G. Muccioli, J. Walter, A.E. RamerTait. Resistant starch can improve insulin sensitivity independently of the gut microbiota. *Microbiome* 5:12, 2017.
- [5] L. A. Bello-Pérez, S. G. Sáyo-Ayerdi, J. Villagómez-Méndez y L. I. Montiel-Salas. Almidón de plátano y calidad sensorial de dos tipos de galletas. *Agrociencia*, 34(5), 553-560, 2000.
- [6] M. G. Vernaza, M. A. Gualarte y Y. K. Chang. Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1157-1165, 2011.
- [7] K. Moreira Carrión. *Reutilización de residuo de la cáscara de banano (musa paradisiaca) y plátanos (musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química), 2013.
- [8] M. Ovando-Martinez, S. G. Yago-Ayerdi, E. Agama- Acevedo, I. Goi, I.; L.A. Bello-Pérez. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. *Food Chemistry* 113, 121-12, 2008.
- [9] H. Jiang H y J. Jane. Type 2 resistant starch in high-amylose maize starch and its development. In: Shi YC, Maningat CC, editors. *Resistant starch sources, applications and health benefits*. Chapter 2. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd. p 23-42, 2013.

Elaboración de electrodos de aluminio modificados con nanotubos de carbono (CNTs), enfocados a su uso en biosensores

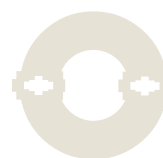
^aLópez, Castaños-Monica*, ^bGonzález, Fuentes Miguel Ángel,
^cMéndez, Albores-Alia

^aFacultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
C.P. 72570 Puebla, México;

^bFacultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
C.P. 72570 Puebla, México.

^cCentro de Química-ICUAP-Posgrado en Ciencias Ambientales,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, C.P. 72570 Puebla, México.

mlopezcastanos@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

El área de análisis incluido el clínico, ambiental y alimentario; precisa del desarrollo tecnológico que permita la obtención de dispositivos robustos y confiables para la identificación y cuantificación de una gran variedad de analitos. Actualmente, los biosensores de tipo electroquímico (BE), presentan gran potencial para el desarrollo de dispositivos analíticos confiables. Por otra parte, una de las áreas de innovación en el campo de los BE es el desarrollo y diseño de los electrodos sobre los cuales se inmovilizará el elemento biológico (anticuerpos, ADN, enzimas y moléculas) que permitirá la interacción con el analito. En este sentido, un buen electrodo, además de asegurar la conducción eléctrica, debe de permitir la inmovilización adecuada del bioreceptor,

ser económicamente viable y presentar una elevada área superficial con el fin de disminuir la cantidad/volumen de la muestra evaluada. En este trabajo se presentan los resultados del desarrollo de electrodos de aluminio decorados con nanotubos de carbono multicapa (Al-MWCNTs) mediante la técnica electroforética. Este tipo de electrodos no ha sido reportado previamente en literatura y combinan la alta conductividad y rugosidad mínima del aluminio, con las propiedades de los nanotubos de carbono como su facilidad de modificación superficial para una correcta retención del bioelemento, y las propiedades provenientes de su naturaleza nanométrica como la obtención de una elevada área superficial.

Palabras clave

Nanotubos de carbono, aluminio, depósito electroforético, biosensores electroquímicos

Abstract

The field of clinical, environmental, and food analysis, requires technological improvements that allow the obtention of robust and reliable devices for the identification and quantification of a wide variety of analytes. Currently, electrochemical-type biosensors (BE) present great potential for the development of reliable analytical devices. One of the areas of innovation in the field of BE is the development and design of electrodes on which the biological element (antibodies, DNA, enzymes, and molecules) will be immobilized. In this sense, a good electrode should have high electrical conduction and allow an adequate immobilization of the bioreceptor. Adding to that, the electrode should be economically viable and present a high surface area to reduce the amount/volume of the evaluated sample. In this work, the results of the development of aluminum electrodes decorated with multilayer carbon nanotubes (Al-MWCNTs) are presented using the electrophoretic technique. This type of electrodes has not been previously reported in the literature, and they combine the high conductivity and minimal roughness of aluminum, with the properties of the carbon nanotubes such as their ease of surface modification for correct retention of the bio element, and the properties stemming from its nanometric nature as their high surface area.

Keywords

Carbon nanotubes, aluminum, electrophoretic deposition, electrochemical biosensors

Glosario de abreviaturas y símbolos

BE, Biosensores electroquímicos

MWCNTs: Nanotubos de carbono multicapa

V: Volts

mA: microamperios

Introducción

La detección de especies químicas es de gran interés en campos como la medicina y el medio ambiente. Por ejemplo, el exceso o deficiencia de ciertos compuestos químicos en el cuerpo humano puede ser indicativo de determinados padecimientos; tal es el caso de algunos neurotransmisores como la dopamina, cuya presencia en exceso ha sido relacionada con el mal de Parkinson [1]. Por otro lado, a pesar de que el avance científico y tecnológico proporciona múltiples beneficios al ser humano, el desarrollo y uso de diversos productos como plaguicidas, surfactantes, farmacéuticos para el cuidado personal, aditivos para gasolina y fotoquímicos, han provocado la diseminación de una gran variedad de compuestos químicos que contaminan el medio ambiente (contaminantes emergentes) [2]. De esta manera, la creación de sensores para detectar y cuantificar diversos compuestos químicos es una actividad relevante para el bienestar de la sociedad y del medio que le rodea.

Sin embargo, en muchas ocasiones, la detección de compuestos químicos de interés biológico, de contaminantes ambientales, entre otros, se ve obstaculizada, ya sea por la presencia de especies interferentes o bien porque se encuentran presentes en cantidades mínimas, tales que los dispositivos disponibles en la actualidad no tienen la capacidad de cuantificar [3].

Entre los métodos disponibles para la detección de una gran variedad de compuestos químicos se encuentran los cromatográficos (cromatografía de líquidos de alta resolución, cromatografía de gases), electroforesis capilar acoplada a diferentes sistemas de detección como espectrometría de masas, técnicas espectroscópicas (infrarrojo o fluorescencia), bioluminiscencia y citometría de flujo. Estos métodos son sensibles y confiables; sin embargo, son costosos, complejos, no son portátiles, el análisis de las muestras consume mucho tiempo y disolventes, generan problemas medioambientales, y además requieren de un manejo y mantenimiento especializado, que en la mayoría de las veces resulta en extremo costoso [4, 5].

De esta forma, uno de los mayores retos que enfrenta actualmente la química ambiental y analítica, es el desarrollo de nuevos dispositivos que permitan la detección y cuantificación de sustancias químicas en el menor tiempo y al menor costo, sin arriesgar la sensibilidad y la eficiencia requerida.

Los sensores representan una alternativa interesante para inspeccionar de forma rápida, eficiente, automatizada, y económica, la presencia de diferentes

contaminantes en el ambiente. Son dispositivos miniaturizados capaces de detectar y cuantificar con precisión uno o múltiples compuestos, y se construyen básicamente por un elemento transductor (electrodo) que es el encargado de detectar la señal entre el analito y su superficie, para luego transformarlo a una señal electrónica que resulta fácil de procesar [6, 7].

No obstante, del éxito y la versatilidad del uso de sensores para detectar un gran número de compuestos químicos en diferentes matrices como agua, tierra, aire, piel humana y alimentos [8, 9], en algunos casos no se logra la determinación cuantitativa del analito, además de que pueden presentar una sensibilidad o repetibilidad limitada, o no ser estables respecto al tiempo. Aunado a lo anterior, el creciente aumento de sustancias tóxicas en el ambiente y la dificultad para detectar algunas de ellas, ha provocado que diversas tecnologías y disciplinas se integren para el desarrollo de nuevas plataformas o transductores, generando, según la señal detectada, sensores magnéticos, ópticos, termométricos, piezoeléctricos o electroquímicos [8].

El desarrollo de sensores electroquímicos ha probado ser un área dinámica y con alto potencial de crecimiento en la detección de analitos de interés clínico, seguridad alimentaria, investigaciones forenses y monitoreo ambiental debido a que se aprovecha la sensibilidad de las técnicas electroquímicas hacia la detección de diversos analitos electroactivos. Básicamente la detección del analito electroactivo se da cuando el transductor o electrodo en donde se genera la conducción electrónica se encuentra en contacto directo con un electrolito o conductor iónico. En la interfaz electrodo-electrolito se produce una semirreacción redox al aplicar un cierto valor de potencial. De tal manera que la reacción desencadenada por dichos estímulos, se caracteriza por una transferencia de electrones, y se clasifica según su comportamiento como: oxidación o pérdida de electrones y reducción ganancia de electrones. Así, al efectuarse el proceso un cambio en la corriente es obtenida pudiéndose realizar una medición más sensible y selectiva de compuestos reducibles y oxidables [10]. De cualquier manera, el éxito de un sensor electroquímico radica en el desempeño del electrodo, que incremente la señal de transducción aun a bajas concentraciones de analito y que además permita la inmovilización efectiva de bioreceptores como enzimas, moléculas y ADN (biosensores electroquímicos) sobre su superficie sin pérdida de actividad biológica, incrementando con ello la selectividad en la detección de analitos específicos con el mínimo de interferencias de otros compuestos [9].

En la literatura se encuentran disponibles diferentes propuestas para la construcción de electrodos, entre las que sobresalen los elaborados a partir de materiales nanoestructurados [11]. Los electrodos modificados con estos materiales presentan la cualidad de contener unidades estructurales básicas en la dimensión del nanómetro. Las propiedades fisicoquímicas de los nanomateriales dependen fuertemente de las dimensiones de sus unidades estructurales básicas y suelen ser muy diferentes de las correspondientes al mismo material no nanoestructurado [12]. Existe actualmente un notable interés científico y tecnológico por los nanomateriales debido a que sus propiedades inusuales generan, a menudo, nuevas aplicaciones por ejemplo el desarrollo de nuevos materiales, se emplean en la mejora de propiedades de algunas fibras, incluso con fines médicos [13, 14].

También se debe mencionar que, debido a la morfología externa de los materiales nanoestructurados y la disposición de sus diferentes planos cristalográficos, estos afectan de manera directa su química superficial [15] y su capacidad catalítica [16]. Por tanto, se ejerce un mayor control sobre sus características superficiales influyendo no solo en el potencial aplicado, sino también en la reactividad superficial, pudiendo preseleccionar o anticipar la respuesta del electrodo modificado hacia especies externas.

Por ello resulta interesante el uso de electrodos modificados con materiales nanoestructurados para aumentar el área activa de un electrodo y con ello, potenciar su capacidad como agente catalizador, es decir, superficies capaces de incrementar la velocidad de una reacción sin interferir en ella. [17].

Por todo lo antes mencionado, en la presente tesis se presentan metodologías reproducibles y eficientes llevadas a cabo en laboratorio para la elaboración de electrodos nanoestructurados a base de aluminio modificado con nanotubos de carbono (Al/MWCNTs). El depósito de los nanotubos de carbono se realizó sobre sustratos de aluminio (placa y papel) utilizando el método electroforético. Para esto se llevó a cabo el diseño de la celda electroforética y la optimización del depósito se realizó contemplando como variables la densidad de corriente, el potencial y el tiempo de depósito. Es importante mencionar que este material no ha sido previamente reportado en literatura y está enfocado por parte de nuestro grupo de trabajo, para ser utilizado como transductores de un biosensor electroquímico en la determinación del biomarcador cardíaco troponina I. Así pues, este proyecto impactará en la detección de afecciones cardíacas las cuales son la principal causa de muerte a nivel mundial, la tercera en México y la número uno en Puebla [18, 20].

Materiales y métodos

La elaboración de sustratos Al-MWCNTs se realizará a partir del método electroforético bajo los siguientes pasos: a) Funcionalización de nanotubos de carbono (CNTs); b) Elaboración de una suspensión acuosa de nanotubos de carbono (CNTs); c) Depósito por deposición electroforética usando una suspensión acuosa de (CNTs); **a) Funcionalización de nanotubos de carbono (CNTs):** Los Nanotubos de carbono (CNTs) son funcionalizados en una solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3) en una relación de 3:1, los CNTs son sumergidos dentro de un contenedor con la solución preparada durante 2 días a condiciones ambiente. Los CNTs transcurrido el lapso de tiempo, los CNTs son recuperados por filtración, utilizando un filtro de nitrocelulosa de 5 μm , para ello, son lavados varias veces con agua tridestilada hasta obtener un pH de 7. El producto obtenido se deja secar a temperatura ambiente y posteriormente es recuperado; **b) Elaboración de una suspensión acuosa de nanotubos de carbono (CNTs),** se prepara una solución donde en agua desionizada se disolverán los nanotubos de carbono Funcionalización (CNTs) y el surfactante catiónico Cetil Trimetil Bromuro de Amonio (CTAB), el cual tiene la función de producir una suspensión estable del material precursor (CNTs), además, el CTAB un surfactante catiónico, puede conferirles a los componentes precursores una carga positiva, por lo cual estos tienden a ser atraídos electrostáticamente al ánodo durante el proceso de electrodeposición y favorece la oclusión de los nanomateriales en la superficie electrónica, produciendo recubrimientos homogéneos; **c) obtención de recubrimiento de (CNTs) por deposición electroforética.** El depósito de nanotubos sobre la placa de aluminio fue optimizado considerando tres variables (densidad de corriente, voltaje y tiempo de depósito), evaluando como respuesta la homogeneidad y estabilidad de la película formada sobre el aluminio. Por otra parte se fabricó una celda que permitiera el depósito electroforético de manera eficiente y con el menor uso de insumos. El diseño de la muestra se realizó mediante el programa de diseño 3D SketchUp Make.

Resultados/Discusión de resultados

Diseño y elaboración de la celda electroforética

En la Figura 1a se presenta el diseño de la celda electroforética para el depósito de nanotubos de carbono sobre sustratos de aluminio. Esta celda presenta facilidad de control, versatilidad, estabilidad y adaptabilidad en la obtención de recubrimientos a

base de (CNTs). El electrodo de trabajo (el ánodo) se coloca paralelo al contraelectrodo (el cátodo) a una distancia de 5 cm, la cantidad de baño electroforético utilizado es de 20 mL. El material elegido para la fabricación de la celda fue acrílico debido a las características que este material posee como lo son resistencia química, conductividad eléctrica nula y estabilidad dimensional (**Figura 1 b**).

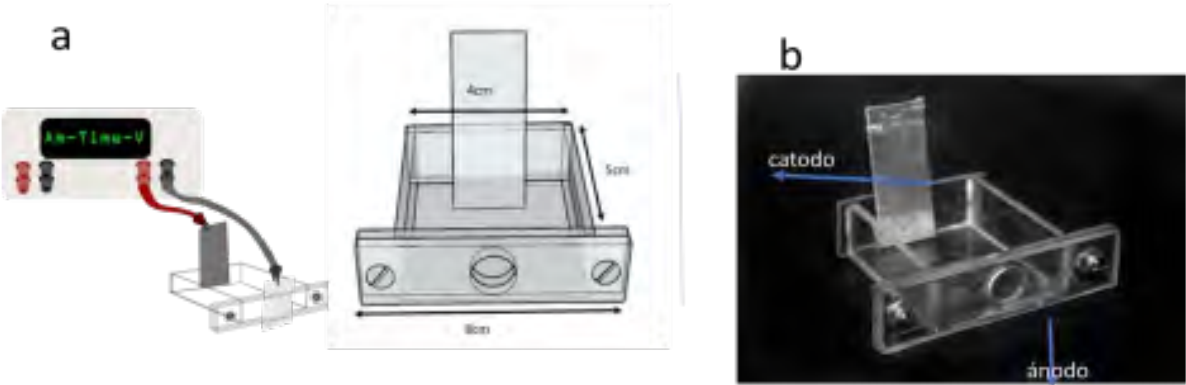


Figura 1. a) Esquema del diseño de la celda electroforética incluyendo medidas. b) Celda construida con acrílico.

Optimización del recubrimiento de nanotubos de carbono sobre aluminio (papel o placa)

A partir de un diseño factorial 3[^]3, se realizó la optimización de los recubrimientos de MWCNTs sobre el sustrato de Al. Como variables respuesta se consideró la uniformidad, la estabilidad y la adherencia del depósito obtenido. La **Tabla 1** presenta el set de experimentos representativos llevados a cabo en la obtención de los parámetros optimizados.

Tabla 1. Colección de experimentos representativos variando: a) tiempo, b) corriente y c) voltaje a)

a)	Tiempo, min Microamperios, mA Voltaje (V) Área de depósito, cm2
	15 15 37 1.13
	12 15 37 1.13
	10 15 37 1.13
b)	Tiempo, min Microamperios, mA Voltaje, V Área de depósito, cm2
	12 20 37 1.13
	12 15 37 1.13
	12 10 37 1.13

c)	Tiempo, min	Microamperios, mA	Voltaje, V	Área de depósito, cm ²
	12	15	42	1.13
	12	15	37	1.13
	12	15	32	1.13

En la **Figura 2**. Se presentan los resultados obtenidos del depósito de nanotubos de carbono sobre sustratos de aluminio. La variable más influyente resultó ser el voltaje, siendo 37 V el valor optimizado. La **Figura 3** representa el depósito de MWCNTs a las condiciones optimizadas 37 V, 12 minutos y 15 mA.

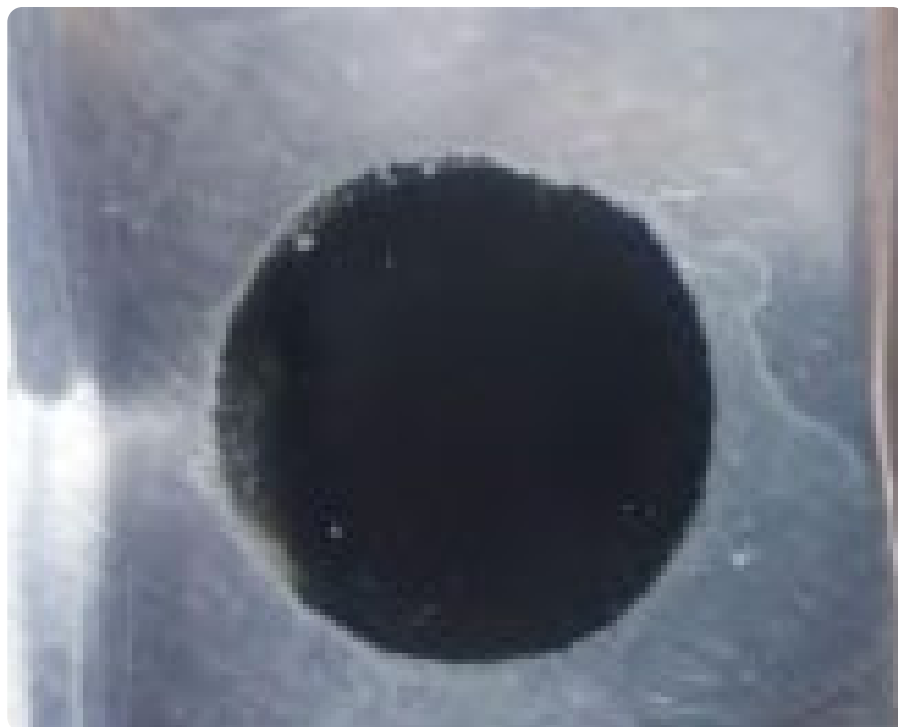


Figura 2. a) Depósito de MWCNTs sobre papel aluminio. Área depositada 1.33 cm². Parámetros de depósito: 37 V, 12 minutos y 15 mA.

Conclusiones

- La técnica de electrodeposición electroforética resulta viable para la obtención de sustratos Al-MWCNTs con aplicaciones futuras en biosensores.
- El recubrimiento de MWCNTs resultó homogéneo, estable, con buena adherencia y capacidad de formación de multicapas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este trabajo forma parte de la plataforma electroquímica que se utilizará en el diagnóstico de troponina I, que representa un biomarcador cardíaco específico para el daño agudo al miocardio. Los nanotubos de carbono, por su naturaleza nanométrica, conferirá un incremento substancial en área superficial y en el área de contacto con los anticuerpos anti-troponina I que serán inmovilizados en su superficie para la obtención del inmunoensayo con el antígeno troponina I. Por su parte el aluminio permitirá una alta conductividad, requerimiento necesario en los transductores electroquímicos.

Cabe resaltar que el trabajo presentado es un compendio de los experimentos realizados hasta el momento (antes de la pandemia), y que le prosigue estudios de caracterización electroquímica y mediante técnicas como microscopía de fuerza atómica (AFM) entre otras. Sin embargo, se presenta la eficiencia del depósito electroforético en la obtención de este tipo de recubrimientos.

Referencias bibliográficas

- [1] T. Kato, S. Fierro, T. Watanabe, K. Yoshimi and Y. Einaga, "Dopamine detection on boron-doped diamond electrodes using fast cyclic voltammetry", *Chem. Lett.* vol.41, no.3, pp.224-226 February 2012.
- [2] D. Ashton, M. Hilton, and K. V. Thomas, "Investigating the environmental transport of human pharmaceuticals to streams in the United Kingdom". *Sci. Total Environ.* vol. 333, no.1-3, pp. 167- 184, October 2004.
- [3] Servicio Geológico de EE. UU, "Salud ambiental- Programa de hidrología de sustancias tóxicas", 2017.[Online] <https://toxics.usgs.gov/investigations/cec/index.php>[Acceso: 29 Marzo].
- [4] V. Andreu, and Y.Picó, "Determination of pesticides and their degradation products in soil: critical review and comparison of methods", *TrAC. Trends Anal. Chem.* vol. 23, no.10-11, pp.772-789, November-December 2004.
- [5] J.F. Garcia-Reyes, C. Ferrer, M. J. Gómez-Ramos, A. R. Fernández-Alba, and A. Molina-Díaz, "Determination of pesticide residues in olive oil and olives", *TrAC. Trends Anal. Chem.* vol.26, no.3, pp.239-251, March 2007.
- [6] L. P. Castro-Ortíz, V. M. Luna Pabello, and R. Villalobos Pietrini. "Estado del arte y perspectivas del uso de biosensores ambientales en México", *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 23, no. 1, pp.35-45, Marzo 2007.
- [7] C. M.Brett, "Electrochemical sensors for environmental monitoring. Strategy and examples", *Pure and applied chemistry*, vol.73, no.12, pp. 1969-1977, April, 2001.
- [8] L. A. Terry, S. F. White, L. J. Tigwell, "The application of biosensors to fresh produce and the wider food industry", *J. Agric. Food Chem.* vol.53, no. 5, pp. 1309-1316, February 2005.

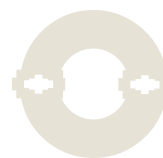
- [9] Z. Li, *et al.*, "Functions of PKS genes in lipid synthesis of *Schizochytrium* sp. by gene disruption and metabolomics análisis", *Mar. Biotechnol.* vol. 20, no. 6, pp.792-802, August 2018.
- [10] N. Alonso-Vante, "Electroquímica y electrocatálisis: Materiales: aspectos fundamentales y aplicaciones, vol. 1a, 1 a ed. Buenos Aires: e-libro.net, 2002.pp.-424.
- [11] M.M. Barsan, E. M. Pinto, M. Florescu, and C. M. Brett, "Development and characterization of a new conducting carbon composite electrode", *Anal. Chim. Acta*, vol. 635, no.1, pp. 71-78, March 2009.
- [12] M. Roco, "Government nanotechnology funding: An international Outlook", *JOM*. vol. 54, pp. 22-23, September 2002.
- [13] H. Gleiter, "Nanocrystalline materials", *Advanced Structural and Functional Materials*, pp.1-37, 1991.
- [14] H. Gleiter, "Nanostructured materials: basic concepts and microstructure", *Acta Mater.* vol. 48, no. 1, pp.1-29, January2000.
- [15] J. V. Stark, D. G. Park, I. Lagadie, K. J. Klabunde, "Nanoscale metal oxide particles/clusters as chemical reagents. Unique surface chemistry on magnesium oxide as shown by enhanced adsorption of acid gases (sulfur dioxide and carbon dioxide) and pressure dependence", *Chem. Mat*, vol.8, pp.1904-1910, 1996.
- [16] Y. Sun and Y. Xia, Y. "Shape-controlled synthesis of gold and silver nanoparticles", *science*, vol.298, no. 5601, pp. 2176-2179, 2002.
- [17] M. Cano, B. Palenzuela, B., and R. Rodríguez-Amaro, 2006, " A TTF-TCNQ Electrode as a Voltammetric Analogue of an Ion-Selective ElectrodeQ, *Electroanalysis: An International Journal Devoted to Fundamental and Practical Aspects of Electroanalysis*, vol.18, no. 11, pp. 1068-1074, May 2006.
- [18] OMS, "Enfermedades cardiovasculares", 2017. [Online] [https://www.who.int/es/news room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) [Acceso: 29 Marzo].
- [19] World health federation, *FACTSHEET: Enfermedades Cardiovasculares en México*, 2010. [Online]https://www.world-heartfederation.org/wpcontent/uploads/2017/05/Cardiovascular_diseases_in_Mexico__Spanish_.pdf [Acceso: 29 Marzo]
- [20] Statista Research Department, *Número de fallecimientos registrados en el estado mexicano de Puebla en 2019, según las principales causas de mortalidad*, 2020. [Online] [https://es.statista.com/estadisticas/650101/principales-causas-de-mortalidad-en-el-estado-de Puebla/](https://es.statista.com/estadisticas/650101/principales-causas-de-mortalidad-en-el-estado-de-Puebla/) [Acceso:29 Marzo].

Elaboración de mermelada de pitaya (*Stenocereus pruinosus*) y pitahaya (*Hylocereus undatus*) sin azúcar añadida

^aMorales Fuentes Karla*, ^aRamírez Cardoso Abigail,
^aBiviano Pérez Carolina

^aInstituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico S/N, Ex Hacienda Santa Ana, San Pablo Actipan, C.P. 75219, Tepeaca, Puebla.

*116792017@tepeaca.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

El Municipio de Dolores Hidalgo, Huitziltepec, está ubicado en el estado de Puebla, en este lugar existe una amplia diversidad de especies de cactáceas con un potencial productivo y económico que a la fecha no han sido aprovechadas en forma eficiente, como la pitaya (*Stenocereus pruinosus*) y la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Se elaboró una mermelada de pitaya y pitahaya sin azúcar añadida con la finalidad de dar

valor agregado a estas frutas, aumentar la vida de anaquel, de tal forma que sea una alternativa de comercialización para los productores de esta zona, se realizó el comparativo entre la mermelada tradicional (control) y la mermelada sin azúcar añadida, a las cuales se les realizaron los análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos y pruebas sensoriales.

Palabras clave

Pitaya, pitahaya, mermelada, análisis.

Abstract

The Municipality of Dolores Hidalgo, Huitziltepec, is located in the state of Puebla, in this place, there is a wide diversity of species of cacti with a productive and economic potential that have not been used efficiently, such as the pitaya (*Stenocereus pruinosus*) and pitahaya (*Hylocereus undatus*). A pitaya and pitahaya jam was made without added sugar to give added value to these fruits, and increase the shelf life, in such a way that it is a marketing alternative for the producers of this in the area, a comparison was made between traditional jam (control) and jam without added sugar, which underwent physicochemical analysis, microbiological analysis, and sensory tests.

Keywords

Pitaya, pitahaya, jam, analysis.

Glosario de abreviaturas y símbolos

NMX, Norma Mexicana

NOM, Norma Oficial Mexicana

OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

SADER, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural

OBrix, grados Brix

oC, grados Celsius

ppm, partes por millón % por ciento

pH, potencial de hidrógeno

Introducción

El Municipio de Dolores Hidalgo Huiztiltepec, es una de los principales productores de Pitaya (*Stenocereus pruinosus*) y pitahaya (*Hylocereus undatus*) del estado de Puebla, con una superficie sembrada de 1333.90 hectáreas y con una producción de 4,506.64 toneladas, las cuales tienen un valor estimado de 68,380.20 millones de pesos [1].

Dentro de las principales problemáticas a las que se enfrentan los productores de estas frutas, es la corta vida de anaquel, lo cual se ve reflejado en mermas importantes, falta de valor agregado ya que se distribuyen y comercializan principalmente como frutas frescas, por tanto, es necesario aplicar técnicas de procesamiento y conservación a las frutas, para que genere un valor agregado, para su comercialización.

En un estudio realizado por la OCDE [2], México ocupó el primer lugar a nivel mundial de prevalencia en casos de diabetes y se destacó por ser uno de los países con “peores hábitos alimenticios”, mayor sobrepeso y obesidad.

Materiales y métodos

La mermelada control de pitaya y pitahaya, se hizo con la metodología tradicional, la formulación fue la siguiente: pitaya 23.9 %, pitahaya 23.9 %, azúcar 40.6 %, agua 11.0 %, pectina 0.4 % y ácido cítrico 0.1 %.

La formulación de la mermelada de pitaya y pitahaya sin azúcar añadida fue la siguiente: pitaya 40.2 %, pitahaya 40.2 %, agua 18.5 %, pectina 0.7 %, ácido cítrico 0.2 %, benzoato de sodio 0.1 %, agar, 0.015 %, goma xantana 0.001 %. Las frutas utilizadas se compraron con los productores de la región, se seleccionaron las frutas que no presentaran daños físicos, se lavaron con agua potable y se desinfectaron con citrosan a 540 ppm, se pelaron y se trocearon, la pulpa de cada fruta se envasó por separado en bolsas *pouch*, se congelaron a -20°C, la pulpa de cada fruta se dejó en almacenamiento (-20°C) por 5 meses, después de ese periodo de tiempo se descongeló a temperatura ambiente para su uso, se mezclaron ambas pulpas de las frutas y se licuaron, se pesó la pulpa total, se midió el pH con el conductímetro, después se puso a fuego la mezcla de las frutas para una precocción, agregando ácido cítrico (5g/kg de pulpa), las gomas (agar y xantana) y la pectina que fueron

mezcladas con agua a 60°C en una licuadora a velocidad baja y se adicionaron cuando la fruta cocida tuvo 15°Brix, se continuó la evaporación hasta 20°Brix, se adicionó el benzoato de sodio, se apagó la fuente de calor, la mermelada se envasó a 85°C en frascos previamente pasteurizados a 97°C durante 20 minutos, se enfriaron los frascos con el producto en posición invertida a temperatura ambiente para hacer el sellado al vacío, finalmente el producto se almacenó en un lugar fresco y seco.

A continuación se describen los análisis fisicoquímicos: el pH se midió directamente a la muestra con la inmersión del electrodo del potenciómetro digital (marca Hanna instruments); la determinación de la humedad se realizó con la técnica de desecación en un horno eléctrico (marca Riossa, modelo H-33) y pesando las muestras hasta peso constante en una balanza analítica (marca Ohaus, modelo Adventurer); el porcentaje de sólidos solubles totales se determinó por refractometría con el refractómetro manual (marca Sper Scientific, modelo 300003). Se determinaron los Organismos mesofílicos aerobios [3] y coliformes totales [4].

Las pruebas sensoriales se aplicaron a 100 jueces no entrenados (afectivos) y la información se recabo en las hojas de registro correspondientes; para la prueba de aceptación de muestra simple se estableció un nivel de significancia de 0.05, para la prueba de escala de actitud, se utilizó una escala de 7 puntos, para la prueba de escala hedónica se utilizó una escala de 6 puntos, la prueba de comparación pareada fue de una cola y el nivel de significancia de 0.05, los datos se analizaron estadísticamente [5].

Resultados/Discusión de resultados

Productos obtenidos



Figura 1. Mermelada control.



Figura 2. Mermelada sin azúcar añadida.

En las figuras 1 y 2, se muestran las mermeladas elaboradas en el proyecto.

Resultados de análisis fisicoquímicos

Tabla 1. Resultados de pH del producto final.

Mermelada	pH del producto	Referencia para pH
Control	3.31	De 3.0 a 3.5 según NMX-F-131-1982
Sin azúcar añadida	3.40	

En la Tabla 1 se presenta un comparativo del pH de la mermelada de control con la mermelada sin azúcar añadida, de acuerdo a la norma NMX-F-131-1982, una mermelada deberá tener un rango de 3.0 a 3.5 de pH, por lo que ambas mermeladas cumplen con la norma.

Tabla 2. Resultados del % de humedad.

Mermelada	% de humedad
Control	25.8 ± 1.5
Sin azúcar añadida	76.87 ± 0.7

Los resultados obtenidos son los esperados, debido a que la mermelada control tiene más sólidos, que la mermelada sin azúcar añadida.

Tabla 3. °Brix de las mermeladas.

Mermelada	Referencia para °Brix	°Brix
Control	De acuerdo a Codex STAN 296-2009 es de 60-65 %	65
Sin azúcar añadida	No establecida en el Codex STAN 296-2009	20

De acuerdo al Codex STAN 296-2009, una mermelada debe tener de 60 a 65°Brix, por lo tanto, la mermelada control cumple con la norma ya que se hizo de acuerdo al método tradicional, es decir, agregando azúcar, sin embargo, la mermelada sin azúcar añadida tuvo menos grados Brix, porque no tiene azúcar añadida.

Resultados de análisis microbiológicos

Tabla 4. Resultados de análisis microbiológicos.

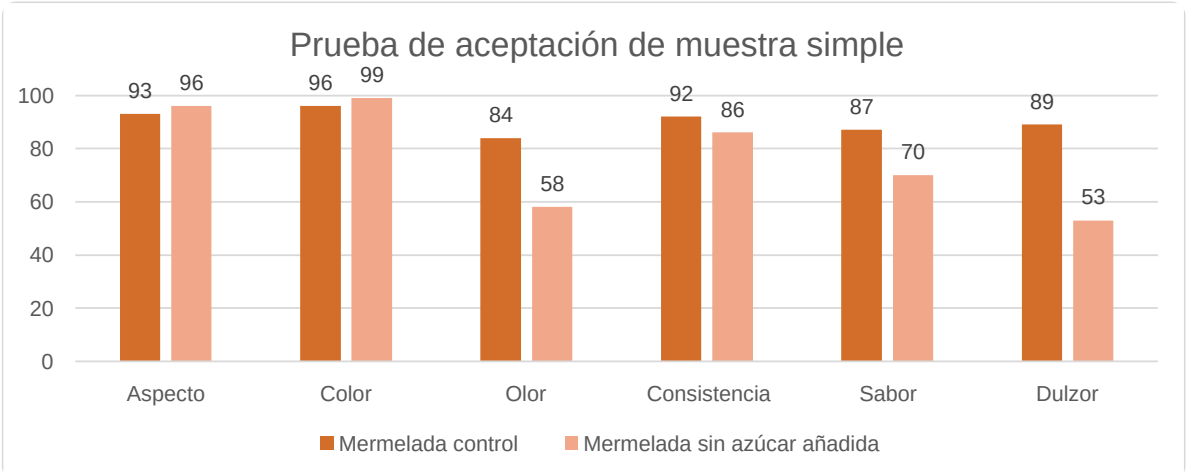
Norma	Parámetro	Referencia	Mermelada de control	Mermelada sin azúcar añadida
NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometido a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.	Organismos mesofílicos aerobios	50 UFC/g	Menor de 10 UFC/g	Menor de 10 UFC/g
	Coliformes totales	Menor de 10 UFC/g	Menor de 10 UFC/g	Menor de 10 UFC/g

Los resultados de las pruebas microbiológicas indican que las mermeladas elaboradas cumplieron con las especificaciones que la norma establece para organismos mesofílicos aerobios y coliformes totales.

Resultados de pruebas sensoriales

Tabla 5. Resultados de prueba de aceptación de muestra simple de la mermelada de control y la mermelada sin azúcar añadida.

Características	Mermeladas		Juicios mínimos de aceptación de acuerdo al nivel de significancia de 0.05
	Control	Sin azúcar añadida	
Aspecto	93	96	59
Color	96	99	59
Olor	84	58	59
Consistencia	92	86	59
Sabor	87	70	59
Dulzor	89	53	59

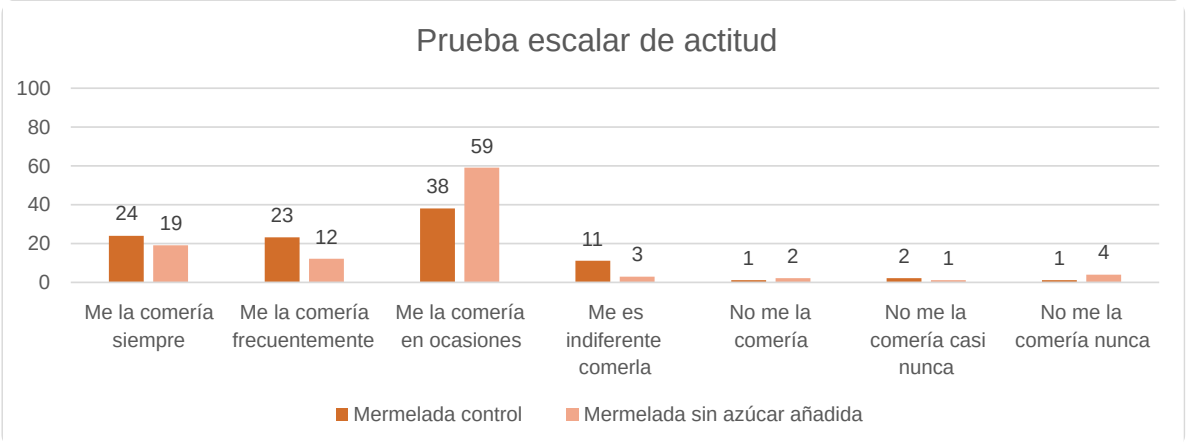


Gráfica 1. Resultados de la prueba de aceptación de muestra simple de la mermelada de control y la mermelada sin azúcar añadida.

En los resultados de la prueba de aceptación de muestra simple, de acuerdo al nivel de significancia de 0.05, al menos 59 juicios deben ser positivos para cada parámetro, por lo tanto, de la mermelada control, se consideran aceptados: el aspecto, color, olor, consistencia, sabor y dulzor, respecto a la mermelada sin azúcar añadida los parámetros aceptados fueron aspecto, color, consistencia y sabor.

Tabla 6. Resultados de prueba escalar de actitud para mermelada de control y mermelada sin azúcar añadida.

Escala	Juicios	°Brix
	Mermelada control	Mermelada sin azúcar añadida
Me la comería siempre	24	19
Me la comería frecuentemente	23	12
Me la comería en ocasiones	38	59
Me es indiferente comerla	11	3
No me la comería	1	2
No me la comería casi nunca	2	1
No me la comería nunca	1	4
Media aritmética	5	5

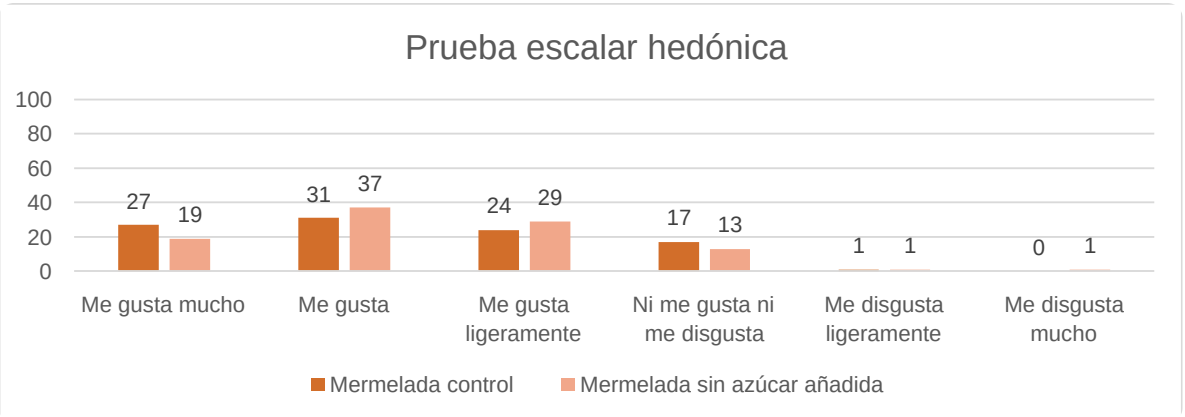


Gráfica 2. Resultados de prueba escalar de actitud para la mermelada de control y la mermelada sin azúcar añadida.

La media aritmética de los juicios de la prueba escalar de actitud en ambas mermeladas fue de 5, eso indica que las personas se comerían las mermeladas en ocasiones.

Tabla 7. Resultados de prueba escalar hedónica de mermelada de control y sin azúcar añadida.

Escala	Juicios	°Brix
	Mermelada control	Mermelada sin azúcar añadida
Me gusta mucho	27	19
Me gusta	31	37
Me gusta ligeramente	24	29
Ni me gusta ni me disgusta	17	13
Me disgusta ligeramente	1	1
Me disgusta mucho	0	1
Media aritmética	5	5
Media aritmética	5	5

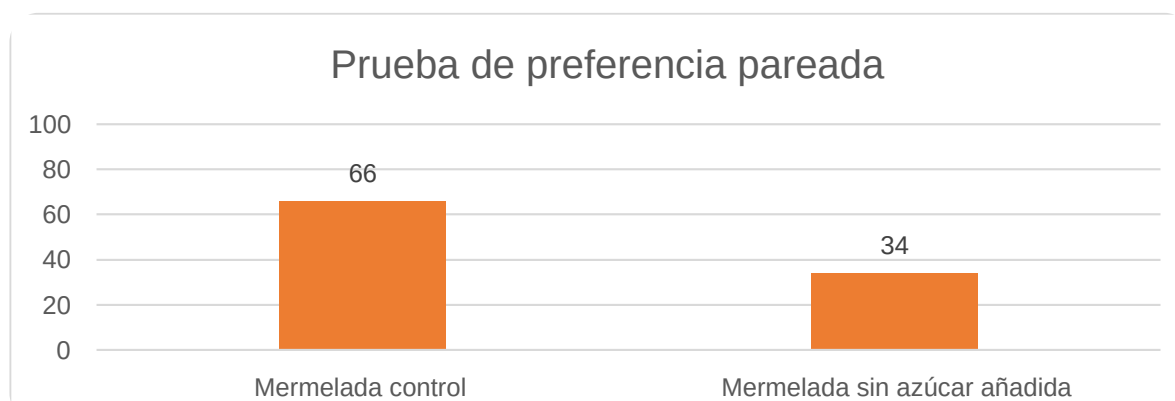


Gráfica 3. Resultados de prueba escalar hedónica de la mermelada de control y la mermelada sin azúcar añadida.

La media aritmética de los juicios de la prueba escalar de hedónica, en ambas mermeladas fue de 5, eso indica que a las personas les gustaron las mermeladas.

Tabla 8. Resultados de la prueba de preferencia pareada de la mermelada de control y la mermelada sin azúcar añadida.

Mermelada	Juicios positivos	Juicios mínimos de acuerdo al nivel de significancia de 0.05
Control	66	59
Sin azúcar añadida	34	



Gráfica 4. Resultados de la prueba de preferencia pareada de mermelada de control y mermelada sin azúcar añadida.

Los resultados de la prueba de preferencia pareada para la mermelada control fueron 66 juicios positivos y en la mermelada sin azúcar añadida fueron de 34 juicios positivos, de acuerdo al nivel de significancia de 0.05, debe haber al menos 59 juicios positivos para considerar que una de las dos mermeladas es más preferida, esto indica, que las personas prefirieron la mermelada de control.

Conclusiones

El pH de ambas mermeladas fue similar, los grados Brix fueron más elevados y la humedad menor en la mermelada control respecto a la mermelada sin azúcar añadida, sin embargo, los parámetros sensoriales en general fueron aceptados en ambas mermeladas, respecto a la prueba pareada tuvo mayor preferencia la mermelada control.

Por lo tanto, se puede decir que la mermelada sin azúcar añadida tiene algunas características fisicoquímicas similares a una mermelada tradicional elaborada con azúcar, sin embargo, la formulación propia de la mermelada sin azúcar añadida, hace que parámetros como los grados Brix y la humedad sean influidos directamente, en cuanto a los aspectos sensoriales, ambas mermeladas tienen similitud.

Por lo tanto, la mermelada sin azúcar añadida, puede ser una alternativa de comercialización de pitaya y pitahaya para los productores de la región, porque se les da un valor agregado a las frutas.

Referencias bibliográficas

- [1] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 13 junio 2016. [En línea]. Disponible en: www.gob.mx. [Último acceso: 18 marzo 2021].
- [2] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.oecd.org>. [Último acceso: 18 marzo 2021].
- [3] *NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa..*
- [4] *NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa..*
- [5] J. Espinoza, Evaluación Sensorial de los Alimentos, La Habana: Editorial Universitaria, 2007.

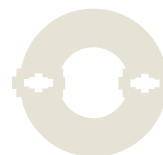


Elaboración de teja a base de caucho y PET reciclado

^aGarrido, Reyes-Yatzil Lizeth*, ^bOlvera, Hernández-Marcos, ^cHernández Corona-Sergio, ^dGarrido Rosado Rafael

^aInstituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, Avenida José Luis Martínez Vázquez No. 2000 C.P. 73310, Zacatlán, Puebla.

*liztay179@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Inmersos en crear alternativas para la disminución de la contaminación al medio ambiente se promueve el reciclaje al diseñar una teja a base de aglomeración de gránulos de caucho, utilizando como polímero de unión PET fundido; con el fin de reducir el impacto contaminante que estos desechos provocan al medio ambiente, se desarrolla una investigación experimental, ligada a la comunidad de Río Chico Chignahuapan, se aplicó una encuesta validada en el software SPSS para obtener los primeros datos cuantificables del producto para tener un primer acercamiento al problema que aqueja a la comunidad, posteriormente se recolectaron datos en campo y con la aplicación de los

diseños experimentales Varianza Anova simple y t-student se logró determinar una muestra con un 85 % PET y 15 % caucho, la cual cumple con características adecuadas. Se determina que la fabricación de una teja de PET y caucho promueve el reciclaje de hasta 15 botellas de PET de capacidad de 3L y la utilización de hasta 100 g de caucho, lo que indica que en producción esta estrategia de reciclaje puede transformar materiales desechados en nuevos productos para recubrimiento en techos de comunidades de zonas marginadas de la Sierra Norte de Puebla y disminuir la contaminación al entorno.

Palabras clave

Caucho, PET, reciclado, impacto.

Abstract

Immersed in creating alternatives for the reduction of environmental pollution, recycling is promoted by designing a roof tile based on the agglomeration of rubber granules and using molten PET as a bonding polymer; In order to reduce the polluting impact that these wastes cause to the environment and support the communities of the Northern Region of Puebla, an experimental research is developed, linked to the community of Rio Chico Chignahuapan, a survey validated in the SPSS software was applied to obtain the first quantifiable data of the product and with the application of the experimental designs simple Anova and t-student, a sample with 85 % PET and 15 % rubber was determined, which meets the appropriate characteristics, it is determined that the manufacture of a PET and rubber tile promotes the recycling of up to 15 PET bottles of 3L capacity and the use of up to 100 grams of rubber, which indicates that in production this recycling strategy can transform discarded materials into new products for coating roofs in communities in marginalized areas of the Sierra Norte de Puebla and decrease environmental pollution.

Keywords

Rubber, PET, recycling, impact

Glosario de abreviaturas y símbolos

F: Fuerza (kg o N).

m: masa (kg).

a: aceleración (m/s^2).

Aglomeración: Unión de varias partículas finas a otras de mayor tamaño.

ANOVA: Análisis de Varianza.

PET: Tereftalato de polietileno

Introducción

Uno de los principales problemas presentes en la actualidad en todo el mundo es la contaminación y dentro de ellos se encuentra la contaminación de plásticos de un solo uso, uno de ellos es el PET. Dentro de la región Sierra Norte de Puebla debido al incremento poblacional, se provoca un aumento en el consumo de diversos productos involucrando a los que conllevan la utilización de botellas de PET de un solo uso, que debido a la falta de cultura de reciclaje el PET es desechado a espacio abierto, provocando un aumento en la contaminación, generando mayor cantidad de residuos.

Otro contaminante que no es controlado su reciclaje son los neumáticos, estas después de concluir con su vida útil, son desechadas al aire libre provocando incremento de residuos sólidos que provocan aumento de contaminación. El uso excesivo de PET y los desechos de neumáticos es una problemática presente en la actualidad debido a que la contaminación aumenta en cantidades descontroladas y aunque actualmente existe leyes que prohíben el plástico de un solo uso de acuerdo a [1] que a partir del 1 de enero 2021 quedo prohibido la comercialización, distribución y entrega de plásticos de un solo uso, pero los niveles de contaminación son altos en la actualidad, es por ellos que reducir la contaminación y los residuos sólidos que se encuentran en el medio ambiente es un tema importante para mantener un equilibrio ecológico.

Como alternativa para disminuir los niveles de contaminación presentes en la Sierra Norte de Puebla se busca llevar a cabo la elaboración de una teja a base de Caucho y PET reciclado a partir de la aglomeración de gránulos, utilizando como polímero de unión PET fundido. Proyecto realizado dentro de la institución educativa, TECNM Campus Zacatlán con aplicación en la Sierra Norte de Puebla. Proyecto elaborado por alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial con la finalidad de disminuir la contaminación dentro de región norte de Puebla, así como de igual forma buscar apoyar la economía con la venta de la teja a precio accesible la teja a base de caucho y PET. Crear conciencia a base de la innovación a base de nuevos productos como la teja derivada del PET y del caucho de llantas los cuales materiales son desechados y no se otorga un uso sustentable a estos productos mencionados. El caucho y PET tiene la propiedad de ser impermeables de tal forma se hace uso de estos materiales para que la teja sea resistente a la permeabilidad y al ser elaborada por su proceso y materiales reciclados su precio deberá ser accesible para los habitantes de región de aplicación, además de que da pauta a una cultura de reciclaje.

Materiales y métodos

Realizar una teja a base de PET y caucho requiere de materiales para su adecuada elaboración y estudio de investigación, para ello se hace uso del siguiente material:

Encuesta poblacional: La presente investigación se encuentra ligada a la Sierra Norte de Puebla debido a que es una población que carece de cultura sobre el reciclaje y se pretende orientar y motivar a las personas a reciclar. De acuerdo al autor [2] la población es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación.

La población a través de encuestas nos brinda datos cualitativos y cuantitativos para conocer la situación de la población en la actualidad y su opinión respecto al proyecto investigado, estos datos son adquiridos a través de la aplicación de una encuesta a la población. Para ello se realiza un muestreo poblacional de acuerdo a datos registrados [3], haciendo uso de un nivel de confianza del 95 %, con el fin de aplicar la encuesta a través de escala Likert a la muestra poblacional calculada.

Software de análisis estadístico: Para llevar a cabo la realización de un análisis respecto a encuestas realizadas a la población es necesario hacer uso de un software estadístico, en este caso utilizar el software SPSS permite hacer análisis de las encuestas aplicadas, así como hacer una validación de la misma a través de Alfa de Cronbach. De igual forma para realizar un análisis de las pruebas experimentales en las muestras de las tejas, es conveniente realizar un análisis de los resultados obtenidos, para ellos es conveniente hacer uso de Minitab un software de análisis estadísticos que a través de un diseño experimental permite analizar los resultados de las pruebas realizadas y dar a conocer que muestra es la mejor para la elaboración de tejas recicladas.

Materia prima: El material utilizado en este proyecto es la base para la elaboración de las tejas, en este caso consta de PET y caucho, esta materia prima es recolectada y triturada para la transformación del material y crear un producto final, misma materia prima procede completamente del reciclaje, recolectando todo el desperdicio de estos sólidos mencionados. Para posteriormente a través de un horno casero ser transformado en una teja a base de material reciclado.

Método

El análisis del proyecto es un análisis experimental debido a que los métodos experimentales permiten adecuadamente poner hipótesis de relaciones causales. Principalmente para la realización de la investigación se cuenta con la elaboración de una escala Likert que permite analizar la encuesta a través de 6 variables diferentes utilizadas en el proyecto las cuales son; calidad del producto, servicio, medio ambiente, económico, reciclaje, aceptación de la sociedad. Estas variables son evaluadas de acuerdo a las preguntas generadas en la encuesta para posteriormente ser analizadas dentro del software SPSS dando como resultado un Alfa de Cronbach de 0.865 por lo que de acuerdo a estudios [4] nos indica que un resultado de Alfa de Cronbach es un índice de confiabilidad que a partir de 0.70 la confiabilidad es alta, por lo que podemos concluir que la aplicación de la escala Likert muestra datos y resultados confiables para un respectivo análisis de las variables de esta encuesta.

Para la elaboración de las tejas a base de PET y caucho se elaboraron probetas para el estudio de la mejor muestra para la elaboración de la teja, el PET que se utilizó fue recolectado principalmente de botellas de refresco a través del apoyo de las personas de la región norte de Puebla, encargadas de recolectar botellas para su reciclaje, posteriormente las botellas fueron trituradas para facilitar su fundición. Mientras que el caucho es procedente de neumáticos, las vulcanizadoras de la región generan desperdicios de gránulos de caucho al restaurar los neumáticos, dicha situación es un punto fuerte para la elaboración del proyecto debido a que las vulcanizadoras donan sin costo alguno los gránulos de caucho para el reciclaje, debido a que este no es reutilizado.

El caucho que proviene de los neumáticos no se puede fundar debido a que este necesita ser desvulcanizado para poder ser fundido, por esa razón se realiza una aglomeración con el PET, se utiliza el caucho granulado y es aglomerado con PET para poder fabricar la teja. El PET debe de alcanzar una temperatura de 260 °C para que este pueda ser fundido. Para la elaboración de la teja, el PET y el caucho son mezclados en un proceso de fundición en diferentes cantidades de material con el fin de generar diferentes tipos de probetas y posteriormente realizar pruebas de resistencia a impactos de fuerza y fundición con el fin de obtener un resultado óptimo para conocer qué tipo de probeta es la más adecuada para la elaboración de tejas.

Para conocer las cantidades de materia que debe de tener una teja, se realizan 6 muestras diferentes y cada una de las muestras cuenta con 5 probetas, las cantidades de materia son diferentes con el fin de a través de pruebas experimentales se pueda

conocer que muestra es la mejor para la elaboración de la teja, las cantidades se indican en la siguiente **Tabla**:

Tabla 1. Parámetros de mezcla de PET y caucho.

No.	PET (g)	Caucho (g)	Total (g)
Muestra 1	60 %	40 %	100 %
Total	276	184	460
Muestra 2	85 %	15 %	100 %
Total	391	69	460
Muestra 3	70 %	30 %	100 %
Total	322	138	460
Muestra 4	75 %	25 %	100 %
Total	345	115	460
Muestra 5	80 %	20 %	100 %
Total	368	92	460
Muestra 6	65 %	35 %	100 %
Total	299	161	460

Realizadas las probetas con las cantidades de las 6 muestras diferentes, cada muestra con 5 probetas obteniendo un total de 30 probetas, éstas se someten a 2 pruebas diferentes, la primera prueba que se realizó es para medir la resistencia al impacto que tienen las probetas, es decir la fuerza que estas soportan a través de un impacto directo antes de que se rompan a través de la aplicación de la siguiente fórmula para medir la fuerza aplicada; $F = m \cdot a$. La segunda prueba realizada es conocer el tiempo que las probetas tardan en fundirse a una temperatura de 260 °C, misma temperatura que es la indicada para que el plástico se comience a fundir. Las pruebas realizadas con el fin de conocer qué tipo de muestra es la más adecuada con características de resistencia a impactos y con resistencia a elevadas temperaturas, con el fin de elaborar una teja a base de PET y caucho. Después de ser sometidas las probetas a estas dos pruebas los resultados obtenidos son analizados a través de un modelo estadístico en este caso Anova simple, respondiendo a la hipótesis de que todas las probetas son iguales y ninguna es diferente, una vez aplicado Anova la hipótesis nula fue rechazada lo que nos lleva aplicar un diseño T-student el cual nos permite analizar las 6 diferentes muestras para conocer cuál de ellas se encuentra dentro del área de aceptación. En este caso el resultado de la muestra óptima para la elaboración de una teja de PET y caucho fue la muestra 2

que corresponde a un 85 % PET y un 15 %, dicho porcentaje es la cantidad óptima de material para la elaboración de dicha teja correspondiente al proyecto.

Resultados/Discusión de resultados

Los resultados obtenidos para el análisis experimental de las pruebas realizadas a las 6 distintas muestras, son los siguientes:

A través de un diseño de experimentos (ANOVA SIMPLE) se corre el análisis de la resistencia al impacto y el análisis de la resistencia a altas temperaturas, para ello se utiliza en programa de computadora estadístico llamado Minitab 2018, este es diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos. Se utiliza un nivel de confianza del 95 % que de acuerdo a datos de Minitab dice que un nivel de confianza del 95 % es el más adecuado debido a que produce un nivel de confianza alto.

Diseño de experimento de la resistencia al impacto

El objetivo del experimento es determinar cual muestra tiene mayor resistencia al impacto y cuál es la más adecuada para resistir impactos en caída libre.

Como criterio del diseño de experimentos de la resistencia al impacto se utiliza una medición en kilogramos fuerza. Se prueba en orden aleatorio 30 probetas, 5 por cada tipo de muestra. Los resultados de resistencia al impacto se registraron como se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Datos del estudio de resistencia al impacto.

Datos	1	2	3	4	5
Muestra 1	0.47967629	0.46968303	0.46968303	0.47967629	0.4646864
Muestra 2	0.31978419	0.31978419	0.33477408	0.32977745	0.32977745
Muestra 3	0.17488198	0.17488198	0.1598921	0.16988535	0.17987861
Muestra 4	0.27981117	0.25982466	0.2848078	0.27981117	0.27481454
Muestra 5	0.44469989	0.45469315	0.43970326	0.44469989	0.44969652
Muestra 6	0.39973024	0.39973024	0.40472687	0.38973698	0.40472687

Fuente: Elaboración propia de la investigación

A continuación, se realiza una prueba hipótesis:

- H_0 : Será posible que las 6 muestras de diferentes cantidades de PET y caucho, sean todas iguales y tengan la misma resistencia al impacto.
- H_1 : No será posible que las 6 muestras de diferentes cantidades de PET y caucho, sean todas iguales y tengan la misma resistencia al impacto, ya que al menos 1 es diferente.

Se corre el diseño ANOVA en Minitab 18, se obtiene lo siguiente ver **Tabla 3** y **gráfica 1**.

Tabla 3. Análisis de varianza del diseño experimental Resistencia al impacto.

	Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F
Factor	5	0.323178	0.064636	1252.70	
Error	24	0.001238	0.000052		
Total	29	0.324416			



Gráfica 1. Distribución F Resistencia al impacto.
Fuente: Propia de la investigación 2020.

Con un nivel de confianza del 95 % y con un margen de error del 5 %, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa pese a que la prueba realizada se encuentra fuera del área de aceptación, por lo tanto, no será posible que las 6 muestras de diferentes cantidades de PET y caucho, sean todas iguales y tengan la misma resistencia al impacto, ya que al menos 1 es diferente.

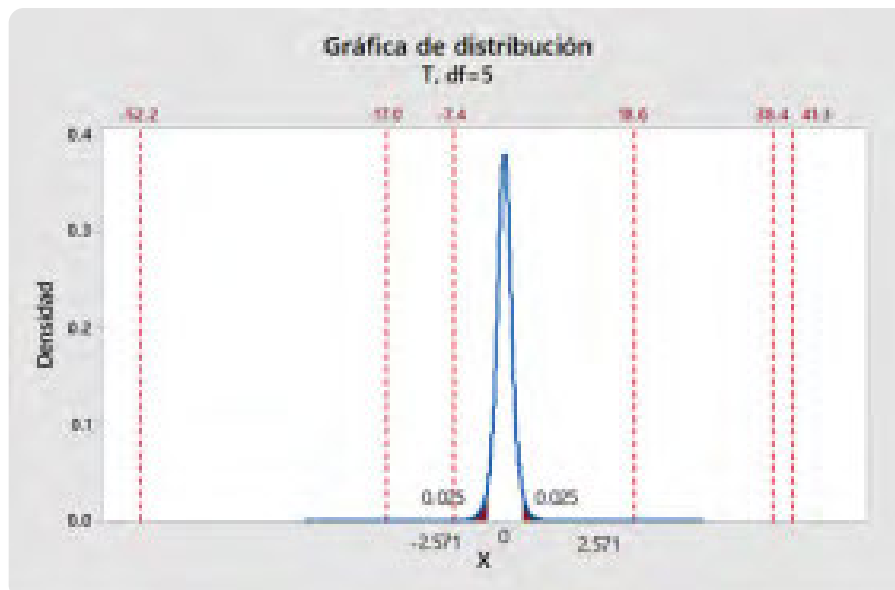
Una vez rechazado H_0 y aceptada H_1 , proseguimos a realizar una prueba t-Student con el fin de conocer cuál de las 6 muestras es la mejor. Se utiliza un nivel de confianza | 95 % y se realiza la prueba t-student (ver Tabla 4). Los resultados son los siguientes:

Tabla 4. Experimento t-student para la Resistencia al impacto.

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F		
Hipótesis nula $H_0: \mu = 0.348931$		
Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 0.348931$		
Muestra	Valor T	Valor p
Muestra 1	41.28	0.000
Muestra 2	-7.39	0.002
Muestra 3	-52.24	0.000
Muestra 4	-17.01	0.000
Muestra 5	38.37	0.000
Muestra 6	18.58	0.000
Fuente: Propia de la investigación		

Los resultados son graficados (ver **gráfica 2**) para analizar qué tipo de muestra es la mejor o en dado caso la muestra que se encuentre más cerca al área de aceptación.

Por lo tanto, la muestra que más se acerca al área de aceptación es la que se tomara en cuenta como la muestra más adecuada del diseño experimental respecto a resistencia de impacto así que la muestra 2 es la más cercana al área de aceptación con un valor en la prueba t-student de -7.4 (ver **gráfica 2**).



Gráfica 2. Distribución t-student para la resistencia al impacto.

Fuente: Propia de la investigación.

Diseño de experimento de la “Exposición a temperatura constante”

Para correr este diseño experimental nuevamente se utiliza el software estadístico Minitab 2018, como ya se mencionó este programa ejecuta funciones estadísticas básicas y avanzadas. Utilizamos un nivel de confianza del 95 % de acuerdo a datos de Minitab 18.

El segundo análisis a realizar es respecto a la resistencia al tiempo de exposición a temperatura constante, aplicando para ello un ANOVA SIMPLE con el fin de conocer si las 6 distintas muestras se comportan de la misma manera, para este análisis tenemos lo siguiente:

Se prueban en orden aleatorio las 6 muestras, 5 probetas por cada tipo de muestra. Los resultados de tiempo se registraron como se muestran en la Tabla. El objetivo del experimento es determinar cual muestra resiste mayor tiempo expuesta a una alta temperatura constante de 260° C.

Como criterio del diseño de experimentos de la resistencia a una temperatura constante de 260° C, se utiliza una medición de tiempo en minutos. Se prueba en orden aleatorio 30 probetas, 5 por cada tipo de muestra. Los resultados de resistencia a una temperatura constante se registran como se muestran en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Datos de la Resistencia a temperatura constante (260° C).

Datos	1	2	3	4	5
Muestra 1	18.10	17.55	18.20	17.50	18.10
Muestra 2	15.10	15.40	15.20	14.40	15.30
Muestra 3	12.10	12.30	11.40	12.20	11.50
Muestra 4	13.20	12.30	13.40	13.10	12.50
Muestra 5	16.50	16.30	17.20	16.30	17.00
Muestra 6	14.10	13.40	14.00	13.40	13.20

Fuente: Propia de la investigación

A continuación, se realiza una prueba hipótesis:

Ho: Será posible que las 6 muestras sean iguales y por lo tanto todas tengan la misma resistencia a permanecer expuestas a una temperatura constante de 260 °C.

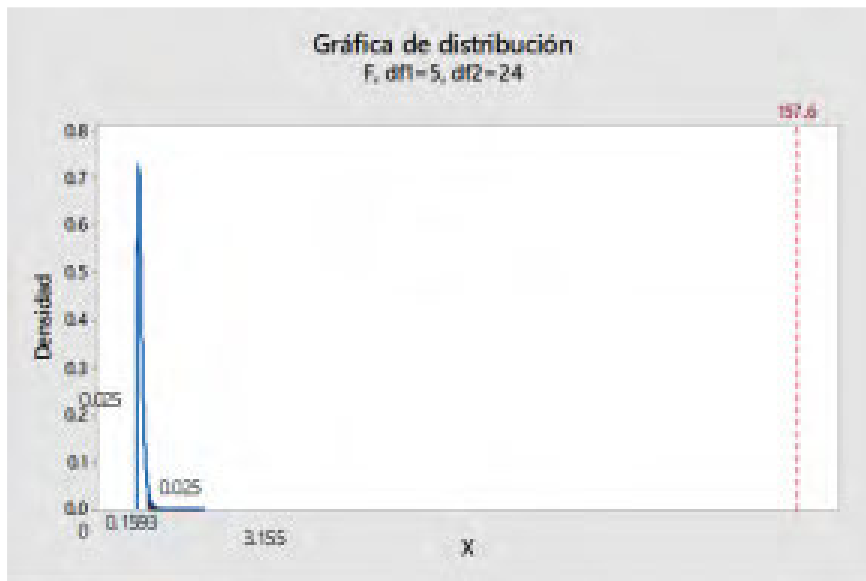
- H1: No será posible que las 6 muestras sean iguales y por lo tanto no tendrán la misma resistencia a permanecer expuestas a una temperatura constante de 260 °C y por lo menos 1 muestra será diferente.

Se corre el diseño ANOVA en Minitab 18, se obtiene lo siguiente (ver **Tabla 6** y **gráfica 3**):

Tabla 6. Análisis de varianza del diseño experimental Resistencia a una temperatura constante 260°.

	Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F
Factor	5	132.024	26.4047	157.64	
Error	24	4.020	0.1675		
Total	29	136.044			

Fuente: Propia de la investigación



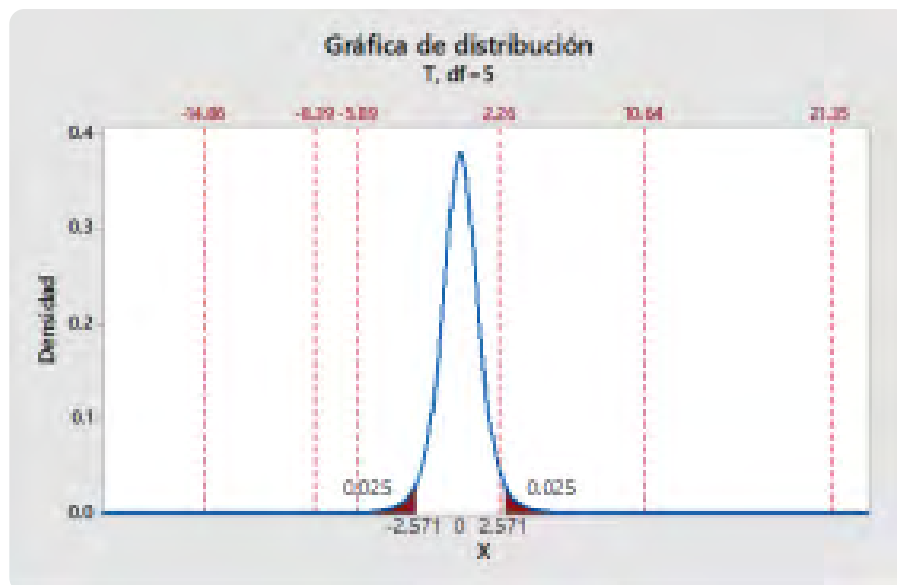
Gráfica 3. Distribución F para la resistencia a una temperatura constante 260 °C.
Fuente: Propia de la investigación.

Con un 95 % de confiabilidad se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa por lo tanto no será posible que las 6 muestras sean iguales, por consiguiente, no tendrán la misma resistencia a permanecer expuestas el mismo tiempo a una temperatura constante de 260 °C y por lo menos 1 muestra será diferente. Después de rechazar H_0 y aceptar H_1 , concluimos que al menos 1 muestra es diferente, con el fin de conocer qué tipo de muestra es diferente se realiza el análisis estadístico t- Student.

Los resultados obtenidos de la prueba se pueden observar en la **Tabla 7** estos valores son graficados ver Gráfica 4 para conocer las muestras que se encuentran dentro del área de aceptación o de lo contrario la muestra que más se acerca al área de aceptación.

Tabla 7. Experimento t-student resistencia a temperatura constante 260 °C.

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F			
Hipótesis nula $H_0: \mu = 14.68$			
Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 14.68$			
Muestra	Valor T	Valor p	
Muestra 1	21.35	0.000	
Muestra 2	2.26	0.087	
Muestra 3	-14.86	0.000	
Muestra 4	-8.39	0.001	
Muestra 5	10.64	0.000	
Muestra 6	-5.89	0.004	
Fuente: Elaboración propia de la investigación			



Gráfica 4. Distribución t student Resistencia a temperatura constante de 260 °C.

Fuente: Propia de la investigación 2020.

Por lo tanto, la muestra que se encuentra en el área de aceptación es la que se tomara en cuenta como la muestra más adecuada del diseño experimental respecto a la resistencia de temperatura constante de 260 °C, por lo anterior se determina que la muestra 2 con un valor en la prueba t-student de 2.26 (ver **gráfica 8**) es la muestra idónea.

En las dos pruebas experimentales realizadas con su respectivo análisis de los datos nos indican que la muestra adecuada para la elaboración de la teja a base de PET y caucho es la muestra 2 la muestra se compone por un 85 % PET y 15 % caucho, por lo que estos datos son los óptimos para realizar la teja, debido a que brindara la mejor resistencia a impactos y una buena resistencia a la exposición de altas temperaturas.

Como resultado de la presente investigación se elabora la teja a base de caucho y PET reciclado, en donde el PET es recolectado en la Región Norte de Puebla y el caucho granulado es obtenido por habitantes de la misma zona. El resultado final es una teja de PET y caucho ver **Figura 1** compuesta de un 85 % PET y un 15 % caucho, misma teja tiene un acabado de impermeabilizante rojo. La teja puede resistir en promedio 0.3267 kilogramos-fuerza antes de que la teja se rompa, de igual forma puede resistir en promedio 15.08 minutos a la exposición a una temperatura máxima de 260 °C.



Figura 1. Teja elaborada a base de caucho y PET reciclado (impermeabilizada).

En la **Figura 1** se puede observar finalmente la teja terminada con las cantidades de la muestra 2 para ambos diseños experimentales.

Impacto ambiental

Permite disminuir significativamente las cantidades generadas de PET que existen en la comunidad de Río Chico, lo cual disminuye la contaminación en el ambiente en la zona de Chignahuapan, Puebla así como también se logra a través de fuentes externas agregar como complemento la implementación del caucho, así mismo el impacto indirecto que se tiene al momento de implementar el proyecto es favorecer la adquisición de una teja elaborada con materiales propiamente en desuso por las personas de bajos recursos, por otra parte se intenta concienciar a los habitantes de la comunidad de río Chico, Chignahuapan, Puebla a optar por reciclar o reutilizar ciertos materiales de uso cotidiano, de esta forma se crea una alternativa para realizar un recubrimiento en techos con un material 100 % reciclado, que logra favorecer al medio ambiente que nos rodea de esta manera permitiendo la desaceleración de la contaminación en la comunidad y la región.

Conclusiones

La investigación que se realizó ha contribuido de manera significativa para identificar y resaltar los puntos que hay que cubrir y considerar para llevar a cabo una implementación exitosa de un proyecto enfocado a la contribución de la disminución en la contaminación del medio ambiente. A través de los diseños experimentales Anova simple y t-student se logró determinar que muestra es la que cumple con las mejores características, por lo que la teja elaborada posee un 85 % de PET y 15 %, esto en cantidades más específicas son 15 botellas de 3L y 100 gramos de caucho granulado, la teja elaborada facilita la obtención de un recubrimiento de techos a menor costo que en el mercado. En una investigación de esta naturaleza se detectaron cuáles son las necesidades reales de las personas que se encuentran en zonas de bajos recursos, la escasez de procesos de reciclaje, la ausencia de cultura medioambiental y se destaca que se utilizaron dos software estadísticos para facilitar el análisis de los datos recabados en relación al instrumento de medición que se manejó y al diseño experimental del trabajo en campo que se aplicó, algo sobresaliente al momento de aplicar el diseño experimental es la utilización de Física como Ciencia Básica para apoyarse al momento de obtener los datos para el diseño experimental de la resistencia a impactos. Y se tiene un impacto sobre la Región Norte de Puebla debido

a que esta teja puede llegar a hogares de zonas marginadas a bajo costo y lograr disminuir las cantidades de PET en la misma Región.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Los trabajos a futuro en relación al proyecto sería la implementación de la teja con las personas de bajos recursos en la región de Chignahuapan y ya posteriormente llevarlo a la Sierra Norte de Puebla.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a nuestros padres y hermanos por ser un pilar fundamental en nuestras vidas, agradecer a los compañeros del proyecto de investigación alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial Yatzil Lizeth Garrido Reyes y Marcos Olvera Hernández, quienes juntos empezamos este proyecto y juntos terminamos, a pesar de indiferencias, distintas formas de pensar, organización y estrategias, logramos hacer un buen equipo, desarrollando nuevos aprendizajes, fortificando la amistad y el compañerismo. Queremos agradecer a nuestro asesor de proyecto el Ing. Sergio Hernández Corona, quien con sus conocimientos, experiencia, sabiduría, correcciones y apoyo nos guió a través de cada una de las etapas de este proyecto. De igual forma agradecer al Ing. Rafael Garrido Rosado que en colaboración con nuestro asesor aportaron las observaciones necesarias para obtener los resultados deseados y hacer posible la realización de este proyecto. También queremos agradecer al TECNM Campus Zacatlán, como institución educativa por brindarnos todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. Y finalmente agradecer a Dios por iluminar nuestro camino en la realización del proyecto ya que nos permitió realizarlo pese a las circunstancias que está pasando el mundo.

Referencias bibliográficas

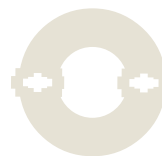
- [1] SEDEMA, «Prohibición de plásticos desechables de un solo uso en la Ciudad de México,» Enero 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/inicia-hoy-segunda-etapa-de-la-prohibicion-de-plasticos-desechables-de-un-solo-uso-en-la-ciudad-de-mexico>.
- [2] B. Pineda, Metodología de la investigación, Washington: Organización Panamericana de la Salud, 1994.
- [3] «INEGI,» 2015. [En línea]. Disponible en: <http://geoweb.inegi.org.mx/mgn2k/catalogo.jsp>.
- [4] J. A. T. García Sánchez, «Guía técnica para la construcción de escalas de actitud,» *Odiseo, revista electrónica de pedagogía*, pp. 147-187, 2011.

Estrategias de mejora del clima laboral para el personal de una empresa proveedora de abarrotes en Texmelucan

Galindo, Aquino-Isaí*, Lázaro, Hernández-Refugio

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Barranca de pesos s/n, San Lucas Atoyatenco, 74120, San Martín Texmelucan de Labastida, Pue.

*L16010015@smartin.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

El estudio de clima laboral para cualquier organización sea del tipo que sea debe ser de los aspectos más fundamentales ya que a partir de este se podrá generar una ventaja competitiva frente a sus competidores.

Para que las empresas puedan volverse más competitivas, requieren que los colaboradores se sientan satisfechos en sus labores y en su entorno, lo anterior toma peso al ser empresas en la que los empleados tienen trato directo con los consumidores.

Para realizar las mejoras de clima organizacional se requiere conocer el giro de la organización y al mismo tiempo, las necesidades

de los empleados, esto se considera porque cada empresa es diferente y cada empleado ve desde su propia perspectiva lo que es más favorable para él.

En el presente artículo se definen las estrategias que son útiles para mejorar el clima organizacional de una empresa abarrotera, cabe señalar que aun no se cuenta con resultados ya que es un proyecto que aun está en ejecución, pero tendrá un impacto positivo en las empresas y se considera viable para las pequeñas y medianas empresas que necesitan conservar a su personal y mejorar su ambiente de trabajo.

Palabras clave

Clima organizacional, satisfacción laboral, comunicación, motivación.

Abstract

The study of the work environment for any organization, whatever it may be, must be one of the most fundamental aspects this will be possible to generate a competitive advantage over its competitors. For companies to become more competitive, they require that employees feel satisfied in their work and their environment, the above takes weight as they are companies in which employees have direct dealings with consumers. To make the organizational climate improvements, it is necessary to know the turn of the organization and at the same time, the needs of the employees, this is considered because each company is different and each employee sees from his perspective what is most favorable for him. This article defines the strategies that are useful to improve the organizational climate of a grocery company, it should be noted that there are no results yet since it is a project that is still in execution, but it will have a positive impact on companies and it is considered viable for small and medium-sized companies that need to retain their staff and improve their work environment.

Keywords

Organizational climate, work satisfaction, communication, motivation.

Glosario de abreviaturas y símbolos

F: Fuerza (kg o N).

m: masa (kg).

a: aceleración (m/s^2).

Aglomeración: Unión de varias partículas finas a otras de mayor tamaño.

ANOVA: Análisis de Varianza.

PET: Tereftalato de polietileno

Introducción

Dentro de los últimos años, el estudio del clima laboral ha tomado cierta relevancia para las empresas ya que se presenta un impacto económico y social en todos los sectores de las industrias. Las nuevas tendencias de trabajadores buscan algo más que un buen salario, una buena posición laboral o simplemente la comodidad. Por lo tanto, están optando por buscar empresas que tengan un buen ambiente laboral, equilibrio en su vida diaria y el trabajo, así como mayor tranquilidad.

En el caso de la región de Texmelucan, las nuevas generaciones están en la búsqueda de nuevos lugares de trabajo que tengan un ambiente laboral favorable, cabe señalar que esta región es considerada como comercial, por lo que es preocupante que siendo un lugar donde existen varias oportunidades de trabajo, los empleados no duren en ellos.

La satisfacción laboral juega un papel importante en el estudio del clima laboral ya que, si un empleado no está satisfecho en el área de trabajo en el que se desarrolla, no será productivo o empezará la rotación de personal, lo cual a las empresas les genera pérdidas económicas muy elevadas. La comunicación efectiva hacia el personal es de los puntos más importantes que se deben de tomar en cuenta ya que de no ser así no se puede mejorar ni escuchar lo que el trabajador necesita para poder comprometerse con la organización.

Un dato importante es que para el censo económico que se realizó en el año 2019 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [1], el estado de Puebla cuenta con el 6.6 % de empresas que están en todo el país, se ubica al estado en la posición número tres, mientras que en el rubro de personas laborando se encuentra ubicada en el séptimo lugar con un 4.4 %, los datos anteriores son de suma importancia ya que demuestran que no se le está prestando atención a los trabajadores.

Materiales y métodos

Para las empresas del sector de servicios, en especial para una abarrotera en cualquier región del país es, en algunas ocasiones un poco complicada y tediosa la parte de la implementación de un plan de reconocimiento para los empleados, esto es porque al ofrecer productos de primera necesidad en cantidades grandes,

generan que el personal esté con mucha más presión en su trabajo, debido a los pedidos y a la entrega de los mismos. Por esta razón, la implementación de estrategias de mejora del clima laboral debe adaptarse a las condiciones de trabajo de la empresa y de los colaboradores.

El plan de reconocimiento para los empleados “consiste en estrategias que generen a los empleados un sentido de pertenencia a la organización” [2], en este plan, deben de presentarse ideas que mejoren el balance entre la vida laboral y la personal.

Este plan tiene como finalidad hacer sentir a los colaboradores parte importante de la organización, hacerlos sentir valorados y que ellos crean en la cultura y filosofía que rige a las organizaciones.

El objetivo general de este plan es tratar a los colaboradores como socios de la organización y hacer que piensen en la organización, con el único fin de volverse competitivos.

Algunas de las estrategias que dan mayor resultado al momento de implementar un plan de reconocimiento a los empleados son las siguientes, dichas estrategias son aplicables al sector de servicios, en el cual los colaboradores tienen trato directo con el consumidor.

- Reconocer públicamente sus logros. Este punto se puede definir como reconocer a través de una cartelera que sea visible para todos los colaboradores, al empleado con mayor productividad de cada departamento o en general de toda la organización.
- Escuchar e implementar sus ideas. Con esta acción se puede reconocer al colaborador de manera anónima ya que solo él y el jefe sabrán de quién fue la idea y al mismo tiempo puede ayudar a dar mejoras a la organización sin necesidad de que a los directivos o gerentes les cueste implementarlo.
- Otorgar flexibilidad en los horarios de trabajo. Esta pequeña acción hace que los empleados se sientan comprometidos con la organización ya que, al darle mayor tiempo para realizar otras acciones, el colaborador se siente satisfecho y comprometido a realizar sus actividades de manera correcta para recibir este beneficio.
- Días libres. Otorgar a los colaboradores días libres con goce de sueldo, ayuda a que el colaborador pueda regresar con más compromiso a hacer sus actividades y ayuda a que su mente se despeje por un día o dos de sus preocupaciones laborales.

- Reconocer su antigüedad. Con esta acción el personal con mayor antigüedad en la organización podrá motivar a los colaboradores de nuevo ingreso a durar mayor tiempo en la organización. Cabe señalar que no hay mejor forma de retener a los empleados que tenerlos satisfechos y que mejor recomendación que de las personas con mayor tiempo en ella.

Resultados/Discusión de resultados

Concepto de clima organizacional

Para Chiavenato [3] el clima organizacional es el ambiente interno que existe entre los miembros de una organización, está relacionado estrechamente con todos los colaboradores y la jerarquía que la empresa tenga.

El clima organizacional está estrechamente ligado a la motivación, la satisfacción laboral y la elevación de la moral de los miembros de la organización. Se considera que la motivación es el punto más importante del clima laboral ya que si hay empleados motivados, se incrementa el nivel de trabajos bien hechos, mientras que los empleados con poca motivación pueden ocasionar problemas dentro de la organización.

Dentro de las características que tiene el clima laboral, se destacan las siguientes:

- Facilitar la interacción entre los empleados y con los superiores. Es decir, la comunicación tiene que fluir vertical y horizontalmente. Así, todos conocen las metas de la empresa y pueden aportar su talento para la solución de algún problema, aunque no sea dentro de su área inmediata de trabajo.
- Debe haber metas claras y alcanzables. Así se evita angustiar a los colaboradores con objetivos imposibles. De igual modo, se promueve que cada trabajador asuma la responsabilidad que le corresponde.
- Reconocer los méritos y aportaciones de los trabajadores; no necesariamente con estímulos económicos. El reconocimiento puede darse también mediante la rotación del personal para generar un mayor dinamismo y favorecer el crecimiento profesional.
- Fomentar el trabajo en equipo, sobre todo para equilibrar las cargas de trabajo. Incluye la formación de equipos interdisciplinarios que aporten ideas desde diversos puntos de vista.
- Contar con un código ético, así como con políticas de cero tolerancias al acoso y el abuso. Esto brinda una sensación de seguridad. También es importante

- poseer mecanismos de denuncia adecuados, permanentes y al alcance de todos.
- Tener instalaciones adecuadas, lo que puede incluir un espacio para comer y mantenimiento de sistemas indispensables como luz y agua. También debe contar con el equipo y material necesario para que los trabajadores desempeñen sus labores.
 - Generar un sentido de pertenencia, promover que los empleados «se pongan la camiseta» y se motiven para alcanzar los objetivos comunes. La identidad empresarial y el orgullo de formar parte de un equipo son el reflejo de un ambiente laboral sano.

La importancia del clima organizacional radica según la autora Chávez [4], en que las organizaciones desean conocer el comportamiento de los trabajadores, determinando por sus percepciones lo cual indicará su actuación ante los procesos en la toma de decisiones, en la aparición de conflictos, en su gestión y en su solución, en la eficacia, eficiencia y en la productividad del trabajo, así como en otros indicadores y resultados vistos a lo largo del trabajo.

El conocimiento del clima, a través de una retroalimentación adecuada, permite la toma de acciones correctivas en los casos necesarios, tanto estructurales al nivel de la organización como en cualquier subsistema de esta, o de actuación de los directivos principales y demás jefes.

Las dimensiones del clima organizacional son las características susceptibles de ser medidas en una organización y que influyen en el comportamiento de los individuos.

Likert mide la percepción del clima en función de ocho dimensiones:

- Los métodos de mando. La forma en que se utiliza el liderazgo para influir en los empleados.
- Las características de las fuerzas motivacionales. Los procedimientos que se instrumentan para motivar a los empleados y responder a sus necesidades.
- Las características de los procesos de comunicación. La naturaleza de los tipos de comunicación en la empresa, así como la manera de ejercerlos.
- Las características de los procesos de influencia. La importancia de la interacción superior/subordinado para establecer los objetivos de la organización.
- Las características de los procesos de toma de decisiones. La pertinencia de las informaciones en que se basan las decisiones, así como el reparto de funciones.

- Las características de los procesos de planificación. La forma en que se establece el sistema de fijación de objetivos o directrices.
- Las características de los procesos de control. El ejercicio y la distribución del control entre las instancias organizacionales.
- Los objetivos de rendimiento y de perfeccionamiento. La planificación, así como la formación deseada.

Medición del clima laboral

Dado el carácter colectivo del clima laboral, la herramienta más importante para conocerlo es la encuesta de clima. Realizar una encuesta de clima tiene un doble efecto sobre la organización:

Comunica a los trabajadores el interés de la dirección por sus opiniones.

Permite detectar posibles insatisfacciones y climas negativos con el fin de emprender medidas correctoras.

Es muy importante diseñar la encuesta de manera que se ajuste a las problemáticas y a la situación de la organización. Para hacer un buen diseño de encuesta se partirá de:

- Datos disponibles: son datos que toda organización tiene sobre su composición (número de trabajadores, retribuciones, tasa de absentismo, etc.) y sobre el sector donde ejerce su actividad.
- Datos cualitativos: son datos obtenidos mediante entrevistas personales y reuniones en grupo. Estos encuentros no estructurados generan dinámicas que apuntan a posibles conflictos o situaciones que requieren de un estudio más amplio.

La encuesta de clima mide factores:

- De organización: objetivos, valores, integración de los trabajadores, etc.
- Del entorno laboral: condiciones de trabajo, seguridad y salud, absentismo, etc.
- De definición de puesto de trabajo: responsabilidades, medios, horarios, retribución, etc.
- De relación: estilo de dirección, delegación, cooperación, trabajo en equipo, etc.
- De desarrollo personal: formación, participación y perspectivas profesionales.
- De la persona entrevistada: edad, género, antigüedad, nivel salarial, área organizativa, etc.

Estos datos, se tienen que estructurar de manera que se preserve el anonimato, son importantes porque permiten la detección de microclimas o subclimas dentro de la organización (por ejemplo, un departamento especialmente conflictivo).

La encuesta tendrá que garantizar las condiciones de: universalidad, anonimato, voluntariedad y transparencia de los resultados [5].

Motivación laboral

La motivación es todo aquello que impulsa a las personas a actuar de manera determinada o que da un origen, por lo menos a una determinada tendencia o un determinado comportamiento. Para Chiavenato [3], la motivación puede estar provocada por un estímulo externo que proviene del ambiente en el que se desarrolla y también puede ser generado internamente por los procesos mentales de cada individuo.

En este sentido, la motivación está relacionada directamente con el sistema de cognición de la persona, todos los actos del ser humano están guiados por su cognición, por lo que piensa, cree y prevé. La motivación función en términos de fuerzas activas e impulsoras, que se pueden traducir en palabras como deseo, temor, desconfianza y sospecha.

La motivación es el resultado de la interacción de los individuos con la situación, es decir, el proceso por el cual los individuos son estimulados a realizar una acción y culminarla. En el caso de la motivación organizacional, es el cumplimiento de las metas y objetivos de la organización por parte de quienes la integran, para así satisfacer sus necesidades personales.

Teoría de los dos factores de Herzberg

Conocida también como bifactorial o de motivación e higiene, esta teoría fue propuesta por Frederick Herzberg, quien entrevistó a cientos de trabajadores tanto sobre los momentos en que se sentían altamente motivados para trabajar como en los que se sentían insatisfechos y desmotivados. Sus descubrimientos indicaron que las características del trabajo asociadas con la insatisfacción eran muy distintas a las vinculadas con la satisfacción, y ambos factores influyen en la motivación del trabajo.

Las condiciones que rodean un trabajo, como la calidad de la supervisión, salario, políticas de pago de la empresa, condiciones físicas del trabajo, relaciones con los demás y seguridad en el trabajo corresponden a los factores de higiene.

Los motivadores son necesidades de alto nivel e incluyen logro, reconocimiento, responsabilidad y oportunidades de crecimiento. Herzberg considera que cuando los motivadores están ausentes los trabajadores son neutrales hacia el trabajo; y si es, al contrario, están altamente motivados y satisfechos [6].

Satisfacción laboral

Se refiere a la actitud general del individuo hacia su trabajo. Una persona con una gran satisfacción con el trabajo tiene actitudes positivas, mientras que aquella que se siente insatisfecha alberga actitudes negativas. Cuando se habla de actitudes de los empleados, por lo regular se hace referencia a la satisfacción laboral. Dicha satisfacción laboral tiene que ver con la relación que existe entre los compañeros de trabajo, los jefes, reglas y costumbres de la organización [7].

La importancia de la satisfacción laboral radica en la mejora del clima organizacional, evita la rotación de personal y aumenta la productividad, en este sentido se puede inferir que la satisfacción laboral tiene un peso significativo al estudiar el clima organizacional, estos términos van ligados ya que sin la satisfacción no se tendrá un clima laboral bueno y sin el clima laboral bueno se tendrá una mayor rotación y al mismo tiempo una menor productividad.

Las organizaciones que tienen relación directa con los clientes con es el caso de las abarroterías, tienden a evitar la rotación de personal y al mismo tiempo disminuir la tasa de ausentismo ya que esto implica mayores pérdidas económicas no solo por contratación sino también por pérdida de clientes por la espera al momento de surtir su mercancía o por la mala atención de los demás colaboradores por la carga excesiva de trabajo.

La productividad juega un papel importante en la satisfacción laboral ya que un colaborador que no está satisfecho en su puesto de trabajo no va a realizar su trabajo de manera correcta o al momento de atender al cliente tendrá problemas, en este caso se tiende a contratar a las personas adecuadas para el trabajo y al mismo tiempo al ingresar a trabajar buscar sus habilidades y actitudes para que puedan desarrollar un trabajo en el que exploten todas sus capacidades.

Productividad laboral

La productividad laboral es un término muy complejo de definir ya que para los diversos sectores en los que se encuentran las industrias toman significados diferentes.

Para Guzmán [8], la productividad laboral “es la orientación por la cual se pueden cumplir una serie de objetivos planteados, en este sentido, se toman factores como son el tiempo y los recursos, en este último, se engloban los recursos humanos, materiales, equipos y maquinaria”.

En esta definición se puede mostrar que va dirigida directamente a lo que sería una empresa manufacturera pero que al mismo tiempo se puede ocupar para las empresas de servicios como es el caso de las abarroteras, ya que las empresas abarroteras también cuentan con objetivos que se fijan desde un determinado tiempo, y estos objetivos pueden ser de venta mensual, atención a clientes, entre otras. También se ocupa la parte del recurso humano el cual tiene la carga de trabajo más pesada, el recurso humano y la maquinaria o equipo están relacionados directamente uno con otro ya que si no existe un maquinarias de trabajo adecuadas y suficientes para realizar los trabajos, la productividad y atención al consumidor será deficiente y al mismo tiempo si se cuenta con menos colaboradores ya sea para el cobro de mercancía o el surtir los pedidos, se pierde el sentido de la productividad por departamento o sección.

Para las empresas abarroteras ya sean micro, pequeñas, medianas o grandes empresas, podemos definir la productividad laboral como la atención en tiempo y forma de los clientes en todas las áreas involucradas, de manera eficiente, eficaz y oportuna. Y esto mismo generará que las empresas tengan una ventaja competitiva ya que los consumidores hoy en día no solo compran por el precio que se maneje sino también por la calidad de la atención que los colaboradores puedan dar.

Conclusiones

Derivado de la información que se recolectó en varias fuentes de información se puede concluir que las empresas abarroteras juegan un papel fundamental al momento de buscar opciones de mejora del clima laboral en sus organizaciones, esto es porque al comercializar productos de primera necesidad y al atender a más de diez mil personas al día generan un ambiente laboral más pesado, al mismo tiempo las cargas excesivas de trabajo generan que estas empresas tengan una mayor rotación de personal.

Las organizaciones pueden mejorar el clima laboral de sus trabajadores de maneras diversas, como ya se visualizó esto puede ayudar a obtener mayor productividad y ganancias a las organizaciones, con acciones mínimas, las cuales hacen la diferencia para los empleados, creo fielmente que los empleados motivados y satisfechos con su asignación de trabajo pueden generar grandes ideas de mejora para las organizaciones y al mismo tiempo mayores ingresos a la misma. También se recuerda que como lo marca el área de marketing de cualquier empresa, no hay mejor publicidad que la que se hace de boca en boca y que mejor que los propios empleados recomienden estos lugares para la compra de sus productos básicos o porque, recomienden esa organización para laborar.

Cabe señalar que no solo para las organizaciones hay ventajas, también para nuestro estado hay, una de ellas es que se aprovecharía la buena posición geográfica que se tiene para poder surtir a los diferentes estados de la república mexicana, los productos que aquí son comerciales a través de cadenas de negocios que tengan sedes en el estado, al mismo tiempo se generará un mayor número de empleos, no solo para trabajar en los comercios sino para transportar sus mercancías.

Este proyecto apenas se está desarrollando por lo que aun no se tienen resultados concretos, pero no cabe duda que un buen ambiente laboral es sinónimo de mayor productividad, mayores ganancias y nuevas ideas que generen competencia sana entre empresas del mismo sector.

El proyecto de investigación que se acaba de presentar no solo es para las empresas abarroteras, sino que también va dirigido para empresas que están en cualquier sector comercial, en este sentido se hace referencia al municipio de Texmelucan que es considerado como cuna del comercio.

Por lo anterior no se debe de encasillar estas estrategias de mejora a las abarroteras, sino que pueden ser implementadas por cualquier organización que esté preocupada y quiera reducir la rotación de personal. Cabe señalar que la rotación de personal genera un 20 % de las pérdidas económicas de las empresas, puesto que generan costos de contratación, capacitación y pago de bajas y altas en los servicios de salud, así mismo puede, en algunos casos que se pierdan clientes por la poca o nula atención.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Las líneas de acción que se deben de seguir serán la implementación de las mejoras antes mencionadas, con ellas se pretende que el clima organizacional y la rotación de personal mejore significativamente, así mismo se sugiere que después de que se realicen las estrategias, se mida la productividad de los empleados, con el fin de verificar que tantas mejoras se tienen en el ámbito del clima organizacional.

Como bien se sabe, la percepción de cada persona es diferente, se debe de adecuar las estrategias a la percepción de la mayoría de los empleados, lo anterior servirá para llegar a un mayor número de empleados satisfechos.

Posteriormente se hace la recomendación de que se mida el clima laboral constantemente para buscar mejoras en cuanto a la permanencia y productividad de los empleados, igualmente se sugiere que al tener personal nuevo se haga más llevadera su adaptación al equipo de trabajo, esto servirá para que se dé cuenta de la cultura que maneja la organización y de vaya apegando a ella.

El clima laboral se debe de medir cuando menos bimestralmente, pero existen momentos especiales en los cuales se recomienda hacer, uno de ellos es cuando el ambiente se sienta tenso o existan varias inconformidades, otra cuando se haga el cambio de jefe de Recursos Humanos o cuando se sienta con la necesidad de conocer este dato o baje la productividad de los empleados.

Para realizar mejoras en la organización se debe de escuchar a los empleados por lo que se pueden realizar encuestas al personal que se da de baja, con el fin de evitar que más personas dejen de laborar por la misma razón.

Referencias bibliográficas

- [1] INEGI “Presentación censos económicos 2019 Resultados oportunos” Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, 2020
- [2] O. Pérez (2017, septiembre 25). Como desarrollar un programa para reconocer a tus empleados [Online] <https://blog.peoplenext.com.mx/como-desarrollar-un-programa-para-reconocer-a-tus-empleados>
- [3] I. Chiavenato, *Administración de Recursos Humanos*. Quinta edición. Colombia: Editorial Nomos S. A., 2001
- [4] G. Chávez Hernández (2018, mayo 10). La importancia del clima de trabajo en las organizaciones [Online] <https://www.emprendices.co/la-importancia-del-clima-de-trabajo-en-las-organizaciones/>
- [5] A. Olaz “El clima laboral en cuestión. Revisión bibliográfico-descriptiva y aproximación a un modelo explicativo multivariable”. *APOSTA*, no. 56, pp. 1-35 marzo 2013
- [6] M. Martínez (2013, mayo 13). La teoría de Herzberg [Online] <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/05/15/la-teoria-de-herzberg/>
- [7] S. P. Robbins, *Comportamiento Organizacional*. Décima edición. San Diego State University: Editorial PEARSON, 2004
- [8] E. Guzmán Ruiz (2019, agosto 08). La productividad laboral [Online] <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-politecnica-de-tulancingo/la-productividad-laboral>

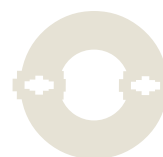


Estudio de las condiciones meteorológicas en Oyameles para el diseño de un prototipo de atrapanieblas

^a López, Castelán-Karime, ^a Cruz, Beltrán-MaríaAngélica, ^aFuentes, Pérez-PaolaAndrea ^a Gómez, Ceballos-LuisFernando

^a Benémerita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería CU.C.P. 72592, Puebla, Pue.

*karime.lopez@alumno.buap.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La escasez de agua representa una problemática mundial que se ha acrecentado día con día; evitar su consumo resulta imposible ya que se trata de un recurso vital, presente en todas nuestras actividades, por ejemplo, la agricultura, que también es imprescindible para la supervivencia humana. Nuestra investigación tiene por objetivo desarrollar un sistema captador de agua proveniente de la niebla, en la comunidad de Oyameles, Tlatlauquitepec, Puebla, para apoyar la agricultura que es la principal actividad económica de la comunidad y del país; para lograrlo se implementarán atrapanieblas, que son artefactos constituidos por una malla y una

estructura que la soporta. Analizamos la manera de innovar en su diseño para aprovechar el máximo rendimiento del mecanismo, obteniendo uno en forma triangular. En este trabajo se estudiaron las condiciones meteorológicas de la comunidad como lo son humedad, dirección del viento y nivel de niebla por mes, obteniendo que aun en temporadas de baja lluvia se tiene presencia de niebla y que la dirección preferencial para instalar el atrapanieblas es de este a oeste plano perpendicular a dicha dirección, se propone el prototipo tridimensional que se instalará en los Oyameles.

Palabras clave

Oyameles, agua de niebla, atrapanieblas, agricultura.

Abstract

Water scarcity represents a global problem that increases day by day; avoiding its consumption is impossible since we are talking about a vital resource, since it is present in all our activities. For example, agriculture which is also essential for human survival. Our investigation aims to develop a water collector system from the fog, of the community of Oyameles Tlatlauquitepec, Puebla, to support agriculture which is the main economic activity of the community; to achieve this fog catcher, we will be implemented a device constituted of a mesh and a structure that supports it. We analyzed the way to innovate the design to take advantage of the maximum performance of mechanisms by obtaining one in a triangular shape.

Keywords

Oyameles, water fog, fog catchers, agriculture.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua

AMEF, Análisis de Modo y Efecto de Falla

Introducción

Los atrapanieblas o captadores de niebla son estructuras que se instalan en zonas donde se produce niebla, con el objetivo de captar el agua que se encuentra en éstas y aprovechar, así, el recurso hídrico. A lo largo de los años, se han desarrollado distintos prototipos de atrapanieblas, en diversas partes del mundo [1], siendo Chile el pionero en el desarrollo de estas estructuras [2] México no se ha quedado atrás en la implementación de esta tecnología como lo muestran varios artículos haciendo referencia sobre el tema [3].

Oyameles, localizado en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, se ubica a 19° 41' 52" norte y 97° 31' 55" oeste. La comunidad se encuentra a una altura de 2840 metros sobre el nivel del mar. La fuente principal de trabajo de sus habitantes es la agricultura; sin embargo, por la falta de lluvias, las cosechas se han perdido. Es por esta razón que se planteó construir un atrapanieblas en la zona para mitigar la escasez del vital líquido y, por ende, mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En dicha comunidad se sitúa la estación climatológica 21059 (EC21) [5], cuyos registros datan desde el primero de octubre de 1954, lo que facilita la toma de datos necesarios.

Materiales y métodos

En este trabajo se muestran datos climatológicos de la zona para verificar que es apropiada la instalación de un atrapanieblas. Debido a la pandemia registrada en nuestro país desde marzo de este año, no se ha podido realizar la verificación de información en la zona, como la orografía y la velocidad del viento. Es por esta causa que solo se presenta la información recolectada en la estación meteorológica EC21 [5] en los últimos años, para tenerla como referencia y, en su momento, corroborar con los datos de campo que se obtengan cuando las condiciones lo permitan. Un punto muy importante que se deberá realizar en la comunidad es medir la velocidad y dirección del viento. La estación antes mencionada no cuenta con anemómetro, razón por la cual, solo se realizó una predicción con información de comunidades cercanas (véase Tabla 1) utilizando la página <https://es.weatherspark.com> [4].

Tabla 1 dirección preferencial en comunidades cercanas a Oyameles. Número arábigo número de meses, número romano mes en que se tiene la dirección preferencial.

	Norte	Meses	Oeste	Meses	Este	Meses
Tlatlauquitepec	3.7	IX-I	1	I-II	7.4	II-IX
Zaragoza	2.2	IX-I			8	I-IX
Teziutlán	2.5	I, IX-XI			9	I-IX, XI-XII
Tenextatiloyan	2	IX-XI			10	XI-IX
Xiutetelco	2.3	Ix-XI, XII-I			9.7	I -IX, XI-XII

Con los datos obtenidos se pasó a proponer el prototipo del atrapanieblas que, de acuerdo con los resultados se vio que un tridimensional era el más apropiado, donde una de las caras deberá ser perpendicular a la dirección preferencial del viento. Por último, se realizó un análisis tipo AMEF (véase Tabla 2) para determinar las posibles fallas que puede incurrir en el funcionamiento del atrapanieblas.

Tabla 2 Análisis del modo efectivo y preventivo.

Análisis del Modo y Efectode Falla									
Producto		Atrapaniebla							
Responsa ble de diseño		Fernando Gómez Ceballos							
Elaboró		María Angélica Cruz Beltrán							
Fecha:		22/08/2020							
Artículo	Modo potencial de la falla	Efecto poten- cial de falla	Sev	Causa poten- cial de la falla	Ocu	Controles de diseño actuales	Det	Npr	Acción recomendada
Malla	Rotura de la malla	Disminución de la captación de niebla	7	Fuerza del viento supe- rior a su resistencia	5	Diseño en forma triangular	2	70	Colocar en favor de la corriente del viento
				Deterioro	6	Se elige malla tipo Raschel de alta calidad	8	33 6	Mantenimiento preventivo semestral
	Aberturas bloqueadas por gotas (tensión superficial)	No permite el paso de niebla	7	Porcentaje de sombra < 50 %	5	Elegir porcentaje de sombra del 50 %	3	10	
	5								
	La niebla no choca con la malla	No se capta niebla	8	Porcentaje de sombra > 50 %	5		3	12 0	Colocar atrapa- nieblas a favor del viento

Estructura	Corrosión de los postes	Rotura de los postes	8	Reacción química de agentes ambientales	5	Usar tubos galvanizados	2	80	Mantenimiento preventivo semestral
	Desprendimiento de malla	Captura de niebla nula	8	Sujeción incorrecta	5	Enrollar la malla a los postes	5	200	Usar abrazaderas para sujetar la malla de los postes
Sistema recolector de agua	Obstrucción de tubería	Nula recolección de agua de niebla	8	Agentes ambientales	3	Ninguno	3	72	Colocar filtros
	Decoloración de CPVC	Mal aspecto	1	Rayos UV	7	Ninguno	2	14	Mantenimiento correctivo
	Rotura de tubería CPVC	Nula recolección de agua de niebla	8	Agentes ambientales	6	Ninguno	1	48	Reemplazar la tubería dañada

Resultados/Discusión de resultados

El principal fenómeno en la producción de niebla en Oyameles es la evaporación. Se observa el promedio mensual de evaporación desde 1955 a 2019. El máximo mensual supera los 8 mm (barras de color rojo) mientras que el mínimo mensual es menor a 0.5 mm (barras de color azul), lo que indica que en todo el año se tiene presencia de dicho fenómeno. Entre más evaporación exista, la niebla será más densa.



Ilustración 1 Registro de mililitros de agua por metro cuadrado promedio desde 1955 (EC21).

En la **ilustración 2** se tiene el comportamiento de la niebla promedio desde 1981 a 2010; durante los 12 meses del año. El otoño es el periodo con más presencia de niebla, mientras que los niveles más bajos se presentan en invierno; sin embargo, estos se encuentran por arriba de los 2 mm.

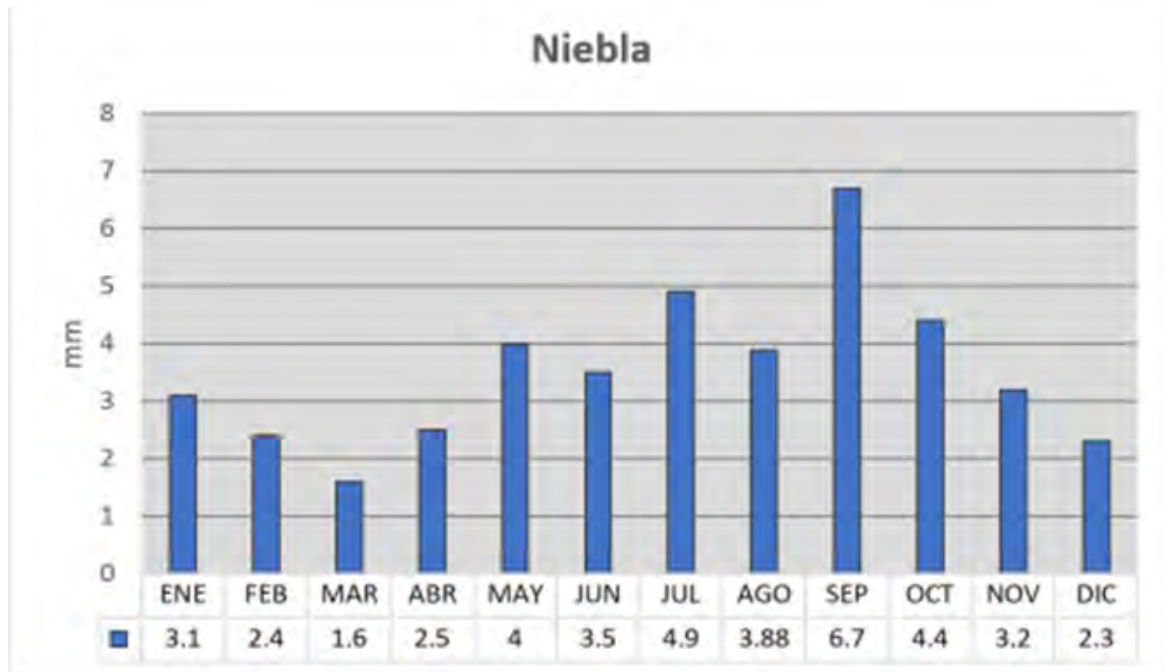


Ilustración 2 Cantidad de niebla por mm. Se observa los meses con más presencia de niebla son de mayo a octubre donde la mínima es de 3.5 mm en junio (EC21).

La dirección principal del viento es del este. La velocidad más fuerte, conocida como ventosa en la región estudiada, está entre los 9.4 y 10.7 km/h a los 10 m de altura y sucede entre los meses de febrero a noviembre (CEDAR LAKE Inc., 2020).

El tipo de niebla predominante en la región es la ocasionada por la evaporación; gracias a este fenómeno, la niebla que se produce es más densa y está presente todo el año, lo cual se pudo corroborar conforme al desarrollo de este estudio. Sin embargo, durante la investigación, se detectó la presencia de niebla de hielo, debido a que las gotas presentes en la niebla se transforman en pequeños cristales de hielo, esto podría ser un factor de riesgo para el atrapanieblas. Para evitar que se tapen los orificios de la malla, se aplicará vinagre diluido en agua sobre ella, esto debido a que el punto de congelación del vinagre es de -17°C . No se recomienda el uso de sustancias lubricantes como anticongelantes, ya que los químicos que contienen pueden contaminar el agua obtenida del atrapanieblas.

Aun cuando en los meses de enero a mayo hay poca precipitación en Oyameles, se tiene presencia de niebla todo el año (**ilustración 2**). La abundancia de esta en la comunidad nos indica que es un buen sitio para instalar un sistema de captador de agua horizontal. La captación de agua será posible durante todo el año poniendo énfasis en los meses con menor precipitación que son de diciembre a abril.

La dirección preferencial del viento en los meses que más nos interesan son de este a oeste, por lo tanto, una de las caras del prototipo deberá ser instalada perpendicular a esa línea de dirección.

Se recomienda generar un cronograma de mantenimiento preventivo acorde a los puntos del AMEF, con el objetivo de aumentar la vida del sistema.

Conclusiones

Los atrapanieblas como sistemas de captación de agua han resultado ser una alternativa sustentable en comunidades rurales donde las condiciones meteorológicas son propicias, como el caso de Oyameles, donde el proyecto incide en el sector agrícola, ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas.

Aunque por el momento, debido a las condiciones actuales, no fueron posibles de realizarse los estudios de campo planeados, se puede asegurar que Oyameles es una zona que tiene las condiciones mínimas necesarias para instalar un prototipo de atrapanieblas en la dirección de este a oeste. Con un mantenimiento preventivo efectivo se generará un aumento en la vida útil del sistema.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Modelación de prototipo, verificando la resistencia de la malla a los vientos locales.
Modelación de la captura de agua de niebla para maximizar la captura de agua.

Referencias

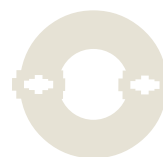
- [1] J. Oliver, Fog-water harvesting along the West Coast of South Africa: A feasibility study, 2002.
- [2] R. S. Schemenauer, «A proposed Standard Fog Collector for use in high-elevation regions.,» *Journal of applied meteorology*, n° 1313-1323, p. 33, 1994.
- [3] R. C.-P. J. & B. V. Jofre-Meléndez, «Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México,» *TI Revista Especializada en Ciencias Químico- Biológicas*, vol. 18, n° 2, pp. 122-130, 2015.
- [4] C. L. Inc, «Weather spark,» 28 Marzo 2020. [En línea]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com>.
- [5] CONAGUA, «Información Estadística Climatológica.» 28 Febrero 2020. [En línea]. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>.
- [6] & A. L. Petrik, «Adaptation Futures 2018. Cape Town: University of Cape Town.,» de *Conference Proceedings of Adaptation Futures 2018.*, Cape Town, 2018.
- [7] M. P. N. & G. P. Abhiram, *Fog Harvesting–A Wind Flow Perspective in Western Ghats*, Coimbatore, Tamil Nadu, 2015.

Importancia del estudio y desarrollo de la metrología para la industria automotriz en Puebla

Guerra, Fernández-Marjourie Alexandra, Vázquez, Texoco-Sandra Luz, Flores, Juárez-Hector, Carrillo, Cortés-Carlos*

^aUniversidad Politécnica de Puebla, Tercer Carril del Ejido “Serrano” s/n San Mateo Cuanalá. Juan C. Bonilla, C.P. 72640. Puebla.

*carlos1.carrillo@uppuebla.edu.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En el corredor industrial de Puebla y Tlaxcala, considerado como el cuarto de mayor importancia a nivel nacional, están instaladas dos plantas armadoras de autos y más de 130 empresas de autopartes. Dichas empresas participan de manera significativa en el desarrollo tecnológico y económico del país, por lo que resulta preponderante generar alternativas de vinculación y coordinación con instituciones gubernamentales y centros de educación superior, con el fin de formar personal altamente especializado capaz de cubrir las necesidades de la industria en la región. Esta investigación analiza el papel que juega la metrología como ciencia auxiliar aplicada a la industria automotriz,

dada su utilidad en el aseguramiento de la calidad en la fabricación en serie de autos. Es así que, desarrollar dispositivos de verificación (*checking fixtures*) y formar ingenieros industriales con alta especialización desde las universidades politécnicas debe ser un menester; basado ello en estudios realizados sobre la empleabilidad de ingenieros industriales egresados de la Universidad Politécnica de Puebla, donde se demuestra que en la metrología existe un área de oportunidad muy clara, ya que la mayoría de los que participaron en proyectos de desarrollo de dispositivos de medición tuvieron una buena aceptación en las empresas de giro automotriz de la región.

Palabras clave

Metrología, calidad automotriz, checking-fixture, ingenieros expertos

Abstract

In the industrial *corridor* of Puebla and Tlaxcala, which is considered the fourth most important nationwide, there are two car assembly plants and more than 130 auto parts companies. These companies participate in the technological and economic development of the country meaningfully, so it is preponderant to generate alternatives for linking with government institutions and higher education centers to train highly specialized personnel capable of meeting the need of the industry in the region. Therefore, this research analyzes the role that Metrology plays as an auxiliary science applied to the automotive industry, because of its success in quality assurance in the mass production of cars. It means that developing checking fixtures and training highly specialized industrial engineers from polytechnic universities must be a duty. According to some studies arrived out on the employability of industrial engineers, who graduated from Universidad Politécnica de Puebla, it was how that Metrology is a very clear area of opportunity since most of those who participated in projects for the development of measuring devices had good acceptance in the automotive companies of the region.

Keywords

Metrology, quality, automotive,
Checking fixture

Glosario de abreviaturas y símbolos

OEM, (del inglés, Original Equipment Manufacturer), fabricante de equipos originales.

VW, Volkswagen.

APQP, Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.

AMEF, Análisis del Modo y Efecto de Fallas.

PPAP, Proceso de Aprobación de Partes de Producción

ASME, Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

GD&T, tolerancias geométricas y dimensionales.

GM, General Motors.

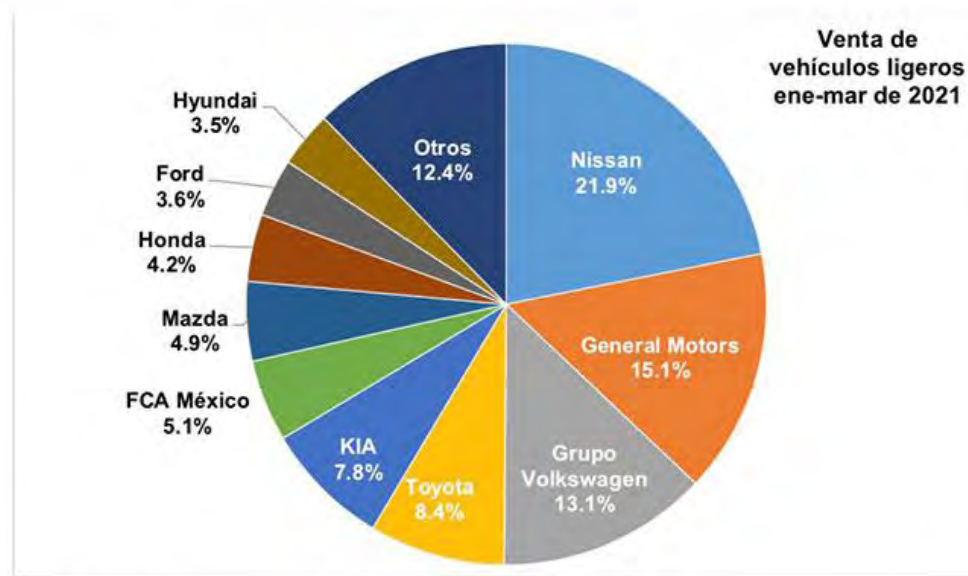
CAD, diseño asistido por computadora.

Introducción

La industria automotriz está conformada por todas aquellas empresas y actividades relacionadas con la fabricación de vehículos de motor, incluyendo la mayoría de los componentes, tales como motores y carrocerías, pero excluyendo neumáticos, baterías y combustibles. Lo que se traduce en que, a lo largo de la cadena productiva de esta industria, hay una gran diversidad de empresas que se dedican al diseño, desarrollo, manufactura, marketing y venta de autos o alguna de estas áreas. A nivel global la importancia de la industria automotriz en la economía nacional y su papel como propulsor para el desarrollo de otros sectores de alto valor agregado, han provocado que diversos países tengan como uno de sus principales objetivos el desarrollo y fortalecimiento de esta industria. Este sector ha ofrecido además de lujos un sector con importancia, ya que ha producido un salto fundamental en una de las ingenierías más socorridas en todo el espectro tecnológico mundial.

El estado de Puebla juega un papel protagónico en el marco nacional automotriz y de autopartes. Desde esta entidad se fabrican autos de empresas alemanas importantes, para venderlos por todo el mundo como fabricantes únicos y sin concesiones en sus niveles de desempeño, es decir, con niveles de exigencia de calidad de primer mundo. Ello ha ubicado a nuestra entidad como un referente mundial en la fabricación de autos y ha permitido que, desde hace muchos años, empresas automotrices OEM, como Volkswagen de México y AUDI se instalen en nuestra región. De acuerdo con los datos de la *Industria Nacional de Autopartes*, A. C. En México existen 13 armadoras de autos, 9 de vehículos pesados, así como más de 600 proveedores T1 y más de 900 proveedores T2 ó T3. Las importantes empresas Tier 1, T2 y T3, que surten a las armadoras alemanas, a otras del país y de otras regiones del mundo. Puebla se colocó como la cuarta entidad en el país como territorio con mayor inversión en la industria automotriz gracias al impresionante capital que obtiene con dos de sus plantas armadoras. La joya de la ciudad es, en muchos sentidos el complejo de Volkswagen que se encuentra en la capital del estado y que ha sido parte de su geografía desde 1964 y el segundo pilar es la planta de Audi en San José Chiapa, la cual trabaja de manera exitosa desde hace ya algunos años.

En la **Figura 1** se muestra una gráfica del porcentaje que abarca la planta VW de Puebla en índices de ventas a nivel regional en comparación con las otras marcas instaladas en el país[1].



Fuente: INEGI – Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros.
 * Grupo Volkswagen considera Audi, Bentley, Porsche, Seat y Volkswagen.

Figura 1. Porcentajes de ventas de vehículos ligeros.

En el área del aseguramiento de la calidad de los automóviles y las autopartes es exigido bajo un requerimiento de cero defectos, lo cual implica fabricar piezas con tolerancias dimensionales del orden de décimas o centésimas de milímetro en una cadena de producción de miles de partes que al final se ensamblarán entre sí, esto no es algo fácil de planear y conseguir. Para lograr la calidad óptima, las empresas cuentan con las herramientas y metodologías que la metrología ha desarrollado y que va desde los instrumentos de medición clásicos y convencionales, las máquinas de medición por coordenadas, los dispositivos de verificación (*checking fixtures*) y los nuevos equipos de medición digitales combinados con fotometría y escaneo óptico, entre otros. El reto para los responsables de la calidad dimensional en la fabricación de los automóviles y autopartes manufacturados en Puebla es combinar en un sistema de medición los siguientes factores:

- Exactitud
- Margen de error
- Costo del equipo
- Tiempos cortos de medición o verificación

En este escenario de requerimientos, los expertos de la calidad automotriz han desarrollado la tecnología de los *checking fixtures* o dispositivos de verificación [2], para asegurar de manera rápida la verificación para la producción masiva de cientos de autopartes que deberán llegar a ensamblarse de manera milimétrica en una carrocería y finalmente un auto que agrupará miles de componentes de manera

precisa. Por la enorme importancia de los *checking fixtures*, parte de esta investigación se centra en estos importantes dispositivos, contemplando los requerimientos que la industria requiere desde su diseño, construcción, liberación y uso.

Dada la importancia de la industria automotriz y el aseguramiento de la calidad en todas las piezas producidas, es necesario profundizar los conocimientos en la *Metrología industrial*, como la disciplina que se centra en las medidas aplicadas a la producción y el control de calidad. Algunas de sus materias más comunes son los procedimientos e intervalos de calibración, así como el control de los procesos de medición y la gestión de los equipos de medida. Así también, la necesidad de establecer vinculación efectiva entre instituciones educativas, gobierno y empresas respecto esta área del conocimiento para la formación de ingenieros especialistas en estas áreas.

Materiales y métodos

Como metodología de nuestra investigación, quisimos en primera instancia investigar el tamaño e importancia de la industria automotriz poblana, su impacto local y nacional, para demostrar que es una actividad fundamental para el desarrollo y crecimiento de la entidad, de ahí analizar en sus diferentes procesos y manufactura, el papel que juega la calidad, y dentro de esta, el área dimensional para poder producir los autos que de Puebla salen a diferentes partes del mundo, lo cual si no se cumple no daría el impulso y crecimiento sostenido de estas empresas en Puebla. Por otro lado, dentro de la calidad dimensional, uno de los métodos de verificación dentro de las líneas de fabricación, que es donde se usan los *checking fixtures*, tiene una importancia fundamental para la productividad y el aseguramiento de la calidad. Por ello, nuestra propuesta de investigación se basa en que demostremos el importante papel que juegan en las empresas automotrices estos equipos y dado a ello se fortalezca desde la universidades como la nuestra la enseñanza y práctica de la metrología.

La industria automotriz se compone de 44 eslabones (actividades económicas) de los cuales solo 33 se realizan en México y Puebla tiene inversión en 31, donde la entidad presenta alta calidad al posicionarse como uno de los diez mejores del país. En Puebla, el mercado de proveeduría es catalogado de primer nivel con grandes inversiones de empresas como Benteler, San Luis Rassini, Federal Mogul, HP Pelzer Automotive, Hannifin Systems, Johnson Controls, Faurecia, Huf, SKF, Thyssen Krupp, Webasto, PWO, Gestamp, entre otras. Así como proveedurías de segundo

y tercer nivel, lo cual permite una dinámica de tracción con otras empresas de menor tamaño y de otros sectores. En materia de ciencia, tecnología e innovación, el sector automotriz es considerado de media-alta tecnología por la OCDE, al ser un sector que dentro de todos sus procesos e insumos tiene una importante derrama de capacidades tecnológicas que encuentran aplicación en otros sectores como son el eléctrico, electrónico, plásticos y textil.

Otro factor importante en la industria automotriz son los clústeres que ya se han empezado a crear en diferentes regiones de la República como medios de estrategia competitiva; en Puebla con la llegada de Audi y las otras compañías que ya se han establecido, ya se cuenta a la fecha con su Clúster Automotriz de la Zona Centro y este ofrece servicios y beneficios a las empresas afiliadas [3].

En la **Figura 2**, se puede observar el papel central que tiene la metrología dentro del proceso de producción como vínculo entre el sector empresarial con instituciones educativas, así también como primordial en el aseguramiento de la calidad de los automóviles y autopartes.



Figura 2. El papel central de la metrología (Izq,) como vínculo entre instituciones, y (Der.) para asegurar la calidad.

La metrología es la ciencia de la medición, comprendiendo las determinaciones experimentales y teóricas a cualquier nivel de incertidumbre en cualquier campo de la ciencia y la tecnología. Se encarga de todo lo relacionado a la medición, involucra aspectos teóricos y prácticos de las mediciones, independientemente de su nivel de precisión y del campo o disciplina de la ciencia, está ligada con la tecnología actual de la producción en donde se requiere de un sistema que incluya las normas reconocidas a nivel internacional, es decir que verifiquen y corrijan aparatos metrológicos para mantener la precisión de dichas normas [4].

Dentro del proceso de aseguramiento de la calidad, se debe tener presente herramientas bien establecidas y estandarizadas para diseñar, desarrollar, prevenir, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios que aseguren los requerimientos, satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. Estas herramientas son un requisito de la especificación técnica ISO/TS 16949 que incluye metodologías, normas y procedimientos como la APQP que consta de fases bien definidas que deben de cumplirse en orden estricto. El AMEF para identificar y listar formas o modos potenciales por medio de los cuales pueden fallar los sistemas. Un plan de control y el PPAP, todas estas herramientas son conocidas como Core Tools [5].

En el desarrollo de dispositivos de medición (Checking Fixture) para el aseguramiento de la calidad dimensional se hace uso de la metrología mecánica con el enfoque hacia lo dimensional/geométrico, es lo que se requiere en mayor parte el aseguramiento de la calidad que se abarca en esta investigación. Es la encargada del estudio de las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes lineales y angulares, al igual que, también evalúa otro tipo de mediciones tales como las que están estipuladas en la norma ASME Y14.5 2018, por lo que, es entendible que las tolerancias geométricas y dimensionales cuentan con librerías de símbolos, reglas, definiciones y convenciones que apoyarán a describir una pieza considerando la forma, orientación, localización, variación y perfil, que servirá de base para las tolerancias geométricas y dimensionales (GD & T).

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICA	SÍMBOLO	REFERENCIA A DATUM*
FORMA	PLANICIDAD		NUNCA USA REFERENCIA A UN DATUM
	LINEARIDAD		
	CIRCULARIDAD		
	CILINDRICIDAD		
ORIENTACIÓN	PERPENDICULARIDAD		SIEMPRE USA REFERENCIA A UN DATUM
	ANGULARIDAD		
	PARALELISMO		
LOCALIZACIÓN	POSICIÓN		SIEMPRE USA REFERENCIA A UN DATUM
	CONCENTRICIDAD		
VARIACIÓN	VARIACIÓN CIRCULAR		SIEMPRE USA REFERENCIA A UN DATUM
	VARIACIÓN TOTAL		
PERFIL	PERFIL DE LÍNEA		PUEDE USAR UNA REFERENCIA A DATUM
	PERFIL DE SUPERFICIE		

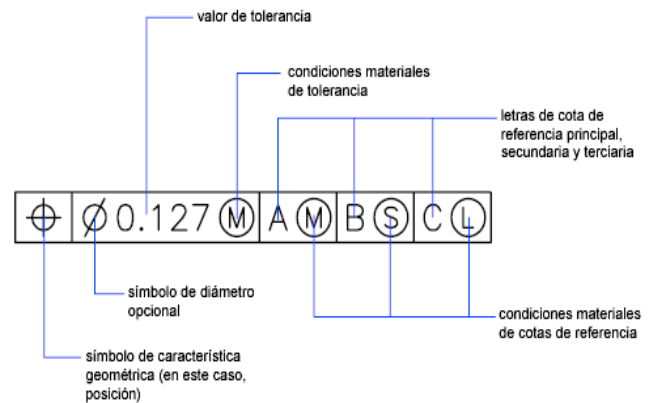


Figura 3. (Izq.) Símbolos geométricos de GD&T y (Der.) el marco de control.

La norma ASME Y14.5 establece un grupo de símbolos que permiten especificar el tipo de tolerancia geométrica a implementar, así como características que añaden información adicional permitiendo obtener mayor claridad sobre el elemento a trabajar [6].

Importancia de la Metrología

La metrología interviene en todos los aspectos técnicos del diseño y desarrollo aplicado en todos los componentes automotrices por lo que, ha logrado establecer condiciones para un desarrollo industrial acorde con las exigencias que implica la industria, tal es el caso de la estandarización de los productos referentes a la manufactura en donde la calidad y el costo competitivo son importantes en un mundo globalizado. Sin procesos de metrología no es posible alcanzar los estándares necesarios en industrias como la aeroespacial, automotriz, médica, de generación de energía y moldes, entre muchos otros.

Es el requisito sin el cual no podría garantizarse la calidad, confiabilidad y precisión de las piezas manufacturadas por miles de talleres y plantas de manufactura. En estas industrias, la metrología se convierte en el proceso clave para dar una prueba objetiva de la calidad de un proceso o un producto, que dependen de mediciones confiables mediante equipos de medición.

Por lo que, la metrología contribuye a la evolución de los procesos productivos a través de las calibraciones y mediciones que validan y respaldan a los productos de calidad. “No se puede mejorar lo que no se controla; no se puede controlar lo que no se mide y no se puede medir lo que no se define”. Bajo este pensamiento, la metrología juega un papel esencial en el aseguramiento de la calidad de los procesos y productos. Garantizar las mediciones es la principal función de la metrología industrial. Por tanto, es de vital importancia asegurar que los resultados sean confiables.

En el sector automotriz, un automóvil está compuesto por diferentes partes, como lo son: un chasis, un conjunto de panel frontal, un conjunto de panel trasero, conjuntos de paneles laterales izquierdo y derecho, un techo y un conjunto de piso y cada conjunto también se divide en subconjuntos hasta niveles de pieza. Actualmente, los reemplazos de los nuevos modelos se producen cada vez más rápido, en los que la forma de la carrocería del automóvil suele ser uno de los cambios más importantes. Si se establece un sistema de fabricación correspondiente cuando se desarrolla un nuevo modelo automotriz, el costo es muy alto. Por lo tanto, muchas compañías automotrices intentan adoptar sistemas de accesorios flexibles para disminuir el costo de desarrollo de una nueva carrocería automotriz. Es aquí donde participa activamente la metrología dimensional para analizar y desarrollar las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes lineales y angulares, así como de la evaluación del acabado superficial de las piezas manufacturadas [7]. Una de las herramientas más utilizadas son los dispositivos de *Checking Fixture*, cuyas funciones y objetivos se muestran en la **Figura 4** (Izq.). Estos son una necesidad para la industria por la capacidad de intercambio agilizando el trabajo de la máquina y el trabajador. En la **Figura 4** (Der.) se muestran las principales ventajas de su uso.

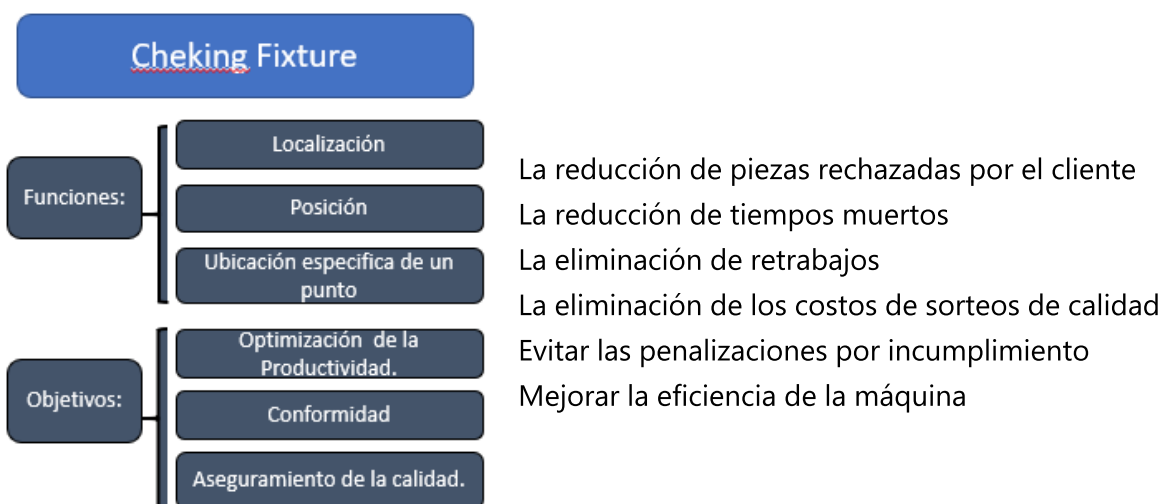


Figura 4. (Izq.) Características del Checking Fixture, (Der.) Ventajas del uso.

A diferencia de otros componentes más sencillos de las líneas productivas, los *Checking Fixtures* son dispositivos sumamente complejos de concebir y de fabricar, que requieren más que nunca el trabajo colaborativo y multidisciplinario, de los equipos de diseño que generan los modelos CAD, de las áreas de fundición, maquinados e ingeniería; y por supuesto las áreas de calidad y metrología que tienen la tarea de liderar los proyectos e integrar los dispositivos a las líneas productivas.

Se cuenta con una o más estructuras en donde se introduce la pieza a medir y se analizan características por variables o atributos que sean cruciales para la calidad del producto. Las variables son analizadas a través de indicadores de carátula, calibradores y demás dispositivos que puedan proporcionar un valor numérico para observar qué tanto la producción se encuentra por arriba o por debajo del valor nominal y verificar si esta característica se encuentra dentro del marco de tolerancia, con la finalidad de hacer los ajustes pertinentes en el proceso y la maquinaria para asegurar la calidad del producto.

1. Investigación preliminar de la parte

2. Diseño y especificación de la parte

3. Definición de los requerimientos del sistema

4. Diseño de componentes y construcción de prototipo 3D

5. Evaluación y mejora del prototipo 3D

6. Diseño técnico de componentes y construcción del prototipo Checking Fixture

7. Programación y prueba de Cheking Fixture

8. Operación y control del prototipo Checking Fixture

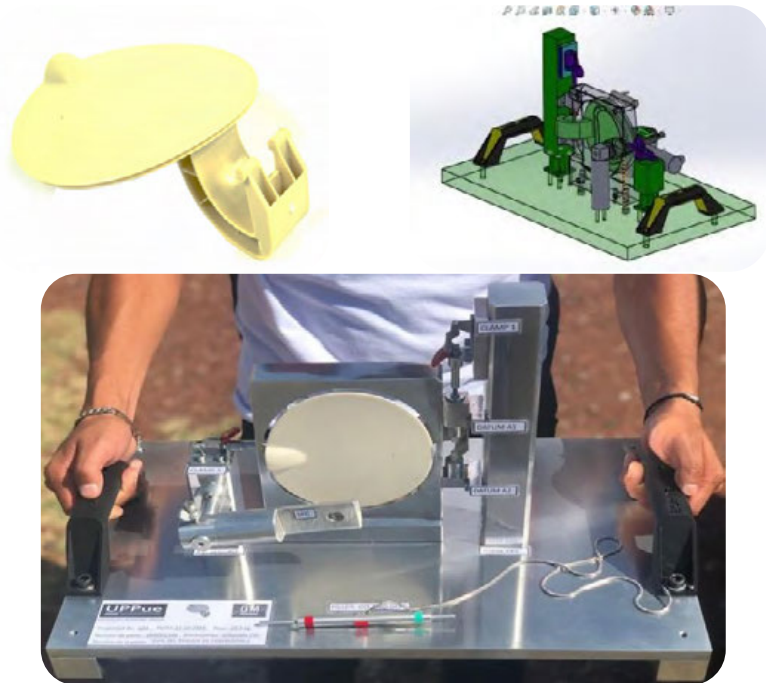


Figura 5.(Izq.) Etapas para el desarrollo de un *Checking Fixture*. (Der.) *Checking Fixture* desarrollado en la UPPue.

En la **Figura 5** (Izq.) se muestra el procedimiento general para el desarrollo y creación de un *Checking Fixture* y a la derecha se observa un dispositivo desarrollado por el equipo de metrología de la UP Pue, el cual sirve para verificar la forma, posición verdadera de una tapa del tanque de gasolina de un chevy.

En la **Figura 6** se muestra otro *Checking Fixture* desarrollado por el equipo de metrología de la universidad, con el que se participó en el 8vo.Concurso de Diseño de *Checking Fixtures*, obteniéndose el primer lugar a nivel nacional. Este dispositivo sirve para verificar una pieza de suspensión de una camioneta de GM.

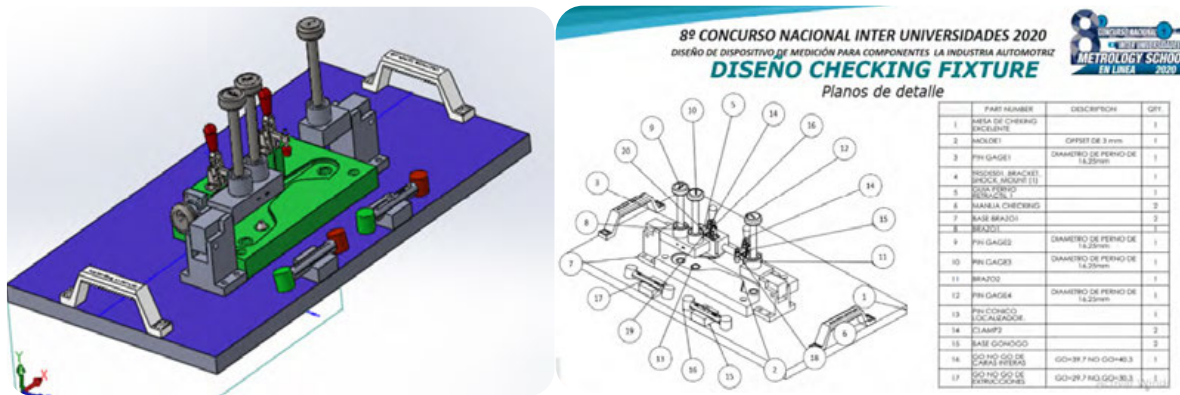


Figura 6. Checking Fixture desarrollado por el equipo de metrología de la UP Pue. (Izq.) Diseño CAD, (Der.) Simbología.

Dada la importancia de la metrología y la necesidad de desarrollar dispositivos de verificación para la industria automotriz, hemos detectado áreas de oportunidad para fortalecer el conocimiento y especialización en este sector. Entre los retos identificados que requieren ser atendidos está la necesidad de establecer vinculación efectiva entre instituciones educativas, gobierno y empresas respecto a esta área del conocimiento. Lo cual, fortalecerá la investigación y al desarrollo tecnológico en el área metrológica. Lo anterior está alineado con lo reportado en *La revista mexicana "DE LA METROLOGÍA"*, [8] junto con la opinión de expertos como el M.I.Hugo Hernández Tapia, Director General de Metrology School. sobre la necesidad de formar ingenieros especializados que cubran con las necesidad de la industria, debido a que "... las universidades no están cumpliendo... porque existe un gap muy grande entre lo que requiere la industria y lo que ofrece la universidad, ...porque los egresados no salen con lo requerido...".

Resultados

Por lo anterior expuesto, nosotros proponemos un modelo de enseñanza de la metrología (**Figura 7**). En donde resalta la vinculación entre instituciones para el desarrollo en conjunto de proyectos de metrología que fomente la creación de nuevas tecnologías a partir de la creación de prototipos, participación en congresos o en la prestación de servicios de capacitación, de calibración, medición y pruebas.

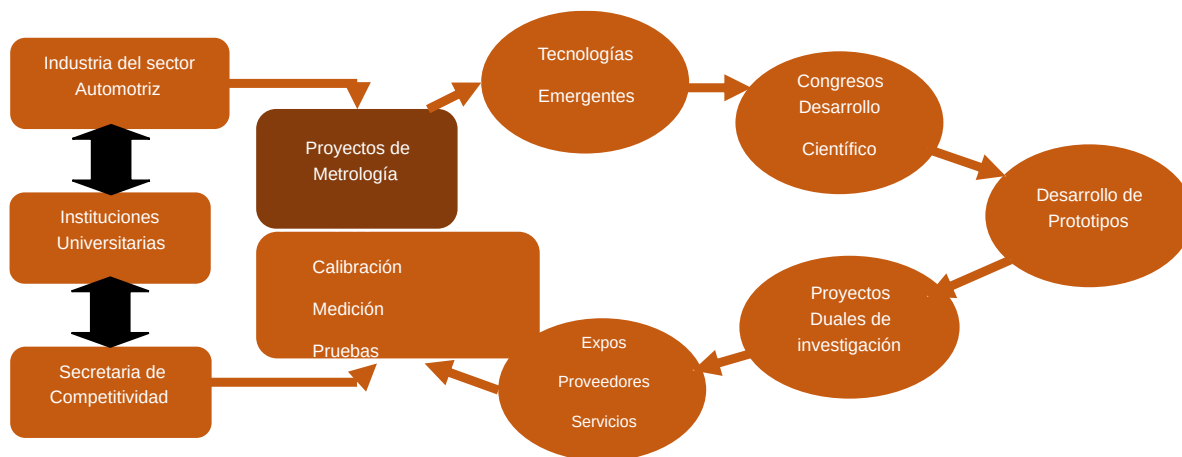


Figura 7. Propuesta para la enseñanza de la metrología.

También proponemos un modelo de vinculación entre la institución de educación superior con la industria, para impulsar el crecimiento del desarrollo científico-tecnológico en conjunto. En la **Figura 8**, se muestran las etapas que consideramos deben de seguirse con la finalidad de lograr buenos resultados para la empresa y para la universidad en cuanto a la formación de ingenieros especializados que cubran un buen porcentaje con los conocimientos que requiere la industria.

Propuesta: MODELO DE VINCULACIÓN CIENTIFICA de la industria automotriz, enfocado a la metrología.

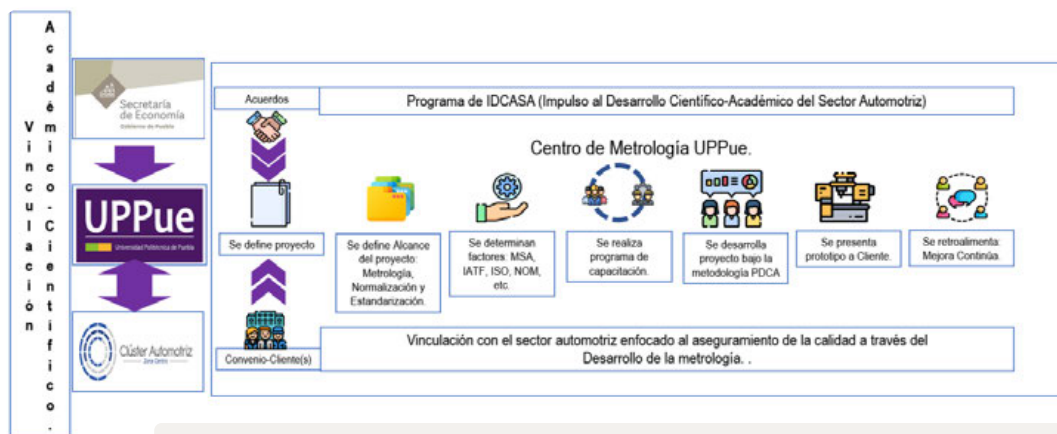


Figura 8. Diagrama del programa de vinculación

Bajo los modelos presentados, los alumnos de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Puebla, al egresar de la universidad tendrían mayor aceptación laboral en áreas de calidad y metrología. Dado que estarían cumpliendo con las demandas de las empresas, además de que, al existir una vinculación entre las instituciones, los alumnos tendrían mayor facilidad de ingresar al desarrollo de sus prácticas profesionales en estas empresas, generando experiencia que los llevará a alcanzar puestos de trabajo mejor remunerados.

Quisiéramos destacar que el modelo tradicional pasivo en la enseñanza de la ingeniería industrial en muchas universidades, desvinculados de la práctica y la industria, no genera los ingenieros que la industria poblana requiere, por ello nosotros sostenemos que los programas curriculares determinen qué actividades, como las visitas industriales, los proyectos de mejora continua en las empresas, la participación en expos o ferias industriales, foros y concursos entre otras actividades se vuelvan mandatorias para que se pueda tener la confianza de que se están formando ingenieros industriales altamente competitivos.

Finalmente, concentramos la propuesta en que nuestra universidad, dados los resultados positivos y la experiencia acumulada, se fueran sentando las bases para crear un **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN METROLOGÍA PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**, desde donde se pudiera impulsar estas diferentes propuestas y se fortaleciera la enseñanza de la METROLOGÍA de manera más consistente, eficiente y completa. Con ello se podrá cubrir la necesidades de las empresas de diferentes niveles sobre metrología y *checking fixtures* en la región centro de Puebla.

Conclusiones

Hemos presentado brevemente el panorama de la industria automotriz en Puebla, la importancia de la metrología y la metodología propuesta para cubrir la necesidad de vincular las instituciones educativas con las empresas. A través de esta investigación y nuestra experiencia adquirida participando en proyectos académicos en estas áreas concluimos que:

1. La enseñanza y práctica de la metrología en el sector automotriz de Puebla es un área de oportunidad que exige ser explorada, atendida y mejorada.
2. Las instituciones como la nuestra participan, aunque esos esfuerzos no son suficientes para cumplir las necesidades requeridas por las empresas.

3. Se requiere modificar desde planes de estudio, prácticas de laboratorio y proyectos académicos y fortalecer la vinculación EMPRESAS-GOBIERNO-UNIVERSIDADES e incrementar la asignación de los recursos humanos y materiales para lograrlo.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Proponemos crear en nuestra universidad un **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN METROLOGÍA PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**, que no solo mejore lo que actualmente se enseña en torno a esta ciencia aplicada, sino que también siga fomentando la formación de ingenieros competitivos, pero que además brinde servicios como medición, capacitación, innovación y mantenimiento a la industria y sea un fuerte aliado de las empresas automotrices de Puebla para lograr sus metas de productividad y calidad.

El contenido y las propuestas de esta investigación las seguiremos profundizando en los siguientes meses, buscando entrevistar a directores de plantas, empresarios, expertos y personalidades de las áreas del gobierno estatal y federal para plantear nuestra propuesta.

Agradecimientos

Al Ing. Hugo Hernández Tapia, Director General de Metrology School.

Al Ing. Ulrich Thoma K. Director General del Clúster Automotriz de la Zona Centro.

Al Mtro. Héctor Arronte Calderón Director de Industria de la Secretaría de Economía de Puebla.

Referencias bibliográficas

- [1] INEGI (2021, Abril 6) Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros, [Online] Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/>
- [2] Metrology School (2020, Julio 16) Diseño de dispositivos de medición, Checking Fixture [Online] Disponible en: http://https://www.youtube.com/watch?v=r2BKjUxM_0w
- [3] Autor no identificado, (2017, Mayo 12) Internacional Metalmecánica. Se formaliza el Clúster Automotriz Zona Centro CLAUS [Online] Disponible en: <https://www.metalmecanica.com/temas/Se-formaliza-el-Cluster-Automotriz-Zona-Centro+119723>
- [4] A. Escamilla. Metrología y sus aplicaciones. (Primera edición). Grupo Editorial Patria. 2014
- [5] Metrology School (2020, Abril 15) Core Tools en la industria automotriz [Online]. Disponible en: http://https://www.youtube.com/watch?v=r2BKjUxM_0w
- [6] The American Society of Mechanical Engineers, “Dimensioning and Tolerancing” ASME Y14.5-2018, USA, 2019.
- [7] Revista de desarrollo tecnológico (2019, Dic. 15) Diseño y desarrollo de un prototipo Checking – Fixture para componentes de la industria automotriz con un enfoque hacia la industria 4.0. [Online] Disponible en: http://ecorfan.org/spain/researchjournals/Desarrollo_Tecnologico/vol3num12/Revista_del_Desarrollo_Tecnol%C3%B3gico_V3_N12_1.pdf
- [8] F. Martínez Suárez, F. E. Mercader Trejo y R. Herrera Basurto, “Productividad, Metrología e Industria 4.0”, *De la Metrología*, vol.20, no. 1, pp. 14-18, 2021.



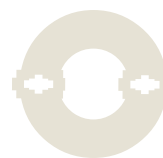
Microencapsulación de lactasa empleando biopolímeros de chía (*Salvia hispanica* L.)

^aSantiago, Gómez-Lorena*, ^bCharles, Rodríguez-Ana Verónica, ^aUrieta, Paredes-Arely del Rocio, ^aHench, Cabrera-Antonio Alfredo, ^aFlores, López-María Liliana

^aUniversidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán, Los Llanos Km. 1, carretera Amixtlán, San Andrés Tlayehualancingo, Puebla, C.P. 73330, Ahuacatlán, Puebla.

^bUniversidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro No. 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila.

* loresg26@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La semilla de chía (*Salvia hispanica* L.) presenta un gran número de propiedades, principalmente por su alto contenido proteico y su potencial antioxidante. Además, tiene la capacidad de producir un polisacárido mucilaginoso con importantes aplicaciones en la industria agroalimentaria. Puebla es el tercer productor de chía a nivel nacional, sin embargo, su explotación y apreciación en el mercado nacional aun es limitada. Por otro lado, la deficiente digestión de lactosa provocada por la baja actividad de la enzima lactasa afecta al 65 % de la población mundial, por lo que diversos estudios se enfocan en el desarrollo de productos deslactosados que mantengan sus

propiedades. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar y caracterizar microcápsulas utilizando mucílago de chía, polisacárido aniónico, capaz de interactuar con biomateriales como los quitoooligosacáridos (Qo) de naturaleza catiónica, para su aplicación en el proceso de deslactosado de leche cabra. Los resultados confirmaron la obtención de microcápsulas, al obtenerse tamaños promedios de 2.5 – 3.2 mm. Se requieren realizar estudios para determinar las condiciones óptimas de la formulación chía-Qo para continuar con el proceso de deslactosado de leche de cabra, lo cual impactará de manera positiva en la producción y aprovechamiento de chía en el estado de Puebla.

Palabras clave

Chía, quitoooligosacáridos, microcápsulas, lactasa

Abstract

Chia seed (*S. hispanica* L.) has many properties, mainly due to its high protein content and its antioxidant potential. Besides, it can produce a mucilaginous polysaccharide with important applications in the agri-food industry. Puebla is the third largest producer of chia at the national level, however, its exploitation and appreciation in the national market are still limited. On the other hand, the deficient digestion of lactose caused by the low activity of the lactase enzyme affects 65 % of the world population, for which various studies focus on the development of lactose-free products that maintain their properties. The objective of this work is to develop and characterize microcapsules using chia mucilage, a cationic polysaccharide, capable of interacting with biomaterials such as chitooligosaccharides (Qo) of a cationic nature, for its application in the goat milk lactose-free milk process. The results confirmed the obtaining of microcapsules, as they showed average sizes of 2.5-3.2 mm. Additional studies are required to determine the optimal conditions of the chia-Qo formulation to continue with the goat milk desanctification process, which will have a positive impact on the production and use of chia in the state of Puebla.

Keywords

Chia, chitooligosaccharides,
microcapsules, lactase

Glosario de abreviaturas y símbolos

Qo, quitoooligosacáridos

UAAAN, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

UIEPA, Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán

Introducción

La semilla de chía (*Salvia hispanica* L.) es una buena fuente de proteína dietética y de antioxidantes; además, produce un interesante polisacárido mucilaginoso en medio acuoso, el cual es excelente para la digestión [1]. En México se cultiva por su valor económico y nutracéutico, siendo una fuente importante de ingresos a pesar de la situación inestable de precios con tendencia a la baja [2]. Jalisco es el principal productor nacional de chía (82 %), seguido de Zacatecas y Puebla con 11 % en conjunto [3]. En Puebla, el cultivo de chía se reporta en cinco municipios, que por orden de importancia en superficie cosechada son: Atzitzihuacán (60 %), Tepemaxalco (25 %), Tehuitzingo (6 %), Tochimilco (5.5 %) y Huaquechula (5.7 %) [3]. Una reciente investigación en los municipios de Atzitzihuacán y Tochimilco indicó que el cultivo de chía es el que mayor aportación hace al ingreso familiar agrícola con alrededor del 60 % y con rendimientos promedio de 0.57 t ha⁻¹ [4]. Sin embargo, los precios medios rurales reales pagados al productor por tonelada durante 2015-2019 han sido significativamente menores que los reportados para Jalisco (\$46, 799), con valores de \$23, 333 para Atzitzihuacán, seguido \$21, 240 para Tepemaxalco y con \$19, 328 en Huaquechula, mientras que el precio más bajo pagado por tonelada fue de \$14, 544 en el municipio de Tochimilco [3].

Recientemente, las propiedades mucilaginosas de la chía han sido objeto de diversos estudios para evaluar su potencial aplicación en la agroindustria como formadores de recubrimientos y cápsulas [5], [6]. En ese contexto, el desarrollo de sistemas (ej. recubrimientos y cápsulas) a base de chía representaría un impacto positivo en las zonas productoras de chía en Puebla, incrementando la siembra del cultivo con un mejor precio de venta. Por otro lado, se ha reportado que el 65 % de la población mundial no digiere correctamente la lactosa, ya que poseen baja actividad de la enzima lactasa [7], [8]. Por ello, la industria alimentaria se ha enfocado en el desarrollo de diversos productos deslactosados, que conserven el sabor y propiedades nutrimentales de los lácteos, destacando en los últimos años aquellos productos a base de leche de cabra. Ésta presenta interesantes cualidades terapéuticas y dietéticas; destacando su mayor digestibilidad, ya que contiene glóbulos de grasa más pequeños que cualquier otra leche de otro mamífero [9]. Considerando la importancia de diseñar nuevos sistemas a base de chía que incrementen su aplicación y beneficio para los habitantes de Puebla, y la necesidad de desarrollar nuevos productos deslactosados a partir de fuentes alternativas como la leche de cabra, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar y caracterizar

microcápsulas a base de chíá (*S. hispanica* L.) como vehículos de encapsulación de la enzima lactasa para su aplicación en el proceso de deslactosado de leche de cabra.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el Departamento de Ciencia y Tecnología de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, en conjunto con la UIEPA, Ahuacatlán, Puebla. La experimentación de este trabajo consta de tres etapas: I) Diseño y producción de microcápsulas a base de chíá (*S. hispanica* L.), II) Etapa II. Encapsulación de la enzima lactasa y determinación de parámetros cinéticos (actividad β -galactosidasa), y III) Caracterización de las microcápsulas desarrolladas en términos de tamaño, liberación controlada y propiedades funcionales. En el presente resumen se presentan los materiales y métodos y resultados/discusión de resultados de la Etapa I, el proyecto continúa en proceso.

Reactivos y materia prima

Todos los reactivos utilizados en esta investigación son de grado analítico. La base en la disolución de algunos reactivos fue agua destilada. Para la producción de microcápsulas se utilizaron Qo de peso molecular de 1000 y 3000 Da, y las semillas de chíá (*S. hispanica* L) variedad negra fueron adquiridas en Huaquechula, Puebla.

Extracción de mucílago de chíá

Para la extracción de mucílago, se siguió la metodología empleada por Charles-Rodríguez [6] con algunas modificaciones. La semilla de chíá se hidrató con agua destilada en una proporción 1:10 (p/v), pesando 40 g de semilla y diluyendo en 400 mL de agua destilada con agitación constante a temperatura ambiente. La mezcla obtenida se trituró durante 10s a velocidad baja. Posteriormente, se llevó a centrifugado (Science Med) a 4, 500 rpm durante 20 min. Finalmente, el mucílago resultante se dejó en refrigeración hasta su posterior uso.

Producción de microcápsulas a base de chíá

Las formulaciones para la microencapsulación se basaron en un diseño experimental Taguchi de 2 factores en dos niveles (alto y bajo), generando 8 combinaciones en total, donde: A) chíá y B) quitoooligosacáridos (1000 o 3000 Da) (**Tabla 1**). La formación de microcápsulas se realizó por goteo de mucílago de chíá hacia una solución de

quitoooligosacáridos a pH 3.0, en las respectivas concentraciones de estudio. Para ello se utilizó una jeringa de 5 mL adaptada a una aguja de 55 mm, regulando el flujo de goteo (2 mL min^{-1}) empleando una bomba peristáltica (Thomas Scientific, EUA) (**Figura 1**). El sistema se mantuvo bajo agitación constante (600 rpm) durante 10 min, y posteriormente, se determinó el tamaño, pH de la solución y la estabilidad de la cápsula. Todas las formulaciones y evaluaciones se realizaron por triplicado.

Tabla 1. Diseño experimental de soluciones formadoras de microcápsulas a base de chía y quitoooligosacáridos (Qo)

Solución A) % Chía (p/v)		
B) % Qo (p/v)		
	(aniónico)	(catiónico)
1000 Da		
1	40	0.4
2	40	0.6
3	60	0.4
4	60	0.6
3000 Da		
5	40	0.4
6	40	0.6
7	60	0.4
8	60	0.6



Figura 1. Sistema de microencapsulación a nivel laboratorio.

Análisis estadístico

Para el diseño Taguchi se utilizó el programa Minitab 17 versión 17.1.0 m State College (EU). Los análisis de varianza (ANOVA) fueron realizados por medio del Software FAUANL (Olivares, 1994) y la posterior comparación de medias se realizó por el método de Tukey ($p < 0.05$ se consideraron significativos).

Resultados/Discusión de resultados

Para el diseño de experimentos propuesto, se evaluaron 2 variables de respuesta: tamaño promedio (mm) y pH, en la **Tabla 2** se muestran los resultados. En el tamaño promedio, las cápsulas presentaron un rango entre 2.5 – 3.2 mm, por lo cual pueden ser clasificadas como microcápsulas al estar en el rango de 0.001 – 5.0 mm [10]. Por otro lado, los rangos de pH se mantuvieron entre 3.6 – 3.7. Al realizar los análisis estadísticos correspondientes, no se observaron diferencias significativas en el tamaño de las cápsulas ni en el pH de la solución ($p > 0.05$), lo que indica que los porcentajes de chíá y de Qo, así como el tamaño molecular de estos últimos no influyen en los resultados. Debido a esto, es necesario realizar pruebas adicionales (tamaño de partícula, análisis térmicos, etc.) que permitan seleccionar la concentración óptima formadora de microcápsulas para la continuación del proyecto de encapsulación de la lactosa y su posterior aplicación en el proceso de deslactosado de la leche de cabra.

Tabla 2. Tamaño de microcápsula y pH de la solución.

Solución	A) % Chíá (p/v)	B) % Qo (p/v)	Promedio tamaño (mm)	Promedio pH
1000 Da				
1	40	0.4	3.0 ± 0.0^a	3.7 ± 0.1^a
2	40	0.6	3.2 ± 0.3^a	3.7 ± 0.0^a
3	60	0.4	3.0 ± 0.0^a	3.7 ± 0.1^a
4	60	0.6	2.9 ± 0.1^a	3.7 ± 0.1^a
3000 Da				
5	40	0.4	2.5 ± 0.5^a	3.6 ± 0.1^a
6	40	0.6	3.0 ± 0.5^a	3.7 ± 0.1^a
7	60	0.4	3.2 ± 0.3^a	3.6 ± 0.1^a
8	60	0.6	2.8 ± 0.3^a	3.7 ± 0.0^a

Conclusiones

Se lograron obtener microcápsulas estables a base de chíá-quitoooligosácaridos. El tamaño no fue influenciado por la composición y relación de componentes, por lo que se requiere realizar pruebas adicionales para seleccionar la mejor formulación para la encapsulación de lactasa. Los resultados derivados del presente estudio son relevantes para el aprovechamiento e incremento de la producción del cultivo de chíá en Puebla, al proponer novedosas alternativas para el uso de la chíá en la industria agroalimentaria.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El presente trabajo es parte de un proyecto de vinculación entre la UIEPA y la UAAAN, que buscan potencializar la investigación de la chíá y desarrollar innovadores sistemas para su aplicación en diversas áreas, principalmente en la agroindustria. La siguiente fase del trabajo está enfocada en la caracterización de las microcápsulas (tamaño y forma de partícula por microscopía electrónica de barrido, potencial Z, análisis térmicos y pruebas de liberación controlada) y su efecto como matriz encapsuladora de la enzima lactasa para su aplicación en el proceso de deslactosado de leche de cabra.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el financiamiento del presente proyecto.

Referencias bibliográficas

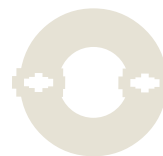
- [1] A. Alonso-Calderón, E. Cháves-Bravo, A. Rivera, C. Montalvo-Paquini, R. Arroyo-Tapia, M. Monterosas-Santamarina, T. Jiménez-Salgado, A. Tapia-Hernández, "Characterization of black chia seed (*Salvia hispanica* L.) and oil and quantification of β -sitosterol," *Int. Res. J. Biol. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 70–72, 2013.
- [2] M.T. Muñoz, F.I. Ocampo, I.F. Parra, C.J. Cervantes, "Proceso de producción y mecanismos de comercialización de chía (*Salvia hispanica* L.) por familias campesinas de los municipios de Atzitzihuacan y Tochimilco, Puebla, México," *Nov. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 788–818, 2017.
- [3] SIAP, "Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera," 2021. <https://www.gob.mx/siap>
- [4] M.T. Muñoz, and F.I. Ocampo, "Caracterización socioeconómica de las unidades de producción familiar e importancia del cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.) en los municipios de Atzitzihuacán y Tochimilco, Puebla, México," *Acta Univ.*, vol. 29, no. 3, pp. 57–71, 2019.
- [5] B. Firtin, H. Yenipazar, A. Saygün, and N. Şahin-Yeşilçubuk, "Encapsulation of chia seed oil with curcumin and investigation of release behavior & antioxidant properties of microcapsules during *in vitro* digestion studies," *Lwt*, vol. 134, no. August, 2020, doi: 10.1016/j.lwt.2020.109947.
- [6] A. V Charles-Rodríguez *et al.*, "Edible films based on black chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage containing *Rhus microphylla* fruit phenolic extract," *Coatings*, vol. 10, p. 326, 2020, doi: 10.3390/coatings10040326.
- [7] S. Bertoni, B. Albertini, L. S. Dolci, and N. Passerini, "Spray congealed lipid microparticles for the local delivery of β -galactosidase to the small intestine," *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, vol. 132, no. August, pp. 1–10, 2018, doi: 10.1016/j.ejpb.2018.08.014.
- [8] S. J. Oak and R. Jha, "The effects of probiotics in lactose intolerance: A systematic review," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 59, no. 11, pp. 1675–1683, 2019, doi: 10.1080/10408398.2018.1425977.
- [9] C. S. Ranadheera *et al.*, "Probiotics in Goat Milk Products: Delivery Capacity and Ability to Improve Sensory Attributes," *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 18, pp. 867–882, 2019, doi: 10.1111/1541-4337.12447.
- [10] D. Jasso de Rodríguez *et al.*, "In vitro gastrointestinal digestion of microencapsulated extracts of *Flourensia cernua*, *F. microphylla*, and *F. retinophylla*," *Ind. Crops Prod.*, vol. 138, no. March, p. 111444, 2019, doi: 10.1016/j.indcrop.2019.06.007.

Planeación de la producción en pymes del sector industrial de Texmelucan para optimizar los recursos basada en programación lineal

^a Alvarado, Salgado-Diana Edith*, ^b Lázaro, Hernández-Refugio

^{a,b} Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Barranca de pesos s/n, San Lucas Atoyatenco, 74120, San Martín Texmelucan de Labastida, Pue.

*dianaalvarado791@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Las PYMEs (Pequeñas y Medianas Empresas) son un instrumento muy importante del proceso de crecimiento y desarrollo económico y social. La programación lineal, como técnica de planeación, no solamente permite obtener la distribución óptima de los productos con respecto a la maquinaria, sino que también ayuda a decidir, de entre una determinada serie de productos, cuál es más conveniente fabricar. En esta investigación, se presenta un modelo matemático para la planeación de la producción en las PYMEs, con el propósito de maximizar las

utilidades y coadyuvar a la toma de decisiones dentro de las mismas. En el desarrollo de esta propuesta, se utilizó una investigación exploratoria, descriptiva y de campo. El objeto de estudio fue una PyME recicladora, productora de bolsa de polietileno. Se formuló y resolvió el modelo matemático partiendo de un estudio de tiempos durante el proceso de fabricación en la empresa. La solución del modelo se llevó a cabo a través del uso del software LINGO 2019. Los resultados obtenidos favorecen la pertinencia de aplicabilidad de lo propuesto.

Palabras clave

Optimización, planeación, PYME, programación lineal.

Abstract

SMEs (Small and Medium Enterprises) are very important instruments in the process of economic and social growth and development. Linear programming, as a planning technique, not only allows obtaining the optimal distribution of products concerning the machinery, but also helps to decide, from a certain series of products, which one is more convenient to manufacture. In this research, a mathematical model for production planning in SMEs is presented, to maximize profits and assist in decision-making within them. In the development of this proposal, exploratory, descriptive, and field research was used. The object of study was a recycling SME, a producer of polyethylene bags. The mathematical model was formulated and solved, based on a study of times during the manufacturing process in the company. The solution of the model was carried out through the use of the LINGO 2019 software. The results obtained favor the relevance of applicability of what was proposed.

Keywords

Optimization, planning, SME, linear programming.

Glosario de abreviaturas y símbolos

Qo, quitooligosacáridos

UAAAN, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

UIEPA, Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán

Introducción

La necesidad de planificar y organizar tuvo su origen en la antigüedad con las grandes civilizaciones, con el paso del tiempo surgieron los métodos de organización de trabajo y de los tiempos, sin embargo, no fue hasta la revolución industrial cuando la programación lineal hizo sus primeras apariciones con la necesidad de optimizar los recursos para mejorar los sistemas de producción.

La programación lineal no es un tema reciente, tuvo su primera aplicación formal durante la segunda guerra mundial para poder dar solución a los problemas relacionados con el transporte y la dieta de los soldados. En 1947, se aplicó el método Simplex para poder dar solución a los problemas de abastecimiento de las fuerzas armadas norteamericanas [1]. Con el paso del tiempo se estableció que ese método podía ser aplicado en el mundo empresarial para la toma de decisiones.

La aplicación de la programación lineal en sistemas de empresas comenzó a partir de los años 50's, cuando economistas agrarios adoptan rápidamente el método pese a las dificultades técnicas, ya que el acceso a medios como las computadoras era complicado, por una parte, requerían del equipo y por otra necesitaban capacitación extra en el uso de ordenadores [2]. Es así como con el paso del tiempo y el desarrollo de nuevas tecnologías, se favoreció el uso de la programación lineal.

Planear es un punto muy importante para cualquier aspecto de la vida, ya que al planear se pueden tomar en cuenta los diversos riesgos a los que nos encontramos expuestos, los factores que nos podrían desviar o alejar de los resultados esperados y sobre todo puede brindarnos un panorama de los resultados que esperamos obtener, pero desafortunadamente en muchas ocasiones no damos la importancia necesaria a este punto.

Las PYMES desempeñan un rol fundamental en la economía mexicana ya que generan el 72 por ciento de empleos en el país y tienen una contribución del 52 por ciento al PIB [3], lo cual las convierte en una parte esencial en la cadena de la actividad económica. Son esenciales para el desarrollo regional y local además de que en ellas podemos observar una gran inclusión social.

La constante actualización tecnológica exige a las PYMES mayor eficiencia, competitividad y calidad en sus productos o servicios debido a las condiciones que se presentan día a día en el mercado. Por lo cual resulta muy importante

desarrollar y modernizar las capacidades productivas y administrativas. La economía nacional se ve afectada de forma positiva por las PYMES [4] no solo por su aportación productiva y distributiva de bienes y servicios, sino también por su flexibilidad demostrada para adaptarse a los cambios tecnológicos y sobre todo por su destacada generación de empleos. La correcta planificación que las PYMES pueden llegar a desarrollar en la producción de sus bienes y servicios significaría un incremento en sus dividendos, gracias a los resultados de optimización se puede tener una correcta toma de decisiones, lo cual tiende a mejorar la competitividad ya que se aprovecharán de mejor manera los recursos disponibles.

El estado de Puebla cuenta con 412 mil 874 unidades económicas de las cuales el 96.7 por ciento son PYMES, es decir 399 mil 249 [5], de las cuales, en la región de San Martín Texmelucan se encuentran 17, 563 [6], al ser un número significativo resulta fundamental apoyar al desarrollo de estrategias que permitan lograr un aprovechamiento óptimo de los recursos con los que cuentan. En esta zona, existen diversas PYMES que, en la mayoría de las ocasiones, no cuentan con la preparación necesaria para lograr una planeación de la producción de manera adecuada lo cual podría significar una desventaja competitiva en el mercado comercial de bienes y servicios. Por ello, el objetivo de esta propuesta fue la aplicación de la programación lineal, a fin de proveer una herramienta que ayude a los tomadores de decisiones a realizar una adecuada planeación de su producción.

Materiales y métodos

El desarrollo de este proyecto de investigación, se realizó en una PYME de la región de Texmelucan, para ello, se tomó como base la metodología propuesta por Hillier y Lieberman [7], basada en las fases usuales de un estudio de investigación de operaciones que incluyen:

- Definición del problema de interés y recolección de datos relevantes.
- Formulación de un modelo matemático que represente el problema.
- Desarrollo de un procedimiento para la solución del modelo.
- Prueba del modelo y mejoramiento con base a las necesidades.
- Preparación para la aplicación del modelo.
- Implementación.

Es importante recalcar que estas fases fueron adaptadas y modificadas de acuerdo a las necesidades y alcances de esta investigación. La fase de implementación no fue contemplada o considerada debido al tiempo y las limitantes que implica llevar a cabo una puesta en marcha de una propuesta, aunado a la actual situación del

COVID-19. Cabe señalar que se utilizó el software LINGO en su versión 2019 para poder llevar a cabo la corrida del modelo desarrollado.

La PYME piloto donde se llevó a cabo la recopilación de datos para esta investigación, fue una procesadora de plásticos (recicladora de polietileno), empresa que cuenta con 12 empleados en su planta la cual se encuentra ubicada en San Martín Texmelucan, su principal actividad es el procesamiento de plástico para la producción de bolsas de polietileno y poli papel de diferentes tamaños y modelos. La procesadora genera 18 tipos de productos que son las 18 variables a considerar en el modelo a desarrollar. Al día producen un estimado de 400 kilogramos de bolsas plásticas. Tiene un proceso que consta de 5 subprocesos que son: Seleccionar, Moler, Peletizar, Extruir y Cortar. En este proceso intervienen 5 máquinas; un molino, una peletizadora, dos extrusoras y una cortadora. Se realizó también, un estudio de tiempos debido a que la empresa no contaba con sus estándares de producción.

Partiendo de la información recopilada en la PYME piloto, se estableció el modelo matemático correspondiente. Se debe mantener en mente que, el objetivo de la programación lineal es maximizar o minimizar una función lineal sometida a restricciones. Tiene diversos usos y aplicaciones que van desde la milicia hasta la industria y sobre todo la planeación, entre muchas otras. La programación lineal, se basa en un modelo matemático que se utiliza para representar diversas situaciones, en este caso particular, se representó la situación de la pyme en estudio. Para este trabajo de investigación, se consideró un problema de programación de producción que maximice las utilidades con los recursos disponibles, partiendo de las premisas y los datos anteriores, se plantea el siguiente modelo:

$$\text{Max } Z = \sum_{n=1}^{18} X(n) Y_n \quad (\text{Ec. 1})$$

Sujeto a:

$$\sum_{n=1}^{18} a_{in} Y_n \leq b_n \quad \text{Para } i=1,2,3,4,5...18 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

X_n = Utilidad por kilogramo de producto fabricado

Y_n = Nivel de producción del producto n .

a_{in} = Tiempo de producción en la máquina i por unidad de producto n

b_n = Tiempo de producción disponible por semana en la máquina i .

La Ec. 1, se representa la función objetivo que, en este caso, será maximizar las utilidades por cada kilogramo de producto, con la finalidad de obtener el máximo de utilidad posible.

En la Ec. (2), se representan las restricciones de disponibilidad de tiempo en cada una de las estaciones de trabajo, para cada una de las 18 variables a considerar en este modelo matemático.

La Ec. (3), asegura que ninguna de las 18 variables a considerar sea negativa (restricción de no negatividad).

Resultados/Discusión de resultados

A partir del modelo que representa la problemática planteada, se consideraron los datos que se muestran en la **Tabla 1**, para la programación del mismo considerando las 18 variedades de los productos.

Tabla 1. Identificación de variables-productos.

Ítem	Variable	Descripción (Producto correspondiente)	Utilidad (\$kg)
1	n1	Hoja poli papel 25x35	\$35
2	n2	Hoja poli papel 30x40	\$35
3	n3	Bolsa negra 50x70	\$19.5
4	n4	Bolsa negra 60x90	\$19.5
5	n5	Bolsa negra 90x120	\$19.5
6	n6	Hoja gruesa 25x35	\$35
7	n7	Bolsa para vivero 17x17	\$24
8	n8	Bolsa para vivero 18x18	\$24
9	n9	Bolsa para vivero 20x20	\$24
10	n10	Bolsa para vivero 25x25	\$24
11	n11	Bolsa para vivero 30x30	\$24
12	n12	Bolsa para vivero 40x40	\$24
13	n13	Asa brisada no. 1	\$22
14	n14	Asa brisada no. 2	\$22
15	n15	Bobina para riego del 20	\$24

16	n16	Bobina para riego del 25	\$24
17	n17	Bobina para riego del 30	\$24
18	n18	Bobina para riego del 35	\$24

Una vez identificadas las variables, se procedió al desarrollo de la programación del modelo en el lenguaje de Lingo en su versión 2019. Dentro de la misma, se consideró como función objetivo la maximización de las utilidades. Dentro de las restricciones, se consideraron los tiempos de procesamiento del molino, la paletizadora, la extrusora grande, la extrusora chica y la cortadora. Adicionalmente, en el modelado, se incluyeron las restricciones de no negatividad de las 18 variables del modelo que representan los 18 productos que se manufacturan. Una vez corrido el programa, sin presentarse errores de programación en los comandos, se obtuvieron los resultados que se presentan en la **Tabla 2**, en la cual, se muestran los resultados encontrados.

Tabla 2. Solución óptima encontrada.

Variable	Value	Reduced Cost	Global optimal solution found	
N1	916.0000	-35.00000	Objective value:	32108.00
N2	0.000000	-35.00000	Objective bound:	32108.00
N3	0.000000	-19.50000	Infeasibilities:	0.000000
N4	0.000000	-19.50000	Extended solver steps:	0
N5	0.000000	-19.50000	Total solver iterations:	29
N6	0.000000	-35.00000	Elapsed runtime seconds:	0.13
N7	0.000000	-24.00000		
N8	0.000000	-24.00000		
N9	0.000000	-24.00000		
N10	0.000000	-24.00000		
N11	0.000000	-24.00000		
N12	0.000000	-24.00000		
N13	0.000000	-22.00000		
N14	0.000000	-22.00000		
N15	0.000000	-24.00000		
N16	0.000000	-24.00000		
N17	2.000000	-24.00000		
N18	0.000000	-24.00000		

La solución óptima del modelo, arrojó un valor de 32108.00, esto indica que la utilidad máxima que se obtiene es de \$32, 108.00 por semana. En segunda instancia, se analizan los resultados generados en torno a las restricciones del modelo, considerando las 18 variables consideradas previamente.

Al analizar estos resultados, se observa que los valores óptimos considerando las restricciones de los recursos disponibles son: Fabricar 916.00 kg del producto n1 y 2.00 kg del producto n17. Retomando la definición y descripción de las variables, n1 se refiere a la hoja de poli papel 25x35. De igual forma, n17 se refiere a la bobina para riego del número 30.

Recapitulando, el modelo matemático que representa la situación de la PYME, objeto de este estudio, indica que la planeación de producción, para que genere una utilidad óptima de \$32, 108.00, se deben fabricar 916 kilogramos de poli papel 25x35 y 2 kilogramos de bobina para riego del no. 30 por semana.

Es importante recalcar que este es un caso práctico y que los datos obtenidos en la PYME son aproximados para efectos académicos y de investigación, esto se debe a la confidencialidad de la información por parte de la empresa, debido a que los datos exactos en cuanto a costos reales fueron restringidos y limitados.

Conclusiones

Las PYMEs son un instrumento muy importante del proceso de crecimiento y desarrollo económico y social de cualquier país. La planificación de la producción define el volumen y el momento de fabricación de los productos, estableciendo un equilibrio entre la producción y la capacidad a los distintos niveles, en busca de la competitividad deseada. El propósito de esta investigación fue establecer un modelo matemático de programación lineal con el propósito de establecer la planeación de la producción en las PYMEs del sector industrial de la región de San Martín Texmelucan. Tomando como referencia, para el desarrollo de esta, una pequeña empresa familiar cuya actividad es el reciclaje de bolsas de plástico, con lo cual se fabrica en la misma, diferentes tipos de bolsas de polietileno y polipapel.

El tiempo, resultó una gran limitante para la realización de este proyecto, además, la situación ante la pandemia actual del COVID-19, impidió llevar a cabo un estudio a mayor profundidad, ya que, durante el tiempo que se empleó para el estudio de tiempos, algunos de los operadores enfermaron y no asistieron a trabajar por lo que no fue posible evaluar a todos en cuanto a la productividad, ya que su ausencia significó más paros en la producción. Llevar a cabo un estudio en una PYME resulta complicado ya que los dueños se sienten en riesgo y por lo mismo no brindan información exacta, ya que sienten que eso podría significar algo negativo para ellos, no tienen confianza por las cosas que desconocen y hasta cierto punto podrían

llegar a sentirse intimidados, a pesar de explicarle que el proyecto a desarrollar puede resultar de gran ayuda para ellos.

La gestión empírica de la empresa tiene consecuencias ya que se desconoce y descuidan varios aspectos, no se tiene una correcta administración en cuanto a la toma de decisiones porque no las ven con una proyección de largo plazo, sino que solo consideran plazos cortos.

Si la PYME produce de acuerdo a los resultados obtenidos con la propuesta del modelo matemático podría incrementar sus utilidades de manera considerable, no se debe olvidar que los datos mencionados en este trabajo son estimaciones que la PYME brindo por cuestiones de confidencialidad y que son aproximaciones a sus ingresos reales. Una correcta toma de decisiones debe de realizarse en base a datos trascendentales y no solo en “creencias”, se deben tomar en cuenta diversos aspectos que son los que podrían influir de manera considerable en sus resultados finales.

Poder brindar a las PYMES de la región o incluso del estado un modelo que permita optimizar el uso de sus recursos disponibles para su producción y sobre todo maximizar sus ganancias resulta una ayuda importante ya que con este proyecto podrán considerar diversas cuestiones a las que quizá no les estaban dando la importancia que merecen. Lo anterior, contribuye a concluir la investigación ya que con los resultados obtenidos podemos decir que la programación lineal puede ayudar a las PYMES del sector industrial de San Martín Texmelucan a tener un mejor aprovechamiento de sus recursos. Implementar modelos como el desarrollado en esta investigación, pueden contribuir de manera positiva a la economía poblana ya que significaría un incremento considerable a los dividendos de las PYMES ya que permite la optimización de todos los recursos disponibles con los que cuentan.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Para trabajo futuro se plantea la fase de implementación de esta propuesta, a fin de monitorear y verificar la funcionalidad y aplicabilidad del modelo propuesto. Adicionalmente, se buscará el desarrollo de una plantilla que facilite la programación de la producción sin utilizar Lingo u otro software, sino una aplicación versátil que no requiera conocimiento de programación.

Agradecimientos

Se agradece todo el apoyo otorgado por parte de los propietarios de la PYME procesadora de plástico, las facilidades y la oportunidad de realizar este estudio dentro de sus instalaciones.

Referencias bibliográficas

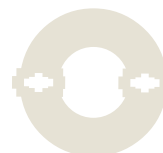
- [1] G. B. Dantzig (2002, febrero). Linear programming (Vol. 50, No. 1). Online. Disponible en: https://www2.cs.duke.edu/courses/spring07/cps296.2/papers/LinearProgramming_article.pdf
- [2] M. Coronel y P. Araujo (2004, agosto). "La Programación lineal aplicada al manejo forestal". Online. Disponible en: [https://fcf.unse.edu.ar/index.php/portfolio/sd-10-economia-y-administracion-forestal-la-programacion-lineal-aplicada-al-manejo-forestal/Todas las referencias utilizadas deben estar incluidas en el texto y deben ser presentadas de acuerdo al formato IEEE](https://fcf.unse.edu.ar/index.php/portfolio/sd-10-economia-y-administracion-forestal-la-programacion-lineal-aplicada-al-manejo-forestal/Todas%20las%20referencias%20utilizadas%20deben%20estar%20incluidas%20en%20el%20texto%20y%20deben%20ser%20presentadas%20de%20acuerdo%20al%20formato%20IEEE)
- [3] Senado de la República (2020, febrero, 29). Pymes, importante motor para el desarrollo económico nacional: MC (Boletín Número-1157). Online. Disponible en: <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/47767-pymes-importante-motor-para-el-desarrollo-economico-nacional-mc.html>
- [4] D. Hernández, et. "IMPACTO ECONÓMICO DE LAS PYMES EN MÉXICO". Tesis, Comercio y Administración, Instituto Politécnico Nacional, México, CDMX, 2009
- [5] INEGI. (2019). "CENSOS ECONÓMICOS 2019". Online. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- [6] Directorio Empresarial (2020). Online. Disponible en: <https://pymes.org.mx/municipio/san-martin-texmelucan-3fa2.html>
- [7] S. Hillier y G. Lieberman. *Introducción a la programación lineal*. 2da. Ed. México. McGraw-Hill/Inter/Americana Editores 2010

Primer reporte a nivel internacional de floculación de colorantes dispersos como tratamiento de aguas residuales textiles utilizando hongos

Daniel González Guadalupe Lizbeth*, Juárez del Carmen Sergio

Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Calle 4 sur 104 Centro Histórico C.P. 72000.

*guadalupe.danielg@alumno.buap.mx
sergio.juarezd@correo.buap.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En la FIQ BUAP estamos desarrollando un proceso de tratamiento de aguas residuales (efluentes) textiles, eficiente, ecológico y de bajo costo. Además de limpiar el agua, abre la posibilidad a la reutilización de los colorantes presentes en las aguas residuales. Este es el primer reporte a nivel mundial de floculación de colorantes en efluentes textiles usando hongos. Los procesos de teñido de textiles son practicados por el ser humano desde la antigüedad, durante el proceso se generan efluentes cargados de tintes y productos químicos tóxicos. En nuestro Estado los efluentes son vertidos en el río Atoyac en muy pocas ocasiones se les da tratamiento a estas descargas, estos

efluentes causan enfermedades en las personas que están en contacto con estos, desde irritaciones en la piel y ojos, enfermedades gastrointestinales, problemas respiratorios hasta leucemia y cáncer. Existen tratamientos químicos y físicos para sanear o limpiar (remediar) estos efluentes. Sin embargo, el proceso no es eficiente, pues solamente se decoloran las aguas, o bien al degradarse los colorantes se obtienen partículas no coloreadas que siguen siendo tóxicas. En algunos de estos tratamientos se agregan ácidos o algunas sustancias tóxicas para llevar a cabo el proceso, estos son caros, complicados y contaminantes.

Palabras clave

Efluente, Micorremediación,
Floculación, Ecología.

Abstract

At FIQ BUAP we are developing an efficient, environmentally friendly and low-cost textile wastewater (effluent) treatment process. In addition to cleaning the water, it opens the possibility of reusing the dyes present in the wastewater. This is the world's first report on dye flocculation in textile effluents.

Textile dyeing processes have been practiced by humans since ancient times, and during the process effluents loaded with dyes and toxic chemicals are generated. In our state, these effluents are discharged into the Atoyac river and are rarely treated. These effluents cause illnesses in people who come into contact with them, ranging from skin and eye irritation, gastrointestinal diseases, and respiratory problems to leukemia and cancer. Chemical and physical treatments exist to sanitize or clean (remediate) these effluents.

However, the process is not efficient, since it only decolorizes the water, or when the colorants degrade, non-colored particles are obtained that continue to be toxic. In some of these treatments, acids or some toxic substances are added to carry out the process; these are expensive, complicated, and polluting.

Keywords

Effluent, Micoremediation,
Flocculation, Ecology.

Glosario de abreviaturas y símbolos

LiP: Lignino Peroxidasas.

ev: Electro voltio

Introducción

Este trabajo tiene como propósito desarrollar un proceso de saneamiento de efluentes provenientes de la industria textil que son vertidos en el río Atoyac. Los contaminantes generan enfermedades en humanos y animales domésticos, y provocan daños en cultivos agrícolas, además de problemas ambientales que afectan a dos Estados. Con el saneamiento del agua se busca mejorar la calidad de vida de las personas que viven en los 50 municipios de Puebla y Tlaxcala por los cuales fluye este río.

La contaminación del río Atoyac, se inició en la década de los 70's, cuando las empresas textiles se modernizaron, ya que las descargas contenían: colorantes, metales pesados, sales, detergentes y grasas; provocando una disminución en la concentración de oxígeno disuelto (anoxia), acabando con la flora y fauna del río.

La industria textil impacta negativamente sobre el medio ambiente, debido a la toxicidad de sus efluentes [1]. Se estima que las descargas de aguas residuales tienen una demanda química de oxígeno (DQO) de 115-175 kg por tonelada de acabado textil [2]. Los procesos de teñido y acabado son las principales fuentes de contaminación en las aguas residuales textiles.

En la industria textil los colorantes más usados son los colorantes dispersos, los cuales originalmente no son solubles en agua, es decir que no se pueden diluir en el agua, por esto se le añaden agentes dispersantes que evitan que se floculen y precipiten, logrando colorantes estables que permanecen dispersos en el agua durante mucho tiempo. Estos colorantes se utilizan para teñir fibras artificiales a partir de un baño ácido, son especialmente diseñados para ser usados en el teñido de poliéster y para algunas fibras de mezclas de algodón como la mezclilla; se aplican junto con diversos aditivos para retener los colorantes en la fibra y evitar aglomerados en el proceso de tinción. La aplicación de este tipo de colorantes es muy variada y depende del proceso de teñido o estampado, pero en la mayoría de los casos se requiere aplicar calor [3].

En las aguas residuales textiles el primer contaminante que se distingue es el color (**Fig. 1**), este es proporcionado por colorantes y por pigmentos. Los tintes pueden definirse como sustancias que, cuando se aplican a un sustrato, proporcionan color mediante un proceso que altera la superficie donde se colocan, [4]. Los tintes

se clasifican según su aplicación y estructura química; están compuestos por un grupo de átomos conocidos como cromóforos, responsables del color del tinte [5].



Fig. 1 Agua residual en la cuenca del río Atoyac provenientes de la industria de la mezclilla Tepetitla Tlaxcala (Vallejo).

Las descargas de los efluentes se dan a lo largo de todo el río Atoyac, muchas de las industrias contaminantes se encuentran en el Estado de Tlaxcala, sin embargo, el Estado de Puebla es quien sufre el resultado de esta contaminación, ya que el paso del río abarca 200 km en total. La contaminación del río Atoyac ha generado serios problemas de salud. Entre 1996 y 2003, se detectó que en comunidades cercanas o en la ribera del río, se presentaron 61 casos de personas enfermas o muertas de trombocitopenia, leucemia y otros tipos de cáncer. Además, se detectó carga contaminante de media a elevada, en concentraciones de demanda química de oxígeno y cloruros [6].

Pérez en 2017, durante un recorrido del río de aproximadamente 25 km de longitud (comenzando en la localidad de Covadonga hasta la presa del municipio de Emilio Portes Gil en Puebla), encontró 11 especies de bacterias patógenas oportunistas, Gram negativas, que pertenecen a las familias de las Enterobacterias (*Morganella morganii*, *Enterobacteriae cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Hafnia alvei*, *Kluyvera* sp; *Pseudomonadaceae* -*Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomona* ssp- y *Xanthomonadaceae* -*Stenotrophomona maltophilia*-). Esto representa un riesgo a la salud pública [7].

El Río Atoyac se encuentra en un grave estado de deterioro, los colorantes además de los problemas químicos ya mencionados, impiden el paso de la luz, lo cual impide la actividad fotosintética de algas, rompiendo la cadena trófica, lo cual dificulta la supervivencia de fauna acuática.

En un intento para mitigar los daños causados al ambiente por la descarga de colorantes, diversos métodos se han implementado. Los tratamientos convencionales para tratar efluentes industriales consisten en la combinación de procesos químicos, físicos y biológicos además de algunas operaciones para remover sólidos y materia orgánica, algunas veces también se remueven nutrientes. Entre los métodos químicos y físicos, se incluyen absorción, coagulación-floculación, adsorción con carbón activado, oxidación con peróxido de hidrógeno (H_2O_2), ozonación, ultrafiltración con membranas y métodos electroquímicos y fotoquímicos. Todos ellos han presentado resultados medianos en la remoción de color, sin embargo, no solucionan el problema ya que el colorante, continua presente en el agua. Solo los métodos de electrofloculación, coagulación y floculación son capaces de retirar los colorantes, aunque algunos de estos métodos requieren el uso de diferentes reactivos y equipo adicional que incrementa el costo del tratamiento y no terminan de solucionar el problema principal, en algunos de ellos los reactivos adicionados son contaminantes y generan nuevos problemas, como es el caso de la adición de ácidos fuertes, donde los ácidos permanecen en el agua [8]. Los tratamientos biológicos han sido reconocidos como métodos efectivos para el tratamiento de efluentes, mediante decoloración y degradación de colorantes en aguas residuales industriales, altamente contaminadas, adicionalmente se consideran efectivos ya que son tratamientos amigables con el medio ambiente, pues son de baja producción de lodos activados.¹ Sumado a esto, son competitivos en cuanto a los costos de ejecución [9].

En los tratamientos biológicos, tanto aeróbicos, anaeróbicos o mixtos, se han utilizado diferentes tipos de organismos vivos, desde plantas bacterias, algas, levaduras y hongos. Estos tratamientos son considerados como efectivos para el propósito de saneamiento [10]

La micorremediación como tratamiento se ha implementado desde los años 80's, los hongos de la podredumbre blanca han demostrado su capacidad degradadora para compuestos aromáticos complejos como los colorantes sintéticos. Las enzimas

¹ Lodos activados: Son el principal desecho producido por una estación de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales. Están constituidos por materia orgánica, compuestos químicos (algunos de estos altamente tóxicos) y microorganismos.

más eficientes en degradación de colorantes, son lacasas, ligninoperoxidasas (LiP), manganoperoxidasa (MnP) y veratrilperoxidasa (VP) [8]. La actividad biodegradadora de los hongos sobre los colorantes se da por medio de enzimas, como oxidasas y peroxidasas; Estas enzimas extracelulares poseen una baja especificidad y producen ataques oxidativos a una amplia gama de contaminantes ambientales con potenciales de ionización menores de 8.0 electronvoltio (eV).

Se han realizado un número importante de investigaciones sobre la decoloración de colorantes sintéticos de uso industrial, pero hasta la fecha no se había encontrado una especie de hongo que actuará como floculante. En este proyecto usamos la especie *Pleurotus ostreatus*, para realizar la floculación de nuestro colorante. Este proyecto pretende llevar la remediación más allá de solo la limpieza del agua. Pues se pretende recuperar colorantes, generando así un nuevo paradigma en la remediación.

Pleurotus ostreatus es parte del grupo de hongos de la pudrición blanca, es capaz de degradar y mineralizar la lignina y llevar a cabo la oxidación de compuestos aromáticos [11]. Este hongo pertenece a una de las especies más consumidas en todo el mundo, los hongos ligninolíticos u hongos de pudrición blanca como mejor se les conoce se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza; pueden vivir en ambientes húmedos y secos; su temperatura óptima de crecimiento varía entre 20 y 30 °C. Los hongos lignoliticos tienen una función importante en la naturaleza porque ayudan a la descomposición de la materia orgánica mediante la hidrólisis de sustratos por medio de su sistema enzimático, para posteriormente absorberlos por su pared celular [12].

Los hongos de la pudrición blanca tienen un activo sistema enzimático, entre estos destaca una enzima oxidante, la lacasa, la cuál ha sido ampliamente estudiada en los últimos años por su papel en la biorremediación. Estos hongos han demostrado su gran aplicación biotecnológica y su capacidad para transformar y mineralizar el polímero de la lignina y otros compuestos aromáticos, también demostraron ser totalmente ecológicos y no crear más residuos tóxicos.

Materiales y métodos

El trabajo experimental se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Química, BUAP.

Material Biológico

Para este estudio se ocupó el hongo *Pleurotus ostreatus*.

Se utilizaron tubos de ensaye de 20 mL de vidrio, balanza analítica de precisión, probetas de 50 mL, micropipetas automáticas de 1 mL, vasos de precipitados de 50 mL y 1 L, pinzas de disección, Tabla para picar, bisturí, gradilla, microtubos con tapa a presión de 1.5 mL, celdas para espectrofotómetro de polimetilmetacrilato grado UV de 1.5 mL desechable, espectrofotómetro.

Métodos

Experimento I. Efecto del hongo sobre el colorante

Para observar el efecto del hongo sobre el colorante. El experimento se realizó por triplicado. El experimento se realizó a temperatura ambiente. El efluente residual provino de una práctica de teñido de textiles sintéticos, realizada en el laboratorio de Acabados textiles de la carrera de Ingeniería Textil de la Facultad de Ingeniería de BUAP. La composición del colorante disperso para realizar el teñido fue: persulfato de amonio, EDTA, ácido acético, dispersante y el color disperso.

El desarrollo del experimento fue de la siguiente manera:

- Se colocaron 10 ml del efluente de azul disperso, en tubos de ensaye de 20 ml.
- Se agregaron 2 gramos de la muestra biológica en estos tubos.
- Se mantuvo monitoreado visualmente a las 2, 4, y 24 horas, para constatar si había algún cambio.

Experimento II. Curva de absorción

Se realizó la curva de absorción comparativa entre efluente tratado y efluente sin tratar. Se realizaron por triplicado las lecturas del espectrofotómetro UV. Durante el proceso de degradación se tomaron muestras a las 24 horas para ser analizadas en el espectrofotómetro UV. Se realizó una curva de absorción en el rango de

450 nm a 900 nm, en el espectrofotómetro UV. Se graficaron los resultados usando el programa Excel®.

Resultados/Discusión de resultados

Experimento I. Efecto del hongo sobre el colorante

Se observó que la floculación empezó a ser evidente de manera visual a las 4 horas (**Fig. 1**). La precipitación total se dio hasta 48 horas. Comparando visualmente el efluente sin tratar y el tratado (**Fig. 2**) podemos constatar que todo el colorante se precipitó, y no hay el mínimo indicio de color en el agua, es decir esta es totalmente transparente.

Por agitación se resuspendió el colorante, quedando con una apariencia normal y no se percibió una disminución del color, después de unos minutos el colorante volvió a precipitarse quedando el agua clara.



Figura 1. Colorante Floculándose.

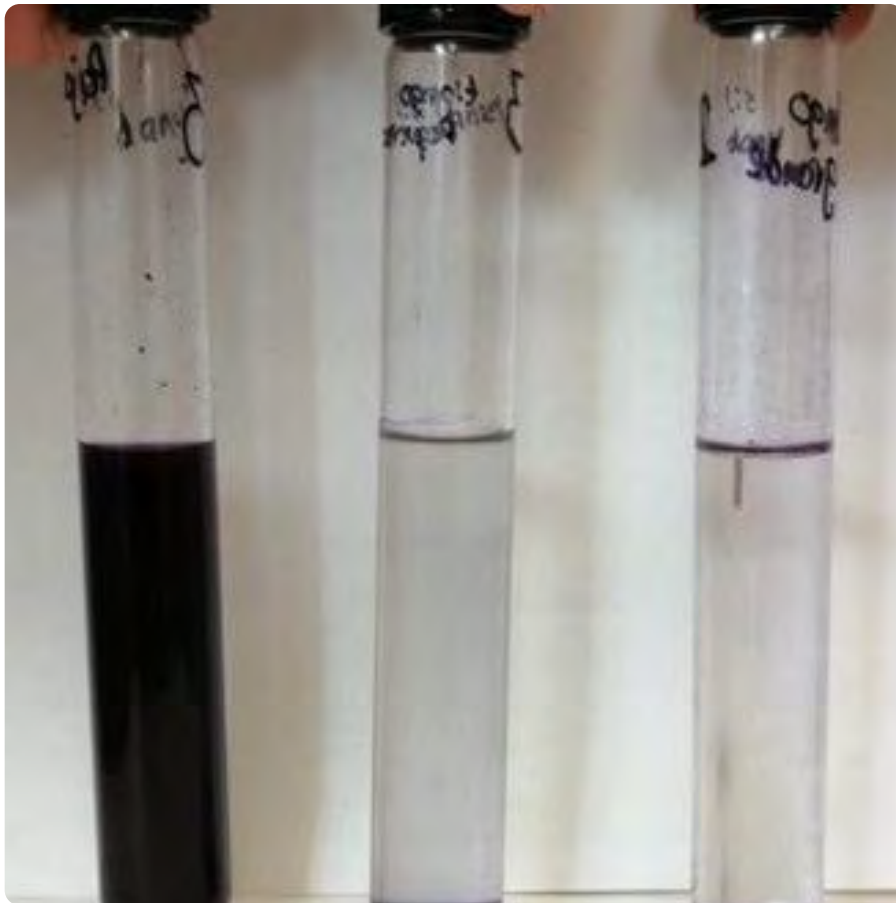


Figura 2. Comparación inicial de la solución del colorante y el efluente ya tratado

Experimento II. Curva de absorción

Se comprobó que en el efluente tratado con hongos no es posible detectar, aun con el espectrofotómetro, rastros de colorante. En la **Figura 3**, se observa el gráfico, donde el eje horizontal corresponde a la longitud de onda y el eje vertical corresponde a la absorbancia. Se graficaron los dos efluentes una alícuota con la solución del colorante sin el tratamiento, y la segunda alícuota con el colorante. En este gráfico se puede observar como la curva correspondiente a la absorbancia de 552 nm. Esta aplanada para el efluente tratado con los hongos.

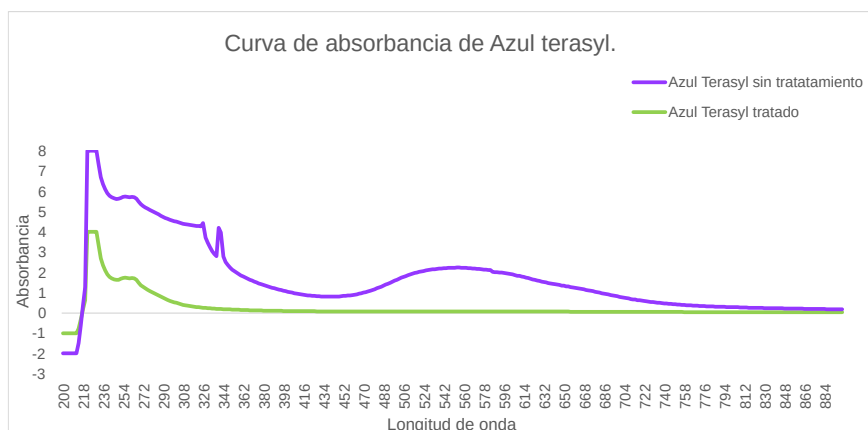


Figura 3. Gráfico de absorbancia experimento I

Debido a que la espectrofotometría UV-visible es una práctica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. La ley de Beer-Lambert estipula que la absorbancia de una solución es directamente proporcional a la concentración de la solución. Es por ello que se realizaron análisis de este tipo, para observar la concentración de azul terasil en la muestra y ver si existían restos de colorantes no detectados a simple vista.

Conclusiones

El tratamiento con hongos es eficiente, y con posibilidad de extrapolarlo y usarlo en la industria textil, dejando en claro que la micorremediación tiene un futuro prometedor dentro de la investigación científica. El usar hongos para sanear agua contaminada con colorantes es una técnica que tiene que ser explorada y explotada más a fondo, ya que como podemos ver funciona correctamente. Se lograron hacer algunos avances en este proyecto, como el probar el efecto de este hongo en los efluentes textiles, así como de otros hongos (datos no presentados aquí).

El fin último del proyecto de investigación es generar un proceso industrial para el saneamiento de los efluentes textiles y poder devolver el río Atoyac a su estado natural.

Adicional a esto nos planteamos el ubicar al Estado de Puebla como un actor importante en la investigación sobre micorremediación.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este trabajo sienta las bases para la creación de una línea de investigación sobre Micorremediación. En varios niveles, desde la degradación, absorción y principalmente sobre la floculación, en este punto se deberá investigar sobre la molécula específica que genera la floculación y el mecanismo de acción del fenómeno.

En cuanto a la filosofía de la ciencia se trabajó sobre la generación del Paradigma sobre la recuperación de enzimas de residuos agroindustriales para su uso biotecnológico, lo cual nos dará una guía sobre las investigaciones futuras.

Agradecimientos

Agradecemos la valiosa colaboración de la Mtra. Susana Alcaraz López, Laboratorio de Acabados textiles, Ingeniería Textil, Facultad de Ingeniería, BUAP. La maestra nos suministró efluentes textiles, para que pudiéramos trabajar con muestras reales. También al Q.F.B. Alfonso Ramírez Pérez por su donación de material para el desarrollo de esta investigación. Igualmente agradecemos a Paulina Gracidas Ramos por su ayuda en la edición del video de presentación del proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] ., «Generación Vitnik,» 6 agosto 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.generacionvitnik.com/2018/08/06/la-industria-textil-y-la-problematica-ambiental/>. [Último acceso: 18 febrero 2021].
- [2] a. R. B. I. I. Savin, «"Wastewater characteristics in textile finishing mills,» de *Environ*, vol.6, 2008, pp. pp.278-285..
- [3] A. U. O. O. A. Ademoroti, «Studies of textile effluent discharges in Nigeria,» de *Int. J. Environ. Stud*, 1992, pp. 291-296..
- [4] Kirk-Othmer, «Encyclopedia of Chemical Technology» vol. 7, nº 5 th edition wiley-Interscience, 2004.
- [5] C. R., «Colour Chemistry,» de *The royal Society of science*, United Kingdom, 2001.
- [6] O. S. S.-Á. L. S.-G. L. E. M.-S. A. M.-S. R. M.-M. Arellano-Aguilar, «Use of the Zebrafish Embryo Toxicity Test for Risk Assessment Purpose: Case Study,» *Journal of Fisher Sciences*, vol. 9, pp. 52-62, 2015.
- [7] M. L. Perez, Remoción de fósforo y nitrógeno en aguas residuales utilizando un reactor discontinuo secuencial (SBR)., XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México, 2002.
- [8] T. Robinson, G. Memullan y R. Marchant, «Remediation Of DyesIn Textile Effluent: A Critical Review On Current Treatment Technologies with a proposed alternative,» *Bioresource Technology*, vol. 77, pp. 247-255, 2001.
- [9] H. Z. J. W. J. A. H. Z. C. Y. Lu, «Decolorization of anthraquinone dye intermediate and its accelerating effect on reduction of azo acid dyes by *Sphingomonas xenophaga* in anaerobic-aerobic process Biodegradation,» 2007.
- [10] M. L. F. L. M. L. T. P. J. W. N. L. P. Z. C. Guo, «Purification of recombinant laccase from *Trametes versicolor* in *Pichia methanolica* and its use for the decolorization of anthraquinone dye,» *Biotechnol*, nº DOI 10.1007/s10529008-9817-z, 2001.
- [11] C. K. T. W. & S. L. N. Chawachart, «Rice bran as an efficient substrate for laccase production from thermotolerant basidiomycete *Coriolus versicolor* strain RC3,» *Fungal Diversity*, vol. 15, pp. 23-32., 2004.
- [12] R. J. L. J. M. G. P. a. I. R. F.S. Archibald, «"Kraft pulp bleaching and delignification by *Trametes versicolour*,» *Journal of Biotechnology*, vol. 53, pp. 215-336, 1997.



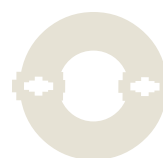
^aRodríguez, López-Ilana Azucena*,

^bGarcía, González-Ramón**

^aInstituto Tecnológico de Tehuacán, Libramiento Tecnológico S/N, A.P 247, Santa María Coapan, C. P. 75770 Tehuacán, Puebla.

^bInstituto Tecnológico de Tehuacán, Libramiento Tecnológico S/N, A.P 247, Santa María Coapan, C. P. 75770 Tehuacán, Puebla.

**rgarcia_go@gmail.com *ileans.rl2612@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En el estado de Puebla existe un árbol muy común de la región, llamado Mezquite. El mezquite es un recurso biótico con amplia distribución geográfica y ecológica en zonas áridas mexicanas, sin embargo como sucede con el resto de la flora nativa, no ha recibido la atención que merece como elemento de desarrollo económico. El objetivo de este trabajo es elaborar una gelatina con alto contenido proteico, hecho a base de vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*). Respecto a sus propiedades, esta gelatina contiene considerables cantidades de minerales, vitaminas y abundantes fibras, las cuales resultan muy benéficas para las personas que padecen diabetes. Además de ser ricas en proteínas, regulan los niveles de azúcar en la sangre. El proyecto es viable a corto plazo, ya que no se tiene registro alguno de productos que se asemejen a este, así mismo el impacto que

tendrá en el sector alimentario es positivo, ya que la proteína empleada, al ser totalmente orgánica es idónea para ser implementada en la alimentación de todos los mexicanos, ayudando a combatir la desnutrición, producto de la pobreza que existe en la población a nivel regional y nacional.

Abstract

In the state of Puebla, there is a very common tree in the region, called Mesquite. Mesquite is a biotic resource with wide geographic and ecological distribution in arid Mexican zones, however, as with the rest of the native flora, it has not received the attention it deserves as an element of economic development.

The objective of this work is to produce gelatin with high protein content, made from mesquite pod (*Prosopis laevigata*). Regarding its properties, this gelatin contains considerable amounts of minerals, vitamins, and abundant fibers, which are very beneficial for people suffering from diabetes. Besides being rich in protein, they regulate blood sugar levels.

The project is viable in the short term since there is no record of products that resemble this, likewise, the impact it will have on the food sector is positive, since the protein used, being organic, is ideal to be implemented in the diet of all Mexicans, helping to combat malnutrition, a product of the poverty that exists in the population at the regional and national level.

Keywords

Mesquite, sheath, protein, gelatin.

Glosario de abreviaturas y símbolos

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

ENSANUT, Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social.

PROVAIMEZ, Proteína de vaina de mezquite.

Introducción

En la actualidad, los malos hábitos alimenticios, así como el consumo de alimentos manipulados genéticamente y el desconocimiento de las propiedades de los alimentos, son los principales causantes de la mayoría de las enfermedades que afecta a la humanidad, como la obesidad, sobrepeso, diabetes y otras enfermedades que están relacionadas con una mala alimentación.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) alertó sobre la necesidad de cambiar los hábitos alimenticios en México, donde el 73 % de la población adulta padece sobrepeso u obesidad. Lamentablemente México es uno de los países líderes en obesidad, tanto en mujeres como en niños, haciéndolo este último un problema de gravedad mayor. En nuestra región es más barato comer alimentos procesados que comer sano. Según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), en 2016 el 73 % de la población adulta en México padecía sobrepeso u obesidad: siete de cada 10 adultos, cuatro de cada 10 jóvenes y uno de cada tres niños.

En el estado de Puebla existen comunidades rurales con condiciones de marginación y extrema pobreza, los cuales buscan actividades alternas que les permitan sobrevivir. En los municipios del estado de Puebla, es muy común observar niños y mujeres de bajos recursos económicos, por lo que su carencia de alimentos los lleva a tener un alto grado de desnutrición.

En el estado de Puebla existe un árbol muy común de la región, llamado Mezquite (**Fig. 1**). El nombre común del Mezquite deriva del náhuatl “*mizquitl*”, se dice que recibe este nombre porque el fruto tiene muchas semillas. El Mezquite es un árbol o arbusto perteneciente a la familia de las leguminosas, subfamilia de las mimosáceas con amplia distribución en las zonas áridas calientes y semiáridas subtempladas. A nivel mundial existen 44 especies, del género *Prosopis*, de las cuales 42 se encuentran en el continente americano. [1]



Figura 1. Área de distribución comprobada de *Prosopis laevigata* en México. [2]

En la República Mexicana los mezquites se distribuyen en una superficie aproximada de 3'555, 500 hectáreas (SFF, 1980), desde la península de Baja California hasta las costas del Istmo de Tehuantepec, ocupando casi siempre los suelos profundos de los valles y costas, donde existen mantos freáticos a poca profundidad, en donde se pueden encontrar las siguientes especies de mezquite; *Prosopis articulata*, *P. velutina*, *P. grandulosa variedad torreyana* y *Prosopis laevigata*, [2] siendo esta última, la especie que se estudiará en dicho trabajo.

México representa un caso excepcional, pues posee cerca del 10 % de la diversidad biológica del planeta, en una extensión territorial cercana a los 2, 000, 000 km^2 . A pesar de que México es un país tropical, su territorio está formado por zonas áridas y semiáridas en un 70 % aproximadamente, gracias a su ubicación geográfica y a las condiciones climáticas de nuestro país se ha favorecido la conformación y el mantenimiento de este mosaico biológico [3].

Estos árboles caducifolios generalmente llegan a medir entre 6 y 9 metros de altura, aunque es común encontrarlos como arbustos. Tienen hojas angostas, bipinnadas, compuestas, de 5 a 7, 5 centímetros de largo y con puntas suaves, y ramas con

espinas (**Fig. 2**). El fruto que dan estos árboles, en forma de vaina, también es llamado mezquite o Péchita. Las vainas de mezquite son nutritivas, ya que el 2.5 % son grasas, 13-15 % carbohidratos, 6.5 % cenizas y 60 % proteínas.

El mezquite forma parte del equilibrio ecológico de los desiertos mexicanos, ya que cuenta con un sistema de raíces profundas, que participan en la conservación del suelo y del agua, además por ser una leguminosa contribuye a nitrogenar el suelo.



Figura 2. *Prosopis laevigata*

En México los mezquites son considerados malezas, únicamente en algunas regiones del país, se aprecian sus cualidades, por lo que se busca contribuir al mejor aprovechamiento de este recurso natural, para ello se llevó a cabo una investigación aplicada [4], en la cual se determinó que, el mezquite tiene un enorme potencial agro- económico, pues se considera como un recurso multipropósito, a partir del cual se extrae material para la construcción, combustible, forraje y alimento, el cual presta una gran cantidad de servicios ecológicos y recreativos, (**Fig. 3**).



Figura 3. El uso racional del mezquite y su poda constante brinda múltiples beneficios al medio ambiente.

Es deseable hoy en día, aprovechar de la manera más eficiente posible los recursos naturales, en beneficio de la población, por ello, “Provaimez” nace con el objetivo de elaborar una gelatina con un alto contenido proteico, hecho a base de vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*), (Fig 4). Esto se realizará con el fruto de un árbol común del estado de Puebla, conocido como mezquite [5] el cual crece en abundancia y es desaprovechado en su totalidad. Nuestra hipótesis general es determinar si *Prosopis laevigata*, es una planta viable para ser empleada como el ingrediente principal de la gelatina.



Figura 4. Vaina de Mezquite.

El proyecto es viable a corto plazo, ya que no se tiene registro alguno de productos que se asemejen a este. La frecuencia del consumo de este producto es muy alta, ya que por ser un alimento agradable al paladar de los consumidores estos lo buscarán más, ya que puede ser empleado como desayuno, postre o *snack*. La actitud que se tiene hacia el producto es positiva, ya que es un producto nuevo, pero con muchos beneficios proteicos será muy buscado por personas que quieran mejorar su salud, al mismo tiempo que mejoraran su calidad de vida.

Es importante la búsqueda de fuentes nacionales de materias primas, que puedan sustituir en nuestro mercado a las materias primas importadas que emplea la industria alimentaria, ya que el contenido proteico de estas es menor. Una de sus grandes ventajas competitivas de Provaimez es que, al ser de origen vegetal, contiene fructosa en lugar de glucosa.

El impacto que tendrá en el estado de Puebla en el sector alimentario es positivo, ya que la proteína empleada al ser totalmente orgánica, se vuelve apta para toda la población en general, por ello también es considerada para ser distribuida en hospitales, con la finalidad de ser incluida en la dieta de pacientes con diabetes y obesidad e implementarla en la alimentación de todos los mexicanos, ayudando a combatir la desnutrición, producto de la pobreza que existe no solo en la población a nivel regional, sino nacional también. (Fig. 5).



Figura 5. Diseño de la marca del producto Provaimez.

Se busca obtener un buen posicionamiento dentro del mercado regional, satisfaciendo a todo cliente que adquiera nuestro producto. Así como superar cada vez más las expectativas de nuestros clientes en cuestión de calidad, innovación, higiene, confiabilidad y sobre todo en salud. Provaimez, fue pensado en ser un proyecto innovador, comprometido no solo con la comunidad, sino con el medio

ambiente, hasta el momento no existe registro en el IMPI y/o similares acerca de una gelatina de mezquite (Fig 6).



Figura 6. Estrategia de propiedad intelectual.

Materiales y métodos

Los materiales empleados son: bolsa negra de plástico, agua, desinfectante, mesa, comal de barro, licuadora, un recipiente para disolver contenido.

La recolección de la muestra de vainas se realizó exactamente en la Región de Chietla y Tehuacán, en el estado de Puebla. La gelatina tiene un proceso de producción artesanal, el cual está constituido por la entrada de materias primas, transformación de las mismas y una respectiva salida, la cual se da, cuando el producto ya está terminado y listo para envasar.

Las vainas se toman del árbol de mezquite, en este caso para la selección de la vaina, se toman todas aquellas que son de color amarillo y café claro, evitando tomar las vainas de color verdoso y café oscuro, ya que al no estar en su punto de madurez pueden agriar la demás harina, se colocaron en una bolsa negra y de papel, para su traslado. Las vainas recogidas entran al área de lavado, donde se recibe toda la materia prima, se procede a lavar toda la materia prima, esta se lava con agua y desinfectante para agua y alimentos, se agregan dos gotas de desinfectante por cada litro de agua empleada, se sumergen durante 15 minutos, ya que transcurrido el tiempo establecido la materia prima pasa al área de secado, donde se extiende toda la materia prima a lo largo de la mesa, se deja secar durante 20 minutos, se pasan a un comal de barro, con poca lumbre y se les da una ligera

vuelta, aquí se emplea el darle un ligero tostón, ya que este será el secreto del sabor que tendrá nuestra gelatina. Se continua con la molienda, se coloca un poco de vaina tostada en el vaso de la licuadora y se muele perfectamente hasta que sean convertidas totalmente en polvo, esto dará lugar a la deliciosa harina de mezquite, que tradicionalmente se le llama Péchita. Por cada kilo de Péchita obtenida, se agregará 200 gramos de grenetina, la grenetina solo es empleada para darle una consistencia más homogénea a nuestra gelatina. La vaina se comercializará en presentaciones de 200 y 500 gramos. La presentación de 200 gramos alcanza para 8 porciones y la presentación de 500 gramos para 20 porciones. La harina debe de mantenerse en un lugar fresco y seco.

Para elaborar nuestra gelatina, por cada litro de agua caliente se agregará un sobre de 200 gramos y para la presentación de 500 gramos, se agregan dos litros y medio de agua caliente, se debe disolver perfectamente, hasta que ya no exista presencia de gramos de la harina, se sirven en sus respectivos trastes, se dejan enfriar.

Para la elaboración de las mismas, se siguieron pruebas de control de calidad (normas técnicas):

- NMX-F-066-S. Determinación de cenizas en alimentos. NMX-F-068-S. Alimentos. Determinación de proteínas.
- NMX-F-083. Determinación de humedad en productos alimenticios.
- NMX-F-164-S. Alimentos para humanos. Especies molidas y similares. Determinación de materia extraña.

Resultados/Discusión de resultados

Los resultados que se presentan a continuación, se obtuvieron después de analizar la harina de mezquite en el laboratorio de la institución académica, dichos resultados son promedio, con una desviación estándar menor a 1.0, teniendo un intervalo de confianza del 95 %.

Tabla 1. Análisis Bromatológico de Vaina de Mezquite.

Contenido	%
Carbohidratos	14.58
Cenizas	3.28
Fibra cruda	55.22

Grasa cruda	0.76
Humedad	4.59
Proteína cruda	21.56

En la Tabla 1, se presenta en porcentaje, la cantidad obtenida de cada uno de los contenidos de la vaina de mezquite. Como se puede observar en la Tabla 1, se tienen valores altos en cuanto a proteína y fibra, lo que lo convierte en el alimento ideal para el ser humano.

Con la elaboración de esta gelatina, tendremos como resultado un producto de bajo costo, de fácil y rápida preparación pero con alto contenido nutricional, al alcance de los presupuestos familiares, (**Fig 7**). Se sugiere agregar fruta dentro de la gelatina, solo si así se desea.



Figura 7. Gelatina de Vaina de Mezquite.

Es un alimento apto para la población en general, ya que al ser de origen vegetal, no contiene glucosa, sino fructosa. Gracias al sabor dulce natural de la Péchita, este se convierte en el sustituto ideal de azúcar, lo que nos evita hacer uso de azúcares. Respecto a las propiedades, esta gelatina contiene considerables cantidades de minerales, vitaminas y abundantes fibras, las cuales resultan muy benéficas para las personas que padecen diabetes. Además de que son ricas en proteínas, regulan los niveles de azúcar en la sangre, siendo un alimento que está al alcance de todas las familias.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que si se logró el objetivo antes mencionado en la introducción, ya que si es posible elaborar gelatinas con alto contenido proteico, hechas a base de vaina de mezquite. Así como también se demostró que, la hipótesis planteada en el mismo apartado, es aceptada. Ya que la vaina del árbol de mezquite contiene gran cantidad de proteínas y fibra, por ello es perfecta para ser empleada como materia prima en la elaboración de gelatinas. Dicho proyecto está comprometido con el medio ambiente y con las comunidades en las que se desarrollará, ya que utilizamos y empleamos toda la materia prima que la naturaleza nos brinda, permitiendo aprovecharlos y no desperdiciarlos.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El aprovechamiento de la cáscara del mezquite, ya que la cáscara de la vaina, constituye el 56 % de esta.

La explotación total del mezquite, uso de las hojas del mezquite como pegamento, ya que por la consistencia de las mismas, se presta como aditivo.

Esta harina es un excelente complemento para cocinar, alta en proteínas y fibras dietéticas. El sabor dulce natural de la péchita la transforma en el sustituto ideal del azúcar.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Ingeniero Ramón García González, a quien me gustaría expresarle mi más sentido agradecimiento, ya que él fue mi guía en todo esto, contribuyendo con sus conocimientos, permitiéndome crecer, generando nuevos pensamientos y proyectos en mí, agradecer su paciencia, tiempo y dedicación que tuvo para que esto saliera de manera exitosa.

A mis hermanos, en especial, quiero hacer mención de mis padres, que siempre estuvieron ahí y que me apoyaron en todo momento a lo largo de mi investigación. También quiero agradecer a mi institución educativa, por brindarme todos los

recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido llegar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Muchas gracias a todos.

Referencias bibliográficas

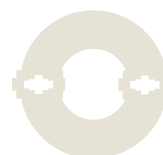
- [1] E. Martínez Meyer, J. E. Sosa Escalante y F. Alvarez, «El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección?», *Revista Mexicana de Biodiversidad*, pp. 1-9, 2014.
- [2] E. N. Rodríguez Saucedo, G. E. Rojo Martínez, B. Ramírez Valverde, R. Martínez Ruiz, M. d. I. C. Cong Hermida, S. M. Medina Torres y H. H. Piña Ruiz, «ANÁLISIS TÉCNICO DEL ÁRBOL DEL MEZQUITE (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) EN MÉXICO», *Ra Ximhai*, vol. 10, n° 3, pp. 173-193, 2014.
- [3] F. Corona Castuera, F. Gómez Lorence y E. G. Ramos Ramírez, «Análisis químico proximal de la vaina del mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *Torreyana*) en árboles podados y no podados, en diferentes etapas de fructificación», *Chapingo*, vol. 1, pp. 21-28, 2000.
- [4] M. G. Armijo Nájera, A. Moreno Reséndez, E. Blanco Contreras, V. J. Borroel García y J. L. Reyes Carrillo,
- [5] «Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.),» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 10, n° 1, pp. 113-122, 2016.
- [6] CONAFOR, «Uso del Mezquite como Fuente de Polisacáridos de alto valor agregado», *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo*, pp. 16-18, 2009.

Requerimientos para incrementar y fortalecer la instalación de empresas aeronáuticas en Puebla

Zempoaltecatl, Tlapanco-José Bryam,
Carrillo, Cortés-Carlos*, Gutierrez Rivera Roxana,
Sánchez Baez Rebeca, Mendoza Gonzalez Gregorio

^aUniversidad Politécnica de Puebla, Tercer Carril del Ejido “Serrano” s/n San Mateo Cuanalá. Juan C. Bonilla, C.P. 72640. Puebla.

*carlos1.carrillo@uppuebla.edu.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En los últimos años, la industria aeronáutica en México ha jugado un papel muy importante en el desarrollo tecnológico e industrial, de aquellas entidades federativas donde se ha instalado. Lugares donde se puede apreciar un trabajo colaborativo real entre empresas aeroespaciales, gobiernos estatales e instituciones de enseñanza e investigación, cuya alianza se conoce como TRIPLE HÉLICE. Y ha sido precisamente esa alianza la que ha posibilitado un exitoso desarrollo industrial de forma acelerada y sostenida, en entidades como Querétaro y Baja California (por mencionar algunas) considerados actualmente capitales del sector aeronáutico nacional.

Para el estado de Puebla, resulta imperante la reactivación económica y así mismo, un

mayor desarrollo de la economía; motivo por el cual surgió esta investigación. Por un lado, definimos lo qué es la industria aeronáutica en el país e identificamos cómo esta ha ayudado al desarrollo de otras entidades federativas influyendo favorablemente en todo aquello que gira a su alrededor.

Por otro lado, revisamos las fortalezas y áreas de oportunidad existentes en la entidad poblana con la intención de que las empresas T1, T2 y T3 ubicadas en el sector automotriz del estado, puedan ser partícipes en el sector aeronáutico. Proceso que daría inicio a través de una lista de cotejo propuesta por esta investigación en la que se consideran metódicamente criterios de evaluación de las empresas.

Palabras clave

Industria aeronáutica, Triple Hélice, desarrollo, empresas en Puebla

Abstract

In recent years, the aeronautical industry has played a very important role in Mexico, taking into account the technological and industrial development of the states where it has been placed. There, it can be perceived as an authentic collaborative task among aerospace companies, state governments, and educational and research institutions, whose Alliance is known as TRIPLE HÉLICE. It is relevant to point out it has been precisely this Alliance that has enabled successful industrial development in an accelerated and sustained manner in cities like Querétaro and Baja California which are currently considered capitals of the national aeronautical sector.

This research arose since Puebla is forced to have an economic reactivation and greater development of the economy. On the one hand, we defined what the aeronautical industry means to the country and we identified how it has helped the development of other states, influencing the very thing that revolves around it.

On the other hand, we studied the strengths and areas of opportunity that there are in Puebla thinking about T1, T2, and T3 companies located in the automotive sector of the state to be able to participate in the aeronautical sector. A process that would start through a checklist proposed by this research in which evaluation criteria of the companies are methodically considered.

Keywords

Aero nautical industry, Triple Hélice, development, companies in Puebla

Glosario de abreviaturas y símbolos

FEMIA, Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial.

TRIPLE HÉLICE, alianza entre empresas, academia y gobierno para actuar conjuntamente y lograr el desarrollo industrial de una entidad o región.

EMPRESAS T1, T2, T3, categorización de las empresas de acuerdo a su posición en la cadena de valor de un sector, teniendo una relación cliente-proveedor ascendente desde el proveedor T3, hasta la empresa armadora o ensambladora final.

PIB, Producto Interno Bruto, indicador económico de un país que mide la riqueza generada.

MRO, Mantenimiento, reparación, reacondicionamiento. En aviación es la reparación, el servicio o la inspección de una aeronave o componente de aeronave.

JIT, justo a tiempo

Introducción

El que una entidad de nuestro país cuente con industria aeronáutica o mejor aun aeroespacial, significa desarrollo económico, mayor empleo, puestos de trabajo mejor remunerados, producción y exportación, aportación al PIB, desarrollo de otros sectores de la economía y mejoras en las instituciones educativas que se involucran.

Por ello, esta investigación contiene un análisis sobre los requerimientos que la industria aeronáutica y aeroespacial exige a sus proveedores y si las empresas ubicadas en el estado de Puebla pueden aspirar a convertirse en parte de la Triple Hélice de este sector en México.

La industria aeroespacial en México ha mostrado un importante dinamismo durante los últimos años, tanto en exportaciones, como otras variables relevantes de empleo, inversión y producto interno, muestran tasas de crecimiento por arriba del promedio al resto de la industria manufacturera.

Algunos datos muestran que en los últimos diez años en el ámbito aeroespacial mexicano[1]:

- Crecieron 179.4 % las exportaciones de productos
- Se duplicó el superávit comercial
- Creció el PIB en 145 % en términos reales
- El empleo creció 2.3 por ciento

ACLARACIÓN: los datos aportados en esta sección, en su mayoría son antes del inicio de la pandemia y en otros especifica la fecha donde se muestra un proceso de recuperación para 2021.

Algunos de los beneficios económico-industriales que trae consigo la instalación de empresas en las entidades federativas se muestran en la **Figura 1**.

Exportación de más de 9,000 millones de dólares anuales
Crecimiento anual a tasas superiores al 14.4% en los últimos 15 años
Empleo, oportunidades de negocio y sinergias

Por otra parte, en la **Figura 2** se muestra uno de los últimos mapeos industriales formulados por FEMIA, en donde se puede observar un crecimiento importante de empresas en todo el país, llegando a 368 plantas en 19 entidades federativas, donde en Puebla se mencionan dos empresas, a diferencia de estados como Baja California con 97, Querétaro con 50 o incluso Oaxaca con una empresa[2].



Figura 2. Distribución de empresas aeronáuticas y aeroespaciales en la República Mexicana (Femia)

Por otra parte, queremos destacar las ventajas adquiridas para las regiones con industria aeronáutica en tema de empleo; diferentes indicadores muestran un crecimiento importante en personal ocupado en este sector industrial [3], como se ve en la gráfica de la **Figura 3**. El sector aeronáutico estratégicamente trae importantes beneficios en el empleo y salariales en las regiones donde se ha instalado, FEMIA, considera que las remuneraciones salariales son 1.5 veces más que el resto de las manufacturas [2].

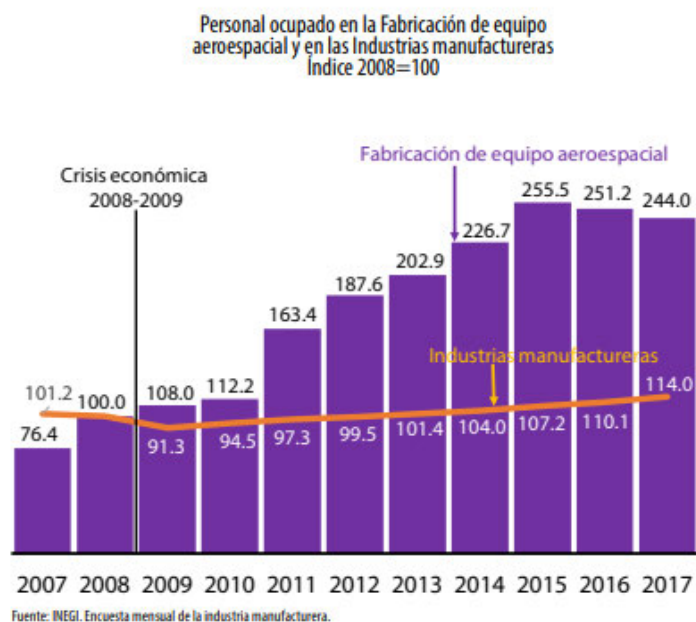


Figura 3. Gráfica de comportamiento del personal ocupado en el sector aeroespacial (INEGI)

Por los indicadores económicos que muestran los importantes beneficios y ventajas que obtiene una entidad de nuestro país, al participar en la industria aeronáutica o aeroespacial, podemos sostener que a Puebla le conviene incursionar en este sector manufacturero, ya que podría beneficiarse con más y mejores empleos, incrementar la aportación al PIB y a las exportaciones, crecimiento y sinergia industrial, crecimiento y desarrollo tecnológico y académico en sus universidades. A continuación, analizamos si la entidad poblana puede ser competitiva en el sector con las empresas que tiene actualmente.

En Puebla se cuenta con 2 armadoras automotrices internacionales y con más de 300 empresas nacionales e internacionales T1 y T2 que les surten componentes, ensambles y conjuntos, en su mayoría bajo esquemas JIT, con muy aceptables niveles de calidad y bajo costo. La industria automotriz poblana, cuenta con más de 45 años de experiencia y con personal altamente entrenado y comprometido. Más de 100 universidades (antes de la pandemia) formadoras de cuadros a nivel técnico, licenciatura y postgrado que imparten diferentes programas de ingeniería que pueden atender satisfactoriamente procesos de autopartes.

Por todo lo anterior, nuestra hipótesis fundamental es que en Puebla existen las condiciones propicias para iniciar los análisis entre las empresas de autopartes poblanas, hacia aeropartes o módulos ensamblados para las grandes empresas OEM o T1 instaladas en México o fuera del país. De la misma manera, analizaremos los requerimientos con base a las normas correspondientes que las grandes empresas exigirían y evaluarían a sus nuevos proveedores y empezar a formular listas de cotejo y chequeo que puedan ayudar a las empresas a ser evaluadas y se determine lo que tienen y lo que les falta para entrar a ese sector manufacturero.

Materiales y métodos

Es necesario comentar que una investigación de este tipo necesita partir del escenario internacional de las empresas que fabrican aviones, su impacto económico, su cadena de valor y la situación de los países y empresas que conforman dicha cadena. De ahí evaluar la situación de México, es decir, cómo ha crecido y qué problemas ha enfrentado, para finalizar revisando las fortalezas y oportunidades que tiene un estado como Puebla y se pueda determinar la factibilidad de nuestra hipótesis.

Finalmente, del análisis de las empresas, procesos, normas y requisitos solicitados a las empresas aeronáuticas y aeroespaciales, generar criterios y un instrumento

de evaluación que interna o externamente le ayude a las empresas a determinar cómo se encuentran actualmente, con sus fortalezas y debilidades y qué hacer para incursionar en este sector manufacturero.

Según FEMIA [2], México presenta importantes ventajas para las grandes empresas manufactureras aeroespaciales, como:

1. Posición geográfica. Estados Unidos es el principal mercado a nivel mundial de la industria aeroespacial.
2. Tratados comerciales. México es uno de los países con más acuerdos comerciales celebrados, lo que genera mayor acceso a mercados.
3. Experiencia en otros sectores industriales de alta tecnología como el sector automotriz, eléctrico y electrónico.
4. Mano de obra calificada.

Por su parte, las principales exportaciones son:

- El 76 % hacia Estados Unidos
- El 6.1 % hacia Canadá
- El 5.9 % hacia Alemania

En estos esquemas es fácil sostener la incursión exitosa de México en este sector, por su parte, habría que añadir que la industria aeroespacial mundial donde se incluye la manufactura de aeronaves, aeropartes y servicios MRO ha formulado pedidos a las empresas mexicanas muy ambiciosos, por mencionar dos ejemplos, Boeing y Airbus (hasta antes de pandemia) tenían pedidos en ese momento que representaban siete años de actividad productiva para cada una [4]. En la **Figura 4** se muestran las principales empresas globales del sector aeronáutico, en donde cuatro líneas son de Estados Unidos.

Sin duda la pandemia mundial del COVID-19, frenó de manera dramática las actividades económicas, los viajes aéreos, así como las operaciones de manufactura aeronáutica. Sin embargo, la reactivación lograda en 2021 y los pronósticos existentes prefiguran escenarios favorables que nos permiten esperar una reactivación del sector industrial, reinicio de pedidos y crecimiento de la demanda de aeropartes, por ello es fundamental estar buscando alternativas de mejora económica e industrial para Puebla en esta área.



Figura 4. Algunas de las más importantes empresas globales del sector aeroespacial.
Fuente: elaboración Propia.

Por otra parte, en el ámbito nacional la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, excelente ejemplo de lo que puede lograr la coordinación de las empresas, el gobierno y los sectores académicos, alianza que es denominada la TRIPLE HÉLICE, presenta e implementa el “Proaereo 2012-2020 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial”[4] para tener el análisis completo del entorno aeroespacial, estadísticas, metas, análisis FODA, Benchmarking, formulación de las estrategias y de las líneas de acción para consolidar al sector manufacturero y lograr objetivos altamente ambiciosos como ubicar al país entre los primeros diez lugares a nivel internacional en materia de exportaciones. Es importante recalcar que FEMIA y los miembros de la Triple Hélice mexicana han actualizado de manera global los planteamientos iniciales del Proaereo 2012-2020. En [5] se pueden encontrar información de la actualización 2017.

Es importante mencionar que FEMIA, brinda toda una gama completa de servicios de apoyo, asesoría, capacitación, gestión y promoción hacia las empresas del sector en México, para tener una completa visión de estas actividades se puede consultar el video referenciado en [6].

Por lo que toca a Puebla, FEMIA reconoce a dos empresas que de manera directa hacen manufactura aeroespacial:

AVIPRO FABRICANTES (municipio de Atlixco)
ARITEX CADING MEXICO (Parque Industrial FINSA).

Sin embargo, en el ámbito industrial automotriz, Puebla se ha posicionado como cuarto estado en importancia a nivel nacional. Se ubican 2 armadoras o empresas OEM y más de 300 fábricas de aeropartes T1 y T2.

El desarrollo industrial logrado en Puebla ha permitido ofrecer las ventajas mostradas en la **Figura 5**. Lo que nos permite sostener que las empresas actuales de las diferentes zonas y parques industriales poblanos pueden incursionar exitosamente en el sector aeroespacial nacional.

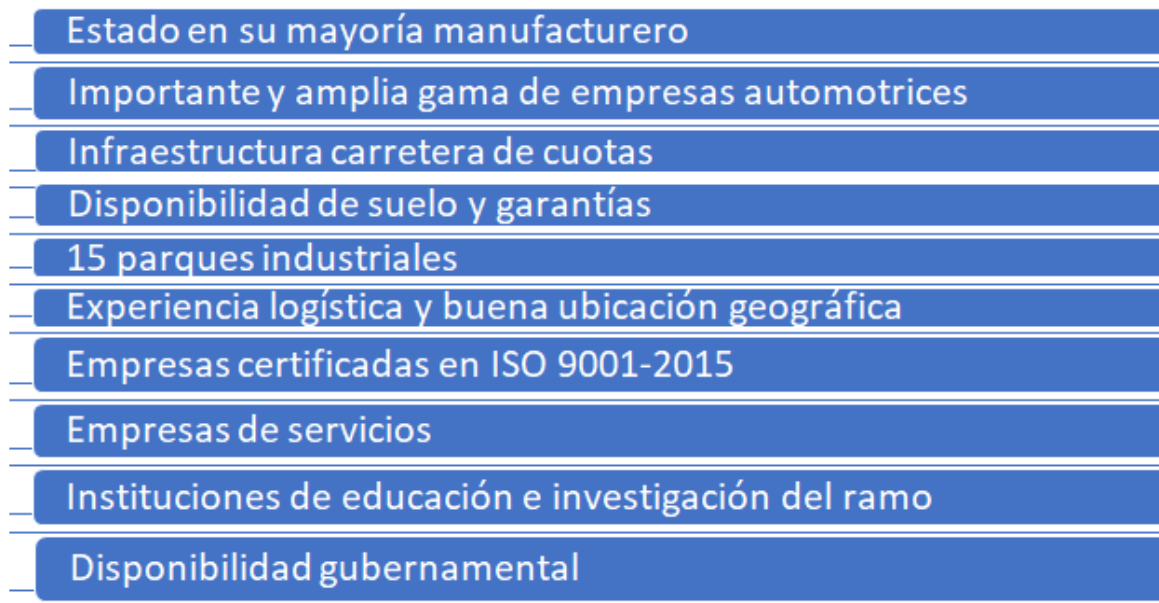


Figura 5. Ventajas que ofrece Puebla a la industria.

Fuente: Elaboración Propia.

Hay que puntualizar que la cadena de valor del sector aeroespacial se compone de los elementos mostrados en la **Figura 6**, según el Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial [4].

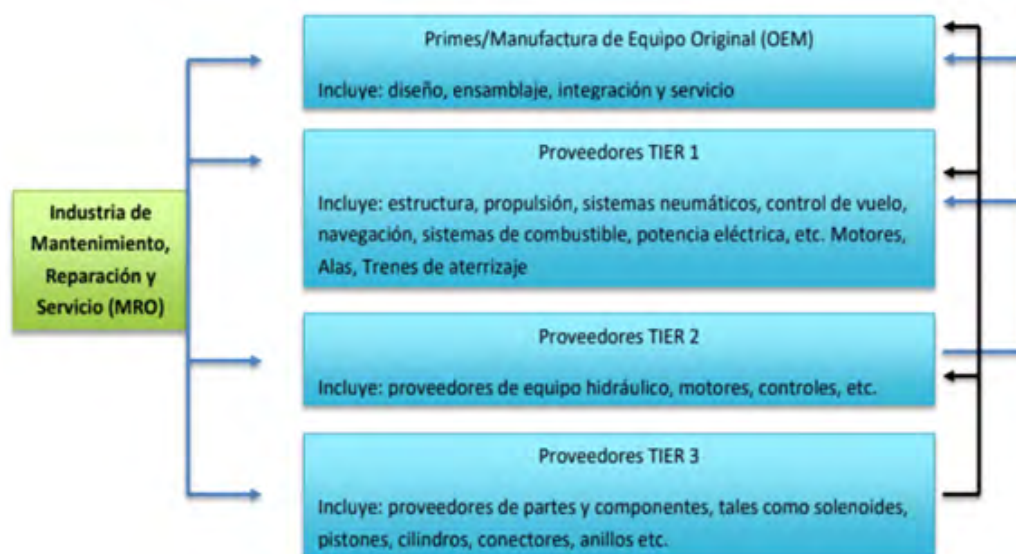


Figura 6. Cadena de Valor de la Industria Aeroespacial, PEIA 2021-2020.

Se tienen identificados, según INEGI en el documento “Conociendo a la industria aeroespacial” [3], 206 productos diferentes en función de una clasificación de fracciones arancelarias para la industria aeroespacial, donde se encuentran desde arneses, maquinados, elementos estructurales, hélices, trenes de aterrizaje, aeroestructuras, etc. **Figura 7**, que bien podrían ser productos manufacturados por las empresas poblanas.

46	7009.10.04	Reconocibles para naves aéreas. (Espejos de vidrio enmarcados, retrovisores)
47	7019.39.01	Reconocibles para naves aéreas. (Fibras de vidrio y manufacturas de esta materia)
48	7304.51.08	Reconocibles para naves aéreas. (Tubos estirados o laminados en frío)
49	7315.11.02	Reconocibles para naves aéreas. (Cadenas de eslabones articulados y sus partes)
50	7318.15.01	Reconocibles para naves aéreas. (Los demás tornillos, tuercas, pernos y arandelas)
51	7318.16.01	Reconocibles para naves aéreas. (Tuercas)
52	7318.19.01	Reconocibles para naves aéreas. (Los demás tuercas)
53	7318.21.01	Reconocibles para naves aéreas. (Arandelas de muelle, resorte y las demás de seguridad)
54	7318.22.01	Reconocibles para naves aéreas. (Las demás arandelas)
55	7318.23.01	Reconocibles para naves aéreas. (Remaches)
56	7318.24.02	Reconocibles para naves aéreas. (Pasadores, clavijas y chavetas)
57	7318.29.01	Reconocibles para naves aéreas. (Los demás pasadores, clavijas y chavetas)
58	7320.10.01	Reconocibles para naves aéreas. (Muelles, ballestas y sus hojas de hierro o acero)
59	7320.20.02	Reconocibles para naves aéreas. (Muelles, resortes helicoidales)
60	7320.90.01	Reconocibles para naves aéreas. (Los demás muelles, resortes helicoidales)
61	7322.19.01	Para naves aéreas. (Los demás radiadores)
62	7322.90.01	Reconocibles para naves aéreas, incluidas sus partes. (Los demás radiadores)
63	7325.10.04	Reconocibles para naves aéreas. (Manufacturas moldeadas de fundición, hierro o acero)
64	7325.99.03	Reconocibles para naves aéreas. (Las demás manufacturas moldeadas de fundición, hierro o acero)
65	7326.19.09	Reconocibles para naves aéreas. (Las demás partes)
66	7326.20.03	Reconocibles para naves aéreas. (Manufacturas de alambre de hierro o acero)
67	7326.90.10	Reconocibles para naves aéreas. (Las demás manufacturas de alambre de hierro o acero)
68	7415.10.01	Reconocibles para naves aéreas. (Puntas, clavos y chinchetas)
69	7415.29.01	Reconocibles para naves aéreas. (Las demás arandelas de muelle)
70	7415.33.01	Reconocibles para naves aéreas. (Los demás tornillos, pernos y tuercas)
71	7415.39.01	Reconocibles para naves aéreas. (Los demás tornillos)
72	7419.91.03	Reconocibles para naves aéreas. (Manufacturas de cobre)

Figura 7. Segmento de lista de 206 productos de diferente naturaleza que requiere la industria aeroespacial. INEGI (3)

Por su parte, hay que mencionar que la industria aeroespacial en México requiere proveedores que le den servicio y aeropartes en tres grandes grupos de actividades:

1. Actividades de ensamble y manufactura
2. Actividades de MRO (mantenimiento y reparación de aeronaves)
3. Actividades de diseño e ingeniería

No hay que olvidar que los retos automotrices han obligado a la industria poblana a contar con empresas que procesen piezas de diferentes tipos y características como plásticos o polímeros, metales y no metales, poliuretanos, fundiciones, partes de vidrio, arneses, estampados de lámina, recubrimientos superficiales, ensamblajes, soldadura, etc. y que los requerimientos de las armadoras automotrices son muy estrictos, con certificaciones en diferentes normatividades, auditorías constantes, entregas JIT y constante disminución de costos. Esto también ha generado que los centros de enseñanza crezcan, se diversifiquen y se superen desde la creación de carreras del ramo, principalmente ingenierías, formación de técnicos y ejecutivos para la alta dirección. Todo lo anterior nos hace concluir, que técnicamente, las empresas manufactureras automotrices T1, T2 y T3, si pueden incursionar y competir exitosamente en el mercado nacional aeroespacial, en la medida que las condiciones de salida de crisis se los vayan permitiendo.

Resultados/Discusión de resultados

Con toda la información anterior, y teniendo la certeza o factibilidad técnica de que las empresas industriales manufactureras poblanas pueden competir en la industria aeroespacial, proponemos la siguiente ruta de trabajo.

- Crear un equipo multidisciplinario formado por académicos, representantes de las empresas interesadas, áreas de la Secretaría de Economía y otras dependencias del Gobierno del estado Puebla, estudiantes, practicantes y egresados de diferentes ingenierías que oferta nuestra universidad y sobre todo, los ingenieros industriales que manejan áreas de calidad, producción, logística y metrología para liderar a los equipos.
- Seleccionar un grupo de empresas poblanas que evaluemos inicialmente en base a las actividades descritas en la figura 8, para luego evaluar de manera detallada bajo listas de chequeo las características, competencias y habilidades que tenga cada una.

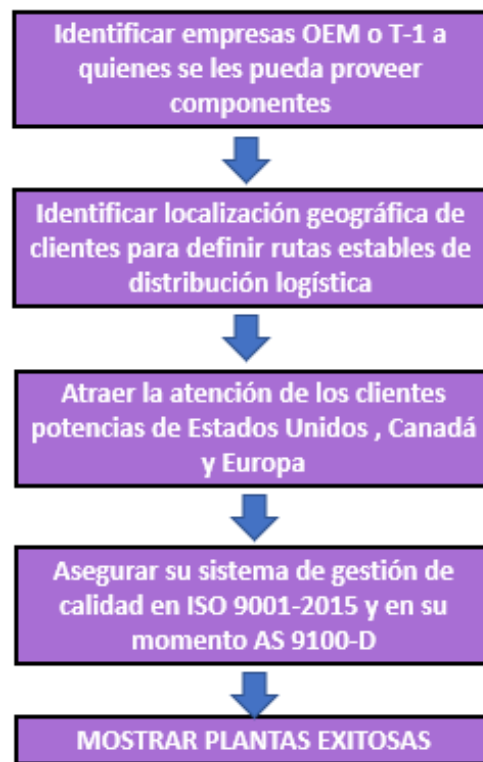


Figura 8. Puntos o características iniciales de evaluación de empresas.
Fuente: elaboración propia.

- Tomando como base lineamientos marcados en las normas ISO 9001-2015 [7] y la norma especial para la industria aeroespacial, AS9100-6 [8], determinamos 18 criterios que pensamos cualquier empresa OEM o T-1 puedan exigirle a su posibles proveedores.

A continuación, en la figuras 9 se observan descritos los criterios considerados.



Figura 9. 18 criterios para elaborar listas de chequeo para evaluación de empresas.
Fuente: Elaboración propia.

- La temática de los criterios de evaluación descritos en la figura 9, serían los temas mandatorios para que de cada uno de ellos, se elabore una lista de chequeo que verifique o cuestione de manera muy precisa y detallada cómo funcionan en la planta los procesos, el control de los materiales, el recurso humano, la documentación y trazabilidad requerida, la cultura organizacional y todos los factores involucrados en la operación de la planta y que pensamos puedan incidir en los resultados de confiabilidad que espera una empresa aeroespacial de sus proveedores.

En la **Figura 10**, podemos observar un ejemplo de lista de chequeo donde se evaluarán en una o dos ocasiones los temas relevantes que la normatividad correspondiente verifica a las empresas manufactureras del sector aeroespacial.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA DETERMINAR UNA EMPRESA PUEDE INCURSIONAR EN LA MANUFACTURA DE PARTES PARA EL SECTOR AERONAUTICO					 	
LISTA DE CHEQUEO						
CONTROL DE LOS PROCESOS						
NUM.	VARIABLE A CUESTIONAR	1a.		2a.		OBSERVACIONES
		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
		SI	NO	SI	NO	
1	Los procesos de manufactura de la organización muestran congruencia entre lo documentado y lo que hacen en la práctica?					
2	Existen mecanismos consistentes para el registro, control y eliminación del scrap que se genera en la línea de producción?					
3	Hay un control estricto de los parámetros determinantes del proceso productivo, se registra y se evalúa sistemáticamente?					
4	Los operadores del piso de producción muestran conocimiento y compromiso con las políticas de calidad de la empresa?					
5	Se cumplen de manera sistemática los requisitos de calidad del producto documentados y se muestran evidencias de ello?					
6	Hay evidencias sólidas de realizar planes de mantenimiento preventivo, predictivo y productivo en las líneas de producción?					
7	Existe una definición y control estricto de los materiales productivos y los de desecho y de scrap en la línea de prod.					

Figura 10. Lista de chequeo para el control de los procesos.

Fuente: Elaboración propia.

Después de estas verificaciones, identificación de áreas de oportunidad, subsanar las inconsistencias y estabilizar y/o estandarizar las operaciones, podemos hablar de que existe técnicamente la factibilidad de incursionar estas empresas poblanas en el sector aeronáutico y aeroespacial mexicano.

Vale la pena aclarar que el tema financiero y de inversión, entra en otros ámbitos de decisión de la empresa, que contando con dichos recursos financieros se podrá entablar entrevistas, visitas o convenios para ofrecer los servicios a las empresas objetivo.

Conclusiones

Como se ha demostrado a lo largo de la investigación, el potencial de desarrollo y beneficios en todas las índoles económicas, tecnológicas, educativas y empresariales, entre otras, que puede generar el incursionar en la industria aeronáutica y/o aeroespacial, es bastante amplio y representa para una entidad como Puebla, con un desarrollo, de la estrategia *know-how*, instituciones educativas, personal altamente capacitado, empresas proveedoras y armadoras automotrices una gran oportunidad para despegar y avanzar de manera muy competente y sostenida para los próximos meses y años.

Por tal motivo, la principal conclusión de esta investigación es que en nuestra entidad existen condiciones favorables para intentar el ingreso de empresas de autopartes al sector aeroespacial.

Es importante mencionar que no se debe de perder de vista las condiciones económicas de las empresas poblanas debido a la crisis de pandemia mundial sufrida los últimos 14 o 15 meses.

Iniciar la incursión de más empresas, adicionales a las dos existentes (Avipro Fabricantes y Aritex Cading México), indudablemente ayudará a diversificar el talento automotriz de las empresas de Puebla, aportar a la recuperación y despegue económico de la entidad, desde luego atraer inversión, crecimiento y mejoramiento de empleos bien remunerados para los poblanos, entre otras muchas ventajas a obtener.

Como recomendación, proponemos una lista de criterios que las empresas de autopartes poblanas pueden ir revisando, para determinar cambios y planes de

mejora, para que cuando las condiciones económicas lo permitan puedan iniciar un proyecto de integración a la TRIPLE HÉLICE AERONÁUTICA NACIONAL.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El alcance planteado en esta investigación va más allá de lo presentado hasta ahora, el tiempo disponible nos permitió desarrollar 4 listas de chequeo de 18 criterios a evaluar. Nos queda de tarea seguir evaluando la norma AS9100-D e ISO 9001-2015 para contar con criterios más apegados a las normas y alimentar las listas de chequeo. Estas tareas las cubriremos en los siguientes 4 meses y al mismo tiempo, buscaremos o solicitaremos aplicar los cuestionarios, listas de cotejo o verificación a 10 empresas del Clúster Automotriz Zona Centro quien agrupa a las más importantes empresas de las zonas industriales de Puebla y Tlaxcala, para lo cual ya estamos en búsqueda de reuniones de trabajo con el Ing. Ulrich Thoma K. director de dicho Clúster.

Agradecimientos

A FEMIA y a todas la empresas, instituciones gubernamentales y a los centros de investigación y universitarios que han conformado y fortalecido la TRIPLE HÉLICE MEXICANA.

Referencias bibliográficas

- [1] E. Perla (2021, Abr. 12). Mexico Industry. [Online]. Disponible en https://mexicoindustry.com/noticia/impulsa-nuevo-leon-desarrollo-aeroespacial-se-renueva-el-monterrey-aerocluster-?utm_source=facebook&fbclid=IwAR3Sj35WDMXK5ne_Mu4-dAfOHWPncy_pdZLHHkvvf9kyPb7XDtvkbLP_H4
- [2] FEMIA (2020, Oct. 9). Desarrollo de la Industria Espacial en México. [Online]. Disponible en :<https://femiamx.com/#/-inicio-4-2/>
- [3] INEGI (2018, Mar. 30). Conociendo a la industria aéreo espacial. Colección de estudios sectoriales y regionales. [Online]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825100872.pdf
- [4] FEMIA (2012, Marzo). Proaereo 2012-2020 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial. [Online]. Disponible en :https://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/proaereo_bueno.pdf
- [5] J. Castellanos (2017, Sept. 7) Revista A21 Mx. [Online]. Disponible en: <https://a21.com.mx/aeronautica/2017/09/07/plan-pro-aereo-20-nueva-ruta-mismo-destino>
- [6] FEMIA (2020, Oct. 9). Desarrollo de la industria espacial en México. [Online]. Disponible en :<https://www.youtube.com/watch?v=h1yumxsD0bM&t=5s>
- [7] Norma Internacional ISO 9001 Quinta Edición (2015, Sept. 15). Publicada por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza.
- [8] Perry Johnson Consulting Inc. Quality Management Systems-Requirements for Aviation, Space, and Defense Organizations An Executive Overview. [Online] Disponible en: https://www.pjcinc.com/Downloads/AS9100D_exov.pdf



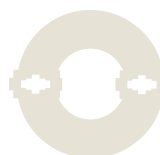
Revestimiento de nanopartículas de TiO_2 para la conservación del centro histórico de la ciudad de Puebla

Hernández Monsalvo Antonio, Castillejos Mosqueda Sandra Leticia

Universidad de las Américas Puebla, Exhacienda Santa Catarina Mártir s/n, San Andrés Cholula, C.P. 72810, Puebla, Puebla.

^aantonio.hernandezmo@udlap.mx

^bsandra.castillejos@udlap.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La conservación del patrimonio del centro histórico de la ciudad de Puebla es de gran importancia, es por ello que este trabajo evalúa la viabilidad de aplicar recubrimientos de nanopartículas de óxido de titanio (TiO_2 NPs) a obras y monumentos coloniales, con el fin de protegerlos de agentes naturales como exposición a radiación ultravioleta (UV), la humedad y agentes humanos

potencialmente perjudiciales. Se describen los métodos y resultados reportados de la síntesis, por el método sol-gel, y caracterización por diversas técnicas de las TiO_2 NPs, así como de pruebas de funcionalidad a las que son sometidos los recubrimientos para evaluar sus propiedades anti-deterioro y desempeño ante condiciones que simulan la intemperie a largo plazo.

Palabras clave

Dióxido de titanio, nanopartículas, revestimientos, patrimonio arquitectónico.

Abstract

The conservation of the Historical Center of Puebla is of great importance, due to the architectural importance of its buildings, that is why this work evaluates the feasibility of applying TiO_2 NPs coatings to colonial edifications and monuments to protect them from potentially harmful natural and human agents. The methods and reported results of the synthesis by the sol-gel method, and characterization by various techniques of the TiO_2 NPs are described, as well as the functional tests to which the coatings were subjected to evaluate their anti-deterioration properties and performance against conditions that simulate long-term weathering.

Keywords

Titanium dioxide, nanoparticles, coatings, architectural heritage.

Glosario de abreviaturas y símbolos

SiO_2 NPs, Nanopartículas de sílice (dióxido de silicio)	nm, nanómetros (1×10^{-9} metros)
TiO_2 NPs, Nanopartículas de dióxido de titanio	Mm, litros de agua caídos por unidad de superficie (m^2)
UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	CVD, Deposición de vapor químico, por sus siglas en inglés
UV, ultravioleta	DLS, Dispersión dinámica de la luz, por sus siglas en inglés
OH^- , hidroxilo	FT-IR, Espectroscopía infrarroja por transformación de Fourier, por sus siglas en inglés
g, gramo	TEM, Microscopía de transmisión electrónica, por sus siglas en inglés
L, litro	XRD, Difracción de rayos X, por sus siglas en inglés
m^2 , metros cuadrados	

Introducción

La Heroica Puebla de Zaragoza, es una ciudad fundada en 1531 cuyo centro histórico se destaca por la arquitectura colonial, tanto cívica como religiosa, representativa del siglo XVI, y que fue nombrada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO el 11 de diciembre de 1987 [1]. Es por ello, que la preservación de este patrimonio debe ser una prioridad, ya que del mismo se desprende importante información acerca de la historia, estilo de vida, conocimiento, arte y cultura de la ciudad durante la época colonial. Sin embargo, este patrimonio se encuentra en un riesgo de deterioro potencial en todo momento.

El clima presente en el estado de Puebla es en su mayoría templado subhúmedo, mismo que se presenta en la región central del estado, las precipitaciones se presentan generalmente en los meses de julio y octubre, llegando a una precipitación media de 1 270 mm anualmente. Y temperatura máxima promedio es mayor a 28 °C y la mínima promedio es menor a 7 °C. [2] Haciendo que las principales amenazas del deterioro ante condiciones naturales sean la exposición a los rayos UV a largo plazo, y la acumulación de humedad, la cual conlleva a la formación de bacterias y de hongos. Por otro lado, considerando el factor humano, los daños causados por pinturas en aerosol, incendios, efectos de la contaminación, abandono, entre otros hacen vulnerables a las construcciones coloniales, cuya antigüedad hace que cada vez sea más difícil el mantenimiento, limpieza y conservación de estas.

Los materiales originales con los que fueron construidas la mayoría de las edificaciones coloniales del centro histórico de la ciudad de Puebla son piedra braza, cantera, caliza, adobe, y maderas de pino y encino, conforme fueron avanzando los años, nuevos materiales fueron añadidos a los inmuebles como el cemento [3]. Las propuestas de recubrimientos protectores para edificios y monumentos históricos han dado una posible solución al problema del desgaste por exposición a la intemperie, generalmente lo más utilizado para la protección de dichas obras son membranas hidrofóbicas basadas en polímeros y resinas. La desventaja de estas membranas es que su durabilidad se ve reducida por la exposición a la radiación solar, además de que afectan la estética de las construcciones, ya que generalmente alteran el aspecto de las superficies como el color y textura [4].

La nanotecnología es una ciencia joven, en la cual se desarrolla el estudio, la manipulación, los procesos de fabricación y tecnologías de identificación de la materia a escalas nanométricas, generalmente entre uno y cien nanómetros. A este

tamaño los materiales presentan propiedades físicas y químicas completamente nuevas, esto permitirá el desarrollo de la siguiente generación de materiales con un gran potencial de aplicación en muchos sectores diferentes, uno de ellos es la creación de delgadas películas para la protección y mejora del funcionamiento de distintos tipos de superficies y materiales [5].

La nanotecnología ha sido ampliamente usada para la restauración y protección de diversos materiales, en años recientes, ha llamado la atención de científicos y especialistas por ofrecer nuevas opciones y métodos menos invasivos, pero siendo igual o hasta más efectivos. Esto es de gran utilidad, sobre todo para la conservación de obras históricas y artísticas, siendo que su naturaleza demanda que la obra se vea lo menos afectada en su estética durante el proceso de mantenimiento o restauración [6]. Para el caso de obras arquitectónicas, se han desarrollado varias alternativas empleando nanotecnología para su cuidado, siendo los recubrimientos “coatings” basados en TiO_2 NPs y nanopartículas de óxido de silicio (SiO_2 NPs) los mayormente utilizados, ya que estos dotan a la construcción con propiedades hidrofóbicas y antibacterianas, además de que gracias a sus características son capaces de bloquear los rayos UV, haciendo que las edificaciones resistan mejor a la exposición de esta radiación, pero respetando las propiedades ópticas que aseguran el no alterar el color ni relieve de las superficies [7].

De acuerdo con Elena David et. al., ambos tipos de nanopartículas se han empleado para recubrir y proteger a los materiales usados en las obras históricas, cada una de las partículas brindan diferentes propiedades a la superficie tratada. Reportan que las SiO_2 NPs generan una resistencia al fuego, hidrofobicidad, resistencia a rayaduras, protección contra microorganismos y acciones de autolimpieza sobre donde fueron aplicadas; mientras que las TiO_2 NPs abarcan toda esta gama de cuidados, más una protección adicional ante la radiación UV, ya que se evita la decoloración y da estabilidad dimensional [8].

Existen diferentes métodos de síntesis para la obtención de estas nanopartículas como, por ejemplo, el método de sol-gel basado en reacciones de hidrólisis y condensación, el método solvothermal usando solventes a temperaturas y presiones elevadas y deposición de vapor químico donde las NPs son depositadas sobre un sustrato, por mencionar algunos de los más empleados. Cada una de estas rutas de síntesis genera partículas con diferentes características y rendimientos [9].

De acuerdo con Goffredo y Munafò [10], la manera de aplicar los recubrimientos basados en TiO_2 NPs sobre las superficies es primero preparando una suspensión

coloidal acuosa de las nanopartículas, gracias a que la solución es base agua, esta suspensión es compatible con las superficies tratadas. Puede aplicarse de dos maneras, ya sea en forma de aerosol con ayuda de un atomizador especial, o aplicarla directamente a la superficie con ayuda de una brocha o rodillo. Los recubrimientos de TiO_2 NPs han reportado un gran éxito en la protección de distintos tipos de piedra, madera y cemento, gracias a sus propiedades físicas y químicas que hacen posible que se adhieran a los distintos tipos de materiales y se adentren en los poros de la superficie, logrando una protección mayor.

Existen pruebas específicas para probar la funcionalidad en general de estos recubrimientos ya aplicados sobre las superficies de construcción, un ejemplo es el desgaste por exposición a la luz solar, para simular estas condiciones se utilizan lámparas de radiación UV que se apuntan a la superficie tratada por periodos de tiempo específicos, para ver cómo reacciona la cubierta; otro ejemplo utilizado para medir las propiedades hidrofóbicas y de autolimpieza, es en el que se preparan soluciones con colorantes específicos para simular la suciedad a la que estarán expuestos los materiales, estas y otro tipo de pruebas se realizan durante diferentes periodos de tiempo previamente establecidos, y bajo condiciones atmosféricas conocidas, para saber el comportamiento a largo plazo que tendrán los recubrimientos expuestos a la intemperie [10].

Con base a lo descrito anteriormente, este trabajo se basa en la síntesis TiO_2 NPs, ya que aportan un cuidado más integral para los edificios históricos; la síntesis se realizará por medio del método de sol-gel, debido a que puede ser llevado a cabo a temperatura ambiente, no necesita rangos de temperatura y presión extremos, produce un buen rendimiento de producto funcional para el objetivo y es atractivo por sus bajos costos de producción. Finalmente, se pretende también probar que los revestimientos basados en estas TiO_2 NPs son una opción viable para la protección de los edificios y monumentos con valor histórico y cultural para el centro histórico de la ciudad de Puebla.

Materiales y métodos

Con base a la síntesis descrita por Mosquera et. al (2015) se emplearán Oxisulfato de titanio (IV) hidratado (Sigma-Aldrich, $\geq 29\%$), como precursor del TiO_2 y una solución de hidróxido de amonio (Sigma-Aldrich, 28.0-30.0 %) como agente oxidante, además de etanol puro (200 proof, ACS reagent, $\geq 99.5\%$). Todos los reactivos fueron utilizados sin tener ningún proceso de preparación previo.

Síntesis

Se disuelve el precursor en agua destilada a temperatura ambiente en un proceso de hidrólisis y agitación constante, para posteriormente agregar el agente oxidante hasta observar la formación de un precipitado, lo que es una reacción de condensación. Este precipitado es lavado y filtrado para eliminar cualquier impureza. Posteriormente, se somete a dos tratamientos distintos, en el primer tratamiento se agrega una disolución caliente de etanol y agua, y se mantiene a temperatura y agitación constante por una hora, mientras que para el segundo tratamiento se agrega una disolución de peróxido de hidrógeno al 30 % w/w y se somete a reflujo a 100 °C durante dos horas. Lo obtenido de ambos tratamientos es calcinado bajo dos condiciones, a 300 °C durante 30 y 60 minutos y a 500 °C durante el mismo periodo de tiempo [9].

Caracterización

La caracterización de nanopartículas es posible utilizando diversas técnicas de espectroscopía y microscopía las cuales revelan información acerca de las nanopartículas, como su tamaño y morfología. Las NPs se analizaron mediante un equipo de dispersión dinámica de luz (DLS) Brookhaven 90 Plus, el equipo para obtener el espectro de infrarrojo por transformada de Fourier (FT-IR) fue un Perkin Elmer Spectrum 100, un microscopio de transmisión electrónica (TEM) Tecnai G2 Spirit Twin de FEI brindó imágenes de la morfología de las NPs y la caracterización por difracción de rayos X (XRD) se llevó a cabo en un difractómetro Empyrean de Panalytical. Para todas las técnicas que requerían la muestra en forma de solución, se empleó etanol como disolvente [9].

Pruebas de funcionalidad

Battista y Munafò (2015) realizaron un experimento para medir las propiedades hidrofóbicas y de autolimpieza, en el que se disuelve Rodamina B (colorante violeta) en agua, con una concentración 0.05 g/L. El recubrimiento de NPs fue aplicado sobre una muestra de piedra caliza porosa y piedra braza y se dejó secar, posteriormente la muestra fue bañada con la solución de colorante esto se repitió después de 24 horas para ver la efectividad a largo plazo.

De igual manera para evaluar la respuesta del revestimiento tras la exposición a los rayos UV, la piedra ya con el recubrimiento fue expuesta durante mil horas a una lámpara que irradia luz UV con longitud de onda de 350-400 nm simulando la

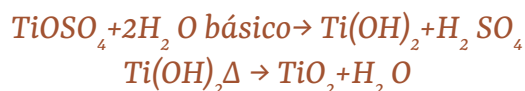
radiación solar a la que estaría expuesta a la intemperie de Florida durante nueve meses, la temperatura y la humedad relativa fueron controlados a 18, 9-20, 5° C y de 54, 2 % a 57, 2 %. Finalmente se evaluó el cambio de coloración presentado por la superficie antes y después de la aplicación del recubrimiento, así como el cambio generado tras la exposición a la radiación y al baño de pigmento. Para ambos experimentos se aplicó el recubrimiento por atomización en un espacio cerrado, las piedras usadas como muestra fueron piedra caliza porosa y piedra braza. Es importante mencionar que para un óptimo funcionamiento se recomienda el aplicar tres capas de la solución coloidal, esto para asegurar la extensión uniforme de las NPs sobre la superficie.

Resultados/Discusión de resultados

Síntesis

Usualmente para la síntesis de estas NPs se trabaja con metales inorgánicos complejos como precursores del Ti, pero se ha demostrado que al trabajar con una sal inorgánica como el Oxisulfato de titanio (IV), el proceso se vuelve más económico y fácil de realizar. El resultado esperado para el proceso es la obtención de TiO_2 NPs con una morfología cristalina semiesférica, cuyo diámetro promedio varía según el medio básico utilizado y el parámetro de calcinación. así lo reportó Mosquera et. al. El tamaño de la nanopartícula que será de nuestro interés, por ser el óptimo para utilizarse en los revestimientos, es aquel menor a los 10 nm, el cual fue obtenido mediante el primer proceso de síntesis, y con una calcinación a 500 °C durante una hora. El diminuto diámetro de esta partícula hace que sea fácil que tiendan a aglomerarse, pero esto puede ser evitado al dejar madurar las NPs durante 24 horas.

Las reacciones que describe la síntesis de las TiO_2 NPs a través del proceso de síntesis de sol-gel son las siguientes:



Caracterización

A continuación, se muestra una caracterización completa de TiO₂ NPs que se esperan obtener después de llevar a cabo la síntesis con base a lo descrito por Mosquera et. al.

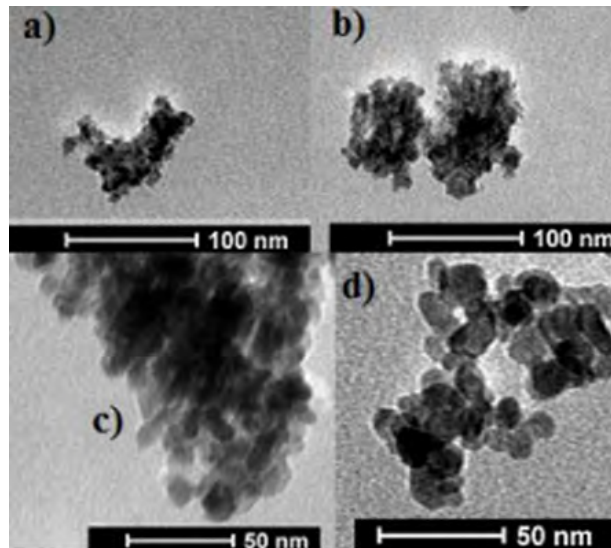


Figura 1. Micrografías TEM a 2, 4 y 24 hrs de su síntesis [9]

Se puede observar la tendencia de las NPs a aglomerarse durante las primeras horas, pero después de madurar por un lapso de tiempo, estas comienzan a estabilizarse individualmente. Así que se debe esperar a que las partículas maduren lo suficiente para estabilizarse y así poder formar la solución coloidal que será el recubrimiento de la superficie.

Para la identificación de la morfología cristalina, los resultados del análisis por XRD arrojaron los resultados donde se presentaron señales a los 25.3°, 37.9° y 48° para todas las muestras analizadas, de la literatura fue obtenido que esta serie de señales son características de la estructura octaédrica [11], lo que significa ambos métodos de síntesis generan nanopartículas con esta estructura cristalina.

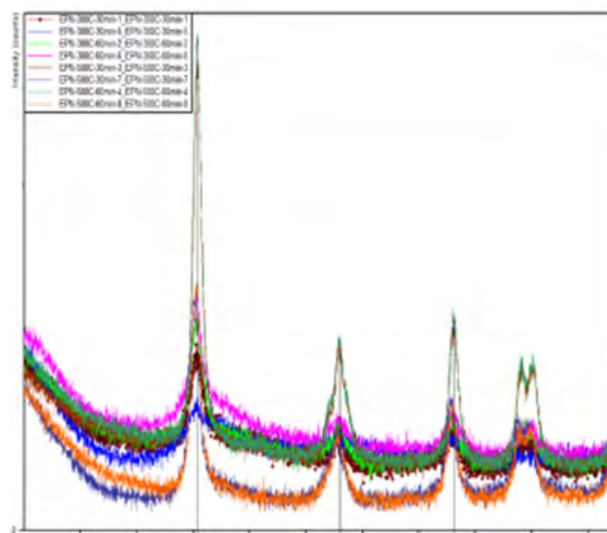


Figura 2. Patrones de difracción de rayos X obtenidos [9].

El análisis de DLS nos brinda información acerca del radio efectivo de la partícula, es decir el diámetro promedio de las partículas analizadas, mientras mayor sea el radio efectivo, mayor es la tendencia a aglomeración de las partículas. Mosquera et. al. reportó los siguientes valores como resultado, aquellas barras en azul corresponden al primer método de síntesis, las rojas al segundo, los resultados de las nanopartículas de interés indica un diámetro promedio de 7.4 nm.

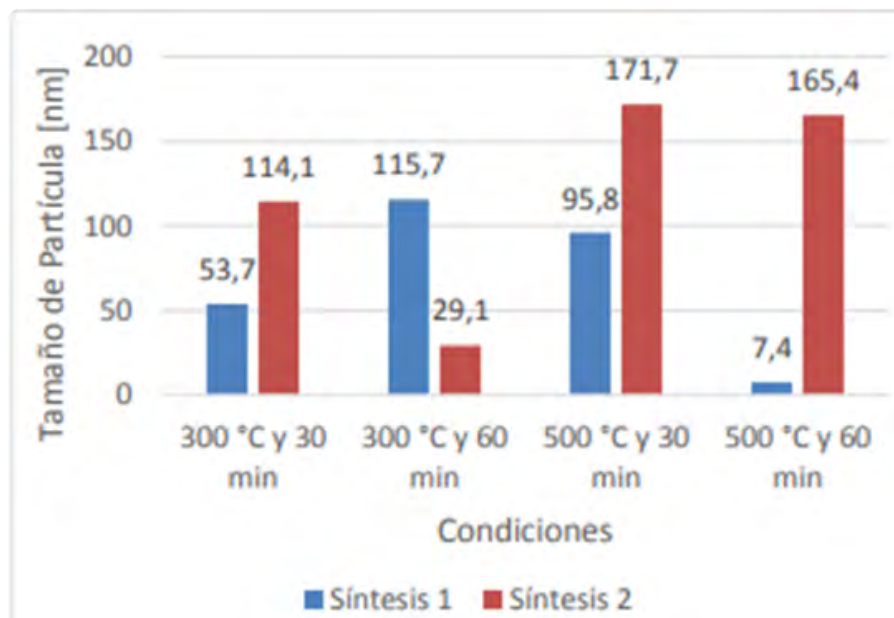


Figura 3. Diámetro promedio de partículas obtenido en el análisis DLS. [9]

En estos resultados vemos la importancia de los parámetros de calcinación de las nanopartículas, y como es que influyen en el diámetro promedio de las mismas. Se observa que la mejor condición de calcinación para los propósitos de este proyecto es a 500 °C durante un periodo de 60 minutos. Esto nos brinda el tamaño deseado para las nanopartículas del revestimiento.

Para analizar los espectros de FT-IR, se deben considerar ciertas bandas ya reportadas en la literatura, con las cuales se debe de comparar el espectro obtenido, y así poder determinar si se trata del mismo compuesto. Para el caso del TiO_2 se debe trabajar en un intervalo de 500 a 4000 cm^{-1} , en él se debe observar bandas entre 3500 a 3000 cm^{-1} correspondientes a estiramientos de enlaces $-\text{OH}$. Las bandas características de enlaces Ti-O-Ti se deben observar en 700-400 cm^{-1} y las bandas para enlaces Ti-O en fase octaédrica se presentan en 550, 600, 650, 700 y 800 cm^{-1} aproximadamente [12] [13] [14] [15].

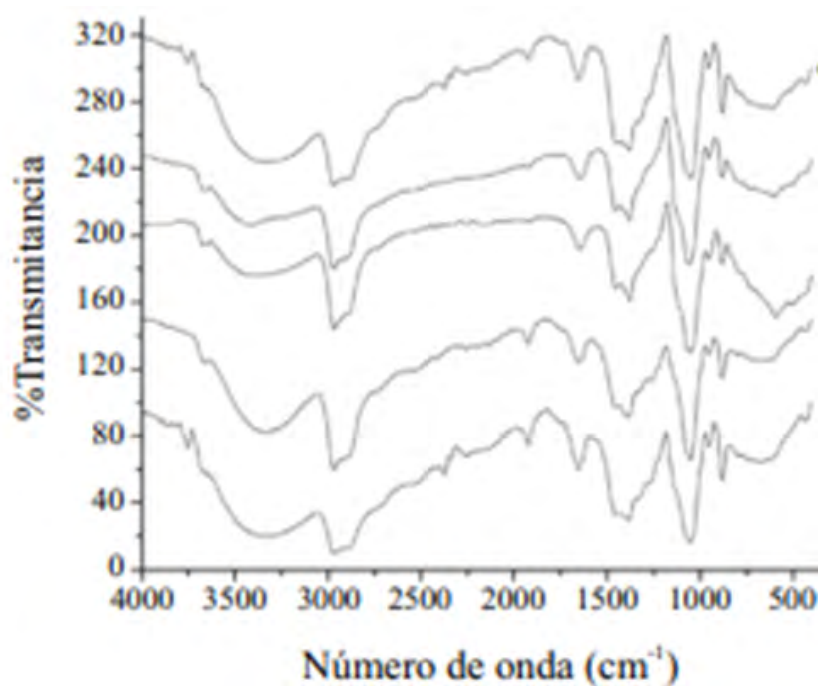


Figura 4. Espectros infrarrojo-obtenidos con el óxido de titanio comercial [12].

Finalmente, el Espectro de FT-IR que Mosquera et. al. obtuvo para verificar que la especie obtenida fue TiO_2 en fase octaédrica y no algún otro tipo de compuesto basado en óxido de titanio fue el siguiente.

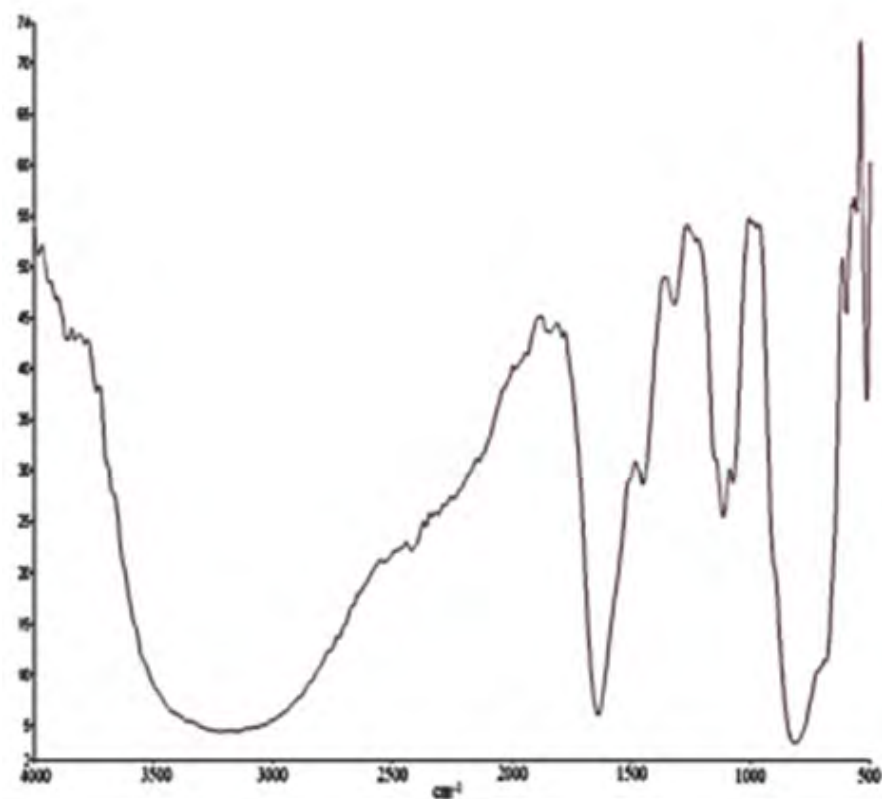


Figura 5. Espectro de infrarrojo de las partículas obtenidas [9]

Comparando los espectros del TiO_2 comercial y el obtenido para las nanopartículas ambos presentan una gran similitud y correspondencia entre ellos y sus bandas características. La banda ancha que se observa de los 4000 a 2000 cm^{-1} aproximadamente corresponde a los enlaces $-\text{OH}$, las bandas pronunciadas presentes entre el 1500 y 2000 cm^{-1} y 500 y 1000 cm^{-1} son bandas de enlace $\text{Ti}-\text{O}-\text{Ti}$ y éstas en conjunto con la pequeña observada entre 1000 y 1500 cm^{-1} aseguran la morfología octaédrica. Gracias a que el espectro de referencia concuerda con el obtenido, el espectro se considera adecuado para evidenciar que se obtuvieron nanopartículas octaédricas de TiO_2 .

Pruebas de funcionalidad

Los resultados reportados por Battista y Munafò fueron alentadores, y es que la hidrofobicidad del recubrimiento logró que el pigmento no cambiara el color original de la piedra y resultó que las acciones de autolimpieza de las TiO_2 NPs fueran fotocatalizadas por la radiación UV, además de que no se reportó ningún tipo de decoloración ni formación de microorganismos sobre la piedra. Sin embargo, en las pruebas realizadas después de la prolongada exposición del revestimiento a las condiciones ambientales, indicaron que este se degradó ligeramente, causando grietas puntuales en él, esto provocó que, si bien la resistencia a radiación UV no se viera afectada, si redujo la efectividad de las propiedades de autolimpieza.

Conclusiones

Este proyecto revisó el potencial viable de sintetizar TiO_2 NPs y de utilizarlas como recubrimientos para la protección y conservación de edificios del centro histórico de la ciudad de Puebla. A partir de los experimentos e investigaciones reportadas, se puede afirmar que los revestimientos de TiO_2 NPs puro, pueden ser empleados para la protección de obras arquitectónicas coloniales bajo las condiciones de la ciudad de Puebla, ya que protegen de la radiación solar, incrementan la hidrofobicidad de la superficie, evitando así la formación de microorganismos y aumentando su resistencia ante las manchas y suciedad, además de no ser invasivos a la apariencia original de la superficie.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Se sugiere incluir análisis de Potencial Z y análisis UV-visible, ya que estos también nos darían información relevante acerca del tamaño y absorbancia de radiación de las NPs.

Después aplicando los recubrimientos de los nuevos materiales sobre muestras y superficies que se desean proteger para analizar su compatibilidad y comportamiento a corto y largo plazo.

Finalmente, llevar a cabo un plan de logística para poder aplicar los revestimientos sobre las superficies de las construcciones a proteger, así como verificar los posibles lugares de aplicación de estos y una proyección de cantidades y costos relacionados.

Agradecimientos

Este trabajo va dedicado a todas las personas que me han apoyado y motivado para seguir adelante, quienes me han demostrado que todo se puede lograr con entrega, compromiso y actitud.

Mis padres, a quienes les debo todo y son mi ejemplo por seguir en la vida, mi familia, mis amigos y profesores. Les agradezco a todos por creer en mí ya que sin ustedes nada de esto sería posible.

Referencias bibliográficas

- [1] World Heritage Convention, «Historic Centre of Puebla,» UNESCO World Heritage Center, 06 Septiembre 2013. [En línea]. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/416/>. [Último acceso: 13 Marzo 2021].
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), «Puebla, Clima,» Información por entidad, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/clima.aspx?tema=me&e=21>. [Último acceso: 13 marzo 2021].
- [3] J. F. S. Montes, «Puebla (México): Una Ciudad Histórica ante un Futuro Incierto», Scripta Nova, vol. IX, n° 194, pp. 41-98, 2005.
- [4] Y. A. P. Gordillo y C. F. d. L. Aguilar, PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS INMUEBLES UBICADOS EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA, A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Puebla: Facultad de arquitectura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2017.
- [5] ChemicalSafetyFacts.org, «Nanotecnología,» American Chemistry Council., 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/nanotecnologia/>. [Último acceso: 2021 Marzo 13].
- [6] L. F. M. Prieto, «Nanotecnología: herramienta inteligente para la conservación del patrimonio arquitectónico y urbano», Revista de Investigación, vol. IX, n° 1, pp. 7-22, 2016.
- [7] A. Artesani, F. D. Turo, M. Zucchelli y A. Traviglia, «Recent Advances in Protective Coatings for Cultural Heritage—An Overview,» MDPI Coatings, vol. X, n° 217, pp. 1-36, 2020.
- [8] M. E. David, R.-M. Ion, R. M. Grigorescu, L. Iancu y E. R. Andrei, «Nanomaterials Used in Conservation and Restoration,» MDPI Materials, vol. XIII, n° 2064, pp. 1-24, 2020.
- [9] E. Mosquera, N. Rosas, A. Debut y V. Guerrero, «Síntesis y Caracterización de Nanopartículas de Dióxido de Titanio», Revista Politécnica, vol. 36, n° 3, pp. 7-14, 2015.
- [10] G. B. Goffredo y P. Munafò, «Preservation of Historical Stone Surfaces by TiO₂ Nanocoatings,» Coatings, n° 5, pp. 222-231, 2015.
- [11] J. Hernández, L. García, B. Zeifert, R. García, B. Zermeño, T. del Ángel y C. Hernández, «Síntesis y Caracterización de Nanopartículas de N-TiO₂ – Anatasa,» Superficies y Vacío, vol. XXI, n° 4, pp. 1-5, 2008.
- [12] Ochoa, Ortegón y P. Rodríguez, «Síntesis de TiO₂, fase anatasa, por el método sol gel: Estudio del efecto de la presencia de AcacH en el sistema,» Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Antioquia, n° 52, pp. 29-40, 2010.
- [13] Sherbiny, Morsy, Samir y Fouaud, «Synthesis, characterization and application of TiO₂ nanopowders as special paper coating pigment», Applied Nanoscience, vol. 4, n° 3, pp. 3015-313, 2013.
- [14] Hernández, García, Zeifert, García, Zermeño, d. Ángel y Hernández, «Síntesis y Caracterización de Nanopartículas de N-TiO₂ – Anatasa,» Superficies y Vacío, vol. 21, n° 4, pp. 1-5, 2008.
- [15] Sivakumar, Pillai, Mukundan y Warriier, «Sol-gel synthesis of nanosized anatase from titanyl sulfate,» Materials Letters, vol. 57, n° 2, pp. 330-335, 2002.

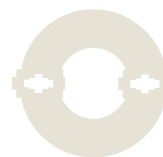


Revisión de las certificaciones y variables para la factibilidad de instalación de una PyME de alimentos orgánicos en Puebla

^aCoronel Ochoa Paula*, ^bFuentes Pérez Paola Andrea, ^aCalixto López Mariana, ^aGómez Ceballos Luis Fernando

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería CU.C.P. 72592,

*pcoronel.ochoa@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

El presente trabajo va dirigido a una investigación documental sobre los alimentos orgánicos, destacando sus características, certificaciones e impacto que estos tienen en el mercado, así como las variables que se pueden presentar, con el principal objetivo de analizar la factibilidad de implementar

una empresa dedicada a la producción de alimentos orgánicos en Puebla. Se utiliza como marco teórico a las empresas que actualmente se dedican a la producción de dicho producto, puesto que el proyecto va enfocado principalmente al desarrollo de las Pymes.

Palabras clave

Alimentos orgánicos, consumidores, Pymes, Certificaciones

Abstract

This work is oriented to documentary research on organic food, highlighting its characteristics, certifications, and the impact they have on the market, as well as the variables that may occur, with the main objective of analyzing the feasibility of implementing a company dedicated to the production of organic food in Puebla. The companies that are currently dedicated to the production of this product are used as a theoretical framework since the project is mainly focused on the development of small and medium-sized companies.

Keywords

SME, organic food, consumers, certifications

Glosario de abreviaturas y símbolos

Pymes-Pequeñas y medianas empresas

IFOAM – International Federation of Organic
Agriculture Movements (Federación Internacional
de los Movimientos de Agricultura Orgánica)

Introducción

En el siglo XX se tuvo un aumento de población como antes no se había visto, en parte por mejores servicios de salud, estabilidad económica y social generaron un aumento en la demanda de alimentos a grandes volúmenes. Las formas de cultivo cambiaron introduciendo el uso de pesticidas, plaguicidas, fertilizantes, etc., de forma indiscriminada, con la finalidad de aumentar la producción para satisfacer las exigencias del mercado, con el paso del tiempo se encontró que su uso era dañino a las zonas agrícolas y al medio ambiente y al ser humano [1].

En el último cuarto del siglo pasado, se comenzó a hacer cambios en la forma de cultivo más amigable con el medio ambiente surgiendo de esta manera la producción de alimentos orgánicos que de acuerdo con la definición de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, un producto se le considera orgánico “a aquellos, productos vegetales, animales o derivados, que se cultivan o crían con sustancias naturales sin utilizar plaguicidas ni fertilizantes artificiales, entre otros químicos” [2]. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define a los productos orgánicos a aquellos que tienen una certificación conforme a las especificaciones requeridas (normas) y que son tramitadas en algún organismo especializado.

La población actual está en plena transformación en sus hábitos alimenticios encontrando como opción los productos orgánicos. El mercado de los productos orgánicos está en pleno crecimiento, sin embargo, se tienen pocos estudios sobre el tema. López Salazar nos dice que las personas que mayormente consumen productos orgánicos es por los beneficios que representan para la salud y por la capacidad económica para comprarlos, sin embargo, muchos posibles consumidores o los mismos consumidores comentan que algunas veces se enfrentan problemas para comprar productos orgánicos debido a la oferta tan limitada que existe.

Materiales y métodos

Para el estudio de las certificaciones, se realizó una investigación documental tanto a nivel nacional como internacional, analizando las características de las normas y comparar ambas para identificar similitudes y diferencias.

Se revisaron artículos sobre los productos orgánicos, encontrando la forma como se clasifican los productos según su composición.

Revisión de los artículos donde se pueda comprender el comportamiento de los consumidores y sus preferencias para la compra de productos orgánicos.

Se estudiaron las formas de conservación de los productos, proponiendo posibles alternativas de uso de sustancias en nuevos productos orgánicos.

Estudio de empresas donde se darán propuestas sobre la transformación de sus productos y su proceso de producción para que puedan ser vendidos como orgánicos [3].

Resultados/Discusión de resultados

Tabla 1. Etiquetas de productos orgánicos	
Tipo de etiqueta	Descripción
100% orgánico	Esta descripción se utiliza en alimentos de un solo ingrediente certificados como orgánicos. También se puede utilizar en alimentos de varios ingredientes si todos los ingredientes están certificados como orgánicos, excepto por la sal y el agua.
Orgánico	Si un alimento de varios ingredientes es etiquetado como orgánico, al menos el 95 por ciento de los ingredientes son certificados como orgánicos, excepto por la sal y el agua.
Hecho con productos orgánicos	Si un producto con varios ingredientes tiene al menos un 70 % de ingredientes orgánicos certificados, puede tener una etiqueta de "hecho con productos orgánicos".
Ingredientes orgánicos	Si menos del 70 % de un producto con varios ingredientes está certificado como orgánico, no puede ser etiquetado como orgánico

En la **Tabla 1** se presentan las etiquetas que clasifican a los productos como orgánicos según su composición [4].

Tabla 2. Análisis de certificación Internacional y Nacional		
Categorías de análisis	Certificación a nivel Internacional	Certificación en México
Tiempo de presencia en el mercado de cada certificado	Aproximadamente 20 años	EL concepto de certificación de productos orgánicos data de 2006
Variedad de normas disponibles para los productores	Establece criterios para la ganadería, apicultura, agricultura, acuicultura y procesamiento de productos orgánicos, y cuenta con grupos especializados para la industria textil y de cosméticos, también regula la emisión de certificados, uso de licencias, certificados y marcas de certificación y se establecen los criterios normativos	Establece criterios para la ganadería, apicultura agricultura, acuicultura y procesamiento de productos orgánicos, también regula la emisión de certificados.
	para la acreditación de organismos de certificación.	
Número de agencias de certificación	Más de 500	14 organismos reconocidos por el IFOAM

En la **Tabla 2** se presenta un comparativo de la certificación a nivel Internacional y Nacional [5].

Conclusiones

Los productos orgánicos se están convirtiendo en oportunidades de desarrollo de empresas. Las Pymes en México son la base de la economía nacional, por lo tanto, estudiar las condiciones y oportunidades para generar pequeñas empresas es primordial. Entender el comportamiento de los consumidores para adquirir ciertos productos, es clave para crear nuevas empresas y obtener resultados óptimos. Este trabajo creó las bases para comenzar un estudio más a fondo realizando investigación de campo.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

- Analizar las variables que influyen a los consumidores para adquirir productos orgánicos.
- Analizar los factores que califican a los productos como “orgánicos” y considerar su implementación en las PyMES.
- Investigar el procesado de los productos orgánicos que se venden en el país para seguir siendo considerados como orgánicos.
- Estudiar las formas de conservación de los productos orgánicos para que no pierdan la denominación.

Referencias bibliográficas

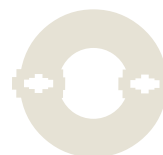
- [1] A. E. I. V. y. H. T. S. Escobar, The consumer of food products in organic markets of central Mexico, vol. 119, British Food, 2017, pp. 558-574.
- [2] S. d. A. y. D. Rural, «Agricultura,» 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura>.
- [3] L. Salazar, Factores que influyen en la compra de alimentos orgánicos en México. Un análisis mixto, vol. 3, Small Business International Review, 2019, pp. 69-85.
- [4] M. Clinic, «Mayo clinic,» 08 abril 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/organic-food/art-200043880>.
- [5] M. M. T. F. y. L. T. B. Maldonado Hernández, «La certificación de productos orgánicos en México,» Congreso Internacional de Contaduría Administración e Informática, México DF, 2013.



^aPérez Rodríguez-Yessica Guadalupe, ^bRobles, Calderón-Guadalupe*

^aInstituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N, Aire Libre, C.P. 73960, Teziutlán, Puebla.

*guadalupe.rc@teziutlan.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Hoy día el uso de videojuegos interactivos entre los jóvenes es tendencia, por tal motivo el objetivo es desarrollar un videojuego que permita identificar a jóvenes que están siendo víctimas de bullying, así como también a aquellos que se desenvuelven como agresores. El contacto con profesionales de la enseñanza general nos revela que, con frecuencia, este fenómeno solo llega a conocimiento de la comunidad educativa cuando, por desgracia suele ser demasiado tarde.

El presente proyecto busca el desarrollo de un videojuego que permita identificar las conductas agresivas y/o sumisas en los jóvenes. El principal beneficio que este

videojuego ofrece es poder identificar rasgos de conducta violenta en los jóvenes, y basados en los resultados obtenidos se analizarán estrategias para mejorar la convivencia entre los jóvenes de las escuelas y así poder reducir los índices de violencia que actualmente se viven en las escuelas. Con el presente proyecto se busca generar comparativa con la influencia que tienen los videojuegos en los niños, implementándolos como herramientas interactivas, el cual permita identificar rasgos agresivos en niños y niñas, con la finalidad de generar estrategias en base de terapias que apoyen en mitigar la violencia en las escuelas en el estado de Puebla.

Abstract

Today the use of interactive video games among young people is a trend. For this reason, the objective is to develop a video game that allows identifying young people who are being bullied, as well as those who act as aggressors. Contact with general education professionals reveals that this phenomenon often only comes to the attention of the educational community when, unfortunately, it is usually too late.

The present project seeks the development of a video game that allows identifying aggressive and/or submissive behaviors in young people. The main benefit that this video game offers is to be able to identify traits of violent behavior in young people, and based on the results obtained, strategies will be analyzed to improve coexistence among young people in schools and thus be able to reduce the rates of violence that are currently experienced in the schools.

This project seeks to generate a comparison with the influence that video games have on children, implementing them as interactive tools, which allow identifying aggressive traits in boys and girls, to generate strategies based on therapies that help mitigate the violence in schools in the state of Puebla.

Keywords

SME, organic food, consumers, certifications

Glosario de abreviaturas y símbolos

RUP: Proceso Racional Unificado (por sus siglas en inglés de Rational Unified Process).

Introducción

La violencia no es un tema reciente, muchas personas se han dedicado a entender el comportamiento de niñas y niños que se encuentran en los diferentes papeles tanto el niño violentado, como el violento. Según Pintus (2005) conceptualiza la violencia escolar como “una manifestación que se da en el espacio de las relaciones humanas en el contexto de las instituciones educativas”.

En el 2014 en México la Organización de las Naciones Unidas para la Educación Ciencia y Cultura (UNESCO), promovió una publicación titulada “Poner fin a la violencia en la escuela: Guía para los docentes”; dentro de se habla de las formas de violencia que se producen dentro de una escuela y sugieren 10 esferas de acción practicas sobre lo que los docentes pueden hacer para prevenirlas [1].

Estudios realizados por la neurocientífica Daphne Bavelier han demostrado que el el uso de videojuegos de manera controlada genera muchos aspectos positivos ya que estimulan algunos aspectos del desarrollo de los niños(as) como la capacidad de superación y algo muy importante en este entorno cambiante como la capacidad de generar alternativas en tiempo real [2].

Más del 40 por ciento de los estudiantes de primarias y secundarias de Puebla es víctima de acoso escolar, conocido también como “*bullying*”, alertó la Unión de Padres de Familia de la entidad al detectar que, en consecuencia, han incrementado los casos de “*cutting*”. El “*cutting*” es una práctica conocida también como “*risuka*” o “*self injury*”, la cual, como su nombre lo indica, consiste en cortarse la piel con algún objeto afilado, principalmente en brazos y muñecas, con el objeto de provocar sufrimiento físico para sentir un falso y efímero alivio emocional[3].

La Unión de Padres de Familia, que dirige Leticia Velázquez Gutiérrez, informó que el acoso escolar afecta a 46.4 por ciento de los estudiantes de primaria y a nivel secundaria el porcentaje alcanza el 43.5 por ciento, situaciones que se han exhibido en las redes sociales[4].

Materiales y métodos

La violencia escolar se ha configurado como un campo de investigación importante en el contexto educativo mexicano. Desde hace dos décadas se ha mantenido el interés de los investigadores por conocer cómo se expresa en las escuelas, cuáles son sus causas, quiénes son los actores que participan y cuáles problemas se derivan. En general, las investigaciones destacan la violencia escolar como un problema grave, frecuente y en crecimiento.

El acoso escolar o *Bullying* es el maltrato psicológico físico y verbal deliberado y continuado que recibe un adolescente por parte de otro u otros, que se comportan con él cruelmente con el objetivo de someterlo y asustarlo, con vistas a obtener algún resultado favorable para los acosadores o simplemente a satisfacer la necesidad de agredir y destruir que estos suelen presentar.

El acoso escolar implica una repetición continuada de las burlas o las agresiones y puede provocar la exclusión social de la víctima. Suele incluir burlas, amenazas, agresiones físicas, aislamiento sistemático, lo cual tiende a originar problemas que se repiten y prolongan durante cierto tiempo ya que están provocados por un estudiante, apoyado por un grupo, contra una víctima que se encuentra indefensa.

Se mantiene debido a la ignorancia o pasividad de las personas que rodean a los agresores y a las víctimas sin intervenir directamente. La víctima desarrolla miedo y rechazo al contexto en el que sufre la violencia; pérdida de confianza en sí mismo y en los demás y disminución del rendimiento escolar, esta disminuye la capacidad de comprensión moral y de empatía del agresor, mientras que se produce un refuerzo de un estilo violento de interacción.

En las personas que observan la violencia sin hacer nada para evitarla, se produce falta de sensibilidad, apatía e insolidaridad y se reduce la calidad de vida del entorno en el que se produce: dificultad para lograr objetivos y aumento de los problemas y tensiones.

En la actualidad el porcentaje de estudiantes víctima de acoso escolar o *bullying* es superior en los establecimientos municipales (12, 0 %); en los establecimientos particulares subvencionados alcanza el 9, 8 %, mientras que en los particulares pagados es de 7, 6 %. Por esta razón hemos visto importante la necesidad de

investigar este tipo 7 de acoso escolar para dar una solución a este problema y disminuir el índice de *bullying* en los adolescentes.

Objetivos

General

Diagnosticar el comportamiento de niños y niñas de 11 a 15 años, con la finalidad de identificar rasgos de agresividad, mediante el desarrollo de un videojuego interactivo que permita analizar y generar estrategias, que permitan disminuir los índices de agresividad, *bullying* y violencia dentro de las escuelas.

Específicos

- Analizar el proceso actual para determinar el flujo de información entre todas las áreas involucradas.
- Analizar la infraestructura tecnológica para determinar el impacto económico del proyecto.
- Determinar los requerimientos funcionales y no funcionales para el diseño del sistema web.
- Diseñar la base de datos y la interfaz gráfica de usuario amigable e intuitivo para facilitar el uso del sistema.
- Centralizar toda la información de las diferentes áreas involucradas.
- Desarrollar el videojuego en favor de la planeación urbana y sustentabilidad.

Para poder sustentar el desarrollo del proyecto se consideró la Investigación Tecnológica, porque busca la innovación de herramientas o procesos que faciliten el trabajo humano, así como obedecer su procedimiento, analizar el instrumento actual al que se pretende aplicar la mejora, proponer el diseño del prototipo y la aplicación de este. La investigación tecnológica en las disciplinas de la ingeniería presenta un conjunto de características que la vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, lo cual indica que las instancias de promoción inicial de los proyectos de investigación y la evaluación de la investigación tecnológica pueden ser utilizadas como un instrumento para fomentar la innovación.

La metodología de desarrollo utilizada para el desarrollo e implementación del videojuego fue RUP, la cual es un proceso propietario de la ingeniería del Software creado por Rational Software, proporcionando técnicas que deben seguir los miembros del equipo de desarrollo de software con el fin de aumentar su productividad en el

proceso de desarrollo[5]. La metodología RUP utiliza el enfoque de la orientación a objetos en su diseño y está diseñado y documentado el uso de la notación UML para ilustrar los procesos en acción. Esta metodología consta de 4 fases.

Fase de diseño

La fase de diseño se lograron identificar los procesos principales para poder lograr la implementación del videojuego, así como la arquitectura de software para que se pueda ejecutar correctamente en distintas plataformas, se logran determinar los requisitos que constan de:

- Módulo de Administración: Inicio de Sesión, Módulo de administración, Módulo de seguimiento.
- Módulo de Analista: Inicio de Sesión Módulo de seguimiento.
- Módulo de Niño/Niña: Inicio de Sesión, Módulo de historia, Módulo principal de videojuego, Nivel de agresión física, Nivel de agresión verbal, Nivel de identificación y Módulo de resultados.

Fase de elaboración

En esta fase se lleva a cabo la documentación de los requerimientos identificados en la Fase de Diseño, se define la parte arquitectónica para el mejor funcionamiento del videojuego, se desarrollan las maquetas del sistema, además se revisa el modelo de negocio para el proyecto.

Fase de construcción

En esta fase, se dio a la tarea del desarrollo a nivel de programación de cada uno de los requerimientos identificados, logrando hacer la prueba y detección de errores de cada módulo desarrollado, implementando mejoras a la solución propuesta.

Fase de transición

En esta fase es la entrega de software, para lo cual, derivado de la pandemia se vio en la necesidad de implementar en un servidor público para que los niños puedan hacer pruebas desde su domicilio, se lleva a cabo el plan de despliegue y entrega, el seguimiento y la calidad del software.

Es importante que cada fase fue documentada, lo anterior como parte del proceso metodológico de la Ingeniería del Software y de la metodología aplicada.

Resultados/Discusión de resultados

Este videojuego desarrollado tiene la finalidad de diagnosticar el comportamiento de niños y niñas de 11 a 15 años, con la finalidad de identificar rasgos de agresividad, mediante el desarrollo de un videojuego interactivo que permita analizar y generar estrategias, que permitan disminuir los índices de agresividad, *bullying* y violencia dentro de las escuelas.

Con base a lo anterior, se llevó a cabo el análisis y diseño de este videojuego, logrando obtener una base sólida para el desarrollo del mismo, ya que una vez que se cuenta con el modelado se puede proceder a la codificación e implementación del mismo atendiendo a una problemática real e identificada. Su desarrollo permitirá el análisis de las estadísticas de manera eficiente y con la información adecuada, lo que se puede traducir en una reducción en el *bullying* escolar.

Al mismo tiempo, que las personas que están a cargo de estos departamentos interactúen con este tipo de herramientas y poder adquirir más conocimientos en la gama de la tecnología. Es importante recalcar que este videojuego podrá ser implementado en otras escuelas ya que tiene un diseño amigable y de fácil uso.

Con el desarrollo del presente proyecto se logró:

- Concentrar la información de los niños de la telesecundaria en una base de datos.
- Se pudo trabajar en la identificación de niveles de agresión física, niveles de agresión verbal, nivel de identificación.
- Gracias al Módulo de Resultados se tiene la oportunidad de tener información en tiempo real que permita tomar decisiones de manera oportuna.
- Se logra la identificación de conductas violentas en los estudiantes, lo que permite brindar un seguimiento oportuno para ayudar de manera apropiada.

En la **Figura 1** se muestra el inicio de sesión al videojuego, el cual permitirá el acceso para que el usuario pueda ingresar para llevar a cabo las actividades que contiene.



Figura 1. Inicio de Sesión al videojuego.

En la **Figura 2** se muestra un ejemplo de las actividades lúdicas interactivas que puede realizar el usuario, con la finalidad de identificar cierto tipo de conductas.



Figura 2. Actividades lúdicas del videojuego.

En la **Figura 3** se muestra un ejemplo del recorrido que hacen los avatares dentro del videojuego.

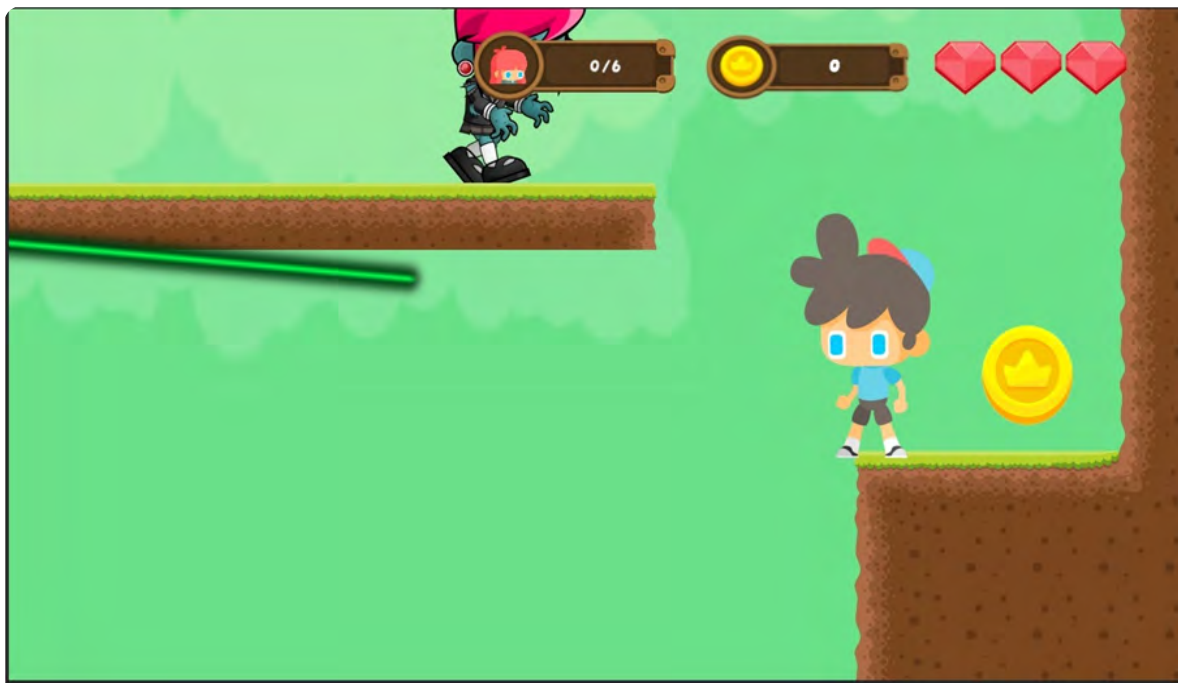


Figura 3. Actividades lúdicas del videojuego.

Conclusiones

El objetivo de evitar que el *bullying* continúe en aumento lleva de manera inevitable a reconocer la necesidad de reflexionar y proponer alternativas de gestión respecto de las insuficiencias del modelo escolar presencial que se sigue en la actualidad en nuestro país en el nivel de educación básica y secundaria, así como de la importancia de aceptar y afrontar con políticas públicas innovadoras la compleja diversidad que plantea la población estudiantil en México.

Resulta urgente dejar atrás el viejo modelo educativo basado en la estandarización de los educandos, así como ver la educación básica como un nivel más de formación académica exclusivamente, para hacer surgir una visión centrada en la diversidad social como piedra angular que guíe los esfuerzos formativos, así como la conciencia de que, dadas las edades en que los estudiantes cursan la educación básica, se encuentran inevitablemente en las etapas formativas de su personalidad,

incluidas las vertientes psicosexuales y psicosociales, por lo que el esfuerzo no solo se hará en el ámbito académico.

“La niñez define en gran parte cómo seremos de adultos. Si en la infancia se sufren maltratos, es muy probable que se repitan patrones, convirtiéndose en un ciclo donde se naturaliza la violencia”, comentó Ocejo Vázquez, es por lo anterior que implementar este tipo de herramientas digitales pueden coadyuvar en reducir este tipo de acciones.

Psicólogos expertos en el tema indican que también es importante concientizarán a los padres de familia y tutores sobre la importancia de una educación infantil, donde la base sean los buenos tratos, el amor propio, la protección e igualdad, así como el acompañamiento y asesoría jurídica en caso de hallar algún abuso. “Concientizar sobre los buenos tratos en la infancia tendrá como resultado una mejor sociedad en el futuro. La paz comienza desde nuestra casa”.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Derivado de la implementación del proyecto, se busca apoyar el objetivo de: “Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto”, considerando que al controlar y erradicar el bullying se pueda generar una ambiente igualitario en las empresas.

Agradecimientos

Es importante mencionar para trabajar el desarrollo del proyecto se trabajó en colaboración con:

- La escuela primaria: SIDAR Y ROVIROSA ubicada en Calle Principal s/n. Localidad Huaxtla Huaxtla, Ciudad de Tlatlauquitepec. Tlatlauquitepec, Puebla, C.P. 73900
- La escuela secundaria: RAFAEL MOLINA BETANCOURT ubicada en Prolongación de Avenida Reforma Sur s/n, Colonia Centro, Ciudad de Tlatlauquitepec, Tlatlauquitepec, Puebla, C.P. 73900

Derivado de la pandemia COVID-19 se tuvo trabajar con dichas instituciones educativa para poder desarrollar el proyecto tomando en cuenta que los alumnos

pudieran trabajar las pruebas del videojuego a distancia, lo anterior para salvaguardar la integridad de los estudiantes, maestros, padres de familia así como el personal involucrado en el desarrollo del proyecto por parte del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

La institución que más colaboró para el presente proyecto es la Telesecundaria “Rodolfo Neri Vela” con domicilio en: Calle 5 de Mayo No. 126, localidad Huaxtla Huaxtla, Ciudad de Tlatlauquitepec. Tlatlauquitepec, Puebla, C.P. 73900., a cargo de la Directora Araceli Maza Hernández, la cual fue la encargada de coordinar el avance del proyecto en conjunto con los alumnos tanto de maestría como de Servicio Social y docentes investigadores. Colaboración en la determinación de requisitos de sistema, seguimiento al desarrollo del videojuego, pruebas del mismo y liberación del sistema.

Referencias bibliográficas

- [1] UNESCO (2014). Poner fin a la violencia en las escuelas. Guía docente. Recuperado: http://cdhpuebla.org.mx/escolar/images/documentos/PonerFin_GuiaparaDocentes.pdf
- [2] Alex CD (2012). Los efectos positivos de los videojuegos en el cerebro según la neurobióloga Daphne Bavelier. Recuperado: <https://www.vidaextra.com/videos/los-efectos-positivos-de-los-videojuegos-en-el-cerebro-segun-la-neurobiologa-daphne-bavelier>
- [3] Miriam Olga, Ponce Gómez. Georgina, Tenorio Martínez (2019). El bullying en el estado de Puebla: Su regulación en los derechos de convivencia. Recuperado <http://www.apps.buap.mx/ojs3/index.php/dike/article/viewFile/164/166>
- [4] El Sol de Puebla (2019). Meza Karen. Sufren bullying más del 40 % de alumnos de primarias y secundarias de Puebla. Recuperado <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/sufren-bullying-mas-del-40-de-alumnos-de-primarias-y-secundarias-de-Puebla-que-es-el-cutting-acoso-escolar-3030639.html>
- [5] Ian Sommerville (2005). Ingeniería de Software. Edit. Addison Wesley.



Sistema de muestreo y adquisición de datos de consumo de agua utilizando la red SigFox

^aAguilar Cortés-Marco Antonio*, ^bVicente Ramírez-Gabriel Ángel, ^cBello López-Jonathan Alexis, ^eGasca Martínez-Ángel Cesar, ^dHernández Hernández-Alan Isaí

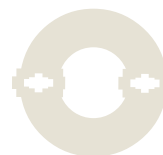
^aAcademia de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N Aire, C.P. 73960.

^bAcademia de Ingeniería en Mecatrónica. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N Aire, C.P. 73960, Teziutlán, Puebla.

^cAlumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N Aire, C.P. 73960.

^dAlumno de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N Aire, C.P. 73960.

*marco.ac@teziutlan.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

A nivel internacional, el agua ya comenzó a cotizar en Wall Street. En México, algunos estados tienen un severo problema de abastecimiento de agua. El estado de Puebla se encuentra en una zona geográfica donde tiene un alto riesgo de quedarse sin el recurso en un futuro próximo. Como estrategia, se desarrolló e implementó un dispositivo IoT que bloquea el paso del agua y que mide, a través de un sensor de flujo, la cantidad en litros que un consumidor utiliza en su vivienda en un periodo de tiempo determinado. Dicha información es enviada a la base de datos de SigFox. Los resultados

obtenidos permiten visualizar cuál es la diferencia de un consumo antes y después de la instalación del dispositivo. Cuando un usuario registra un alto consumo, se manda un mensaje a través de la red de SigFox para realizar el cierre de la servoválvula a través de un servomotor. Esto permite bloquear el paso del agua por un determinado tiempo o hasta que el usuario solicite abrir nuevamente el flujo. Con este proyecto no se pretende privatizar el agua, es simplemente cuidarla y tener conocimiento de que este recurso tan preciado se agotará en un futuro cercano.

Abstract

Internationally, water has already started trading on Wall Street. In Mexico, some states have a severe water supply problem. The state of Puebla is located in a geographical area where it has a high risk of running out of resources in the near future.

As a strategy, an IoT device was developed and implemented that blocks the passage of water and that measures, through a flow sensor, the amount in liters that a consumer uses in their home in a given period of time. This information is sent to the *SigFox* database.

The results obtained allow us to visualize the difference in consumption before and after the installation of the device. When a user registers a high consumption, a message is sent through the *SigFox* network to close the servo valve through a servo motor. This allows blocking the flow of water for a certain time or until the user requests to open the flow again. This project is not intended to privatize water, it is simply to take care of it and be aware that this precious resource will be depleted in the near future.

Keywords

Water, SigFox, device, IoT

Glosario de abreviaturas y símbolos

OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

WRI, Instituto de Recursos Mundiales

IoT, Internet de las Cosas

OMS, Organización Mundial de la Salud

Introducción

El agua, es el recurso natural más importante para la vida y es imprescindible para tener un desarrollo sostenible debido a que los recursos hídricos juegan un papel importante en la reducción de la pobreza, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental [1]. Hoy en día, el ser humano se enfrenta a que el riesgo de que los recursos hídricos sean insuficientes para satisfacer las necesidades básicas de la población trayendo como consecuencia subida del precio de la energía, pérdida de ventaja competitiva, inestabilidad económica y política, migración de la población, pérdida de oportunidades económicas, entre otras [2]. Según la Organización Mundial de la Salud, para el año 2025 cerca de 2 mil millones vivirán en zonas donde habrá escasez absoluta de agua [3]. Otros datos alarmantes son que para el año 2050, la OCDE pronostica un aumento de la demanda del agua en un 55 %, lo que hará que unos 240 millones de personas continúen sin acceso a agua y 1.400 millones sin servicios básicos de saneamiento. Se estima que la mitad de los habitantes del planeta en 2050 (unos 5.700 millones) se verán afectados por la escasez de agua [4]. Las cifras en México también son muy alarmantes, por ejemplo, el día cero del agua se conoce como el momento en que una ciudad, región o país se quedará sin el recurso suficiente para satisfacer plenamente las necesidades principales para subsistir o desarrollarse. El día cero significaría una gran crisis del agua en una región [5]. Según el WRI, en México existen 15 estados que se encuentran en riesgo extremadamente alto, 8 estados en riesgo alto, 2 en riesgo medio alto, 5 estados en riesgo medio bajo y 2 en riesgo bajo de quedarse sin agua. El Estado de Puebla se encuentra entre los 8 estados con riesgo alto y si no se comienzan a tomar acciones, en un futuro no muy lejano, pasará a un estado de riesgo extremadamente alto.

La presente investigación, hace referencia al diseño y elaboración de un prototipo IoT que permite medir el flujo de agua que tiene un consumidor para determinar si está haciendo buen uso o no del recurso. El Internet de las cosas describe la red de objetos físicos que integran sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectar e intercambiar datos con otros dispositivos a través de Internet. Ya se puede conectar objetos cotidianos a la nube mediante dispositivos integrados y a un bajo coste y baja potencia [6]. El Internet de las cosas no va únicamente de dispositivos conectados, sino de la información que recopilan y las eficaces conclusiones inmediatas que se pueden obtener con esa información. Estas conclusiones se pueden usar para transformar su reducir los costos con mejoras como la reducción del desperdicio de materiales, la optimización de los procesos

operativos y mecánicos, o la expansión a nuevas líneas de negocio que solo son posibles con datos confiables en tiempo real [7]. Se trata de un dispositivo que se conecta a la red de SigFox para enviar el consumo en litros a través de un módulo *Breakout WISOL RCZ2/4*. Por otra parte, dicho módulo puede abrir y cerrar la válvula de manera remota tomando el control de cada uno de los dispositivos.

Materiales y métodos

Al principio de la investigación, se pensó en desarrollar un solo dispositivo que permitiera medir el consumo del agua y pudiera obtener la información a través de un dispositivo móvil, sin embargo, se consideró integrar el concepto de Internet de las cosas (IoT) para poder llegar a la mayor parte de los consumidores y registrar en una base de datos en la nube cuantos litros son los que se han utilizado. Para poder almacenar esa información, se seleccionó la red de SigFox porque puede llegar a tener una cobertura más amplia y costos bajos. Esto es una gran ventaja porque algunos hogares no cuentan con conexión a Internet y no pueden mandar información al *backend*. Para cumplir con el objetivo, fue necesario diseñar dos dispositivos, uno que obtenga los datos de cuántos litros se han consumido por usuario y otro que permitiera mandar esa información a la base de datos de la nube. Además, una de las ventajas de SigFox es que permite enviar información al módulo. Gracias a eso, se puede enviar la instrucción al módulo de datos y dicho elemento mandará a través de la red wifi que se genera, la instrucción de abrir y cerrar la servoválvula y poder controlar el flujo del agua.

Diseño del prototipo medidor

El primer paso para la elaboración del dispositivo es crear el circuito y determinar cuáles son los componentes que se van a emplear. Los elementos que se están considerando son:

- 1 servomotor
- 1 sensor de flujo
- 1 módulo wifi ESP8266
- 1 Arduino nano

En la **Figura 1**, muestra la simulación del circuito incluyendo los componentes antes mencionados.

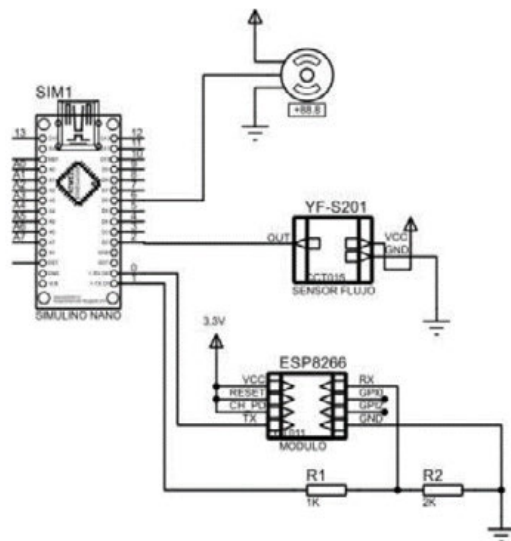


Figura 1. Circuito del dispositivo

El diseño se generó con el software SolidWorks versión 2019. En la **Figura 2**, se presenta la composición del sistema electromecánico, el cual se compone por el cople roscado de entrada, los conductos de fluido, el cople de conexión al sensor, el cual a su vez va conectado a una servoválvula, un cople de rosca externa que conecta a un conducto de fluido y este a su vez con el cople roscado de salida. Esta Figura también muestra la unión entre la servoválvula con el servomotor, esta se realiza mediante dos adaptadores los cuales tienen conexiones personalizadas a cada elemento.

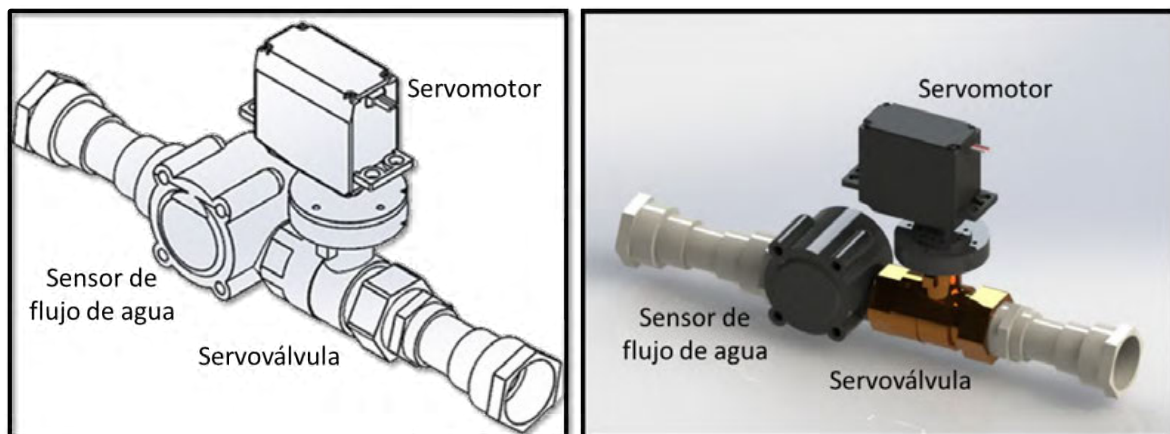


Figura 2. Composición del sistema electromecánico para permitir o bloquear el flujo del agua.

La **Figura 3** presenta a los componentes dentro de la carcasa inferior, en esta se puede apreciar como un cople roscado que conecta el conducto con el sensor, el cual descansa sobre el medio círculo y a su vez es sujetado por un soporte superior los cuales son atornillados con el propósito de mantener fijo el sistema por el cual

fluye el agua. También puede observarse como los conductos de entrada y salida descansan sobre la ranura circular de la carcasa inferior. Se puede visualizar la posición del servomotor que compone la servoválvula, esta queda fija por los postes de sujeción de la carcasa superior y se observa la posición de la carcasa de protección de los componentes eléctricos (el circuito que tiene el módulo wifi que se conectar con el componente de SigFox y recibe la información para abrir y cerrar el flujo del agua) en las ranuras que funcionan como riel.

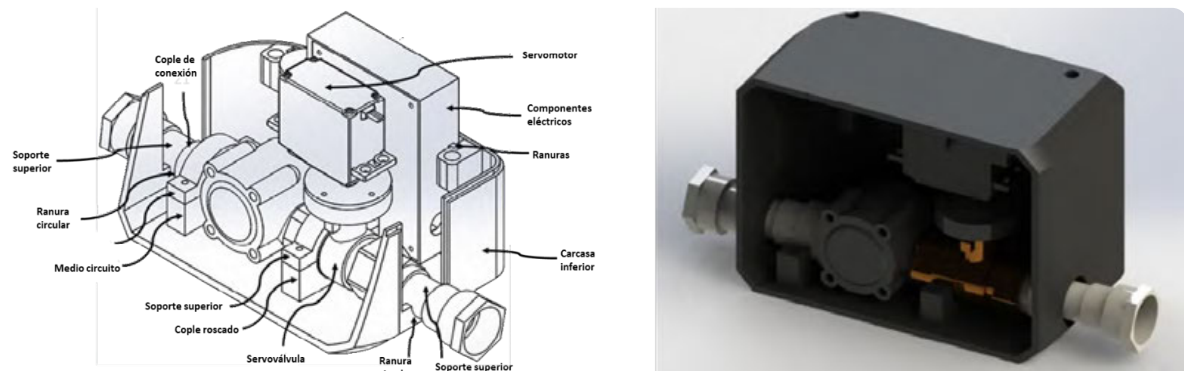


Figura 3. Diseño final del dispositivo

La **Figura 4** presenta la carcasa superior y la carcasa inferior las cuales presentan cuatro orificios que permiten su cierre por medio de tornillos. También se presenta la celda solar de dimensiones 5 cm de ancho por 10 cm o similar con la cual se obtiene la energía eléctrica para el funcionamiento del dispositivo. Las dimensiones del dispositivo son: 13 cm de largo por 9 cm de ancho por 11 cm de alto.



Figura 4. Prototipo final

Diseño del prototipo emisor y receptor de datos

El siguiente dispositivo que se elaboró fue el que será capaz de mandar y recibir información desde SigFox. La **Figura 5** muestra el componente *Breakout WISOL RCZ2/4*. La **Figura 6** muestra circuito finalizado.



Figura 5. Breakout WISOL RCZ2/4 SigFox.

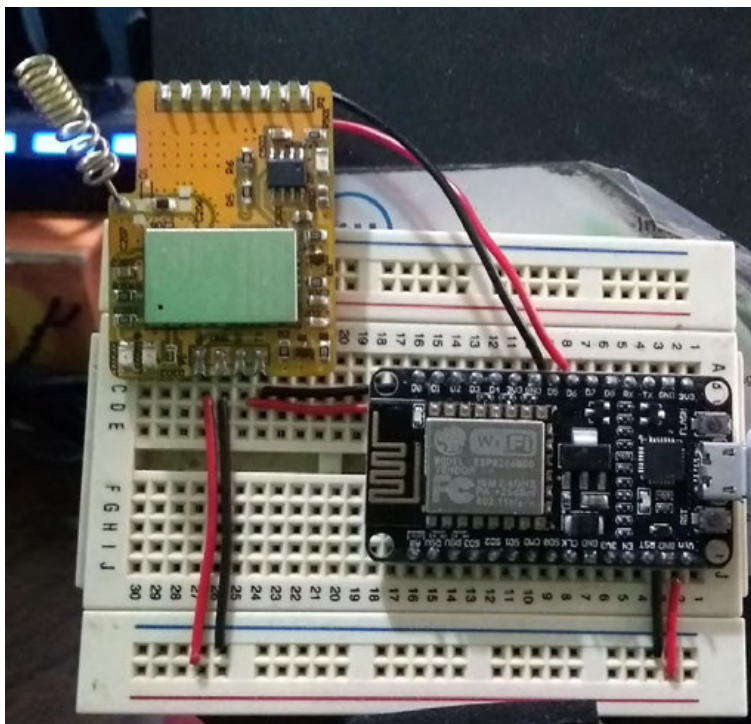


Figura 6. Servidor de mensajes de la red SigFox.

Resultados

Cuando se finalizaron los trabajos de ensamble y conexión de los componentes electrónicos, se realizaron las pruebas conectando el dispositivo a una tubería y a la consola del programa Arduino para visualizar los datos del consumo. La **Figura 7** da a conocer los valores generados en un lapso determinado.

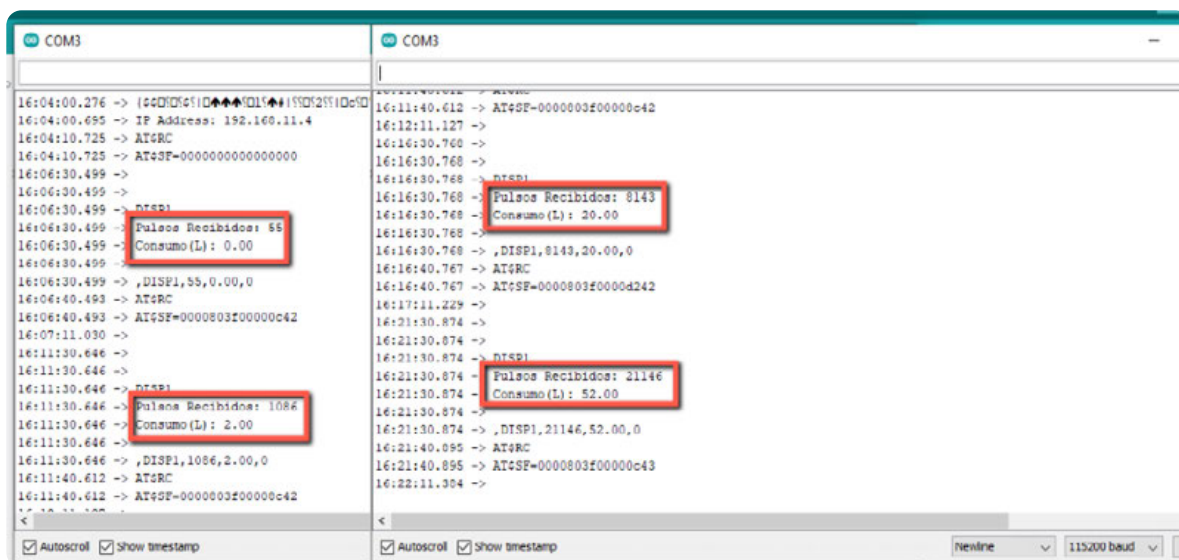


Figura 7. Consumo generado en litros.

Un dato interesante es que, para llevar a cabo la ejecución de las pruebas, se tuvo que cerrar la llave de paso y dejar que los tinacos bajaran un poco la capacidad. De este modo, el agua que pasará por el dispositivo llegaría al contenedor. Después de haber realizado las pruebas en el monitor del software de Arduino, se procedió a conectar el dispositivo, así como alimentar el servidor para que estuviera listo para el envío y recepción de la información. Gracias a la implementación de la celda solar, no requiere que se conecte a una fuente de energía. También viene integrado al dispositivo un par de pilas recargables para que el circuito siempre se encuentre en funcionamiento.

Posteriormente, se abrió un navegador para consultar la información en el backend de SigFox para consultar los resultados generados por el dispositivo. Cabe mencionar que las pruebas se llevaron a cabo en los municipios de Teziutlán y Chignautla Puebla. La **imagen 8** muestra la ubicación más cercana de donde se llevó a cabo el envío de datos y en la **imagen 9** se puede visualizar la información generada por el dispositivo.

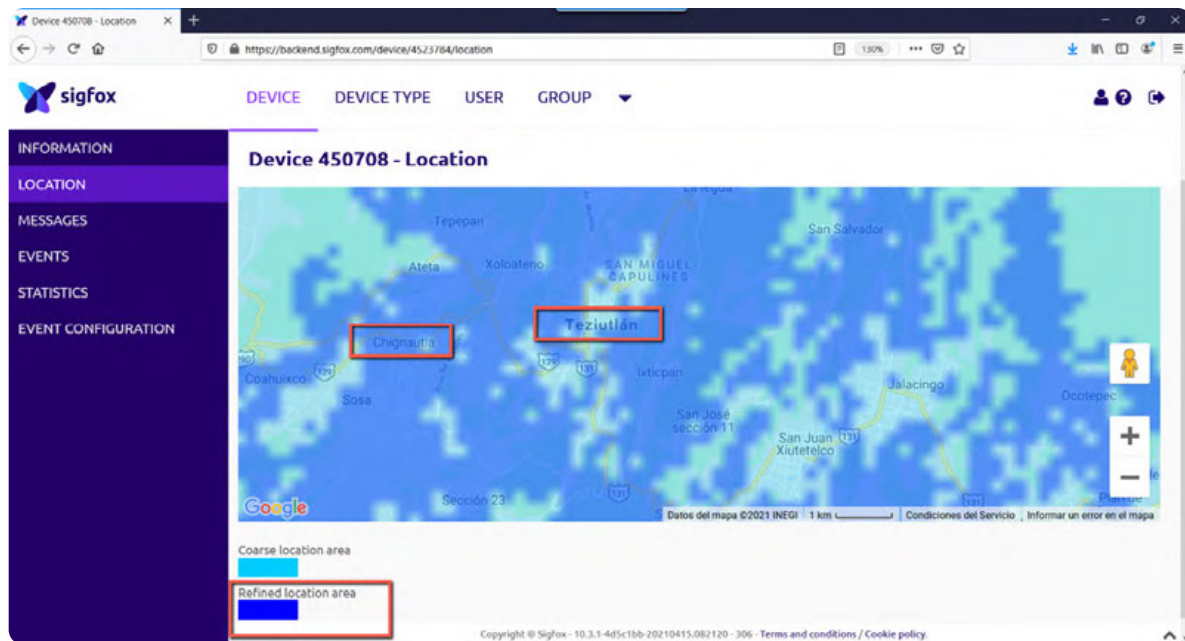


Figura 8. Ubicación de las pruebas.

The screenshot shows the SigFox web interface for device 450708, displaying a table of messages. The table has columns for Time, Delay (s), Seq Num, Data / Decoding, Base station reception attributes, Callbacks, and Location. The 'Data / Decoding' column is highlighted with a red box. The 'Base station reception attributes' table is also visible, showing Station, RSSI (dBm), SNR (dB), and Freq (MHz).

Time	Delay (s)	Seq Num	Data / Decoding	Station	RSSI (dBm)	SNR (dB)	Freq (MHz)	Callbacks	Location
2021-02-20 05:37:31	1.2	323	000080400080a743 RX: 4.0 consumo: 335.0	646E	-117.00	18.00	902.1857	1	📍
2021-02-20 05:36:48	1.7	322	000040400000b442 RX: 3.0 consumo: 90.0	646E	-116.00	16.00	902.1853	1	📍
2021-02-20 05:36:06	1.2	321	0000004000808943 RX: 2.0 consumo: 275.0	646E	-117.00	14.00	902.1291	1	📍
2021-02-20 05:35:23	2	320	0000803f00002f43 RX: 1.0 consumo: 175.0	646E	-116.00	15.00	902.1815	1	📍

Figura 10. Datos recibidos en el *backend* de SigFox.

En la imagen anterior, se puede observar ver un alto consumo, sin embargo, fue el resultado realizar el corte de los dispositivos a una hora determinada del día. Para las pruebas, se cerraron temporalmente las llaves principales para que cuando se ejecutaran las pruebas, pudieran permitir el paso del agua y obtener datos más exactos.

En lo que concierne al ahorro de agua, se comentó a las personas que se iba a instalar un dispositivo para regular el consumo y que tuvieran cuidado de no hacer mal uso del recurso debido a que se cerraría la servoválvula y no se permitiría el paso de agua en un determinado tiempo. Al principio, la respuesta de las personas no fue positiva pues nunca habían sido monitoreadas, sin embargo, están conscientes que se requiere comenzar a tomar medidas para poder cuidar más el agua, no solo para lograr llegar a más usuarios, también para cuidar el agua para las futuras generaciones.

Por otro lado, de acuerdo con la OMS, una persona requiere de 100 litros de agua al día para satisfacer sus necesidades tanto de consumo como de higiene [8]. Ese dato se utilizó para colocar el consumo ideal. Este dato se corroboró haciendo una encuesta de las viviendas de las actividades que realizan con agua, entre ellas se puede mencionar el lavado de ropa (lavadoras de 12 kg en adelante), lavado de trastes, descargas del inodoro por persona, aseo personal (ducha, lavado de manos, lavado de dientes), aseo del hogar y otras actividades no tan frecuentes como lavado de carro, riego de plantas y aseo de mascotas.

Tabla 1. Consumo de agua antes y después de la implementación del dispositivo.

Número de hogar	Número de habitantes	Consumo ideal por semana	Consumo previo a la instalación del dispositivo por semana en litros	Consumo posterior a la instalación del dispositivo por semana en litros
1	2	1400	1700	1500
2	4	2800	3100	2950
3	5	3500	3900	3700
4	7	4900	5500	5250

La **Tabla 1**, presenta los litros consumidos aproximados antes y después de la implementación del dispositivo sin el cierre de la servoválvula.

Tabla 2. Ahorro de litros por semana.

No. Hogar	Litros consumidos sin dispositivo	Litros consumidos con dispositivo	Ahorro
Hogar 1	1700	1500	200
Hogar 2	3100	2950	150
Hogar 3	3900	3700	200
Hogar 4	5500	5250	250
		TOTAL	800

En la **Tabla 2**, se puede observar que solo cuatro viviendas pueden ahorrar a la semana un total de 800 litros, sin embargo, al mes son 3200 y al año son 38, 400. Puede ser que no sea una cifra muy alta, pero como se puede observar, el promedio de ahorro son 200 litros. Suponiendo que en un municipio se encuentran 105 localidades, al año se ahorran más de un millón de litros de agua, una cantidad muy importante y que puede ser distribuida a usuarios donde tienen falta de agua.

Otra consideración importante para el ahorro es que se les hizo saber a los usuarios que, si pasaban de cierto límite, se les cerraría la válvula desde la red SigFox. Los usuarios tomaron en cuenta esta indicación y trataron de ahorrar más agua. La sociedad está acostumbrada a que si se les brinda un servicio y no se les indica que tendrá un precio o que pueden utilizarlo de manera indefinida, no lo cuidan. Por el contrario, si se les indica que solo se les dará una cuota o que, si sobrepasan el nivel, es posible que si tomen en serio la situación.

Tabla 3. Días de bloqueo de servoválvula.

No. Hogar	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Hogar 1	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI
Hogar 2	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO
Hogar 3	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
Hogar 4	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI

En la **Tabla 3**, se puede observar el funcionamiento de apertura y cierre de la servoválvula, es decir, que se pudo realizar de manera remota el bloquear y desbloquear el agua. De esta forma, si se detecta que un usuario tiene un consumo elevado, puede bloquearse el paso del agua por un tiempo determinado.

Conclusiones

La implementación de este dispositivo permitió comenzar a generar una base de datos con estadísticas de cuantos litros de agua puede utilizar una vivienda. También se puede operar de manera remota el dispositivo. Se sabe que el consumo puede variar de acuerdo con sus necesidades personales como lavar ropa, tomar un baño, lavar el carro, lavar trastes, entre otras. Desafortunadamente, hay personas que no siguen los consejos que se brindan en campañas de concientización de cómo ahorrar agua. Con la implementación de este dispositivo, ya se tendrá más regulado el uso, se estará monitoreando a los hogares que presenten un alto consumo para aplicar sanciones como multas o el bloqueo del agua. Aunque en algunas casas no se presente un ahorro significativo, si se pudiera sumar los litros ahorrados en un fraccionamiento, en una vecindad o en una colonia, no será cientos de litros los que se ahorren, serán miles de litros que se pueden cuidar y brindarlos a otra parte de la población donde no gozan de este servicio. Se tiene la certeza que la aplicación de este dispositivo podría mejorar los sistemas de distribución reduciendo los lugares que se encuentran con escasez. Finalmente, como se ha mencionado al principio, el objetivo principal no ha sido el de privatizar el agua, se trata de generar acciones que ayuden a cuidar más el vital líquido. Es posible que algunas viviendas no acepten la implementación de este módulo, pero es necesario hacer entender a la sociedad la gran problemática que se vive actualmente. Muchos piensan que nunca va a llegar a faltar el agua, sin embargo, en algunos lugares del mundo, ya se presentan muchas consecuencias de esta gran problemática. Si se puede actuar desde hoy, seguramente se podrá gozar del agua por mucho tiempo más.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Por el momento, solo se está trabajando directamente con la información registrada de SigFox. Se está planeando realizar una aplicación web y móvil que conecte con la base de datos para que el usuario revise en tiempo real, cuál ha sido el historial de su consumo a través de una computadora o de su teléfono inteligente. Otro punto importante es mencionar que también se trabajará con una arquitectura cliente – servidor que permita conectar ocho viviendas en un solo módulo para que se envíe la información en conjunto porque SigFox solo permite 150 mensajes de subida y 4 mensajes de bajada.

Referencias bibliográficas

- [1] N. Palou, «La Vanguardia,» 22 Marzo 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/natural/20190322/461164578761/dia-mundial-agua-2019-cifras.html>. [Último acceso: 22 Febrero 2021].
- [2] S. Orr, A. Cartwright y D. Tickner, «Red del agua UNAM,» 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.agua.unam.mx/humedales/assets/materialdifusion/WWF_QueSonLosRiesgosHidricos.pdf. [Último acceso: 23 Febrero 2021].
- [3] Universidad Privada del Norte, «Los principales problemas medioambientales del mundo,» 9 Mayo 2017. [En línea]. Disponible en: <https://blogs.upn.edu.pe/ingenieria/2017/05/09/los-principales-problemas-medioambientales-del-mundo/>. [Último acceso: 22 Febrero 2021].
- [4] «Atalayar,» 25 Marzo 2019. [En línea]. Disponible en: <https://atalayar.com/content/la-mitad-de-la-poblaci%C3%B3n-mundial-sufrir%C3%A1-escasez-de-agua-en-2050-si-no-se-toman-medidas#:~:text=Para%20el%20a%C3%B1o%202050%2C%20la,sin%20servicios%20b%C3%A1sicos%20de%20saneamiento..> [Último acceso: 25 Febrero 2021].
- [5] E. T. Romero Guzmán y L. Romero Guzmán, «Estrés hídrico y escasez del agua: ¡No al día cero del agua!,» *Glosa*, n° 14, pp. 28-30, 2020.
- [6] Oracle, «¿Qué es IoT?,» [En línea]. Disponible en: <https://www.oracle.com/mx/Internet-of-things/what-is-iot/>. [Último acceso: 1 Marzo 2021].
- [7] Microsoft Azure, «¿Qué es IoT?,» [En línea]. Disponible en: <https://azure.microsoft.com/es-mx/overview/Internet-of-things-iot/what-is-the-Internet-of-things/>. [Último acceso: 1 Marzo 2021].
- [8] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, «Gobierno de México,» [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/sabes-cuanta-agua-consumes#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Organizaci%C3%B3n,de%20consumo%20como%20de%20higiene..> [Último acceso: 17 Marzo 2021].

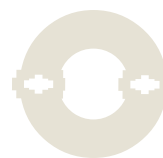


Sistema de planificación de recursos empresariales YESS-CONTA

^aAlejandro, Apolinar Sagrario*, ^{a, b}Medina, Sauza Regina María, ^aMartínez, Hernández Ricardo, ^aMartínez, Fernández Miguel, ^aQuiróz Guzmán José Miguel

^aInstituto Tecnológico Superior de Libres, Camino Real s/n Barrio de Tetela, C.P. 73780, Libres, Puebla. ^bCentro de Incubación e Innovación Empresarial del Instituto Tecnológico Superior de Libres, Camino Real s/n Barrio de Tetela, C.P. 73780, Libres, Puebla.

*sagrario.aa.@libres.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La falta de una herramienta de enseñanza-aprendizaje para las materias financieras que se imparten en el Instituto Tecnológico Superior de Libres limita la capacidad de los estudiantes para adquirir habilidades que les sean de utilidad en el sector laboral, por ende, surge la necesidad de crear una herramienta que solucione dicha problemática y que permita fortalecer los atributos de egreso y facilite la formación profesional. Se hizo uso de la investigación aplicada y como material se emplearon los softwares de Sublime Text,

Xampp y Mysql Workbench, mientras que la metodología empleada para el desarrollo del sistema fue SCRUM y algunos lenguajes de programación web. Mediante la investigación y el seguimiento de la metodología utilizada se pudo obtener como producto final un sistema de planificación de recursos empresariales web denominado Yess Conta, el cual facilitará la actividad contable y la automatización de muchos de los procesos que normalmente se hacen de forma manual.

Abstract

The lack of a teaching-learning tool for financial subjects taught at the Instituto Tecnológico Superior de Libres limits the ability of students to acquire skills that are useful in the labor sector, therefore, the need arises to create a tool that solves this problem and that allows strengthening the graduation attributes and facilitating professional training. Applied research was used and sublime text, xampp and mysql workbench software were used as material, while the methodology used for the development of the system was SCRUM and some web programming languages. Through research and monitoring of the methodology used, a web enterprise resource planning system called Yess Conta was obtained as a final product, which will facilitate the accounting activity and the automation of many of the processes that are normally done manually.

Keywords

Accounting System, graduation attributes, web programming

Glosario de abreviaturas y símbolos

ERP, Enterprise Resource Planning-Planificación de recursos empresariales

PHP, Hypertext Preprocessor-Preprocesador de hipertexto

PERL, Programming Language-Lenguaje de programación

Introducción

El Instituto Tecnológico Superior de Libres, el cual se encuentra en el Estado de Puebla oferta las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas Automotrices, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Industrial Alimentarias e Ingeniería Electromecánica, dentro de los programas de estudio de estas ingenierías se imparten materias financieras, preocupados por atender una necesidad educativa y ante la falta de herramientas digitales de enseñanza-aprendizaje, un grupo de alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales coordinados por docentes de su carrera y de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial se dieron a la tarea de proponer y elaborar un sistema financiero en línea, el cual se centra en adicionar al conocimiento las herramientas prácticas para que en un ambiente dual los alumnos se preparen en las materias contables.

Los sistemas que se ofertan en el mercado son costosos y no se adaptan a las necesidades de las instituciones educativas, además de que se deben adquirir por licencias y en periodos que implican una vigencia, la meta es proporcionar a la comunidad Tecnológica un sistema financiero elaborado en sitio y adaptado a las necesidades teórico-práctico de las materias que se imparten en los Programas Educativos de la institución.

El proyecto se realiza con la finalidad de proporcionar las herramientas tecnológicas de enseñanza-aprendizaje que se requieren en las materias financieras del programa de estudio de las ingenierías que oferta el Instituto Tecnológico Superior de Libres, Puebla; el impacto del proyecto es beneficiar a las Instituciones de nivel media superior y superior del Estado, proporcionando un sistema web de bajo costo y al alcance de cualquier institución.

El costo de inversión es mínimo, pero se obtendrán un sin número de beneficios, entre los que se destacan:

- Elaborar un software en sitio adecuado a la necesidad de las materias financieras que se imparten en el Instituto Tecnológico Superior de Libres.
- Poner a disposición las capacidades de los alumnos y personal de la Institución, que es un valor agregado.
- Es un proyecto de investigación aplicada, experimental que comprende un conjunto de métodos sistemáticos, para ampliar los conocimientos,

educativos y tecnológicos, esta investigación tiene como objetivo dar solución a problemas puntuales como es el caso.

- Reducción de costos ya que, al adquirir un software comercial, la inversión mínima que se requiere para adquirir al menos 15 licencias de algún software básico es de 75, 000.00 y estas tienen una vigencia, por lo que adicionalmente se requerirá invertir en actualización para mantener la licencia y/o en su caso adquirir varios paquetes para poder adaptarlos a las necesidades de nuestros usuarios y del perfil de egreso que requieren los programas de estudio.

Cuando se hace referencia al conocimiento, en realidad se quiere decir que el conocimiento no está dado; es decir, conocer no significa conocer de una manera definitiva y determinante, sino que denota un conocimiento relativo y momentáneo, ya que el conocimiento es un proceso inacabado [3].

Para que haya conocimiento deben existir al menos dos componentes:

1. Un sujeto (S) cognoscente, alguien que quiera o pueda conocer.
2. Un objeto (O) cognoscible, alguien o algo que sea susceptible de ser conocido.

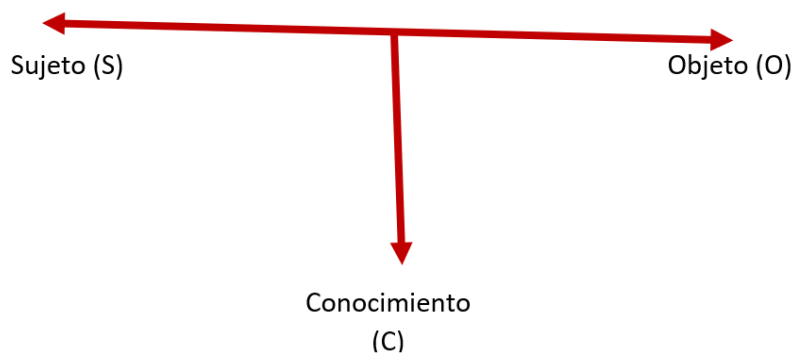


Figura 1. Relación sujeto-objeto-conocimiento.

Contabilidad Financiera

Técnica para elaborar y presentar la información financiera de las operaciones comerciales, financieras, económicas y sus efectos derivados de la entidad, que es útil para su toma de decisiones.

La importancia de la doctrina contable aceptada por la profesión, mantiene una actitud crítica y pensamiento consciente, lógico y racional. [3]

Es la que se conforma por una serie de elementos tales como las normas de registro, criterios de contabilización, formas de presentación, etc. A este tipo de contabilidad se le conoce como contabilidad financiera, debido a que expresa en

términos cuantitativos y monetarios las transacciones que realiza una entidad, así como determinados acontecimientos económicos que le afectan, con el fin de proporcionar información útil y segura a usuarios externos para la toma de decisiones.

Este tipo de contabilidad es útil para acreedores, accionistas, analistas e intermediarios financieros, el público inversionista y organismos reguladores entre otros, todos usuarios externos de la información contable. [1]

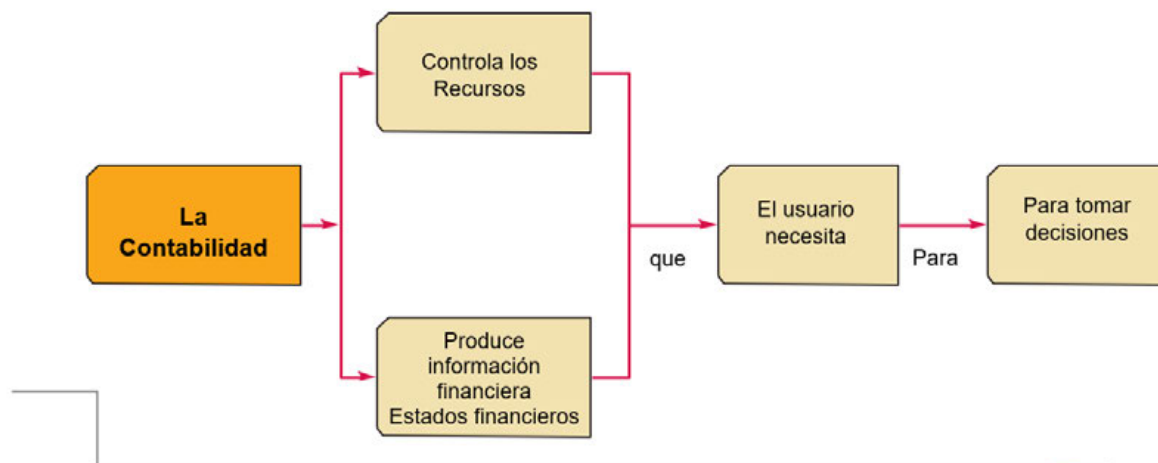


Figura 2. Importancia de la Contabilidad.

Sistemas de información contable

Los sistemas de información contable están definidos como: “...un conjunto de procesos sistémicos interrelacionados por medio del cual se desarrollan actividades especiales que requiere la concurrencia de personas, recursos, conocimientos con la función de manejar la información que generan sus transacciones actividades y hechos económicos, a fin de producir y revelar información de carácter contable-financiero que sea confiable y útil de manera que los responsables de la administración la dispongan oportunamente para las decisiones sobre el manejo de los recursos y operaciones” [5].

Los sistemas de información contable deben emitirse con ciertos parámetros para que puedan obtenerse datos contundentes, asertivos y puntuales. Estos datos, de acuerdo al avance de las tecnologías y a la inserción en los países, pueden ser generados a partir de softwares contables o ERP's los cuales permiten que la información se obtenga de inmediato pero que el usuario interactúe constantemente con este para la inclusión de los datos diarios obtenidos. Sin

la relación usuario-software, el software no se podría ajustar por sí solo sin el conocimiento del usuario [5].

ERP (Enterprise Resource Planning). También es conocido como “Sistema empresarial”, “Sistema integral de empresa” o “Sistema integrado de gestión, un ERP es un sistema de información que integra procesos de negocio, con el objetivo de crear valor y reducir los costos, haciendo que la información correcta esté disponible para las personas adecuadas y en el momento adecuado para ayudarles a la toma de decisiones en la gestión de los recursos de manera productiva y proactiva. Los ERP son paquetes de software multimódulo que sirven y dan soporte a múltiples funciones en la empresa [6].

Materiales y métodos

Para cumplir con los objetivos específicos del presente trabajo se llevaron a cabo diferentes tipos de investigaciones con sus respectivas metodologías: la investigación documental, experimental, longitudinal y cuantitativa.

Fase 1

Se lleva a cabo una investigación documental a través de fuentes de información bibliográfica y electrónica sobre los diversos sistemas digitales que se encuentran en el mercado, así como las herramientas libres de pago para determinar la viabilidad del proyecto, con los resultados obtenidos, se hizo una investigación cuantitativa, para conocer la opinión de los estudiantes que cursan materias financieras, respecto de la necesidad de contar en sitio con un sistema financiero, que les permitiera poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos.

Fase 2

En esta fase se diseña la arquitectura del sistema, considerando los contenidos de las materias financieras que se imparten en los programas de estudio de las diferentes ingenierías que se imparten en el Instituto Tecnológico Superior de Libres.

Así mismo se realiza una investigación documental de las herramientas que se requerían para el desarrollo del sistema.



Figura 3. Poster de la Investigación.

Fase 3

Para la creación del sistema de contabilidad el equipo determinó trabajar en el IDE NetBeans y con el lenguaje de Programación Java, debido a que es un lenguaje de propósito general, lo cual significa que se pueden crear diversidad de aplicaciones con diferentes enfoques.

Se determinó el nombre del software y se creó el logotipo.

Se creó el inicio de sesión y el registro de usuario, para acceder se requiere de una contraseña por seguridad en la usabilidad del sistema.



Figura 4. Logo del Sistema.

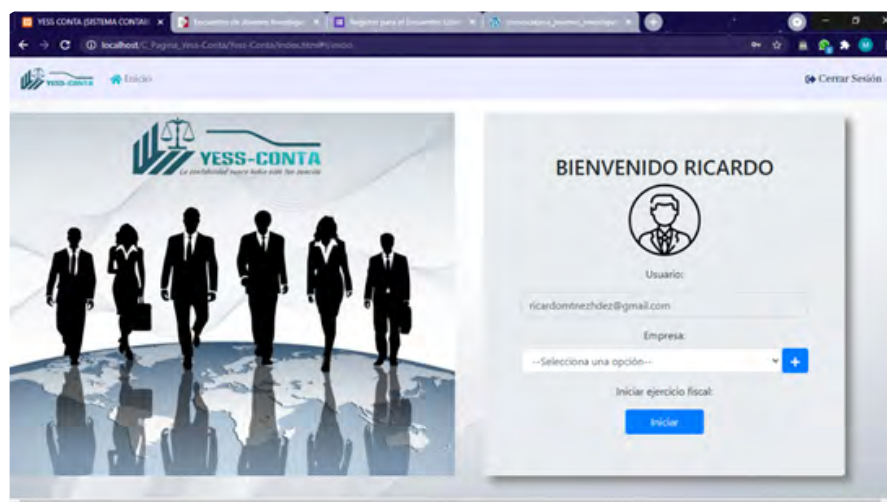


Figura 5. Sesión de inicio al sistema.

Fase 4

En esta etapa se trabajó con el desarrollo e implementación de las Bases de Datos, con el fin de poder almacenar la información introducida por el usuario, para que este posteriormente pueda hacer uso de ella a través de informes o esquemas que se generen durante su ejercicio o actividad para los fines que así se requieran.

Está es una parte fundamental en el proyecto, ya que el Profesional en contabilidad va a requerir un historial de todos los movimientos contables que se hayan efectuado en una entidad ya sea para sacar proyecciones, tomar decisiones, ver el rumbo de la empresa, invertir, entre otras cosas que mejoren la productividad y generen más utilidades. Por ello se debe tener un registro de almacenamiento datos confiable en el cual respaldarse.

Se utilizaron 2 herramientas para lograr construir la Base de datos, una de ellas es XAMPP, la cual consiste en un sistema de gestión de base de datos MySQL y de servidor Apache, así como de intérpretes de lenguajes PHP y Perl, que permite convertir un pc en un servidor Apache y MySQL para el desarrollo de páginas web, o para la ejecución de cualquier software que requiera cualquiera de los componentes mencionados anteriormente.



Figura 6. Logo de la herramienta.

La segunda herramienta se trata de MySQL Workbench, la cual es una herramienta visual unificada para arquitectos, desarrolladores y administradores de bases de datos. MySQL Workbench proporciona modelado de datos, desarrollo de SQL y herramientas de administración integrales para la configuración del servidor, administración de usuarios, respaldo y mucho más.

Utilizaremos esta herramienta porque nos permitirá diseñar, modelar, generar y administrar bases de datos visualmente y crear modelos ER complejos, ingeniería directa e inversa, y también ofrece características clave para realizar tareas difíciles de gestión de cambios y documentación que normalmente requieren mucho tiempo y esfuerzo.

El uso de estas dos herramientas permitirá potenciar el sistema y ampliar nuestras posibilidades para en un futuro incluir una mejora, así como el ahorro de recursos, tiempo y esfuerzo a la hora de desarrollar la base de datos.

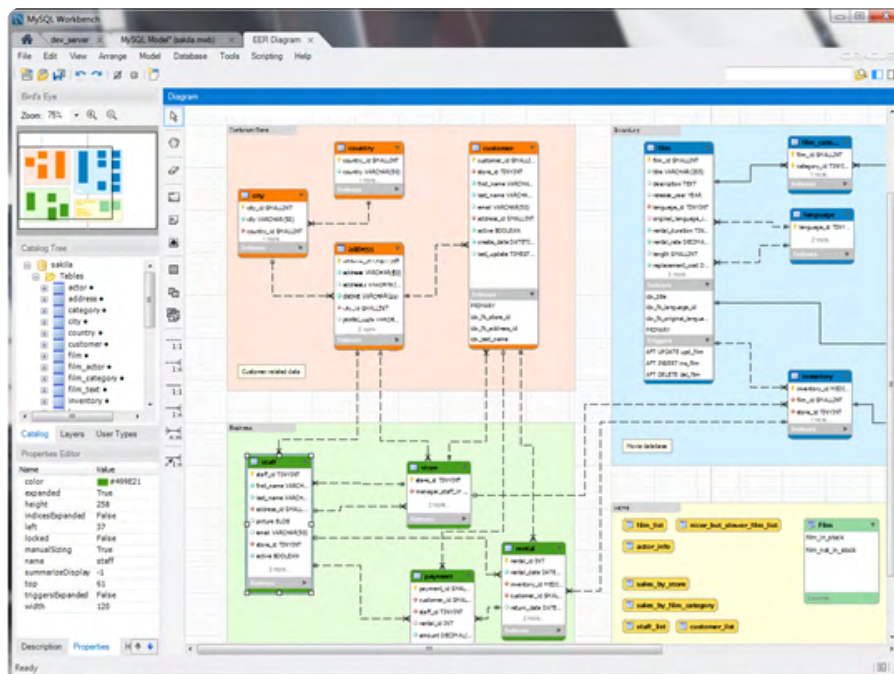


Figura 7. MySQL Model.

Fase 5

Se trabajó en el diseño web del Sistema Contable, utilizando las herramientas que se identificaron en la investigación documental.

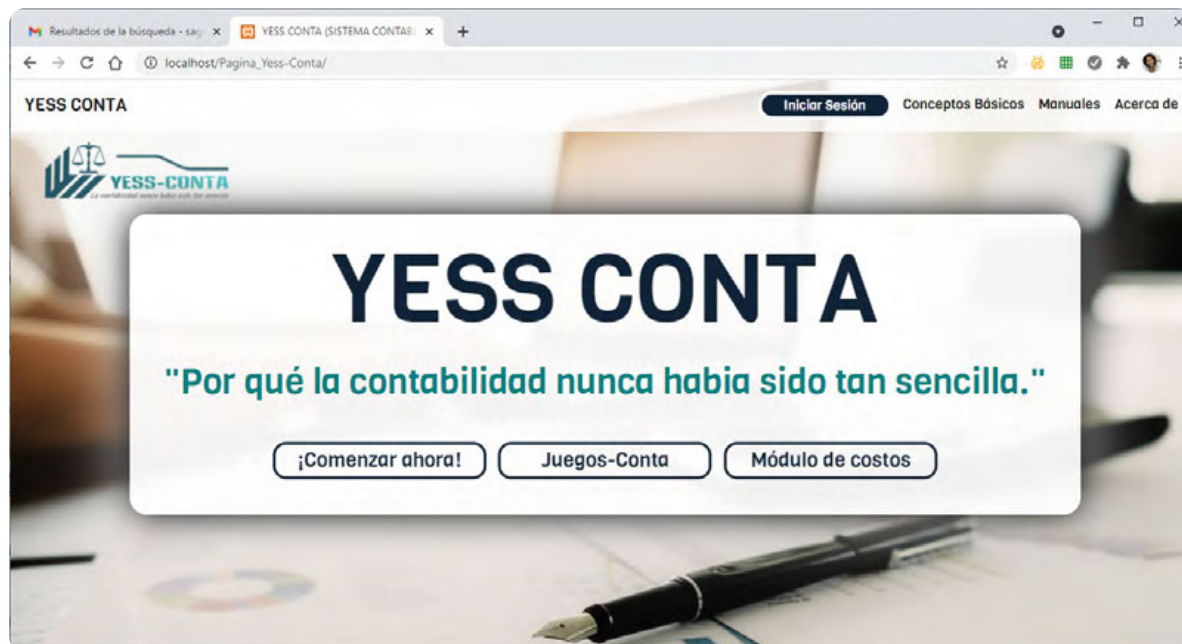


Figura 8. Diseño web del sistema.

Fase 6 Viabilidad del proyecto

Se realiza el estudio financiero, técnico y de operación del proyecto, para analizar la viabilidad del mismo.

Con respecto al estudio financiero, el costo del sistema financiero es de 10,000.00, monto que fue autorizado para el registro y compra de un disco duro externo.

Si bien existen softwares contables que pueden ser utilizados en formato libre o por el periodo de prueba, no están adaptados a las necesidades de la enseñanza contable para las materias que se imparten en el Instituto Tecnológico Superior de Libres.

El proyecto es viable de llevarse a cabo, ya que cumple con las condiciones técnicas, de operatividad, financieras, y el impacto o beneficio es tanto social como económico.

Resultados/Discusión de resultados

El desarrollo de este trabajo ha requerido aplicar el conocimiento y habilidades técnicas adquiridas en las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales y Gestión Empresarial, con el fin de contribuir a mejorar los atributos de egreso de la comunidad estudiantil del Instituto Tecnológico Superior de Libres.

Mediante la investigación y el seguimiento de la metodología utilizada se pudo obtener como producto final un sistema web denominado Yess Conta, el cual facilitará la actividad de enseñanza- aprendizaje para las materias contables y la automatización de los procesos que normalmente se realizaban manualmente en instituciones de nivel medio-superior y superior del estado de Puebla.

Conclusiones

El uso de métodos duales en la enseñanza-aprendizaje, permitirá a los alumnos lograr el mejoramiento de la gestión de la calidad en su preparación profesional.

El desarrollo de habilidades mediante la práctica propiciará en los alumnos y el docente proponer casos y situaciones que les servirán en su vida laboral.

Se proporcionará a la comunidad tecnológica un sistema financiero elaborado en sitio, adecuado a las necesidades de las materias financieras impartidas en el ITS Libres.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Para contar con un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) integral para el Instituto Tecnológico Superior de Libres, se está realizando una segunda etapa del proyecto, que considera un sistema de costos, el módulo de Administración de Recursos Humanos y Administración de Proyectos.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial para el Ing. Alejandro Guzmán Rodríguez docente del ITS Libres por el apoyo operativo durante el desarrollo del proyecto. Así como al Instituto Tecnológico Superior de Libres por las facilidades brindadas para su realización.

Referencias bibliográficas

- [1] G. Guajardo. *Contabilidad Financiera*. 5ta.ed. McGraw-Hill. 2008
- [2] R. Niño, J.J. Montoya. *Contabilidad Intermedia*. 1er y 2da. Ed. Trillas. 2006
- [3] A.J. Romero. *Principios de Contabilidad*. McGraw Hill. 2010.
- [4] O.R. Sánchez. *Introducción a la contabilidad*. 1ra. ed. Pearson Prentice Hall. 2008
- [5] Y.T. Mora. “*Los sistemas de Información Contable y su relación con las herramientas tecnológicas*”. Bogotá. 2017.
- [6] McGaughey, Ronald E., y Angappa Gunasekaran. *Selected Readings on Strategic Information Systems. Chapter XXIII Enterprise Resource Planning (ERP): Past, Present and Future. Information Science Reference (an imprint of IGI Global)*. 2009.

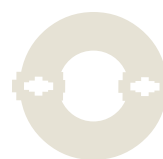
Sistema experto en el manejo de plagas para el acompañamiento técnico a cafecultores en Hueytamalco, Puebla

^a Martínez, López-Francisco, ^b Serrano, Vázquez-Arturo,
^c Sánchez, Ruíz-José de Jesús, ^d Mora, Reyes-Raúl*

^{a, b, c} Alumno de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II s/n. Aire Libre, Teziutlán, Puebla. C.P. 73960.

^d Docente. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II s/n. Aire Libre, Teziutlán, Puebla. C.P. 73960.

*raul.mr@teziutlan.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

Resumen

Actualmente las diferentes plagas en la planta de café dificultan la cosecha de los granos, por lo que, en la comunidad de Hueytamalco, Puebla y sus alrededores esto se considera una gran amenaza para sus plantíos. Hueytamalco está situado aproximadamente a 25.8 km de la ciudad de Teziutlán, es conocido como “la cuna del café”, puesto que es considerado uno de los lugares con más producción de café en la República Mexicana. El municipio presenta la transición de los climas templados de la Sierra Norte, además también cuenta con un clima semicálido, subhúmedo con lluvia todo el año, gracias a este clima las

plantas de café han sido beneficiadas en su producción. Por la importancia que el café representa para el municipio, es importante el desarrollo de una herramienta especializada en detección de plagas en plantas de café, con el fin de orientar a los cafecultores sobre las plagas existentes y anticipar cuando una plantación tendrá una plaga en el futuro. El presente documento tiene el fin de presentar la manera en que se realizó una plataforma web y móvil experta que ayudará a resolver la problemática existente y así poder beneficiar a la población cafecultora de Hueytamalco, Puebla.

Palabras clave

Café, plaga, software, reconocimiento

Abstract

Currently, the different pests in the coffee plant make it difficult to harvest the beans. Therefore, in the community of Hueytamalco, Puebla, and its surroundings this is considered a great threat to their plantations. Hueytamalco is located approximately 25.8 km from the city of Teziutlán, it is known as "the cradle of coffee" since it is considered one of the places with the most coffee production in the Mexican Republic.

The municipality presents a transition from the temperate climates of the Sierra Norte, it also has a semi-warm climate, subhumid with rain all year round, thanks to this climate the coffee plants have benefited in their production. Due to the importance that coffee represents for the municipality, it is important to develop a specialized tool for detecting pests in coffee plants, guide coffee growers about existing pests and anticipate when a plantation will have a plague in the area. future.

The purpose of this document is to present how an expert web and mobile platform was created that will help solve the existing problem and thus be able to benefit the coffee-growing population of Hueytamalco, Puebla.

Keywords

Coffee, pest, software, recognition

Glosario de abreviaturas y símbolos

Quintales: Medida de masa que equivale a 100 kilogramos.

CSS: Hojas de estilo en cascada (Cascading Style Sheets).

SDK: Kit de Desarrollo de Software (Software Development Kit).

OOHDM: Método de Diseño de Hipermedia Orientado a Objetos (Object Oriented Hypermedia Design Methodology).

HDM: Metodología de Diseño hipermedia (Hypermedia Design Methodology)

Fitosanitario: Prevención y curación de las enfermedades de las plantas o relacionadas con ello.

Automatización: Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.

Materiales y métodos

El desarrollo de software se apoya principalmente en Hardware, equipo de cómputo, y Software, programas que permiten codificar la solución y servicios que son utilizados con un fin específico en el manejo de datos dentro del sistema. Con respecto al Hardware se utilizó un equipo de cómputo con las siguientes características: procesador Intel Core i5 de séptima generación, memoria RAM DDR4 de 8 GB y almacenamiento de 2 TB. Cuenta con la tarjeta gráfica Intel HD 630 para manejar juegos y gráficos básicos. Esto es suficiente para satisfacer las necesidades de cualquier programador. Su costo está alrededor de los \$449 USD (unos \$8,800 pesos). En el apartado del Software se utilizaron las siguientes tecnologías:

XAMP

XAMPP es un servidor local de código abierto y gratuito que permite probar aplicaciones web en equipos propios sin la necesidad de tener un acceso a Internet. Es un servidor que está disponible para los sistemas operativos de Windows, Linux y MacOS. Incluye una base de datos MySQL y el gestor que utiliza es phpMyAdmin, también incluye un intérprete de PHP y asimismo incluye un servidor web Apache. XAMPP es una excelente herramienta para crear un servidor Apache y MySQL, haciendo que la computadora sea perfecta para el desarrollo de aplicaciones web o crear páginas web (M. Garcia., 2020). El nombre de XAMPP es un acrónimo compuesto por las iniciales de las tecnologías que lo componen, X (hace referencia a todos los lenguajes), Apache, MySQL, PHP y Perl. Además de estos componentes principales, esta distribución gratuita también incluye, dependiendo el sistema operativo, otras herramientas como el servidor de correo Mercury, el programa de administración de bases de datos phpMyAdmin, el software de analítica web Webalizer, OpenSSL, Apache Tomcat y los servidores FTP Filezilla o ProFTPD (García Martín, 2020). Para poder utilizar XAMPP solamente se requiere descargarlo e instalarlo desde su página oficial y realizar pequeñas configuraciones que el servidor web necesita. XAMPP se actualiza regularmente para incorporar las últimas versiones de Apache, MySQL, PHP y Perl. Oficialmente, los creadores de XAMPP pretendían que se usara únicamente como una herramienta de desarrollo, que permitiera a los programadores, diseñar sus páginas web y poder realizar pruebas en sus propias computadoras sin la necesidad de tener acceso a Internet. Sin embargo, actualmente es utilizado para ser utilizado como servidor web y con pequeñas configuraciones es lo suficientemente seguro.

HTML

HTML es un lenguaje con el que se crean las páginas web, es un lenguaje que contiene etiquetas para definir el texto, las imágenes, las listas, básicamente la estructura de una página web. HTML se creó en un principio con objetivos divulgativos de información con texto y algunas imágenes (Álvarez, 2001). La primera versión de HTML apareció en 1991 y fue escrita por Tim Berners-Lee, teniendo en esta primera versión únicamente 18 etiquetas utilizables y los cuales solamente 13 se siguen utilizando en la actualidad. En 1993, HTML se estandarizó como el lenguaje de la creación de la web, se consideró el lenguaje de marcado general estándar (SGML), pero ganó HTML por sus virtudes y su potencia. El 18 de diciembre de 1997 fue lanzada la versión 4.0 de HTML, esta nueva versión fue muy importante para la estandarización de las hojas de estilo en cascada. El 24 de diciembre de 1999 se lanzó la versión 4.01 de HTML y solo introdujo modificaciones menores a la versión. Es muy importante saber que HTML es un estándar a día de hoy gracias al consorcio internacional: el World Wide Web Consortium (W3C). La actualización más importante de HTML fue en 2014 cuando se introdujo HTML5 incorporando varias etiquetas semánticas nuevas, que revelan el significado de su propio contenido, por ejemplo, las etiquetas, y. HTML no es un lenguaje de programación, lo que significa que no tiene la capacidad de crear una funcionalidad dinámica (Gustavo B., 2020). HTML está compuesto por etiquetas, cada una de estas etiquetas significa una cosa, por ejemplo significa que el texto está en negrita, significa un párrafo. El HTML es parte fundamental de las normas web, en conjunto con otras tecnologías como el CSS o el JavaScript. Ya que este lenguaje es la base para construir páginas en Internet, es importante conocerlo para crear nuestras propias páginas webs. (Mousinho, 2019). Es importante conocer la estructura básica de HTML, la cual se compone únicamente de etiquetas.

Bootstrap

Bootstrap es un framework front-end utilizado para desarrollar aplicaciones web responsivas, es decir, con un layout que se adapta a las pantallas del dispositivo utilizado por el usuario (Guest, 2020). Bootstrap fue desarrollado por Twitter en el año 2010 con el fin de estandarizar las herramientas propias de la compañía. Inicialmente se llamó Twitter Blueprint y un año más tarde su nombre fue cambiado a Bootstrap y se transformó en código abierto bajo la licencia MIT. Antes de Bootstrap se habían implementado varias bibliotecas para desarrollar interfaces de manera fácil y rápida, pero esto generó inconsistencias y una gran carga de trabajo, pues era difícil de mantener. Hace unos años tener una página web era indispensable

para casi cualquier negocio, sea cual sea su giro comercial, pues suponía un gran avance. Años después, los teléfonos inteligentes surgieron y con una pantalla mucho más pequeña de lo que se tenía acostumbrado, surgió la necesidad de crear páginas web que se adaptaran a estos dispositivos. Ahora si ya no tienes una web responsiva y tus clientes no pueden comprar o hacer una reserva *online* a través de su teléfono, ya no eres nadie (Casas, 2020). Este framework combina las tecnologías de CSS y JavaScript para poder estilizar los elementos de HTML, además permite la interactividad en la página, ya que ofrece una gran cantidad de componentes que facilitan la comunicación con el usuario, algunos de estos componentes son: menús de navegación, controles de página, barras de progreso, alertas, modales, etc. Si bien Bootstrap ahorra tiempo al desarrollar y administrar las plantillas, su objetivo principal es crear sitios responsivos (Deymar, 2020). Crear una página web responsiva significa que funciona en todos los tamaños de pantalla ya sea un teléfonos móviles o dispositivos con una pantalla grande. Desde la versión tres de Bootstrap, ha ido aumentando en popularidad, gracias a las grandes novedades que esta versión tuvo, las cuales son: Mejor soporte con HTML5 y CSS3, sistema de GRID e insertar imágenes de forma responsiva. Actualmente Bootstrap se encuentra en la versión cuatro y supuso grandes cambios, ya que algunos componentes fueron eliminados, pero también se implementaron algunas novedades como el cambio del procesador, ya que anteriormente ocupaba Less para pasar a usar Sass. Así mismo, con la nueva versión se utiliza Flex box por defecto y las unidades de medida se cambiaron a REM reemplazando los px. Bootstrap es compatible con múltiples navegadores web que existen actualmente, los cuales son: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge y Safari.

PHP

Es un lenguaje de programación de código abierto utilizado para el desarrollo web y puede incrustarse en HTML. Recordando que el código abierto significa que es de uso libre y gratuito para que cualquier persona pueda utilizarlo sin ningún problema. Es un lenguaje de programación muy popular ya que un gran número de páginas web y aplicaciones web fueron creadas con este lenguaje. A diferencia de otros lenguajes de programación, PHP se ejecuta del lado del servidor, convirtiéndolo en un lenguaje para ser utilizado en el back-end, además, se utiliza para crear páginas web o aplicaciones dinámicas, esto quiere decir que puede realizar conexiones con bases de datos donde podemos realizar consultas a esa base de datos. Se le llama página estática a aquella cuyo contenido permanece siempre igual, mientras que una página dinámica su contenido está en constante cambio. (B. Jackson) La principal característica que distingue PHP de otros lenguajes de programación

como JavaScript es que se ejecuta del lado del servidor, generando HTML y enviándolo al cliente. El cliente recibe el resultado de ejecutar un script, aunque no sabrá el código subyacente que era. PHP puede procesar los datos recibidos de formulario, generar páginas con contenido dinámico, es usado para proyectos pequeños, pero también es utilizado por grandes empresas. Además, es utilizado para la creación de aplicaciones web como por ejemplo Joomla y Drupal (gestores de contenido), Prestashop (para la creación de tiendas on-line), Moodle (Plataforma para educación on-line), por citar algunas, asimismo, también es utilizado para la creación de correos electrónicos, generación de archivos PDF, etc. PHP es un lenguaje de programación para desarrollar aplicaciones y crear sitios web que conquista cada vez más seguidores, es fácil de usar y en constante funcionamiento es una opción segura para aquellos que desean trabajar en proyectos calificados y sin complicaciones (De Souza, 2020).

MySQL

MySQL es el sistema de gestión de bases de datos relacionales más utilizado y el más popular en la actualidad. Esta popularidad se debe gracias a que es de código abierto, lo que significa que cualquier persona puede utilizarlo sin ningún problema. Originalmente, MySQL fue desarrollado por MySQL AB, pero en 2008 fue adquirido por Sun Microsystems y posteriormente fue comprado por Oracle en 2010. Muchas de las organizaciones más grandes y de más rápido crecimiento en el mundo, incluidas Facebook, Google, Adobe, confían en MySQL para ahorrar tiempo y dinero en la potencia de sus sitios web de alto volumen, sistemas críticos para el negocio y software empaquetado. MySQL comparte las mismas sentencias del lenguaje SQL por lo que no es complicado de aprender si ya se tiene conocimiento en SQL. Algunas de estas sentencias son: SELECT, WHERE, INSERT, UPDATE, DELETE, DISTINCT.

Flutter

Flutter es un SDK creado por Google para la creación de aplicaciones móviles multiplataforma, esto quiere decir que se puede desarrollar tanto para Android como para iOS. Inicialmente fue desarrollado para uso interno dentro de la empresa, pero al percatarse del potencial que tenía este SDK se lanzó como un proyecto de código libre. En la actualidad es uno de los proyectos de desarrollo móvil que más ha aumentado en popularidad, ya que es fácil de aprender. Asimismo, desde la última versión estable, es posible crear aplicaciones web y de escritorio para los sistemas operativos Windows y MacOS, aunque esta característica todavía está

en versión beta. Flutter utiliza un motor gráfico llamado Skia, que renderiza en 2D los elementos gráficos. Flutter está escrito en C, C++ y mayormente, en Dart. Widget es la palabra más repetida cuando se hace referencia a Flutter, se refiere a los elementos gráficos que componen una vista. Por ejemplo, un botón, un texto o una imagen. Aunque también hay Widgets más complejos que están formados por otros Widgets.

Metodología

La metodología OOHDM es utilizada para el diseño de aplicaciones hipermedia y para la web, fue diseñada por Daniel Schwabe y Gustavo Rossi en 1996. OOHDM es una metodología de desarrollo para la elaboración de aplicaciones multimedia y tiene como objetivo simplificar y hacer más eficaz el diseño de aplicaciones hipermedia. Esta metodología está basada en HDM, pero la principal diferencia es el proceso de concepción orientado a objetos. OOHDM propone el desarrollo de aplicaciones hipermedia mediante el proceso de cuatro etapas:

Diseño conceptual.-En la primera etapa se construye un esquema conceptual representado por los objetos de dominio o clases y las relaciones entre dichos objetos. Se puede usar un modelo de datos semántico estructural (como el modelo de entidades y relaciones). El modelo OOHDM propone como esquema conceptual basado en clases, relaciones y subsistemas. En la **Figura 1** se muestra el diagrama de base de datos que se ocupó para la creación de la aplicación.

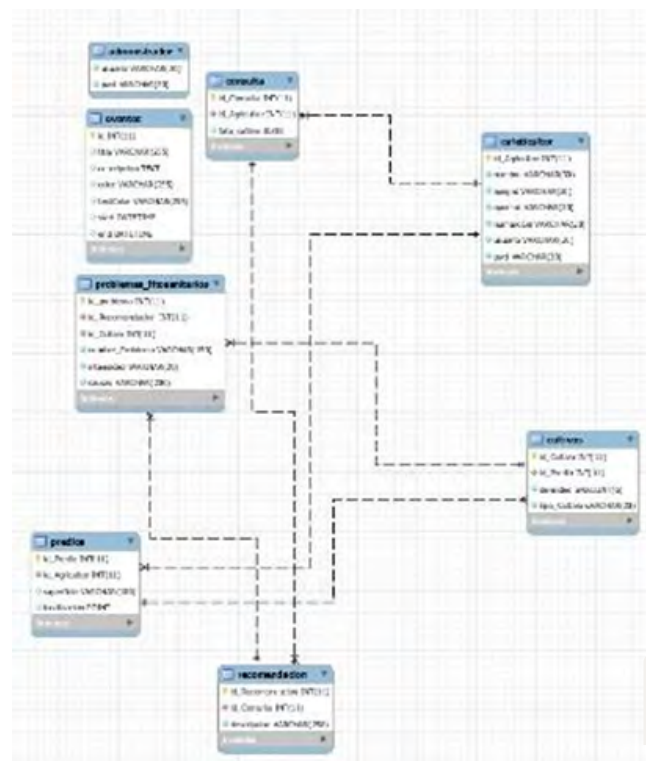


Figura 1.

Diseño navegacional.-el diseñador define clases navegacionales tales como nodos, enlaces y estructuras de acceso (índices y visitas guiadas) inducidas del esquema conceptual. Los enlaces derivan de las relaciones y los nodos representan ventanas lógicas (views) sobre las clases conceptuales. En la **Figura 2** se muestra el diseño de la aplicación web.

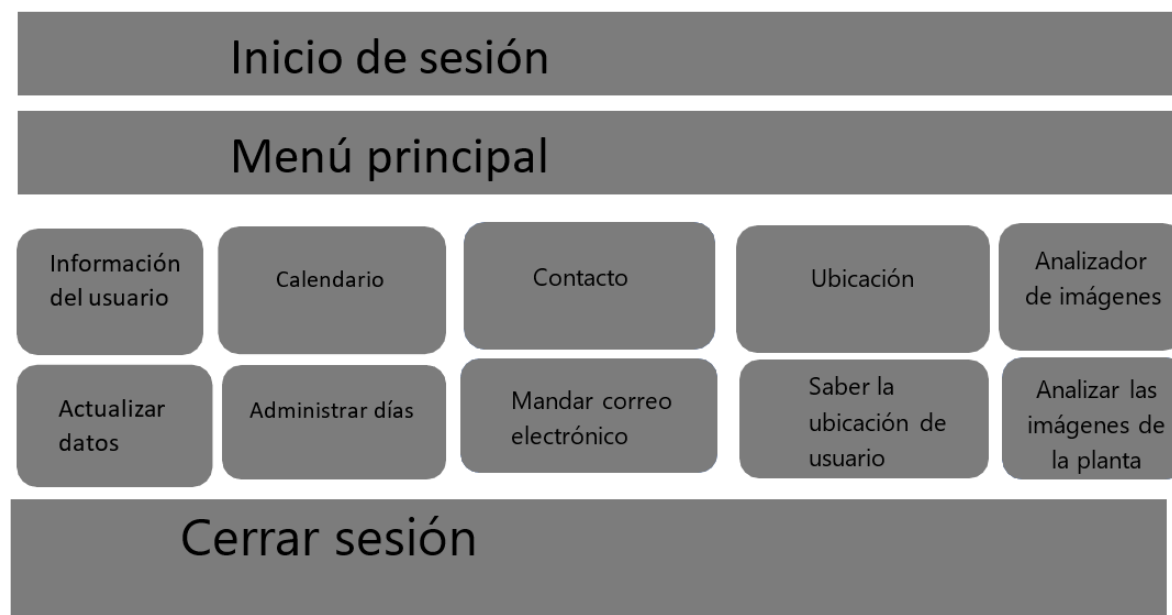


Figura 2.- Diseño navegacional.

Diseño de interfaces abstractas.-está dedicada a la especificación de la interfaz abstracta. Así, se define la forma en la cual deben aparecer los contextos navegacionales. También, se incluye aquí el modo en que dichos objetos de interfaz activarán la navegación y el resto de las funcionalidades de la aplicación, esto es, se describirían los objetos de interfaz y se los asociará con objetos de navegación. La separación entre el diseño navegacional y el diseño de interfaz abstracta permitirá construir diferentes interfaces para el mismo modelo navegacional. En la **Figura 3** se muestra el diseño que tendrá el Login en la página web.

Figura 3.- Login página web.

Figura 4.- Login app móvil. Figura 5.- Analizador de imagen. Figura 6.- Resultados.

En las **figuras 4, 5 y 6** se muestra el Login, el analizador de patrones y el resultado que da al analizar dicha imagen.

Implementación.-dedicada a la puesta en práctica, es donde se hacen corresponder los objetos de interfaz con los objetos de implementación.

Resultados/Discusión de resultados

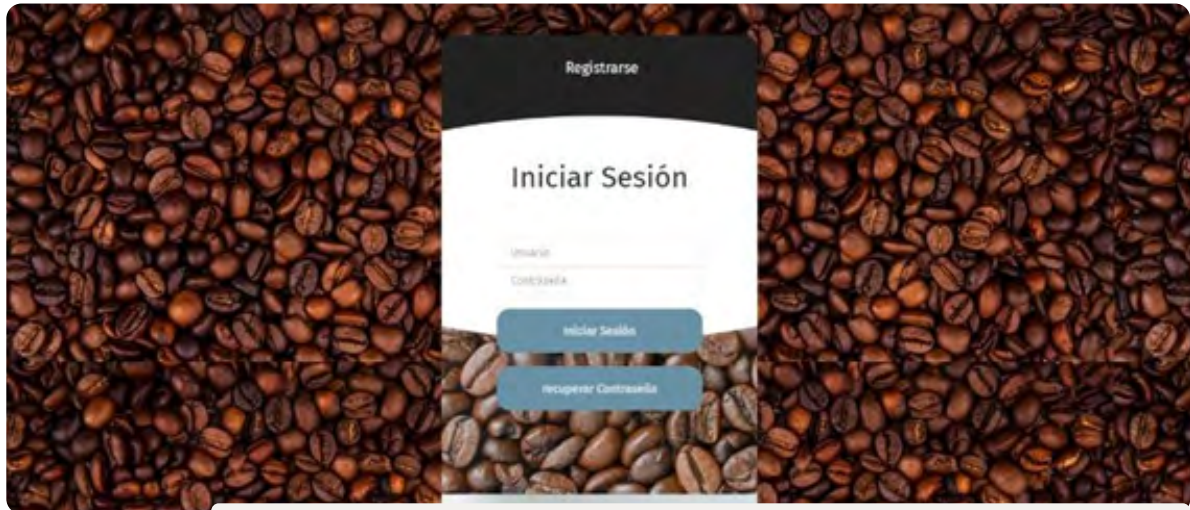


Figura 7.- Inicio de sesión.

En la **Figura 7** podemos apreciar la sección de Login en el cual cada usuario podrá ingresar al menú principal. El menú principal de la aplicación se muestra en la **Figura 8**, es el punto de acceso a las diferentes opciones que ofrece el sistema, las cuales son: Información del usuario en el cual se podrá visualizar cada uno de los datos con los cuales ha sido registrado, además podrá actualizar dichos datos, en la siguiente modulo podemos observar nuestro calendario el cual le servirá de apoyo al caficultor para saber las fechas de siembra y cosecha, el siguiente módulo servirá para que el caficultor pueda mandar sugerencias o quejas de la aplicación web por último los dos últimos módulos fungirán para la ubicación de los sembradíos en tiempo real, así mismo para dar estadística de las enfermedades.

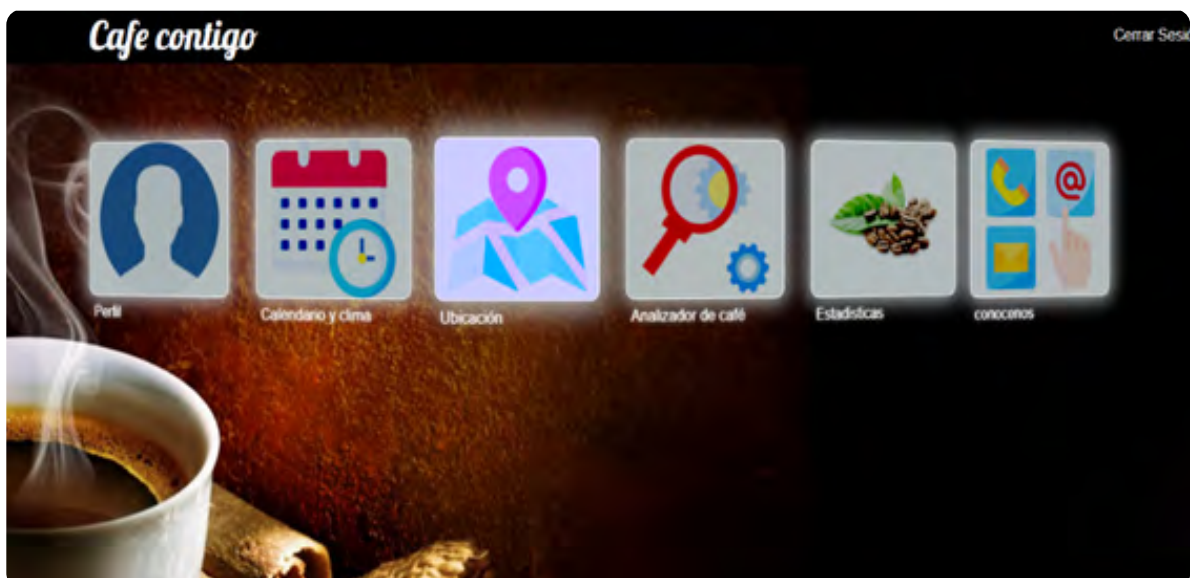


Figura 8.- Menú principal de la aplicación.

La siguiente sección proporciona un análisis de las plantas de café, este apartado tendrá una sección la cual brindará una serie de instrucciones de cómo se utiliza el analizador, así mismo esta sección nos brindará las estadísticas pertinentes de la planta analizada. En la **Figura 9** se mostrará el analizador de patrones de la app web.

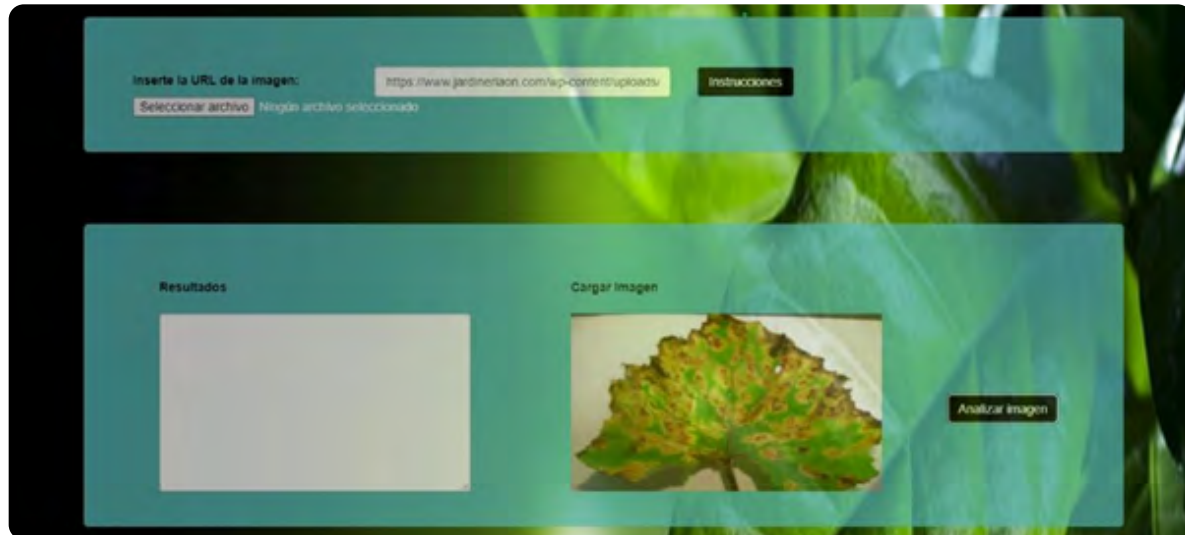


Figura 9.- Análisis de patrones.

Conclusiones

Como se pudo observar el desarrollo de software es un proceso complejo que permite automatizar y apoyar a los procesos en diferentes áreas; para lograrlo es necesario utilizar una metodología que guíe cada paso en su desarrollo y, utilizar tecnologías emergentes que nos potencialicen el manejo de información en la obtención de resultados. Tomando en cuenta el software desarrollado llamara la atención de los cafeticultores logrando así un mejoramiento de la plata de café, posteriormente se llegara a un acuerdo con empresas fumigadoras para poder vender sus productos dentro del software, donde poco a poco se irá expandiendo y entrando en diferentes centros de investigación mejorando cada vez la interacción con el usuario y sus necesidades, dando como resultado posicionarse en uno de los mejores software en la agricultura e innovación de tecnologías llegando a un acuerdo con organismos de apoyo que financiaran su crecimiento y su difusión en todo México.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

En un futuro el sistema contará con un módulo para poder pedir pesticidas a proveedores autorizados y estos productos llegarán de manera domiciliaria. Además, se espera que tenga una calculadora de fertilizante, donde el caficultor podrá medir el nivel de fertilizante que esparcirá en las plantaciones de café para no agregar de manera equivocada. Asimismo, con este proyecto no solo se espera que sea funcional para las plantaciones de café, sino que también se tiene un alcance para diferentes tipos de plantaciones.

Agradecimientos

El presente trabajo no podría ser posible sin el apoyo de los cafeticultores de Hueytamalco, Puebla; quienes se tomaron el tiempo y espacio para asesorar al equipo de desarrollo e investigación, así mismo de nuestro docente Raúl Mora que fue quien nos dio la confianza para la realización de este proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] B. Jackson, “¿Acaso Ha Muerto PHP? ¡No! Por lo Menos Según las Estadísticas de Uso”, Kinsta, 2021. [Online]. Disponible en: <https://kinsta.com/es/blog/acaso-ha-muerto-php/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [2] M. Alvarez, “Qué es HTML”, Desarrolloweb.com, 2021. [Online]. Disponible en: <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-html.html>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [3] M. Alvarez, “Qué es PHP”, Desarrolloweb.com, 2021. [Online]. Disponible en: <https://desarrolloweb.com/articulos/392.php>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [4] E. Business, “¿Qué es la web 4.0 y por qué debes estar preparado para lo que se viene?”, Esan.edu.pe, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/03/que-es-la-web-40-y-por-que-debes-estar-preparado-para-lo-que-se-viene/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [5] V. CASAS, “¿Qué es Bootstrap y para qué sirve?”, LocusHost, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.lucushost.com/blog/que-es-bootstrap/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [6] f. Ivan de Souza Editor en jefe internacional de Rock Content y consultor de marketing digital and I. Souza, “PHP: ¿qué es, para qué sirve y cuáles son sus características?”, Rock Content-ES, 2021. [Online]. Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/php/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [7] E. Wayz, “Ventajas y desventajas de HTML”, YOUR CODE HTML5, 2021. [Online]. Disponible en: <https://yourcodeweb.wordpress.com/2017/02/22/ventajas-y-desventajas-de-html/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [8] M. Garcia, “QUE ES XAMPP Y COMO PUEDO USARLO?”, Nettix Perú, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.nettix.com>.

pe/blog/web-blog/que-es-xampp-y-como-puedo-usarlo. [Accessed: 14- May- 2021].

- [9] G. Author, “Bootstrap: ¿qué es, para qué sirve y cómo instalarlo?”, Rock Content-ES, 2021. [Online]. Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/bootstrap/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [10] J. Mejía, “Historia de la Industria 4.0- Logicbus S.A de C.V.”, Logicbus.com.mx, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.logicbus.com.mx/historia-industria-4.0.php>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [11] E. Borges, “Tipos de Servidores Web- Características, Ventajas y Desventajas”, Infranetworking, 2021. [Online]. Disponible en: <https://blog.infranetworking.com/tipos-de-servidores-web/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [12] J. Grau, “Xampp. Herramienta indispensable para desarrollo web-Código Binario por Jorge Grau”, Código Binario por Jorge Grau, 2021. [Online]. Disponible en: <http://www.codigo-binario.es/xampp-herramienta-para-dev-web/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [13] M. López, “Conoce Bootstrap: ¡programar jamás fue tan fácil!”, <https://www.crehana.com>, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.crehana.com/mx/blog/web/que-es-bootstrap/>. [Accessed: 14- May- 2021].
D. Rosset, “Macro-localización y Micro-localización”, Garduno-elaboracion-de-proyectos.blogspot.com, 2021. [Online]. Disponible en: <http://garduno-elaboracion-de-proyectos.blogspot.com/2012/01/macro-localizacion-y-micro-localizacion.html>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [14] A. Mousinho, “HTML: ¿qué es y por qué es tan importante en el mundo digital?”, Rock Content-ES, 2021. [Online]. Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/html/>. [Accessed: 14- May- 2021].
- [15] G. PHP, “PHP: ¿Qué es PHP?-Manual”, Php.net, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>. [Accessed: 14- May- 2021].



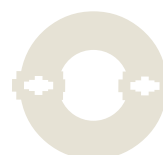
Sistema inteligente para la detección de enfermedades en plantas de jitomate de invernadero basado en técnicas de visión artificial y aprendizaje automático

^aEstrada, Aguilar-Jose Estefania*, ^bLucas, García-Elizabeth, ^cParedes, Valverde-Mario Andrés

^aConsejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, Privada B Poniente No. 4511, Col. Huexotitla, C.P. 72534, Puebla, Puebla.

^bInstituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán, Puebla. 73960.

*itsteziutlan@hotmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La producción de jitomate en invernadero ha aumentado en los últimos años como consecuencia de la gran demanda de productos básicos, siendo Puebla uno de los principales productores a nivel nacional. Estos cultivos son atacados por enfermedades que se propagan rápidamente provocando grandes pérdidas económicas, lo que ha dado paso a la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que permitan a los agricultores seleccionar el tratamiento adecuado para contrarrestar esta situación de manera rápida y oportuna. Como una alternativa de solución, se desarrolló una aplicación web basada en técnicas de

Aprendizaje Automático y Visión Artificial capaz de determinar qué enfermedad está afectando a las plantas de jitomate a partir de una fotografía de la hoja de la planta y con ello permitir al agricultor llevar a cabo las acciones pertinentes a la brevedad. Para el desarrollo de este sistema se empleó un conjunto de datos de 5973 fotografías etiquetadas por expertos. Actualmente, esta aplicación es capaz de diagnosticar 8 enfermedades del jitomate con resultados alentadores, y se espera poder implementarlo en invernaderos del Estado de Puebla una vez que la pandemia COVID-19 lo permita.

Palabras clave

Tecnología, Sistema Inteligente, diagnóstico de enfermedades, jitomate

Abstract

Greenhouse tomato production has increased in recent years as a result of the great demand for basic products, with Puebla being one of the main producers nationwide. These crops are attacked by diseases that spread rapidly causing great economic losses, which has given way to the need for technological tools that allow farmers to select the appropriate treatment to counter this situation quickly and on time. As an alternative solution, a web application for tomato disease diagnosis was developed. This application uses machine learning and artificial vision techniques to determine which disease is affecting tomato plants from a photograph of the plant's leaf and thereby allowing the farmer to carry out the pertinent actions as soon as possible. For the development of this system, a dataset of 5973 photographs labeled by experts was used. Currently, this application is capable of diagnosing 8 tomato diseases with encouraging results, and it is expected to be implemented in greenhouses in the State of Puebla once the COVID-19 pandemic allows it.

Keywords

Technology, Smart System, disease diagnosis, tomato

Glosario de abreviaturas y símbolos

IA, Inteligencia Artificial

SI, Sistema Inteligente

PIB, Producto Interno Bruto

AP, Precisión Promedio

Introducción

Actualmente existe una gran demanda de productos de la canasta básica debido al aumento de población, por lo que es necesaria una mayor producción de hortalizas, frutas, granos, entre otros. Uno de los productos indispensables tanto en la dieta de los mexicanos como en el Producto Interno Bruto (PIB) del país es el jitomate, también conocido como tomate rojo. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación informó estadísticas de que el mundo produjo cerca de 170.750 kilotoneladas de tomate en 2014 [1]. Desde 2016 México ha sido el principal exportador de esta planta a nivel mundial, en 2017 alcanzó su máximo porcentaje debido a un total de 1.7 millones de toneladas exportadas, el equivalente al 24 % del total mundial y, ya para el 2019, representó el 23,6 % de las exportaciones totales de este producto [2], debido a esto la tasa media anual fue del 5.8 %. Para que tal cantidad sea generada deben sembrarse miles de hectáreas con este producto y, al menos hasta 2019, se registraron un total de 42 383.3 hectáreas de superficie sembrada en el país [3]. Uno de los principales contribuyentes a estos porcentajes es el estado de Puebla dado que produce aproximadamente 125 mil toneladas de jitomate al año [4] lo que lo convierte en uno de los estados con mayor productividad a nivel nacional. Además, cabe destacar que Puebla ya se encuentra proliferando la producción de jitomate a través de invernaderos, más que a campo abierto, y en diferentes municipios y regiones del estado, se pueden encontrar invernaderos en donde se está sembrando jitomate a gran escala. Tan solo en 2016, Puebla contaba con invernaderos en 81 municipios alcanzando una producción de 97 mil toneladas con 650 hectáreas y, a pesar de esta gran cantidad no lograba cubrir el abasto para el consumo interno [5], en los últimos años el cultivo en invernadero se ha convertido en una fuente de trabajo para muchos.

Dado que el cultivo de plantas de tomate toma consideraciones de diversas variables como el medio ambiente, el suelo y la cantidad de luz solar, no se puede evitar la existencia de enfermedades [6] siendo los hongos, bacterias y virus los principales causantes de las enfermedades en cultivos de jitomate [7]. Es por ello que el jitomate es uno de los cultivos que más riesgo de contaminación presenta, principalmente por el uso excesivo de plaguicidas usados para el control de plagas o por el uso de agroquímicos para controlar enfermedades por hongos [8].

Es importante mencionar que la principal causa de la pérdida de cosecha son las enfermedades patogénicas ya que están presentes en plántulas (*damping off*), follaje (tizones temprano y tardío), en tallos (*Fusarium spp.*) e inclusivamente en los frutos

(pudrición apical y pudrición por *Alternaria*) [9]. Entre los principales síntomas que se pueden presentar en una planta enferma se encuentran los siguientes: Cambios en el color normal de la hoja (clorosis, mosaicos, manchas necróticas), cambios en el tamaño y forma de la hoja (encolochamiento); cambios en el tamaño normal de una planta (achaparramiento o enanismo), entre otros [10].

Actualmente, el equipo de diagnóstico requiere un tiempo significativo para determinar enfermedades, como resultado, los agricultores pasan por alto la mejor oportunidad para evitar y/o curar enfermedades [11]. Razón por la cual se han desarrollado trabajos enfocados al diagnóstico de enfermedades en plantas y el aumento en el crecimiento de los Sistemas Inteligentes (SI) en los diferentes procesos y aplicaciones directas a las prácticas del sector [12]. Para tales efectos y con el desarrollo reciente de diversas tecnologías agrícolas, los agricultores optan por las bases de datos de enfermedades de las plantas o consultan a los patólogos locales a través de teléfonos, en lugar del método clásico [13]. Sin embargo, una identificación oportuna y precisa podría atenuar en gran medida el impacto nocivo de los fertilizantes y pesticidas en el medio ambiente [14], además de aminorar las pérdidas económicas de los agricultores dado que más del 20 % de las pérdidas de cultivos en el escenario mundial se debe a enfermedades de las plantas [13]. En cuanto a la planta de jitomate, el virus del rizado amarillo del tomate (Tomato Yellow Leaf Curl Virus, TYLCV) es una de las enfermedades más peligrosas, pues ocasiona severos daños al cultivo, llegando a provocar inclusive pérdidas de producción de entre el 70 % y 80 %, especialmente en los cultivos de invernadero [15]. Además, dentro de las enfermedades más comunes en la planta de jitomate podemos encontrar: El tizón temprano, el tizón tardío, la mancha bacteriana, el Virus del Mosaico del tomate (VMT), entre otras [10].

El concepto de agricultura de precisión requiere la automatización oportuna de los procesos agrícolas dominantes y cruciales mediante la aplicación de las técnicas de inteligencia computacional en el dominio de la agricultura, siendo el aprendizaje automático, la inteligencia artificial (IA) y la visión por computadora las tecnologías más investigadas e implementadas en los últimos años dentro del sector [14], lo anterior debido a que las herramientas como cámaras de celulares para la identificación de enfermedades al instante, resultan ser demasiado factibles, económicas y/o viables para los agricultores, en especial aquellos que no tienen la disponibilidad de pagar o esperar el traslado de un especialista.

Proteger el cultivo de tomate de enfermedades es una necesidad fundamental para mejorar la calidad del cultivo y, de esta manera, generar la cantidad deseada

del mismo [16]. Por consiguiente, proporcionar una correcta detección y una identificación temprana de la enfermedad es muy útil para elegir el tratamiento correcto y detener la propagación de la enfermedad lo más pronto posible. Cabe destacar que, cualquier cultivo requiere constante monitoreo para notar síntomas visuales de una enfermedad [16] y que, una vez que aparezcan se necesitará la rápida y oportuna intervención de un experto en el área, quién deberá estar informado sobre todos los síntomas y signos causados por cualquier enfermedad además de que deberá recolectar muestras para su posterior examinación mediante el enfoque de diagnóstico tradicional que abarca varias técnicas de inmunología, las cuales requieren preparación de laboratorio y experiencia técnica [14]. Si bien este es un método preciso, tiene sus limitaciones en la aplicabilidad, siendo un trabajo costoso, intensivo y con un enfoque que requiere mucho tiempo [14], mismo que muchas veces puede determinar la pérdida o la recuperación de los cultivos en cuestión.

Dada esta necesidad, surge la idea de automatizar el proceso de identificación de enfermedades a partir de su clasificación por medio de imágenes de hojas de la planta de jitomate con el propósito de detectar la enfermedad en una fase temprana y así poder dar paso a la implementación del tratamiento adecuado, evitando de este modo la pérdida de cultivos de jitomate.

El Sistema Inteligente para la detección de enfermedades en plantas de jitomate de invernadero propuesto en el presente documento, consiste en una aplicación web basada en técnicas de aprendizaje automático y visión artificial para la construcción de un clasificador, como primera instancia, de 8 enfermedades utilizando solo imágenes de hojas afectadas por las enfermedades en cuestión y de hojas sanas de planta de jitomate. Este sistema inteligente tiene como objetivos principales aumentar la productividad y la competitividad de hortalizas de invernadero, la identificación temprana y certera de enfermedades en cultivos de jitomate y brindar una solución factible a través una herramienta tecnológica de fácil uso y fácil acceso como lo es una cámara de celular, brindando al usuario conocimiento confiable para la toma de decisiones relacionadas al manejo integral de enfermedades en las plantas de jitomate con la toma de una fotografía.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación, se empleó el método de Investigación Aplicada ya que se busca solucionar el problema de alta demora en el diagnóstico de enfermedades en plantas de jitomate con el fin de que estas puedan ser tratadas a tiempo y que no se extienda al resto del cultivo, disminuyendo así las pérdidas de cultivo por enfermedad.

1. Análisis del estado del arte

Se llevó a cabo el análisis del estado del arte que permitiera identificar los avances recientes en las áreas de aprendizaje automático y visión artificial aplicadas en el contexto de agricultura y concretamente, en el contexto de diagnóstico de enfermedades de plantas.

2. Análisis de requisitos

Se identificaron los requisitos de la aplicación a desarrollar, así como un análisis de las distintas opciones tecnológicas disponibles en el mercado para el desarrollo del proyecto. Finalmente, se definieron actividades, fechas y tiempos para la consecución del objetivo planteado.

3. Recolección del conjunto de datos de prueba

Dada la emergencia sanitaria por COVID-19 y acatando las indicaciones de confinamiento por parte de la Secretaría de Salud de México (SSM) se decidió realizar la búsqueda en Internet de un conjunto de imágenes de enfermedades del jitomate verificado por expertos para la fase de pruebas del modelo de aprendizaje automático generado, siempre se procuró que las imágenes recolectadas estuvieran aprobadas y clasificadas por expertos del área. A pesar de esto, se pretende recolectar imágenes directamente de los invernaderos en Puebla una vez que la pandemia lo permita.

4. Desarrollo del modelo de aprendizaje automático

Para la identificación de enfermedades de plantas de jitomate. Para el desarrollo del modelo de Aprendizaje Automático, se empleó un corpus con un total de 5973 imágenes, el cual fue extraído del conjunto de datos público “*Plant Village*” alojado

en Kaggle. Este conjunto de datos cuenta con la aprobación y verificación de expertos en el área por lo que cuenta con una extensa gama de imágenes sobre enfermedades en las plantas de jitomate. Este conjunto de datos se divide en 9 categorías, de las cuales 8 pertenecen a enfermedades comunes y 1 a las hojas de planta de jitomate saludables.

En la **Tabla 1** se presenta información de relevancia entre las enfermedades de las hojas de jitomate considera el presente proyecto.

Tabla 1. Categoría de enfermedades en hojas de plantas de jitomate.

No.	Nombre de la enfermedad	Patógeno causante	Síntomas
0	Hoja saludable		
1	Mancha bacteriana del jitomate (TomatoBacterialSpot)	Xanthomonas campestris	En las hojas se presentan manchas pequeñas, oscuras e irregulares, de apariencia grasosa.
2	Tizón temprano del jitomate (TomatoEarlyBlight)	Alternaria solani	Aparición de pequeñas manchas oscuras que se agrandan y se convierten en lesiones circulares en las hojas.
3	Tizón tardío del jitomate (TomatoLateBlight)	Phytophthora infestans	Aparición de manchas pequeñas de forma irregular, pálidas y marrones en la superficie de la hoja.
4	Rizo de hoja amarilla de jitomate (TomatoYellowLeafCurlVirus)	Tomato yellow leaf curl virus	Plantas severamente atrofiadas y los brotes se vuelven erectos.
5	Mosaico de jitomate (TomatoMosaicVirus)	Tomato mosaic virus	Mosaico de color verde claro u oscuro con distorsión de las hojas más jóvenes y atrofia en diversos grados.
6	Molde de hoja de jitomate (TomatoLeafMold)	Cladosporium fulvum	Aparición de manchas amarillas en la hoja.
7	Mancha foliar por Septoria (TomatoSeptoriaLeafSpot)	Septoria lycopersici	Aparición de manchas distintivamente circulares y a menudo bastante numerosas en las hojas.
8	Punto objetivo de jitomate (TargetSpot)	Corynespora cassiicola	Las lesiones foliares comienzan como pequeñas manchas puntiagudas empapadas de agua en la superficie superior de la hoja.

En la **Figura 1** se muestra el tipo de enfermedad que se ha descrito en la Tabla anterior. Cabe mencionar que la hoja 0 es una hoja de jitomate sana.

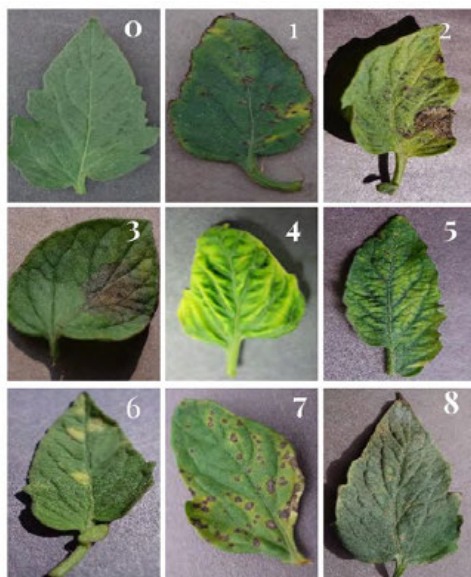


Figura 1. Enfermedades en hojas de plantas de jitomate.

Por otro lado, para la etapa de prueba del modelo se recolectó un conjunto de datos con 45 imágenes diferentes a las del corpus de entrenamiento con el propósito de asegurar la integridad y consistencia del modelo de aprendizaje.

5. Desarrollo de la aplicación web

En esta etapa se desarrolló la aplicación web que permita al público acceder a la herramienta desarrollada. Además, se generó una base de datos con recomendaciones para combatir la enfermedad identificada. En la **Figura 2** se presenta la interfaz de identificación de enfermedades contenida en la aplicación web.

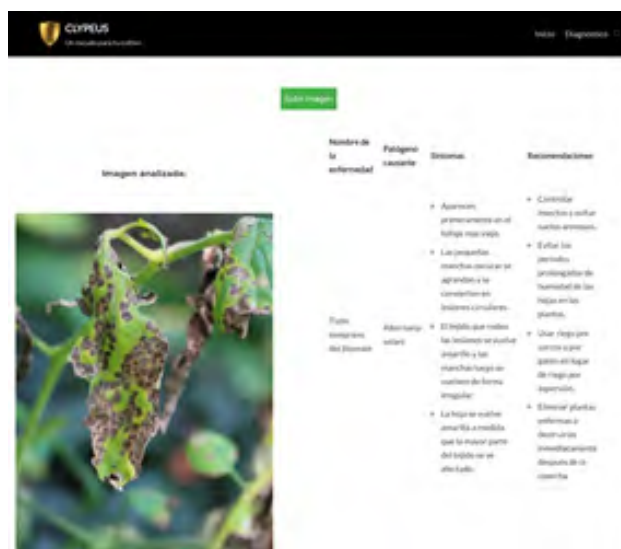


Figura 2. Interfaz Web para la identificación de la enfermedad de jitomate.

6. Pruebas

Con base en el conjunto de datos recolectado en la etapa 4 antes descrita, se llevaron a cabo las pruebas del modelo generado mediante las métricas de precisión, exhaustividad y medida F, obteniendo los resultados que se discuten en la sección Resultados.

Por último, es importante mencionar que el desarrollo del presente proyecto demandó el uso de equipos de cómputo con acceso a Internet y el uso de software especializado en Aprendizaje Automático y Visión Artificial. Además, como fuentes literarias de información acerca de las enfermedades de plantas de jitomate se tomaron en cuenta las siguientes guías:

Resultados/Discusión de resultados

Resultados

Las métricas de precisión (P), exhaustividad (R) y precisión promedio (AP-Average Precision) se emplearon para evaluar el rendimiento del modelo construido mediante la herramienta Custom Vision provista por Microsoft Azure. En la **Tabla 2** se puede observar, para mejor comprensión, los factores involucrados para conocer el rendimiento del modelo. Cabe señalar que estos resultados corresponden a un umbral de confianza de 50 % y 75 %.

Tabla 2. Definición de los factores involucrados en el rendimiento del modelo.

Precisión (P)	Exhaustividad (R)	AP
Indica la fracción de las clasificaciones identificadas que fueron correctas.	Indica la fracción de las clasificaciones reales que se identificaron correctamente.	Medida de rendimiento del modelo, resume la precisión y coincidencia en un umbral diferente.

Dicho lo anterior, en la **Figura 3** y la **Figura 4** se muestran los gráficos de los resultados generales de precisión, exhaustividad y AP correspondientes al umbral de confianza del 50 % y 75 % del modelo predictivo, respectivamente. Para mayor claridad en la **Tabla 3** y la **Tabla 4** se muestran los resultados de precisión, coincidencia y AP desglosados por cada etiqueta involucrada en el modelo con un umbral de confianza del 50 % y 75 % respectivamente.



Figura 3. Resultados generales del modelo correspondientes al umbral de confianza del 50 %



Figura 4. Resultados generales del modelo correspondientes al umbral de confianza del 75 %

Tabla 3. Cálculo del rendimiento del modelo por etiqueta con un nivel de confianza del 50 %

Etiqueta	P	R	AP	Número de imágenes
TomatoHealthy	100 %	95.7 %	99.3 %	700
TomatoLeafMold	98.6 %	97.9 %	99.1 %	700
TomatoYellowLeaf CurlVirus	98.5 %	95.7 %	99.3 %	700
TomatoLateBlight	98.5 %	92.9 %	98.4 %	700
TomatoMosaic Virus	97.4 %	100.0 %	99.9 %	373
TomatoEarlyBlight	94.8 %	91.4 %	96.3 %	700
TomatoSeptoria LeafSpot	94.4 %	95.7 %	98.9 %	700
TomatoBacterial Spot	93.8 %	97.1 %	99.1 %	700
TargetSpot	90.4 %	94.3 %	97.4 %	700

Tabla 4. Cálculo del rendimiento del modelo por etiqueta con un nivel de confianza del 75 %

Etiqueta	P	R	AP	Número de imágenes
TomatoYellowLeafCurlVirus	100 %	93.6 %	99.3 %	700
TomatoHealthy	100 %	95.7 %	99.3 %	700
TomatoLeafMold	99.2 %	99.2 %	99.1 %	700
TomatoLateBlight	99.2 %	89.3 %	98.4 %	700
TomatoMosaic Virus	98.7 %	98.7 %	99.9 %	373
TomatoSeptoriaLeafSpot	97.0 %	91.4 %	98.9 %	700
TomatoBacterial Spot	96.3 %	93.6 %	99.1 %	700
TomatoEarlyBlight	95.2 %	85.0 %	85.0 %	700
TargetSpot	93.4	90.7 %	97.4 %	700

Análisis y discusión de los resultados

Tras la evaluación del SI, se obtuvieron resultados alentadores pues el modelo generado fue capaz de identificar correctamente la enfermedad en la planta de jitomate en un gran número de casos. Sin embargo, se puede apreciar que no todos los casos fueron identificados correctamente. A continuación, describimos los factores a los cuales atribuimos estos resultados.

Las imágenes del conjunto de datos empleado para el entrenamiento del modelo de aprendizaje automático tienen un fondo simple y uniforme, mientras que las imágenes empleadas en la etapa de pruebas presentaban factores externos como manos o dedos humanos, cambios en el color del ambiente o enfoque indirecto no antes previstos. A esta interferencia se le conoce como ruido. Este ruido se relaciona a factores externos que el modelo de aprendizaje no ha tomado en cuenta, por lo que además son ajenos al patrón que el modelo de aprendizaje automático ya ha establecido y con el cual ha estado entrenando, por ende, los resultados arrojados en esos casos no fueron los esperados. Sin embargo, este fenómeno puede ser resuelto con la captura de fotografías de las hojas enfermas de jitomate que se encuentren en ambientes donde no existan este tipo de interferencias. Para ello la toma de fotografía debería ser desde distintos ángulos y enfoques de la hoja.

En segundo lugar, es importante reconocer que las enfermedades en plantas de jitomate son vulnerables a presentar síntomas similares en las hojas de acuerdo con el agente que las causa, ya sean hongos, bacterias o virus, y que la coincidencia en los síntomas visuales entre enfermedades puede darse aun cuando no hayan sido producidas por el mismo agente. Un claro ejemplo de esto es el caso de marchitamiento o aparición de manchas en las hojas, donde más de una enfermedad presenta el mismo síntoma. Por lo tanto, no es obsoleto precisar que esto también pudo haber contribuido al cambio del porcentaje de precisión observado en los resultados del SI. Por ejemplo, en el caso de Mancha Bacteriana y Tizón Temprano, existe un alto parecido entre las manchas que ambas enfermedades presentan. Es decir, a pesar de que las manchas provocadas por el Tizón Temprano pueden caracterizarse por ser grandes, también es cierto que comienzan siendo pequeñas y que llegan a asemejarse a las manchas que produce la enfermedad de Mancha Bacteriana. Una vez planteado lo anterior, fundamentamos que la captura de síntomas en diferentes etapas de la enfermedad también influye en la precisión de la detección de las enfermedades en las hojas de jitomate. Otro ejemplo de estos es el de la enfermedad del Molde de Hoja de jitomate (Tomato Leaf Mold), la cual comienza con manchas amarillas que se van volviendo marrones, llegando al punto de ser parecidas a la enfermedad del Tizón Tardío.

En tercer lugar, y retomando las características del conjunto de datos de entrenamiento, conviene subrayar que para el entrenamiento de un modelo de aprendizaje automático es de suma importancia procurar que todas las etiquetas involucradas cuenten con un número igual de imágenes o, en su defecto, un 50 % o más de la cantidad máxima; esto para conservar el equilibrio entre los datos del modelo y la precisión de este. Para efectos de esta investigación, el conjunto de datos utilizado cumplió con las características antes mencionadas, sin embargo, cabe señalar que, aunque se respete el rango de relación 1:2 siempre existirá la probabilidad de que la precisión disminuya si alguna de las etiquetas cuenta con una cantidad demasiado cercana al límite mínimo de la regla antes establecida; caso que ocurrió con la enfermedad del Mosaico de jitomate (Tomato Mosaic Virus) donde el conjunto de datos de la enfermedad contó con un total de 373 imágenes, cantidad que se acerca notablemente al límite mínimo establecido de 350; esto debido a que el conjunto de datos encontrado por expertos del área agrícola solo no contenía más imágenes y, el encontrar otro conjunto de datos o formar un conjunto de datos propio avalado por expertos no fue posible dadas las circunstancias mencionadas a lo largo de este trabajo. A causa de lo anterior se infiere que, la poca precisión del SI respecto a la enfermedad Mosaico de jitomate se debió principalmente a la falta de imágenes respecto al rango de las demás,

de modo que la captura de nuevas imágenes podría representar un aumento en el nivel de precisión del SI referente a esta enfermedad.

Finalmente, el propósito del nacimiento de este proyecto se ha cumplido en buena manera a pesar de su madurez temprana. No obstante, se ha contemplado que los problemas que surgieron en el proceso son propensos a una resolución pronta para contribuir a la madurez de este proyecto. Otra limitante durante el desarrollo de este proyecto fue la pandemia por COVID-19, pues a pesar de haber encontrado un conjunto de datos validado por expertos en línea, la prueba de campo que permitiría contemplar más ruido en las imágenes no pudo ser realizada.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que el uso de las técnicas de Aprendizaje Automático y Visión Artificial permitió cumplir exitosamente el objetivo del proyecto; puesto que estos resultados fueron sumamente alentadores respecto a la precisión en la identificación de las 8 enfermedades de plantas existentes actualmente en el SI. Si bien los resultados no fueron del todo precisos, se tiene la certeza de que el modelo de aprendizaje, donde se concluyó que existe la principal causa de los resultados inesperados, puede mejorar, ya que se identificó que la falta de variedad en las características del conjunto de datos (fotografías de las plantas) significó un punto vital en los resultados finales, sin embargo este problema es propenso a una resolución pronta, pues la obtención de más y mejores imágenes contribuirán en la mejora del modelo.

Finalmente, el sistema desarrollado demostró un buen rendimiento y precisión de manera que el proyecto cumple con el objetivo propuesto de “Desarrollar un Sistema Inteligente basado en técnicas de Aprendizaje Automático y Visión Artificial para la identificación temprana y certera de enfermedades en hojas de plantas de jitomate de invernadero”; demostrando así que, la automatización con el uso de técnicas de Inteligencia Artificial, como lo son el Aprendizaje Automático y la Visión Artificial, puede contribuir efectivamente en la identificación de enfermedades en plantas de jitomate de invernadero; además de probar que estas tecnologías son capaces de repercutir positivamente en áreas que antes ni se imaginaban, como es la agricultura y que, del mismo modo, pueden dar pie a la solución de problemáticas de alto impacto de manera concreta y eficaz.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Como en la mayoría de investigaciones, tras el desarrollo de este proyecto se han abierto diferentes líneas de trabajo que, si bien no se han profundizado por las limitaciones del mismo, es importante mencionar que pueden ser desarrolladas a futuro con el propósito de apoyar y mejorar la calidad del Sistema Inteligente en pro de la Agricultura y los agricultores de Puebla. Entre los posibles trabajos a futuro se encuentran:

- Recolección de más y mejores imágenes para mejorar la precisión del modelo predictivo y, en consecuencia, conseguir un perfeccionamiento del modelo de aprendizaje.
- Inclusión de un catálogo de expertos que puedan darse de alta en el sistema para poder comunicarse con este, aumentando el número de personas beneficiadas.
- Contemplar la validación de resultados por un conjunto de expertos dentro de la misma app, creando así un foro de consulta e intercambio de opiniones.
- Generar un sistema experto soportando la toma de decisiones.
- Expandir el catálogo de hortalizas y/o plantas de invernadero con mayor producción en el estado de Puebla.
- Añadir al SI la detección de plagas por cada una de las hortalizas y/o plantas actuales en el sistema.

Agradecimientos

De manera especial agradecemos a nuestro asesor de proyecto, al Dr. Mario Andrés Paredes Valverde por haber confiado en nosotras, en nuestra idea de proyecto y por habernos guiado, apoyado y compartido muchos de sus conocimientos a lo largo de este trayecto.

También queremos agradecer el apoyo que nuestro querido Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, por darnos el apoyo y por enriquecernos con el conocimiento que hoy hemos puesto a prueba.

Referencias bibliográficas

- [1] A. Pérez, M. Milla, M. Mesa, M. C. Adriana Pérez, and I. Agregado, "Revisión bibliográfica IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA AGRICULTURA," 2006.
- [2] TRADE MAP, "Trade Map - Lista de los mercados importadores para un producto exportado por México en 2019" https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=3%7C484%7C%7C%7C0702%7C%7C%7C4%7C1%7C1%7C2%7C1%7C1%7C2%7C1%7C1%7C1 (accessed Mar. 23, 2021).
- [3] INEGI, "Encuesta Nacional Agropecuaria 2019." <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/> (accessed Mar. 23, 2021).
- [4] UPAEP, "Puebla ocupa el 7o lugar a nivel nacional en producción de jitomate." <https://upaep.mx/colaboradores/boletin/comunicados/3491-Puebla-ocupa-el-7o-lugar-a-nivel-nacional-en-producción-de-jitomate> (accessed Mar. 23, 2021).
- [5] 2000Agro Revista industrial del campo, "Producción de jitomate en Puebla recupera su nivel." <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/produccion-de-jitomate-en-Puebla-recupera-su-nivel/> (accessed Apr. 06, 2021).
- [6] R. G. De Luna, E. P. Dadios, and A. A. Bandala, "Automated Image Capturing System for Deep Learning-based Tomato Plant Leaf Disease Detection and Recognition," in IEEE Region 10 Annual International Conference, Proceedings/TENCON, Feb. 2019, vol. 2018-October, pp. 1414–1419, doi: 10.1109/TENCON.2018.8650088.
- [7] D. Estefany, A. Gómez, and C. S. Aguilera, "Guía fotográfica de insectos-plaga y enfermedades del Jitomate en el CITAP-UPAEP."
- [8] N. Lino García y N. 493857 LINO GARCIA, "Manejo Agroecológico de enfermedades con origen en suelo, en jitomate bajo invernadero en Cala-Sur-Atempan Puebla," 2014. Accessed: Mar. 24, 2021. [Online]. Available: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/6309>.
- [9] "Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas." http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000200004 (accessed Apr. 06, 2021).
- [10] E. R. Garrido-Ramirez, R. Camas Gómez, and R. Quiroga-Madrigal, Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del jitomate en Chiapas..
- [11] H. Sabrol and K. Satish, "Tomato plant disease classification in digital images using classification tree," in International Conference on Communication and Signal Processing, ICCSP 2016, Nov. 2016, pp. 1242–1246, doi: 10.1109/ICCSP.2016.7754351.
- [12] L. Ochoa Toledo y N. Kemper Valverde, "DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA EL DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN FRUTAS Y HORTALIZAS." Accessed: Apr. 06, 2021. [Online]. Disponible en: www.fao.org.mx.
- [13] A. Elhassouny and F. Smarandache, "Smart mobile application to recognize tomato leaf diseases using Convolutional Neural Networks," Jul. 2019, doi: 10.1109/ICCSRE.2019.8807737.
- [14] S. Verma, A. Chug, and A. P. Singh, "Prediction Models for Identification and Diagnosis of Tomato Plant Diseases," in 2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics, ICACCI 2018, Nov. 2018, pp. 1557–1563, doi: 10.1109/ICACCI.2018.8554842.

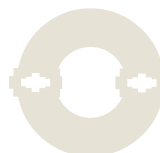
- [15] Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, "Panorama Agroalimentario, " 2016. Accessed: Apr. 06, 2021. [Online]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf.
- [16] M. Brahimi, K. Boukhalfa, and A. Moussaoui, "Deep Learning for Tomato Diseases: Classification and Symptoms Visualization," *Appl. Artif. Intell.*, vol. 31, no. 4, pp. 299–315, Apr. 2017, doi: 10.1080/08839514.2017.1315516.

Sistema web para la reactivación económica de la región de San Martín

Padilla, León-Jonathan de Jesús*, García, Ocotitla-Marisol,
Morales, Zamora-Vianney

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan Puebla, Calle Barranca de
Pesos S/N San Lucas Atoyatenco, San Martín Texmelucan, C.P. 74120, Puebla, Puebla.

*I16240001@smartin.tecnm.mx, I16240016@smartin.tecnm.mx,
vianney.morales@smartin.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

Sistema web que permite a los pequeños empresarios de la Región de San Martín Texmelucan y sus alrededores, el poder registrar información de sus negocios como lo es su dirección, horarios de atención, información de productos que venden, datos de sus redes sociales, los tipos de envíos y entregas. Con el fin de promocionar la información al público exterior, y entre los mismos comerciantes conocer quiénes pueden ser sus proveedores. Las búsquedas se realizan de acuerdo a los giros en los que fueron

registrados los negocios, y se presentan a los usuarios de acuerdo al horario de apertura. El proyecto nació de la necesidad de ofrecer una plataforma web en la que los negocios de la región de San Martín Texmelucan puedan registrar en línea sus productos o servicios que estos ofrezcan, permitiendo así se vaya reactivando la economía en esta región, para hacer frente a la pandemia del COVID-19, que afectó a todos los sectores y giros económicos.

Abstract

The web system allows small entrepreneurs in the San Martín Texmelucan Region and its surroundings to register information about their businesses, such as their address, business hours, and information of the products. Also they sell data from their social networks, the types of shipments and deliveries. In order to promote the information to the outside public, and among the merchants themselves, to know who their suppliers may be.

Searches are carried out according to the lines in which businesses were registered, and are presented to users according to opening hours. The project was born out of the need to offer a web platform in which businesses in the San Martín Texmelucan region can register online their products or services that they offer, thus allowing the economy in this region to be reactivated, to face the COVID-19 pandemic, which affected all sectors and economic sectors.

Keywords

Platform, reactivation, informative.

Glosario de abreviaturas y símbolos

COVID-19, enfermedad por coronavirus 2019.

Mysql, Lenguaje de Consulta Estructurado.

Php, Preprocesador de Hipertexto.

Html, Lenguaje de marcado de hipertexto.

Css, hojas de estilo en cascada.

ajax, JavaScript asíncrono y XML.

Json, notación de objeto de JavaScript.

Introducción

La pandemia por COVID-19 nos está obligando a acelerar los cambios inminentes que enfrenta la sociedad; el contexto actual genera incertidumbre y preocupación en comerciantes que obtienen sus recursos económicos día a día, y que su actividad económica depende de la activación de las escuelas, y el flujo de personas saliendo a las calles.

Con el paso de la pandemia del coronavirus, el Tecnológico Nacional de México, campus San Martín Texmelucan, trabaja en un programa de reactivación económica de la región, brindando asesorías a pequeños empresarios para fomentar el desarrollo social y económico en Puebla.

Este mecanismo de apoyo a microempresarios se otorga de manera personalizada para ayudar al crecimiento de su empresa o idea de negocio, además de aminorar los efectos de la crisis económica provocada por la pandemia mundial. El proyecto nació de la necesidad de ofrecer una plataforma web en la que los negocios de la región de San Martín Texmelucan puedan registrar en línea los productos o servicios que ofrecen, permitiendo así se vaya reactivando la economía en esta región, para hacer frente a la pandemia del COVID-19, que afectó a todos los sectores y giros económicos.

Por lo que, la plataforma permite registrar a los representantes, los datos de los negocios, ubicación, fotografías, productos, horarios, tipos de entrega, entre otros aspectos que se detectaron durante el análisis que se realizó para poder elaborar el sistema. El cual se desarrolló siguiendo la metodología SCRUM, donde se realizan entregas parciales y regulares del producto final.

Materiales y métodos

Metodología

La metodología SCRUM de desarrollo de software contempla las fases: Planificación, Ejecución y Adaptación. Fase de Planificación.

En esta fase se realizan las entrevistas para obtener los requerimientos funcionales y no funcionales del Sistema, posteriormente se elabora un listado de actividades

y se organizan de acuerdo a prioridades y antes de asignarse al equipo de trabajo, se fijan en Sprint. En esta fase también se seleccionan las herramientas, lenguajes y software a utilizar, en este caso se utilizaron Balsamiq, dia, sublimetext, Mysql, php, Html5, css3, bootstrap, jquery, ajax, Json y Javascript.

Fase de Ejecución

En esta fase el equipo de trabajo empieza a desarrollar sus actividades, entre las que se contemplan las pantallas de baja fidelidad, los diagramas de casos de uso, el diseño y desarrollo de la base de datos, así como el desarrollo de las pantallas de alta fidelidad. Y todo esto en avances considerables llamados Sprints, que se presentan al cliente para su retroalimentación.

Fase de Adaptación

Se desarrollaron 6 Sprints, en el primer sprint se presentó el diseño de la plataforma que incluye las pantallas de baja y el diseño de la base de datos, en el Segundo sprint se presentaron las primeras pantallas de alta fidelidad y el desarrollo de la base de datos, en el tercer sprint incluye la conexión con la base de datos y el manejo de usuarios, en el cuarto sprint contempla la sesión del usuario administrador, en el quinto sprint se muestra las interfaces del usuario dueño de negocio y de usuario cliente. Y por último en el sexto sprint se presenta la retroalimentación de la plataforma.

Resultados/Discusión de resultados

Con este proyecto se trabaja para fomentar el desarrollo económico de la región de San Martín Texmelucan y con apoyo de estudiantes y docentes; hasta el momento se apoya a 38 negocios registrados en la plataforma. En la **Figura 1** se muestra la página de inicio de la plataforma, que visualiza los logotipos de la institución educativa, un menú de opciones para poder consultar productos y servicios, así como el inicio de la sesión, cuando los dueños de los negocios registran un negocio, incorporan dos imágenes una que se presenta en un carrusel de al inicio y otra que se muestra como resultado de la consulta de un producto o servicio.



Figura 1 pantalla de inicio.

La búsqueda de productos y servicios se realiza mediante el tipo de giro como se muestra en la **Figura 2**, y el resultado de esta es la información del negocio, que incluye los horarios, los tipos de pago, la dirección, teléfono y redes sociales, etc., como se observa en la **Figura 3**.



Figura 2 Búsqueda de productos.

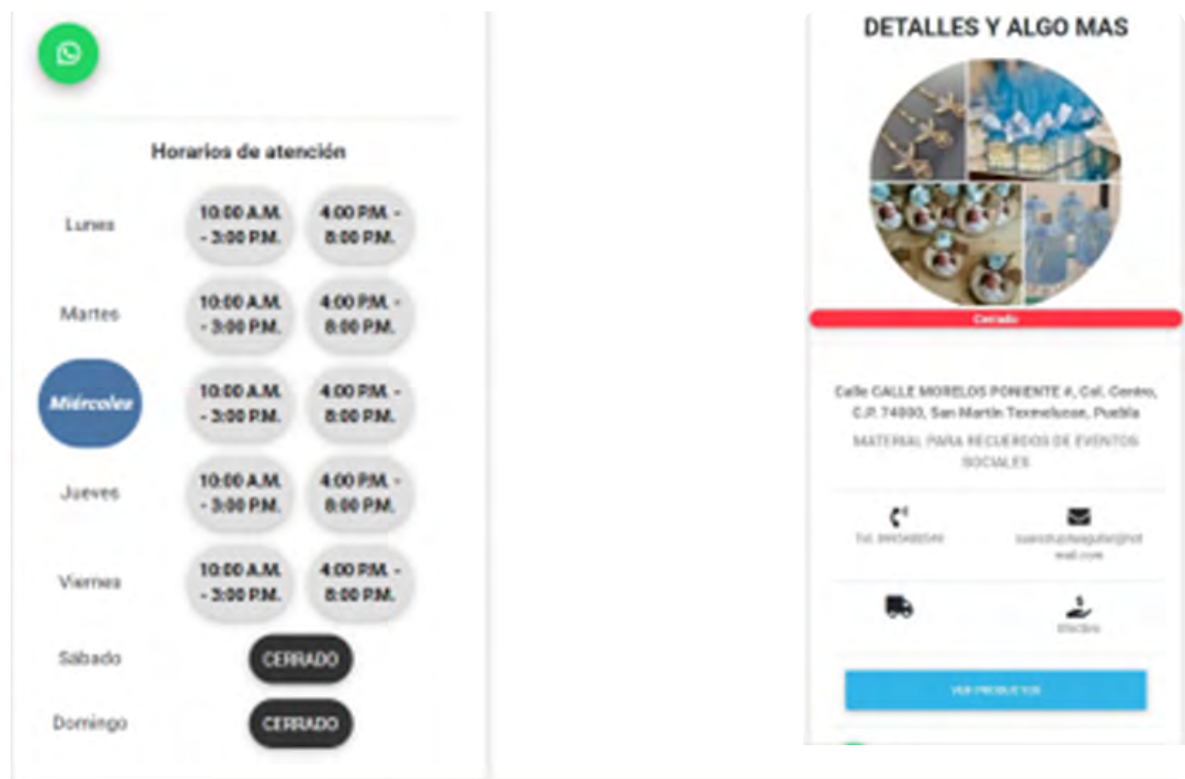


Figura 3 Ejemplo de resultado de búsqueda de productos por giro.

En la sesión de un usuario administrador se puede visualizar la información registrada de usuarios, giros, dueños y negocios, con la opción a insertar, editar, y eliminar datos como se visualiza en la **Figura 4**.



Figura 4 Opciones en la sesión del usuario administrador.

En la sesión del usuario dueño de negocio como se presenta en la **Figura 5**, se puede agregar la información del dueño y del negocio, que incluye la dirección, teléfono, horarios de apertura, redes sociales y la información de los productos y/o servicios que oferta, así como una opción para buscar insumos para su negocio.

Información del negocio

Nombre del Negocio

Dirección del negocio

RFC

Respete las dimensiones solicitadas para una excelente visualización de la imagen que se mostrará en la página principal.

Imagen Carousel

Seleccione una imagen .png, .jpg, .jpeg de 1200px X 600px

Imagen Tarjeta

Seleccione una imagen .png, .jpg, .jpeg de 200px X 300px

Tipo de negocio

Productos

Sólo en local

Tipo de pago

☐ Efectivo

☐ Tarjeta de Crédito

☐ Tarjeta de Débito

Guardar información

Figura 5 Opciones en la sesión del usuario dueño de negocio.

Conclusiones

El Sistema ha servido para dar a conocer los pequeños negocios de la región de San Martín Texmelucan, y de acuerdo a la encuesta realizada el 20 de octubre de 2020 a los dueños de los negocios, sus ventas han incrementado en un 30 a 50 %, después de registrar sus negocios en la plataforma.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Este proyecto puede ser adaptado a otras regiones del estado Puebla, con el fin de dar a conocer la información de los pequeños negocios. Y en un futuro aplicarse a otros estados.

Referencias bibliográficas

- [1] TecNM (2020). Lanza TecNM programa de reactivación económica regional. Consultado el 20 de agosto de 2020. Recuperado de: <https://www.tecnm.mx/?vista=noticia&id=865>

- [2] Qué es SCRUM (s.f.). En proyectos Ágiles. Consultado el 20 de diciembre de 2020. Recuperado de: <https://proyectosagiles.org/que-esscrum/>

- [3] Bootstrap (2020). Components, Consultado el 10 de enero de 2021. Recuperado de: <https://getbootstrap.com/docs/4.5/components/alerts/>

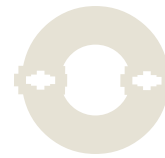
- [4] W3school (2020). CSS, Consultado el 10 de febrero de 2021, Recuperado de: <https://www.w3schools.com/css/>

Sitio web basado en técnicas de procesamiento de lenguaje natural y minería de opiniones para la promoción de pueblos mágicos del estado de Puebla

^a Rodríguez-Bonilla Francisco Iván, ^a Méndez-Baltazar Cándido, a Hernández-Encarnación Martín, a Salas-Zárte María del Pilar*

^a Tecnológico Nacional de México/I.T.S. Teziutlán, Fracción I y II S/N, C.P. 73960, Aire Libre, Teziutlán, Puebla, México.

* maria.sz@teziutlan.tecnm.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

La Organización Mundial de la Salud declaró al brote del virus SARS COV-2 como una pandemia el 11 de marzo del 2020. El confinamiento ha sido una de las estrategias de salud pública internacionales para detener la propagación del virus. Tras poco más de un año esta situación provocó el cierre de negocios, disminución de los ingresos y una tasa muy alta de desempleos. El turismo de Puebla es una de las industrias más golpeadas ante la crisis por la emergencia sanitaria. Ante esta situación y gracias a la próxima reapertura de las actividades en diversos municipios es necesario impulsar la recuperación turística a través del uso de

tecnologías emergentes. El Procesamiento de lenguaje natural y minería de opiniones representa una gran alternativa a través de las cuales es posible analizar una gran cantidad de opiniones expresadas por diversos turistas en redes sociales y con ello proporcionar información relevante que permita a los turistas tomar mejores decisiones sobre que lugares visitar, y a los encargados de los sitios turísticos mejorar la calidad de sus servicios. En este sentido, surge la idea de desarrollar TurITSTico puebleando en Puebla, un sitio web para la promoción de pueblos mágicos de dicho estado.

Palabras clave

Minería de opiniones, Pueblos mágicos, Redes sociales, Turismo

Abstract

The World Health Organization declared the SARS COV-2 virus outbreak a pandemic on March 11, 2020. Confinement has been one of the international public health strategies to stop the spread of the virus. After little more than a year, this situation caused the closure of businesses, a decrease in income, and a very high rate of unemployment.

Tourism in Puebla is one of the industries most affected by the crisis due to the health emergency. Given this situation and the upcoming reopening of activities in various municipalities, it is necessary to promote tourism recovery through the use of emerging technologies.

Natural language processing and Opinion Mining represent a great alternative in which it is possible to analyze a large number of opinions expressed by several tourists on social networks and thus provide relevant information that allows them to make better decisions about which places to visit, and those in charge of tourist sites improve the quality of their services.

In this sense, the idea arose of developing TurITSTico puebleando en Puebla, a website for the promotion of magical towns in the state.

Keywords

Opinion mining, Magical towns, Social networks, Tourism

Glosario de abreviaturas y símbolos

OMS, Organización Mundial de la salud

PLN, Procesamiento de Lenguaje Natural

API, Interfaz de programación de aplicaciones

SQL, Lenguaje de consulta estructurada

Introducción

En los últimos años, la industria del turismo ha experimentado un crecimiento continuo hasta convertirse en uno de los sectores económicos de más rápido crecimiento en el mundo. Diversos líderes y especialistas en desarrollo económico consideran al turismo como una industria importante que puede mejorar las oportunidades de empleo local, ingresos y la diversidad económica. Hoy en día, el turismo representa el principal motor para el crecimiento económico y el desarrollo de muchos países, ayudando a aumentar el bienestar económico de las poblaciones locales. De hecho, el turismo contribuye directamente con el 9.5 % del PIB mundial y genera el 8.9 % de los empleos en el mundo [1].

No cabe duda de que México tiene un alto potencial turístico gracias a la riqueza y diversidad natural y cultural con que cuenta. Los beneficios del turismo se reflejan en la generación de nuevos empleos y como detonador del desarrollo local y regional [2]. En este sentido, en el país se han realizado diferentes esfuerzos por impulsar programas relacionados con el turismo, tal es el caso del Programa Pueblos Mágicos [3], que se enfoca en revalorar a un conjunto de poblaciones del país que han estado en el imaginario colectivo de la nación en su conjunto y que representan alternativas frescas y diferentes para los visitantes nacionales y extranjeros debido a sus atributos simbólicos, leyendas, historia, hechos trascendentes, cotidianidad, en fin magia que emanan en cada una de sus manifestaciones socio-culturales [4].

Puebla es uno de los estados del país con más nombramientos de Pueblos Mágicos, ya que tan solo en los últimos años se le dio el título a 10 lugares, entre ellos Atlixco, Huauchinango y Chignahuapan. El turismo para el estado de Puebla es prácticamente la segunda actividad económica más importante. Sin embargo, es una de las industrias más golpeadas ante la crisis por la emergencia sanitaria provocada por el virus SARS COV-2 (COVID-19) [5]. El confinamiento ha sido una de las estrategias de salud pública internacionales para detener la propagación del virus. Tras poco más de un año esta situación provocó el cierre de negocios, disminución de los ingresos y una tasa muy alta de desempleos.

Ante esta situación y gracias a la próxima reapertura de las actividades en diversos municipios es necesario impulsar la recuperación turística a través del uso de tecnologías emergentes. El Procesamiento de lenguaje natural y minería de opiniones representa una gran alternativa a través de las cuales es posible analizar una gran cantidad de opiniones expresadas por diversos turistas en redes

sociales y con ello proporcionar información relevante que permita a los turistas tomar mejores decisiones sobre que lugares visitar, y a los encargados de los sitios turísticos mejorar la calidad de sus servicios [6][7][8].

En este sentido, surge la idea de desarrollar “TurITSTico puebleando en Puebla”, un sitio web basado en técnicas de procesamiento de lenguaje natural y minería de opiniones para la promoción de pueblos mágicos del estado de Puebla.

Materiales y métodos

El método propuesto en este trabajo se basa en tecnologías emergentes, a saber, Procesamiento de Lenguaje Natural y Minería de Opiniones. Como se puede observar en la **Figura 1**, el método se compone por tres fases principales: 1) Datos, la cual permite tanto el registro de opiniones como el acceso para obtenerlas. 2) Extracción de opiniones, la cual se encarga de la extracción de opiniones provenientes de las redes sociales Twitter, Youtube y TripAdvisor. 3) Detección de polaridad y sentimientos, la cual se encarga de dos principales tareas: a) procesar las opiniones, el cual consiste en normalizar el texto y eliminar elementos como URLs que no proveen ninguna información importante para la minería de opiniones; y b) detectar la polaridad (positiva, negativa) a nivel de comentario.

El esquema de integración de TurITSTico con las redes sociales Youtube® y Twitter® se realiza a través de las APIs que estas plataformas ofrecen cuyo objetivo es extraer las opiniones provistas por los usuarios. Sin embargo, para el caso de TripAdvisor® las API no permite la extracción de opiniones, por lo cual se optó por utilizar la técnica Web scraping.

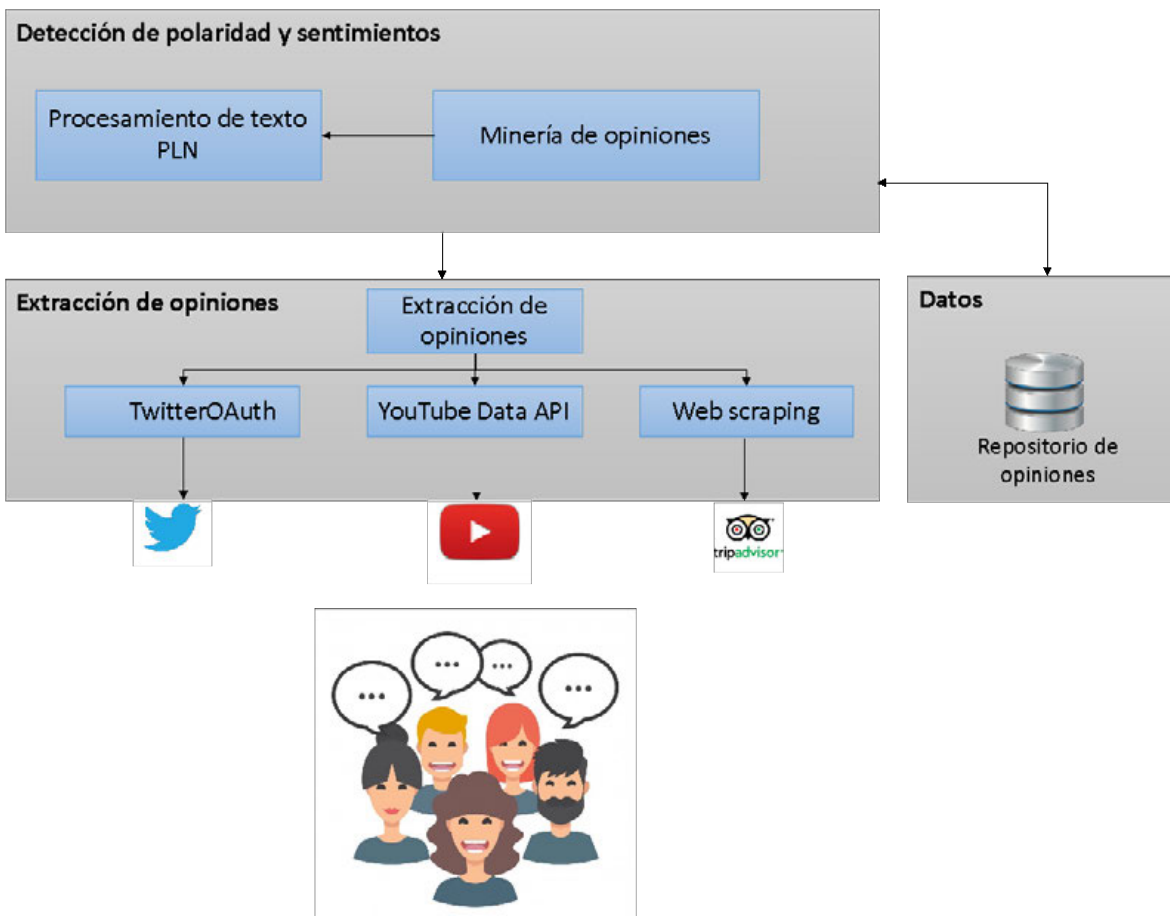


Figura 1. Método propuesto.

Repositorio de opiniones

Un aspecto importante relacionado con el módulo de minería de opiniones es la necesidad de un medio para almacenar los comentarios realizados por los usuarios y el resultado del análisis de dichos textos. Esto con el objetivo de tener un respaldo de información en caso de que la API de minería de opiniones no esté disponible, esté en mantenimiento, o para controlar la realización de peticiones por parte de los usuarios. En este sentido, se diseñó un repositorio donde se almacenarán las opiniones, el cual está basado en SQL.

Extracción de opiniones

Una de las funcionalidades más importantes del módulo corresponde a la extracción de información de redes sociales, ya que a partir de dicha información se realiza el análisis y obtención de sentimientos y emociones.

Con respecto a Twitter® y Youtube®, se optó por utilizar la Search API y Youtube Data. En lo que concierne a TripAdvisor® se utilizó una técnica de Web scraping para obtener los comentarios dado que su API no provee la opción de extraer comentarios.

Procesamiento de texto

El lenguaje utilizado en redes sociales se caracteriza principalmente por un estilo de escritura libre e informal, por ejemplo, los usuarios suelen emplear palabras cortas, repetición de caracteres y el uso indebido de letras mayúsculas, comúnmente para ahorrar caracteres o denotar énfasis en comentarios, posts o tweets. Los usuarios de redes sociales frecuentemente cometen errores ortográficos y gramaticales y crean textos breves que son difíciles de analizar. A continuación, se describen las fases principales de procesamiento que se llevan a cabo para normalizar el texto.

La primera fase consiste en un proceso de tokenización. En este proceso se divide el texto en tokens y además se detectan entidades de interés, a saber, menciones, hashtags y URL.

Todos los elementos que no proveen información relevante para la fase posterior se eliminan con el objetivo de reducir el ruido en el conjunto de datos. Las siguientes tareas se realizan para cada comentario:

- Eliminar menciones y respuestas a comentarios de otros usuarios, que se representan mediante cadenas que comienzan con @ (para el caso de tweets).
- Eliminar URL, es decir, cadenas que comienzan con http: //
- El carácter “#” se elimina de todos los hashtags porque a menudo, solo el resto de la cadena forma una palabra legible que contribuye a una mejor comprensión del comentario.

Minería de opiniones

En esta etapa se realiza la detección de la polaridad. Para ello, se llevó a cabo un análisis de diferentes APIs (Application Programming Interface, Interfaz de Programación de Aplicaciones) que facilitan la realización de las tareas de minería de opiniones.

Con base al análisis de varias APIs, se seleccionó MeaningCloud® ya que permite extraer la polaridad (positiva, negativa y neutra) de comentarios en Español.

En este módulo se tienen dos opciones para obtener el resultado del análisis: 1) Llevar a cabo la obtención de sentimientos y emociones mediante una petición a un servicio Web que emplea la API Meaningcloud®, y 2) Obtener el resultado almacenado de la Base de Datos en caso de que este exista. Cuando una publicación se analiza por primera vez se emplea el servicio Web para obtener el resultado y posteriormente se almacena en la Base de Datos. Sin embargo, si la misma publicación se analiza nuevamente, el módulo decide entre usar el servicio Web o usar el resultado almacenado en la Base de Datos.

Resultados/Discusión de resultados

A continuación, se presenta el sitio Web “TurITSTico puebleando en Puebla”, el cual contiene 3 interfaces principales, 1) Inicio, 2) Pueblo mágico, al cual se puede acceder a través del menú “Pueblos mágicos”, y 3) sitio turístico. Es importante mencionar que la interfaz del sitio turístico es la que integra las tecnologías emergentes.

Interfaz de Inicio

La página de inicio (ver **Figura 2**) contiene una breve descripción del programa pueblos mágicos, el cual fue creado el 5 de octubre de 2001 con el objetivo de promover lugares que muestran la identidad nacional en cada uno de sus rincones a través de su cultura, tradiciones, gastronomía, entre otros. Además se pueden observar imágenes de algunos de los sitios de interés de diferentes pueblos mágicos del estado de Puebla. Finalmente, se muestran algunas noticias difundidas en redes sociales en torno a estos pueblos mágicos.

Interfaz Pueblo mágico

En esta interfaz se puede observar el significado del pueblo mágico (ver **Figura 3**). Además, se provee una breve información de la historia, clima y la gastronomía del lugar. Finalmente, se muestra una galería de los sitios de interés más representativos del pueblo mágico, así como algunos de los eventos turísticos más importantes del lugar.

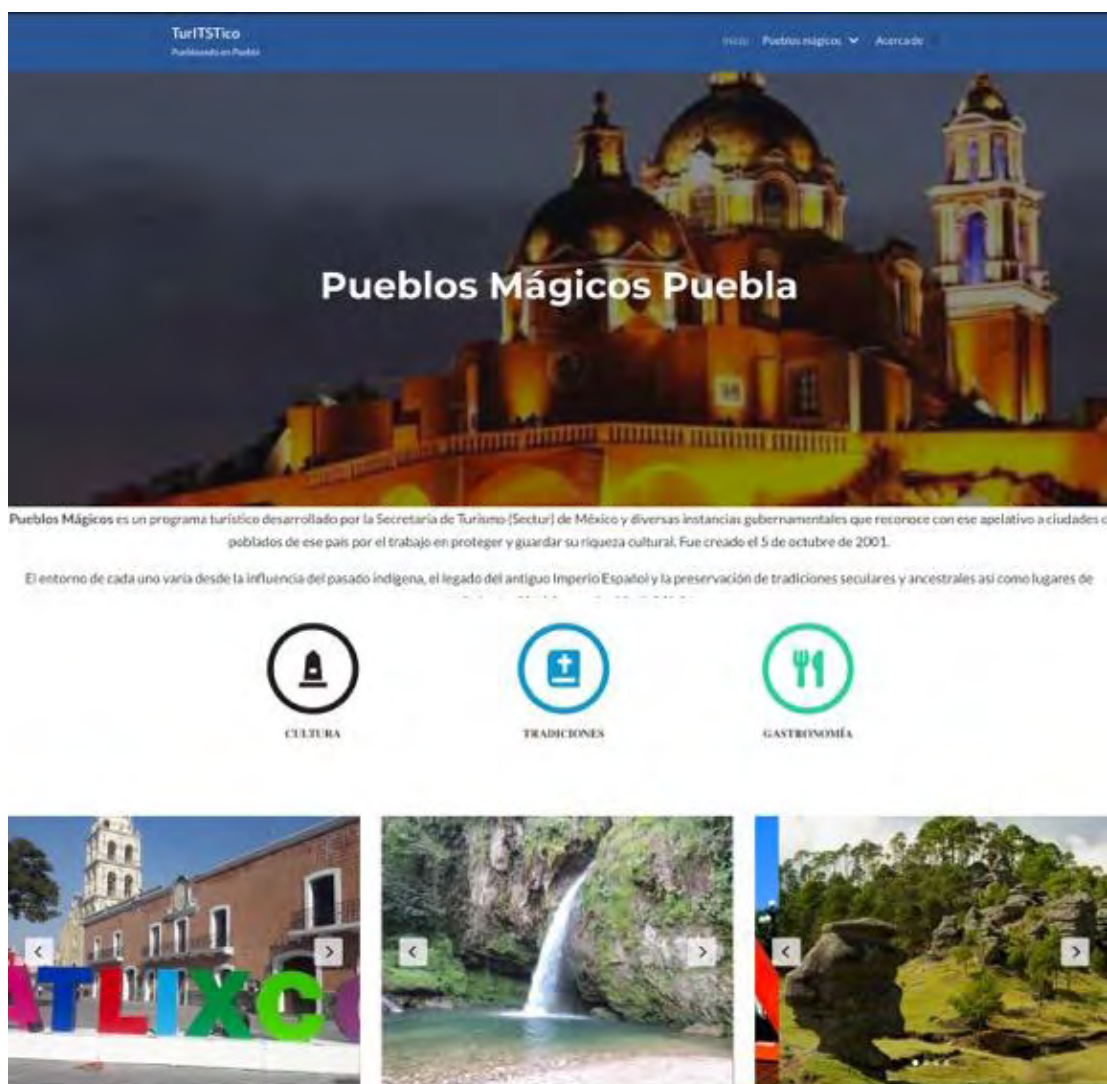


Figura 2. Página Inicio.

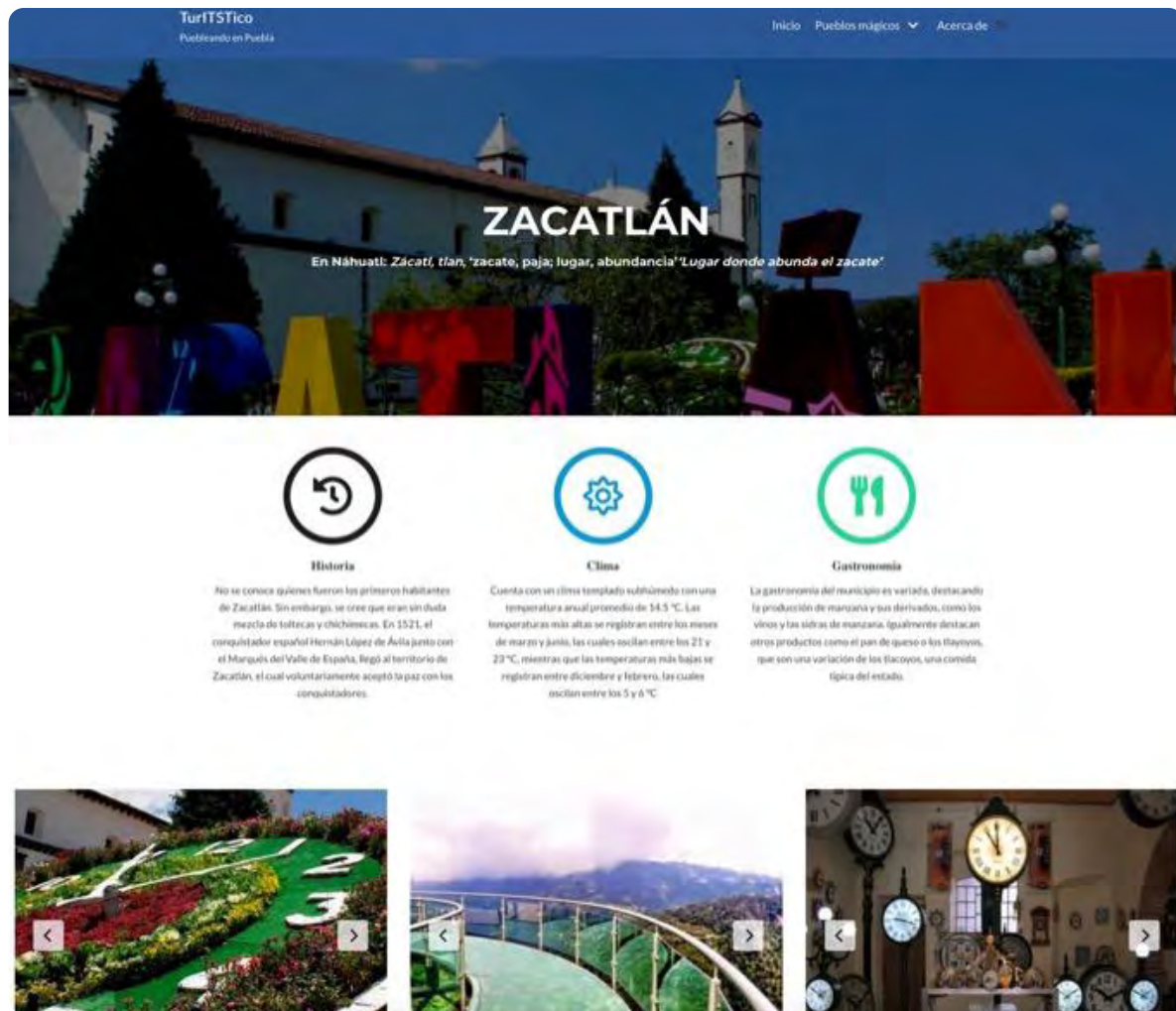


Figura 3. Página: Pueblo mágico.

Interfaz sitio turístico

En la **Figura 4** se muestra la interfaz del sitio turístico elegido, donde se muestran detalles como el horario de servicio, precio, si aceptan mascotas, los servicios ofrecidos, sus políticas y restricciones, así como las actividades que se pueden realizar.

Una de las características más importantes de esta interfaz y del sitio web y que lo diferencia del resto es el análisis de opiniones provenientes de diferentes redes sociales, lo cual permite, por un lado, ayudar al usuario a conocer lo que otros turistas opinan de diversos sitios y decidir cuáles visitar. Por otro lado, permite a los encargados de los sitios tomar mejores decisiones para mejorar la calidad de sus servicios. Todo esto gracias a la integración de técnicas de minería de opiniones y procesamiento de lenguaje natural.



Figura 4. Página sitio turístico.

Resultados de la evaluación del sitio Web

El proceso de evaluación del sitio Web para la promoción de pueblos mágicos del estado de Puebla desde un punto de satisfacción del usuario se llevó a cabo de manera activa por medio de una encuesta aplicada a un grupo de 50 personas. Los resultados obtenidos indican un alto grado de aceptación de la aplicación por parte de los tipos de usuario principales a los que se enfoca este proyecto, es decir, los turistas.

Por otro lado, algunos de los encuestados proporcionaron un conjunto de comentarios y observaciones de la aplicación evaluada. Si bien, las opiniones expresadas por los usuarios indican posibles problemas de usabilidad, estas hacen referencia a cuestiones del diseño de las aplicaciones tal como el tamaño y tipo de letra, la cantidad de información provista, entre otros factores.

Los resultados de los cuestionarios no indican la usabilidad del sitio, sino la satisfacción del usuario. Si la satisfacción es baja, habrá que mejorar la usabilidad. Afortunadamente, la satisfacción del usuario ha resultado elevada. Sin embargo, se tomarán en cuenta cada uno de los comentarios provistos para mejorar el sitio Web en futuras etapas, lo que contribuirá directamente al éxito del proyecto.

Conclusiones

En este trabajo se presentó un sitio Web de turismo para la promoción de pueblos mágicos que toma ventaja de tecnologías innovadoras tales como Procesamiento de Lenguaje Natural, Minería de opiniones, y tecnologías Web. El sitio TurITSTico fue evaluado en términos de usabilidad, concretamente en cuanto a su contenido y la navegabilidad y diseño. Los resultados obtenidos indican que la aplicación Web tiene un alto grado de aceptación de la aplicación por parte de los usuarios finales.

Con base en los resultados obtenidos, consideramos que la plataforma propuesta permitirá la difusión y promoción de sitios y eventos turísticos de Pueblos Mágicos, y además contribuirá para impulsar la recuperación turística a través del uso de tecnologías emergentes ante los estragos que dejó la pandemia por la COVID-19

Por un lado, los proveedores de servicios podrán difundir sus productos y servicios de una manera fácil e intuitiva. Mientras tanto, los turistas podrán

obtener recomendaciones de sitios y eventos culturales de acuerdo con las opiniones de otros turistas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Como trabajo a futuro se considera integrar dos tecnologías emergentes, a saber, 1) sistema de recomendación basados en filtrado colaborativo para proveer al turista recomendaciones personalizadas sobre sitios turísticos de acuerdo a sus preferencias; 2) Gamificación, una plataforma Web de Juegos en línea y un modelo de turismo “gamificado” en el que se integren los elementos siguientes: a) Un conjunto de interfaces de usuario con soporte para gamificación con el propósito de añadir componentes que contextualicen al usuario hacia un entorno de estilo de juego; b) Modelo de retos y objetivos en el que se definirán los objetivos a cumplir con base en la complejidad de los niveles a superar en los paseos y lugares visitados; c) Mecanismo para desbloqueo de niveles en el que se partirá desde el paseos y servicios de turismo básicos (estado de juego fácil) como tours o visitas a museos, parques de diversiones, zoológicos, entre otros, hasta el de mayor complejidad como paquetes turísticos que involucran diversas actividades, ajustando los niveles a los usuarios según el progreso de los usuarios durante sus actividades turísticas. Además, a través de este mecanismo se controlará el acceso a las características de los servicios turísticos (juego) ya que importante desbloquear nuevas características en dichos servicios a los usuarios en función de su contribución y participación para mejorarlos a través de sus opiniones y calificaciones; 3) Diseño del mecanismo de incentivos y altruismo mediante el que se proporcionarán premios gratuitos, insignias o regalos para los usuarios como un incentivo para seguir participando en los servicios de turismo (jugando), y 4) Gestión de bienes virtuales que son los activos del juego con un valor virtual percibido por el usuario, es decir; Consiste en un sistema de gestión de objetos intangibles que los usuarios (jugadores) de los servicios de turismo (juego) compran o ganan para utilizarlos como apoyo para adquirir otros servicios o productos turísticos, algunos serán ser pistas, trucos o recursos para avanzar en los niveles y conseguir las metas requeridas.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto. En especial a la Academia de Ingeniería Informática.

Referencias bibliográficas

- [1] G. R. Cruz-Chávez, H.-T. Víctor, A.-P. Gerzaín, and V.-A. Ramón, "Turismo extranjero y crecimiento económico en México. Evidencia empírica para Los Cabos, " Econ. Soc. y Territ., vol. 16, 2016.
- [2] P.-R. Carlos Alberto and A.-E. Diana Itzel, "Programa pueblos mágicos y desarrollo local: actores, dimensiones y perspectivas en El Oro, México, " Estud. Soc., pp. 217–242, 2016.
- [3] S. de T. del G. de la República, "SECTUR, " 2001..
- [4] A. S. R. Rosa María, P.-F. Juan Ignacio, and R. H. Ismael Manuel, "El producto turístico en los Pueblos Mágicos de México. Un análisis crítico de sus componentes, " Rev. Estud. Reg., pp. 125–163, 2016.
- [5] L. VERÓNICA, "Puebla, de los tres destinos turísticos con más pérdidas, " 2021.
- [6] W. K. A. and K. B. Sheetal, "Survey Paper on Sentiment Analysis for Tourist Reviews, " in 2020 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2020, pp. 1–4.
- [7] S. G. K. H. Muthukrishnan, C. P. Thamil Selvi, Dr. M. Deivakani, V. Subashini, Savitha N. J., "Aspect-Based Sentiment Analysis for Tourist Reviews, " Ann. Rom. Soc. Cell Biol., pp. 5183–5194, 2021.
- [8] C. Evangelos and C. Chryssoula, "Adoption of Social Media As Distribution Channels in Tourism Marketing: A Qualitative Analysis of Consumers' Experiences, " J. Tour. Herit. Serv. Mark., pp. 25–32, 2020.

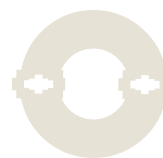


Tecnología biónica de asistencia en la capacidad visual de los niños y jóvenes invidentes para el acceso a la educación

Ramírez, Lima Jeanfed*, Heredia, Jimenez Aurelio Horacio

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla,
21 sur 1113, CP. 72410

*jeanfed.ramirez@upaep.edu.mx, aureliohoracio.heredia@upaep.mx



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

En el presente trabajo, se abordó el problema de la falta de inclusión de las personas con problemas de visión en el sistema educativo, por lo que se desarrolló un prototipo de asistencia visual, que busca dar apoyo a una problemática no solamente en el territorio nacional sino que; también se considera un problema mundial, la falta de tecnología para este sector de la sociedad, principalmente a estudiantes invidentes, para que puedan ser incluidos en el sistema educativo convencional, debido a la poca existencia de bibliografía escrita en Braille y la escasez de profesionistas que estén capacitados para dar asistencia educativa, hacen que no puedan asistir a escuelas como cualquier otra persona.

Este dispositivo está compuesto por un conjunto de elementos de bajo costo como,

una tarjeta Raspberry Pi 3, una cámara digital, altavoz, micrófono, un microcontrolador STM32, y un módulo de comunicaciones móviles. Dicho prototipo de asistente inteligente permite a la persona con discapacidad visual leer textos impresos, ya que la cámara está encargada de tomar la imagen de dicho texto y por medio de un sistema de reconocimiento óptico de caracteres convertirla a texto digital, el cual por medio del sintetizador de voz es convertido a audio, para finalmente ser transmitido al usuario por medio de los audífonos. Con esto la persona invidente puede controlar algunas tareas por medio de comandos de voz tales como: comunicarse con cualquier persona telefónicamente o por Internet, enviar su ubicación GPS, entre otras.

Palabras clave

Asistente inteligente, discapacidad visual, accesibilidad, STM32.

Abstract

In the present work, the problem of the lack of inclusion of people with vision problems in the educational system was addressed, and a prototype of visual assistance was developed, which seeks to support a problem not only in the national territory but; is also considered a global problem, the lack of technology for this sector of society, mainly blind students, so that they can be included in the conventional educational system, due to the limited existence of bibliography written in Braille and the scarcity of professionals who are trained to give educational assistance, they make them unable to attend schools like anyone else.

This device is composed of a set of low-cost elements such as a Raspberry Pi 3 card, a digital camera, speaker, microphone, an STM32 microcontroller, and a mobile communications module. The smart assistant prototype allows the visually impaired person to read printed texts since the camera oversees taking the image of the text and utilizing an optical character recognition system converting it to digital text, which employs the speech synthesizer to be converted to audio, to finally be transmitted to the user through headphones. With this, the blind person can control some tasks by speaking the commands such as: communicating with anyone by phone or online, sending their GPS location, among others.

Keywords

Virtual assistant, visual impairment, accessibility, STM32.

Glosario de abreviaturas y símbolos

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía

OMS, Organización Mundial de la Salud

OCR, Optical Character Recognition

GSM, Global System for Mobile Communication

GPRS, General Packet Radio Service

GPS, Global Positioning System

NMEA, National Marines Electronic Association

UART, Universal Asynchronous Receiver Transmitter

AT Commands, Attention Commands

ADC, Analog to Digital Converter

DAC, Digital to Analog Converter

SIM, Subscriber Identity Module

PLA, Ácido poliláctico

Introducción

Actualmente, según la Organización Mundial de la Salud a nivel global existen alrededor de 285 millones de personas con discapacidad visual, siendo al menos 39 millones ciegas [1]. Asimismo, de acuerdo con el Atlas de la Agencia Internacional para la Prevención de la Ceguera [2], refiere a un registro de 2 millones 237 mil personas en México con deficiencias visuales y el INEGI nos dice que la ceguera es la segunda causa de discapacidad en México, considerada por organismos internacionales como la segunda discapacidad más inhabilitante, afectando a aproximadamente un millón de personas a nivel nacional. Tan solo Puebla, en el 2016 registró 63, 500 personas con discapacidad visual, de las cuales 13, 600 habitan en la capital [3]. La mayor problemática de estos datos radica en el hecho que existe una gran población con discapacidad visual y así mismo ha habido muy poco impacto en estos últimos 10 años en la tecnología desarrollada específicamente para las personas invidentes tanto en México como en todo el mundo, lo que hace de gran importancia, diseñar y aplicar proyectos tecnológicos enfocados a asistir en la capacidad visual de los niños y jóvenes.

Solamente en el municipio de Puebla, las personas con discapacidad presentan muchas dificultades para interactuar y/o comunicarse, a consecuencia de la falta de lugares adecuados que permitan su inclusión. El párrafo 9 del artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala que: “El Estado es el encargado de satisfacer, velar y cumplir con el principio del interés superior de la niñez, respondiendo de manera plena a sus derechos. Todos los niños tienen derecho a su inclusión en sus necesidades básicas como lo son: alimentación, salud, educación y sano esparcimiento para su desarrollo integral.” Tal y como se menciona por parte de la Comisión Nacional de Derechos Humanos en el 2011 desplegó la recomendación número 56/2011 [4], sobre la desatención de proveer libros de texto gratuitos actualizados en Braille a nivel primaria para los niños con discapacidad visual, en particular el argumento causante de dicha queja fue en juicio de que un alumno con problema visual no recibió los libros de texto gratuitos adecuados al sistema de escritura Braille correspondientes a su grado escolar.

La elaboración de libros en escritura Braille, audiolibros o el uso adecuado de tecnologías emergentes para proporcionar el acceso al conocimiento y la cultura de los menores de edad con discapacidad visual, no tienen el respaldo y gestiones precisas como se desearía. Por lo cual es urgente promover el uso de tecnologías precisas para los discapacitados visuales. Los adolescentes menores de 18 años que

sufren algún tipo de discapacidad, y que buscan su inclusión en la educación, son vulnerables para poder ser incluidos, una problemática que ha sido desatendida por el estado y autoridades pertinentes cumplir con esta obligación de proporcionar la atención adecuada por sus condiciones y garantizar el ejercicio de sus derechos y a los beneficios propios de su edad y condiciones específicas, garantizando el principio de interés superior del menor.

Dada la recomendación número 56/2011, la Secretaría de Educación Pública aceptó y atendió a través de la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos, proporcionar hasta el 2014 la distribución de textos de primaria y en 2015, los libros de educación secundaria [5].

En el municipio de Puebla, para el tema de la educación para jóvenes y niños con problemas de ceguera o débiles visuales presentan numerosas dificultades para interactuar y/o comunicarse, como resultado de la falta de espacios apropiados que permitan su inclusión, se carece de placas de orientación en braille, ni los canales que sirven como señalamientos para que puedan desplazarse con facilidad por las calles y pasillos hasta las aulas. En el artículo segundo de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo, se menciona el diseño universal que “se entenderá como el diseño de productos, entorno, programas y servicios que puedan utilizar todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado” [6] para satisfacer las necesidades culturales, de servicio, productos y entornos de toda persona.

Tomando en consideración esta última recomendación, se ha decidido desarrollar un dispositivo vestible que sirva como compañero o asistente enfocado a esta población de personas, que además tenga tecnología actual, como por ejemplo inteligencia artificial. El prototipo que se alcanzó en el desarrollo del trabajo funciona sin necesidad de tener conexión a Internet, es operado por comandos de voz, cuenta con reconocimiento óptico de caracteres, le permite al usuario hacer y recibir mensajes y llamadas, recopilar datos del clima, leer texto impreso y enviar su ubicación GPS.

Materiales y métodos

Diseño del sistema

El diseño que se propuso fue de acuerdo con las necesidades requeridas cuando una persona estudia y además se debía considerar que estaría enfocado a personas con discapacidad visual, por lo que estuvo explícito el hecho que no debía incluir salidas de información visuales. Es por ello por lo que se consideró que este prototipo debía ser completamente comandado por voz, y que la respuesta fuera a través de un sintetizador de voz. Así mismo, tan solo conociendo esas dos características, se determinó que se necesitaba un sistema embebido robusto que tuviera la capacidad de procesar esas dos tareas en el menor tiempo posible. En consecuencia, se eligió una tarjeta que permitiera usar un sistema operativo embebido, con el propósito de facilitar su programación y procesar tareas simultáneamente. Fue entonces que se eligió, como computadora principal, una tarjeta Raspberry Pi™, ya que permite utilizar un sistema operativo basado en Linux además de contar con periféricos de comunicación, cuatro puertos USB y una interfaz para cámara web. El único detalle en contra es que la tarjeta no tiene una entrada de micrófono, por lo que se hizo uso de una interfaz de audio externa USB, de marca Envel™.

Como siguiente, con el uso de esta interfaz, se realiza la comunicación del usuario del dispositivo mediante la red celular e Internet, permitiéndole hacer y recibir llamadas y mensajes de texto o navegar por la red utilizando una tarjeta SIM de cualquier compañía telefónica, además de poder brindarle la opción de enviar su ubicación en formato de enlace de Google Maps™ por mensaje de texto a sus contactos. Por consiguiente, se incluyeron en el sistema dos módulos encargados de realizar ambas funciones. El primero fue el módulo SIM800L de Simcom™, siendo un módulo de GSM/GPRS, y el segundo el módulo de GPS NEO6MV2 de Ublox™, que dentro de sus características entrega la ubicación satelital en formato NMEA. Ambos módulos establecen una comunicación mediante el protocolo UART, y su configuración se establece a través de comandos AT. El hecho de haber agregado estos componentes conllevó a incluir un microcontrolador en el proyecto debido a que la tarjeta Raspberry Pi cuenta con solamente dos periféricos UART y uno de ellos está configurado para acceder a la consola del sistema. Por lo tanto, se incluyó un microcontrolador de STMicroelectronics™ de modelo F103C8T6.

Cabe mencionar, que para este sistema se propuso implementar como switch de audio dos componentes: una interfaz USB conectada a la tarjeta Raspberry

Pi y una tarjeta SIM800L. Ambas, siendo señales analógicas de audio, no podían simplemente ser conectadas en paralelo al altavoz del sistema. Para solucionar esto, se intentaron tres opciones. La primera fue utilizar un multiplexor analógico, haciendo uso del chip CD4066 de Texas Instruments™, lo que dio como resultado a una señal de salida con menor intensidad y mucho ruido, además de necesitar una fuente de voltaje dual para su funcionamiento. La segunda alternativa fue utilizar un circuito mezclador de señales haciendo uso del circuito integrado LM3900 también de Texas Instruments, pero la señal de salida otra vez tenía mucho ruido y perdía mucha ganancia. La tercera y última opción fue usar un relevador SRD-05VDC-SL-C de Songle™, lo que resultó ser la opción seleccionada por su fiabilidad en cuanto a la salida de la señal y su sencillo control.

A continuación, para poder brindarle al usuario la capacidad de poder leer texto digital o impreso fue necesario implementar una cámara web que fuera compatible con la tarjeta Raspberry Pi. Aunque existía la opción de agregar una a través de su puerto USB, se decidió utilizar el periférico que está especialmente dedicado con una interfaz para la cámara de la misma marca. Ya que se pensó que esto podría evitar a futuro tener complicaciones con la captura de video o los drivers que algunas cámaras plug-and-play tienen, siendo incompatibles con el sistema operativo. El modelo en concreto que se utilizó fue el RPI-CAM-V2 que cuenta con un sensor IMX219 de 8-megapíxeles, siendo esto suficiente para poder procesar texto en imágenes.

Finalmente, revisando la hoja de datos de cada componente se determinó el número de líneas de voltaje necesarias para el sistema, la tarjeta Raspberry Pi y la tarjeta STM32 tienen un regulador de voltaje incluido, que permiten entradas de 5V y la convierten a 3.3V que es su voltaje de funcionamiento. Fuera de esos componentes, el módulo de GSM trabaja a 4.2V, por lo que requiere un regulador independiente, mientras que el módulo de GPS trabaja también a 3.3V por lo que la salida del microcontrolador es suficiente. Todos los componentes utilizados están en la Tabla 1.

Después, se realizó un análisis del consumo energético promedio para el sistema, para conocer el tiempo de funcionamiento del dispositivo, tal como se muestra en la Tabla 2. Dado que el consumo promedio resultó ser de 5.5Wh, con dos baterías de litio comúnmente conocidas como 18650 de 4.2V@8800mAh cada una, ambas pueden suministrar un consumo de 36.96Wh, lo que indica que el sistema podrá tener un tiempo de uso promedio de 6 horas y media. Ya que ambas baterías proporcionan un valor de 8.4V se necesitaron implementar dos reguladores de voltaje para proporcionar las líneas mencionadas previamente en el **diagrama 1**. Asimismo, las conexiones realizadas entre componentes considerando sus pines se representan en el **diagrama 2**.

Tabla 2. Consumo de los componentes del sistema.

Componente	Consumo promedio
Raspberry Pi 3B+	2.75 Wh
STM32F103C8T6	500 mWh
Módulo GSM SIM800L	1.5 Wh
Módulo GPS GY-6MV2	700 mWh
Modulo relevador de 5V	100 mWh
Total	5.55 Wh

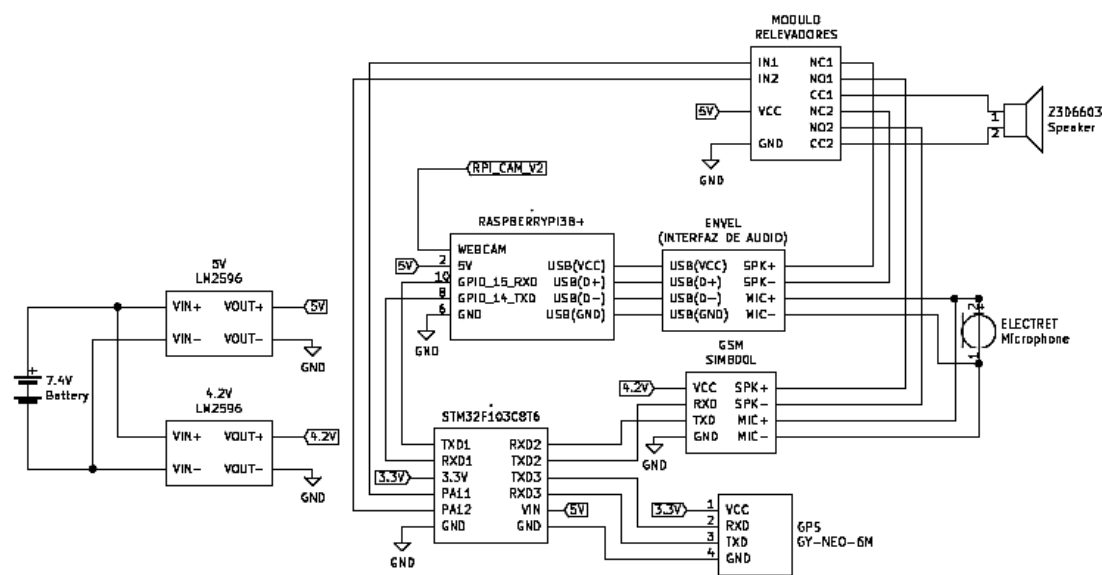


Diagrama 2. Diagrama esquemático de las conexiones.

Teniendo definido el hardware del sistema, se implementó el software, en específico en la comunicación entre los módulos GSM y GPS con el microcontrolador en lenguaje C. Dado que ambos usan los periféricos UART, se estableció una velocidad de transmisión de datos de 115200 baudios para los dos, ya que en ambos módulos es un parámetro predefinido, pero esta no impacta directamente en el funcionamiento del sistema. Además, se activaron las interrupciones en el periférico para la recepción de datos desde los módulos al microcontrolador. Se programaron todos los comandos para la recepción y salida de llamadas y mensajes, así como los de la solicitud de datos a Internet a través de la red 2G, para la hora y el clima. Como siguiente paso, para programar el funcionamiento del módulo GPS, la principal tarea fue realizar el decodificador de sentencias NMEA, de las que el dato más importante es la latitud y longitud que entrega. Para terminar la programación del microcontrolador se establecieron dos pines de salida digitales para activar los relevadores y poder seleccionar el dispositivo de salida para el altavoz dependiendo si se está usando el reconocimiento de voz de la tarjeta Raspberry Pi o para una llamada por el módulo GSM.

Por otro lado, el flujo de datos que debía tener el sistema es tal y como se representa en el **diagrama 3**. La opción que se eligió para procesar las entradas del sistema y generar la salida fue buscar software de licencia libre y/o de código abierto que existiera para el sistema operativo Linux. Para el caso del motor de reconocimiento de voz se optó por utilizar PocketSphinx, que es un software basado en CMUSphinx pero específicamente para sistemas embebidos que utiliza los Modelos Ocultos de Márkov. Es importante mencionar que para hacer uso de este software en el idioma español se tuvieron que utilizar los modelos acústicos para el español de México. Después, para incorporar el OCR en el sistema, se seleccionó el software Tesseract OCR, que es un motor de reconocimiento óptico de caracteres libre, financiado desde el 2006 por Google. Para el convertidor de texto a voz la alternativa que más destacó fue la del sintetizador Pico-TTS que forma parte del proyecto de código libre de Android. La ventaja de las tres herramientas mencionadas es que pueden funcionar sin conexión a Internet, lo que da un alto nivel de versatilidad al sistema para la aplicación.

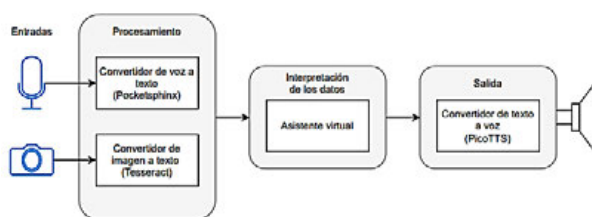


Diagrama 3. Entradas, proceso y salida del sistema.

El programa principal que interpreta los datos provenientes del reconocimiento de voz y el OCR y elige cuándo hacerlo, fue desarrollado en el lenguaje C específicamente para la aplicación de esta investigación. Su algoritmo consiste en escuchar la salida del convertidor de texto a voz constantemente, esperando a la palabra de activación “asistente”, y posteriormente entra a una máquina de estados tal como indica el **diagrama 4**, donde puede recorrer un menú de acciones. Al finalizar la integración de los tres sistemas se realizaron pruebas utilizando el dispositivo para cada una de sus acciones, sobre todo haciendo un énfasis en las pruebas de lectura de texto y el reconocimiento de voz. Para el reconocimiento de voz se tuvieron que encontrar las palabras que fueran captadas con un error menor. Finalmente se colocó todo el sistema en una carcasa impresa en 3D en material PLA, seleccionando este por su característica de ser biodegradable, diseñada en el software de Autodesk Inventor™, con la forma de una mochila para usarse en la espalda y un aditamento para los lentes donde se coloca la cámara, el micrófono y el altavoz.

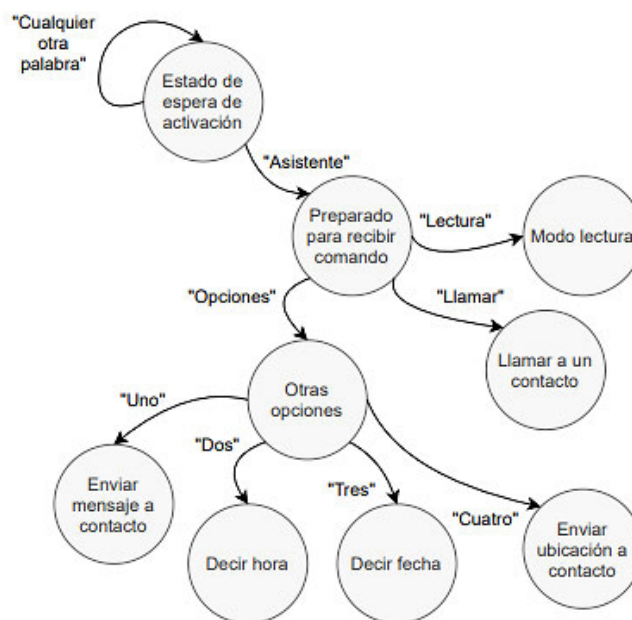


Diagrama 4. Estados implementados en el programa principal del dispositivo.

Resultados/Discusión de resultados

El prototipo resultante previamente a su ensamble es el que se muestra en la Figura 1a donde se pueden observar con sus respectivos identificadores: 1) los componentes electrónicos, 2) la carcasa del dispositivo, 3) el aditamento para los lentes con micrófono y altavoz y 4) la cámara. Posteriormente al ensamblarse la cámara, el micrófono y el altavoz pasan a colocarse sobre unos lentes tal como se

muestra en el identificador 5) de la Figura 1b, y finalmente, 6) se colocaron unas correas para llevar todo en la espalda.

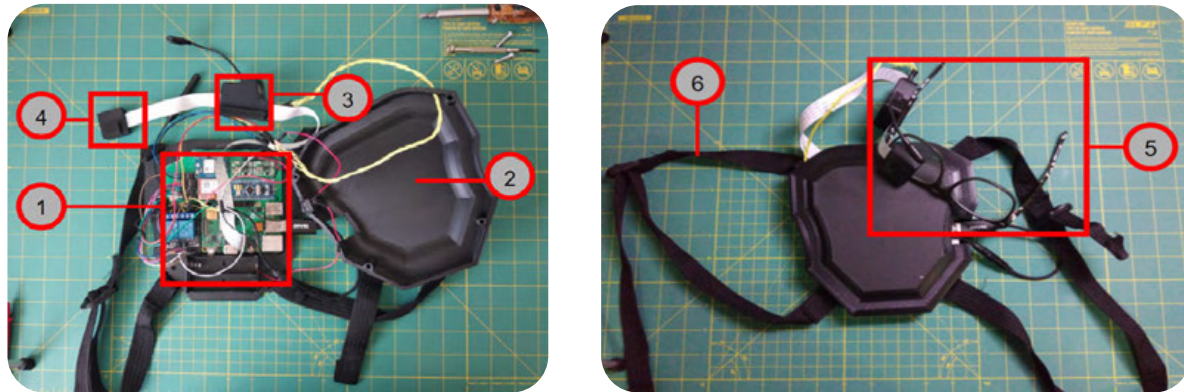


Figura 1: (a) Antes del ensamble, (b) del prototipo de asistente ensamblado.

De las acciones que se implementaron todas funcionan correctamente, el decir la fecha/hora por medio de voz (tal como indica la Tabla 3) es la acción que toma menos tiempo de ejecución, tomando un promedio de 20 segundos, mientras que la acción que toma más es la del modo lectura, durando un promedio de 125 segundos, desde que se activa al asistente hasta justo antes de que comience a leer el texto. También, el llamar por teléfono toma 5 segundos menos que el enviar un mensaje de texto o la ubicación en tiempo real (40 segundos).

Tabla 3. Tiempos medidos en la ejecución de las acciones del asistente.

Acción	Tiempo de ejecución
Enviar mensaje/ubicación	~40 segundos
Llamar	~35 segundos
Modo lectura	~125 segundos
Decir hora/fecha	~20 segundos

El porcentaje de error que existe para reconocer una de las palabras identificadas por el sistema es del 15 %, refiriéndose a que aproximadamente dos de cada 10 veces que le comandamos al asistente, este no las entiende. Además, el software que realiza el reconocimiento óptico de caracteres tarda menos de 125 segundos en procesar un texto menor a 250 palabras. La distancia que se necesita para leer una hoja tamaño carta con letra de tamaño 14 es de aproximadamente 30 centímetros.

Una representación del dispositivo ya colocado en una persona se muestra en las **Figuras 2a y 2b**.

El audio de entrada al sistema es audible a un rango menor de 15-20 centímetros, lo que permite a la persona mantener privacidad al realizar llamadas o leer libros en una biblioteca. El usar el dispositivo en la espalda resulta cómodo pero debido al material que se usó puede llegar a calentarse hasta 42 °C, pero esto se debe a que los componentes electrónicos están en contacto directo con la base de la mochila, por lo que para próximas implementaciones se buscará un aislante y se diseñará una carcasa con rendijas por debajo para permitir el flujo del aire y seguir bloqueando la caída de gotas de agua.



Figura 2, prueba del prototipo de asistente.

Entre las limitantes que existen en el dispositivo están el problema de poder leer texto que contenga imágenes o esté escrito a mano. Además, el reconocimiento de voz dado que no está entrenado específicamente para el dispositivo, no le permitió captar palabras como “mensaje” o “enviar”. A diferencia de asistentes como el de Google o el de Amazon, este no tiene un procesamiento del lenguaje tan amplio como para interactuar de una manera inmersiva con el usuario, pero una característica a favor es que no requiere de conexión a Internet, lo que permite usarlo en cualquier lugar.

Conclusiones

Se logró el funcionamiento óptimo planteado desde un principio, la funcionalidad depende del usuario, ya que es comandado por voz, lo que significa que es personalizado. Por el momento está limitado en sus funciones, ya que solamente se diseñó para lecturas y comando por voz. Es importante mencionar que este no es un producto final ya que aun se encuentra en mejora. Durante el desarrollo del prototipo se fortalecieron los conocimientos personales en tecnología aplicada a la salud.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

El dispositivo todavía tiene muchas acciones que están en etapa de desarrollo, dentro de las que destacan el implementar la calculadora, acceso a una enciclopedia, diccionario y gestionar notas por voz, por lo que uno de los planes a futuro es incorporarlas en una versión próxima. También se hace énfasis en que este es solamente un prototipo y que se busca disminuir el tamaño del dispositivo en un futuro diseñando una tarjeta electrónica propia, sustituyendo a la tarjeta Raspberry Pi por una FPGA que a su vez permita hacer uso de Linux embebido. Otra mejora puede ser en el motor de reconocimiento de voz cambiando el algoritmo que usa modelos ocultos de Markov a alguno que utilice modelos de aprendizaje profundo que es lo que se está desarrollando actualmente en el área.

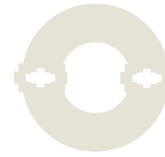
Referencias bibliográficas

- [1] Vision Loss Expert Group. “Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis”. *The Lancet, Global health*. 5(9), 888–897. Agosto 2017.
- [2] Gómez, C. “En México hay 2 millones 237 mil personas con deficiencias visuales”. *La Jornada*. Marzo, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2017/10/13/sociedad/035n2soc>
- [3] J. Zambrano, “Registra Puebla 63 mil personas con discapacidad visual: UPAEP”, e-consulta Puebla, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.e-consulta.com/nota/2016-07-12/sociedad/registra-Puebla-63-mil-personas-con-discapacidad-visual-upaep>.
- [4] R. Plascencia, “Recomendación 56/2011”. Ciudad de México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos, Agosto, 2011.
- [5] A. Ancona, “Informe de Rendición de Cuentas de Conclusión de la Administración 2012-2018”. Ciudad de México: Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos, 2018.
- [6] Organización de las Naciones Unidas. “Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo”. 1(4). Mayo, 2008.

Moyotl, León-Diana Andrea*, Cervantes, Arrijoja-David*, °Cerón, Garnica-Carmen*

Facultad de Ciencias de la Computación BUAP, Avenida San Claudio, Blvd 14 Sur, Ciudad Universitaria, 72592 Puebla, Puebla.

*dandreamoyotl@gmail.com, *davs.cear98@gmail.com, *academicaceron@gmail.com



Área 8
Ingenierías
y Desarrollo Tecnológico

Resumen

El objetivo de este proyecto es presentar una alternativa eficaz e innovadora para el proceso de espera de un servicio. Debido a la actual pandemia del COVID – 19 y a la larga espera por la que ocasionalmente pasamos al solicitar un servicio en algún establecimiento, tuvimos la necesidad de desarrollar *V-Queue*. El administrar filas virtuales permite definir el modo en que los clientes o usuarios son atendidos por cada área de servicio del establecimiento, obteniendo un mejor desempeño.

La investigación con un enfoque cuantitativo y con la utilización de la metodología

Design Thinking, conformada de cinco etapas facilitó el desarrollo del proyecto, y obtener los requerimientos funcionales del sistema mediante instrumentos como la encuesta y entrevista centradas en el usuario.

Finalmente, se presentan los resultados de las pruebas de funcionalidad y usabilidad aplicadas a un conjunto de usuarios en una tienda de conveniencia de la Ciudad de Puebla, teniendo una buena aceptación y eficiencia tanto para los clientes como para los administradores del establecimiento.

Abstract

The objective of this project is to present an effective and innovative alternative to the waiting process service. Due to the current COVID-19 pandemic and the long wait that we occasionally go through when requesting service in an establishment, we needed to develop V-Queue. Managing virtual queues allows you to define how customers or users are served by each service area of your establishment, obtaining better performance.

The research with a quantitative approach and with the use of the Design Thinking methodology, consisting of five stages, eased the development of the project and obtained the functional requirements of the system through instruments such as surveys and interviews centered on the user.

Finally, the results of usability tests applied to a group of people are presented, as well as the functionality test in a convenience store in the City of Puebla, having good acceptance and efficiency for both customers and store managers.

Keywords

Virtual queue, usability, service, web app

Glosario de abreviaturas y símbolos

CANACO, Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo

Introducción

Debido a la crisis sanitaria ocasionada por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19), declarada por la Organización Mundial de la Salud como una nueva pandemia mundial desde marzo de 2020, ver [1], ha ocasionado también desempleo y cierre de negocios en la ciudad de Puebla, siendo necesaria aplicar medidas para evitar la propagación del virus en los distintos sectores productivos, de servicios y comercios.

Siendo algunas de las medidas establecidas por la Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos de la Ciudad de Puebla emitidas en julio de 2020, el uso de desinfectante en superficies como picaportes, puertas, mostradores, tapetes sanitizantes, entre otros; el uso de cubrebocas, alcohol o gel antibacterial y toma de temperatura con termómetro infrarrojo al ingreso del establecimiento; así como un aforo controlado para garantizar que se cumplan los lineamientos de distanciamiento social, habiendo una densidad máxima de 1 persona por cada 5m², para conocer todas las medidas ver [2].

En vista de las medidas anteriores, como se muestra en [3] [4], a nivel nacional y en la ciudad de Puebla ha sufrido un gran impacto negativo en la economía de sector comercio, estimando un cierre de 2460 negocios en el estado, así como alrededor de cincuenta y cinco mil empleos perdidos. Por lo que, se prevé que hasta finales del 2022 y principios del 2023 cuando la CANACO en Puebla, recupere sus ganancias que tenía antes de la pandemia, pues hasta el momento mantiene una pérdida de ingresos del 50 por ciento.

Múltiples establecimientos han diseñado distintas formas de hacer frente a esta problemática a través del uso de nuevas tecnologías como es el caso de comercios, restaurantes y bancos, que han mejorado sus procesos a través del uso de códigos QR, para gestionar sus procesos de espera, con el fin de evitar las aglomeraciones de usuarios.

Por tal motivo buscamos generar una solución que ayude a reducir la concentración de multitudes en lugares de alta concurrencia, así como organizar las filas de los servicios y reducir los tiempos de espera de los clientes, para cualquier establecimiento.

El proyecto *V-Queue*, propone una nueva forma de hacer fila para ingresar a algún establecimiento, con el fin de evitar estos problemas y de esta manera que el abrir los comercios nuevamente implique un menor riesgo. Consiste en una aplicación web, que permite a los dueños de los comercios del estado de Puebla, puedan manejar filas virtuales para atender a sus usuarios y ofrecer diferentes servicios: recoger pedidos, realizar alguna compra o pedir algún otro servicio, etc. y de esta manera evitar contagios alrededor de su negocio, así como crear un ingreso más organizado, respetando las medidas implementadas en la ciudad y a nivel nacional.

Materiales y métodos

El proyecto fue desarrollado usando la metodología con enfoque cuantitativo y la aplicación de *Design Thinking*, para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios, ver [5]. De acuerdo al Instituto Hasso Plattner de diseño en Stanford describe la metodología *Design Thinking* como un proceso de 5 etapas. Las cuales son: empatizar, definir, idear, prototipar y probar. Es importante mencionar que estas etapas no van necesariamente en orden secuencial, cada una contribuye a todo el diseño del proyecto. A lo largo de este texto mencionaremos cada una de las etapas y cómo las aplicamos en el proyecto, para llegar a un resultado satisfactorio.

Etapa 1. Empatizar

En esta etapa, el proceso consiste en averiguar más acerca del área que nos interesa, empatizando con las personas para entender su experiencia, así como adentrarse en el entorno para tener un mayor nivel de entendimiento en cuanto al problema, ver [6]. Para lo cual, se realizó una encuesta y entrevista a personas preguntando acerca de su experiencia en filas, lo que nos dio un mayor nivel de información de las necesidades del usuario.

Se aplicaron 50 encuestas anónimas, por lo que no se pidió información personal. Para el planteamiento de las preguntas, se tomó en cuenta la situación actual de la crisis sanitaria.

1. ¿Qué te disgusta actualmente de hacer largas filas?
 - a. Desperdicio de tiempo
 - b. Temor de contagio
 - c. Aburrimiento
 - d. Otros

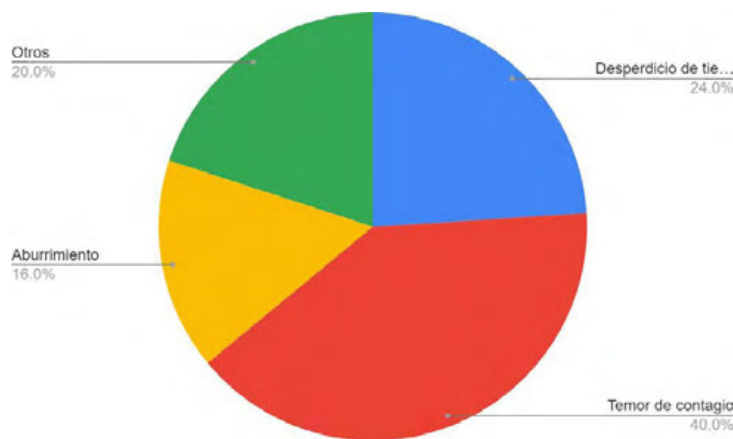


Figura 1. Gráfica de resultados de pregunta 1

En la **Figura 1**, se observa que la opción más votada fue “Temor de contagio” con un 40 %, es decir 20 personas; seguida de esta, “Desperdicio de tiempo” obtuvo un 24 %, con 12 votantes; en tercer lugar, se encuentra la categoría de “Otros” con un 20 % y, por último, “Aburrimiento” con un 16 % u 8 personas a favor.

2. Califica tu experiencia al esperar por un servicio. 1 (excelente)-5 (pésimo)

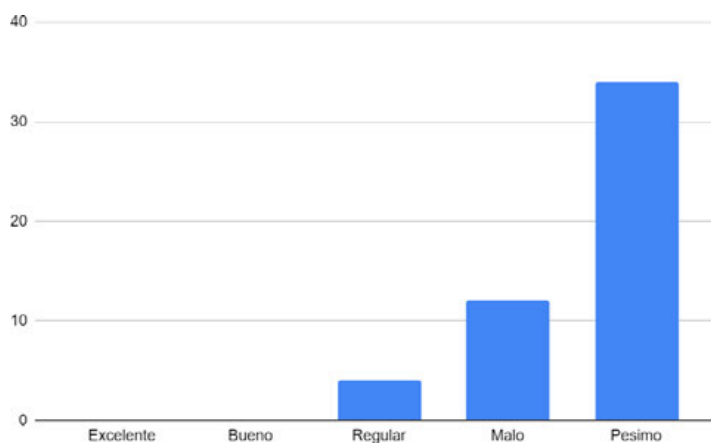


Figura 2. Gráfica de resultados de pregunta 4

La **Figura 2** permite visualizar que la mayoría de la población califica como “Pésimo” su experiencia al esperar por un servicio, en caso contrario, ningún usuario califica su experiencia como “Excelente”.

Etapa 2. Definir

Con la información obtenida, se analizó para poder definir el problema en términos del usuario, ver [6]. Para poder definir la solución a implementar de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

La definición del problema, estableció el objetivo para resolver dicha problemática: “Generar una alternativa eficiente que reemplace a las filas comunes y proporcione un mejor servicio haciendo uso de las nuevas Tecnologías de la Información”.

Etapa 3. Idear

A continuación, hicimos uso de la técnica de brainstorming para proponer distintas soluciones y eventualmente terminar con las mejores alternativas.

- Aplicación web que envíe mensajes de texto de fácil uso.
- Diseño responsive para acceder desde cualquier dispositivo.
- Administración de filas de fácil uso y comunicación con el usuario de forma rápida

Las tecnologías utilizadas en el desarrollo del proyecto se listan a continuación. En la **Figura 3**, se muestra el modelo de la arquitectura del sistema.

- AWS EC2 para hospedar la plataforma
- MongoDB, base de datos no relacional
- React.js frontend
- Node.js backend
- Sendgrid para envío de mensajes de texto
- Control de versiones con Git haciendo uso de un flujo de trabajo básico
- Repositorio en Github

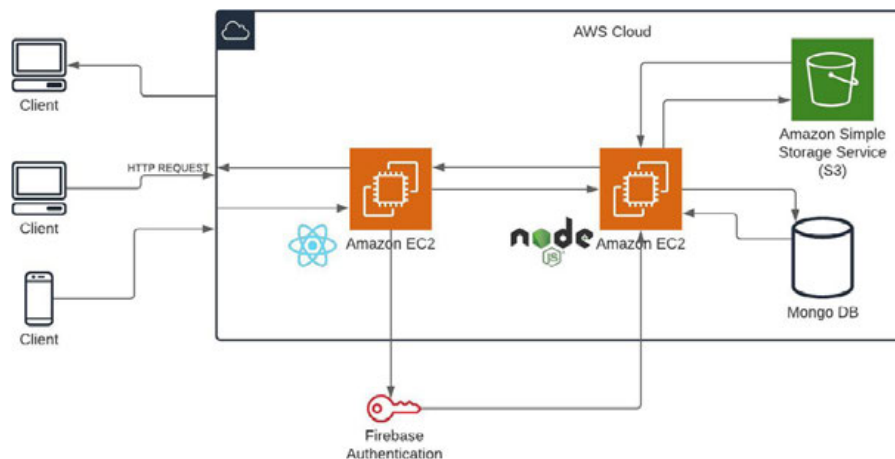


Figura 3. Arquitectura del sistema

Resultados/Discusión de resultados

Con base a la metodología de *Design Thinking* descrita en el apartado anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

Etapa 4. Prototipar

De acuerdo al objetivo del proyecto, se comenzó a trabajar con el prototipo de la idea inicial. Para llevar una buena gestión del proyecto usamos la metodología Agile Scrum, ver más [7].

El procedimiento de utilizar el sistema consiste en: hacer una fila virtual por parte del usuario locatario quien ingresa a la página de Internet 3.128.140.26, en caso de tener una cuenta, el locatario podrá acceder al sistema con su correo electrónico y contraseña, como se muestra en la **Figura 4**, en caso contrario, el locatario tendrá que completar un pequeño registro brindando datos como nombre del negocio, logo, un mensaje inicial para los usuarios e indicar el número de filas que desea crear, así como asignarles un nombre, para personalizar las filas de su negocio, todas estas opciones se pueden visualizar en la **Figura 5**. Posteriormente, el sitio web le genera al locatario un código QR y un enlace al sitio web, para que después, el locatario lo imprima y coloque en su establecimiento, como se puede observar en la **Figura 6**.

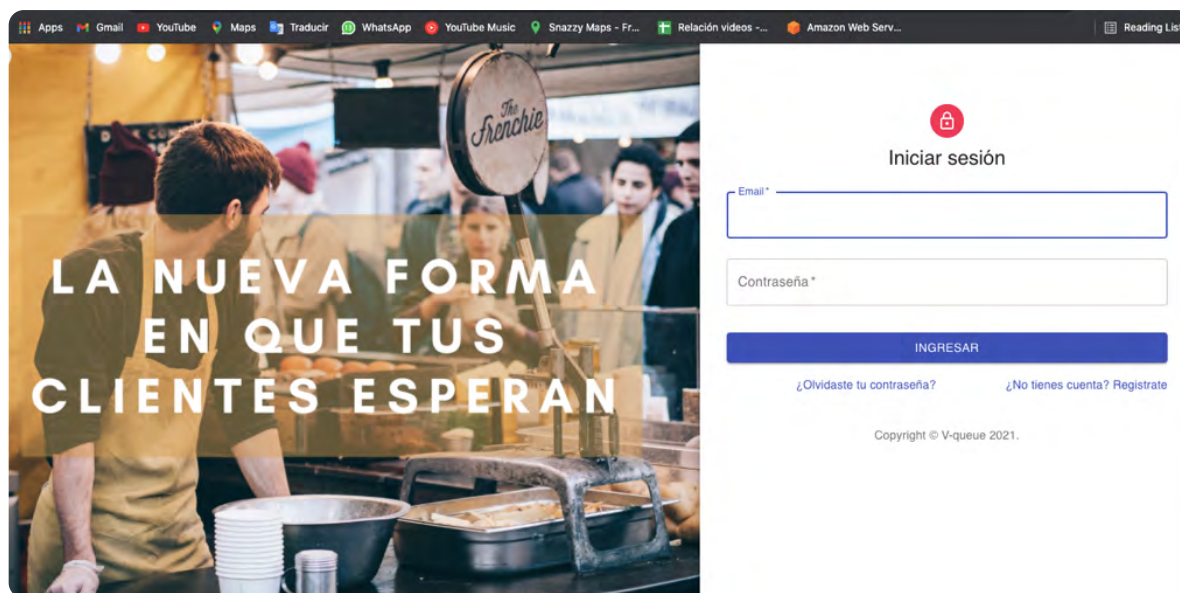


Figura 4. Pantalla de login del sistema para usuario locatario

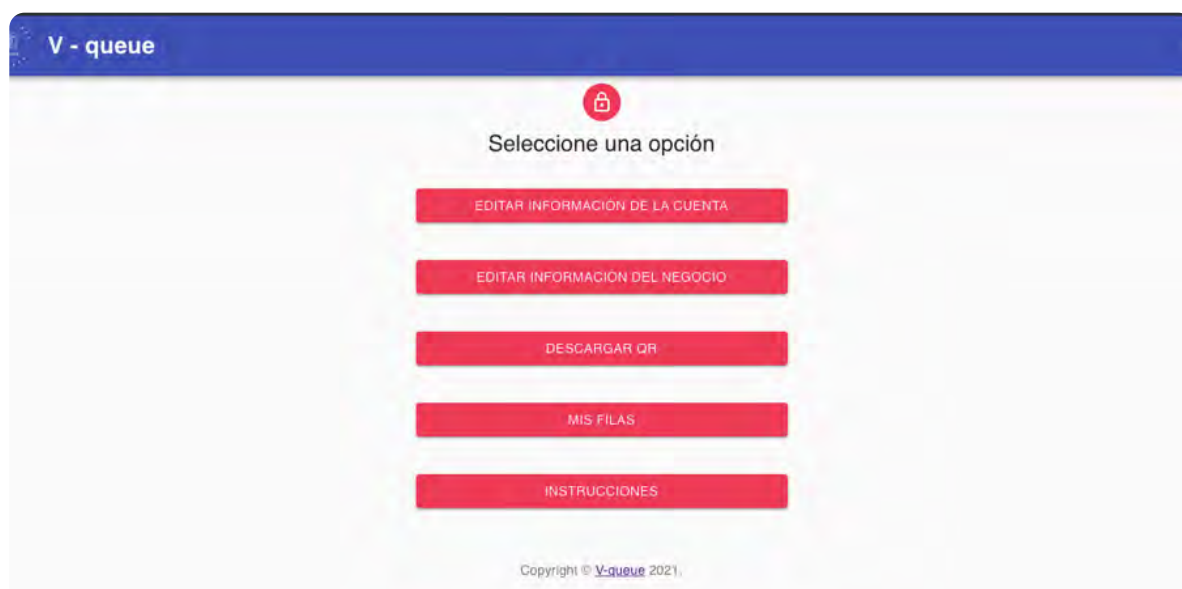


Figura 5. Pantalla de menú principal para locatario.

El cliente que hará uso del servicio prestado por el locatario deberá escanear el código QR, o ingresar a la página de Internet, posterior a esto, el navegador cargará la aplicación web, donde el usuario deberá indicar qué servicio realizará en el lugar y posteriormente se generará un ticket digital (**Figura 7**), que le avisara a través de mensajes de texto cuando su turno esté cerca o vaya a pasar.

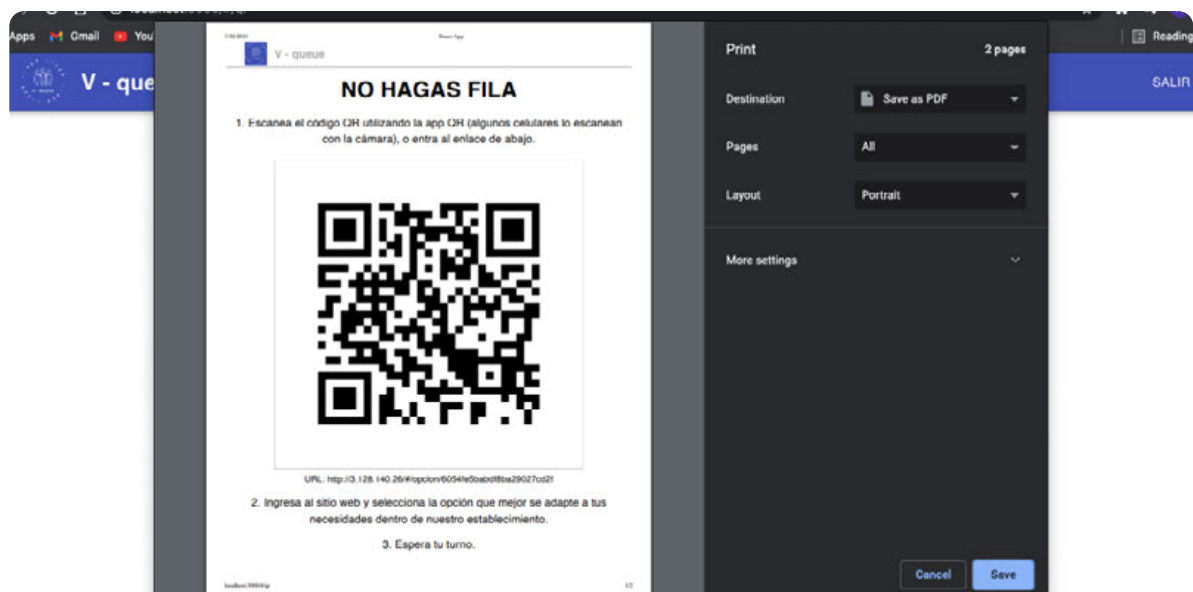


Figura 6. Pantalla para descargar código QR para usuario cliente.

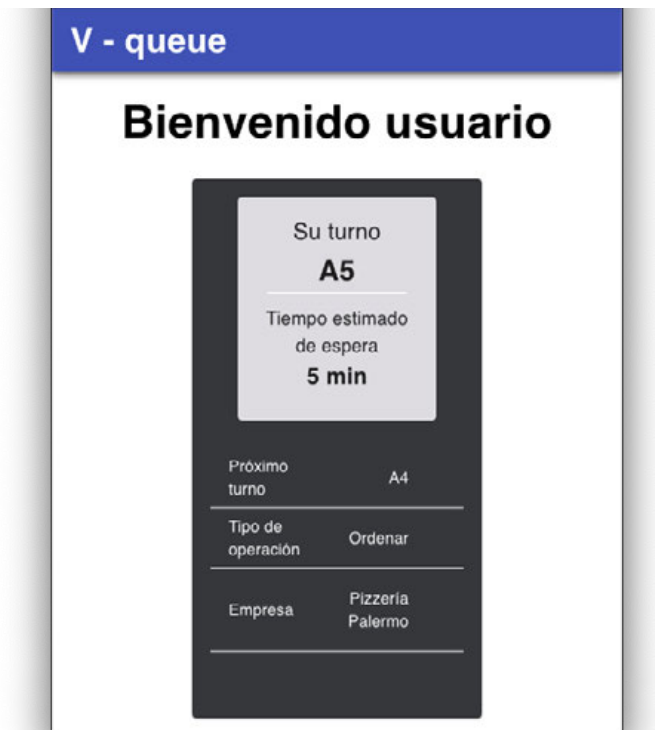


Figura 7. Pantalla que muestra el turno del usuario cliente.

Etapa 5. Probar

Para la parte de pruebas, se aplicó la metodología pruebas de usabilidad remotas, ver [8], con el fin de llegar a varios usuarios teniendo en cuenta las limitaciones que la crisis sanitaria del COVID-19, la cual consiste en hacer una prueba a través de una videollamada, en este caso usando Google Meet. Con el fin de obtener distintas métricas se realizó una encuesta a los usuarios, para revisar la experiencia de uso.

Para probar la funcionalidad de la aplicación, realizamos una videollamada a 10 usuarios. Con base a los principios de usabilidad de Jakob Nielsen:

1. Pienso que el sistema va a ser fácil de usar

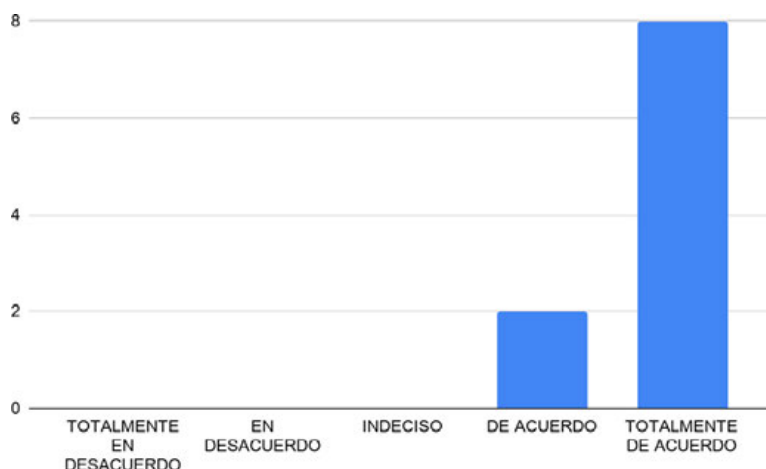


Figura 8. Gráfica que muestra los resultados del punto 1.

2. Encuentro que las funcionalidades del sistema están bien integradas

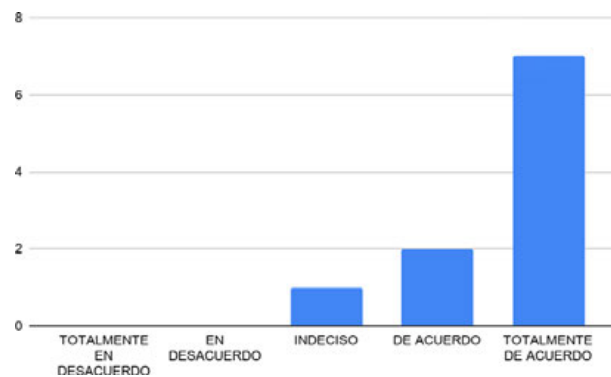


Figura 9. Gráfica que muestra los resultados del punto 2.

3. Imagino que la mayoría de la gente aprenderá a usar rápido este sistema



Figura 10. Gráfica que muestra los resultados del punto 3.

4. Me siento muy confiado usando el sistema

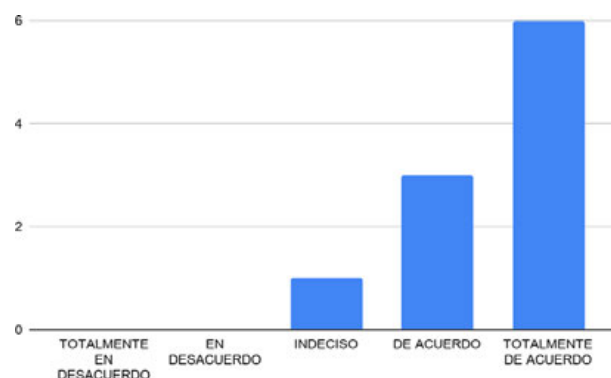


Figura 11. Gráfica que muestra los resultados del punto 4.

Se observa en las gráficas anteriores (**Figura 8, Figura 9, Figura 10 y Figura 11**), que, en la mayoría de los usuarios, el sistema tiene un grado alto de usabilidad y que se sienten conformes con la facilidad de utilizar el sistema de manera eficiente y confiable.

Conclusiones

Según [9], menciona que “La utilización de códigos QR cubren prácticamente cualquier tipo de actividad humana tanto en industria, comercio, instituciones educativas, instituciones médicas, gobierno, etc., es decir cualquier negocio se puede beneficiar con esta tecnología de captura de datos por código”. En el proyecto V- Queue la utilización de códigos QR facilita la interacción entre el usuario locatario y usuario cliente, ya que las filas se volvieron un proceso automatizado y ayudaron a reducir tiempos de espera. Así como a minorar las aglomeraciones y los contagios del virus, al propiciar la sana distancia entre los usuarios de los distintos comercios.

Por otra parte, la aplicación de la metodología *Design Thinking*, permitió que el software desarrollado logrará los requisitos funcionales de acuerdo al objetivo especificado para dar solución a la problemática planteada. Así los resultados obtenidos en las pruebas de usabilidad, demuestran que el sistema cumple en un 90 % con las expectativas de ser un software fácil para ser utilizado y aprender por usuarios finales, que permita de manera más segura en estos tiempos de pandemia la activación económica de los comercios en la ciudad de Puebla y el cumplimiento de los lineamientos operativos requeridos para la sana distancia.

El desarrollo de este proyecto Web tiene un impacto en las actividades económicas del estado de Puebla y a nivel nacional, ya que cuando ocurra una reapertura total se debe tener las precauciones de la salud de los usuarios y el uso de tecnologías innovadoras como esta puede ayudar a reducir los riesgos de contagios, eliminar multitudes a la hora de hacer filas en lugares concurridos, e incluso mejorar la eficiencia de los comercios.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

A futuro la implementación de la aplicación web, incluirá sistemas de recomendación y evaluaciones de los servicios, así como dar a conocer el uso la plataforma en la Institución y para los locatarios de distintos comercios de la ciudad de Puebla y a nivel nacional que puedan utilizar de manera gratuita.

Agradecimientos

A la Dra. Carmen Cerón Garnica por su apoyo y confianza en nuestro trabajo, por brindarnos la oportunidad de demostrar nuestros conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en proyectos de investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] Director General de la OMS, “Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020”, 2020.
- [2] PROTOCOLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS SANITARIAS ANTE (COVID-19) EN CENTROS COMERCIALES. Puebla, 2020, pp. 9-13.
- [3] J. Zambrano, “Hasta el 2023, prevén recuperación económica de sector comercio en Puebla”, El Sol de Puebla, 2021.
- [4] Ángulo 7, “Van 55 mil empleos perdidos en Puebla; sin inversión a corto plazo”, 2021.
- [5] “Design Thinking en Español”, Designthinking.es, 2021. [online]. Disponible en: <<https://www.designthinking.es/inicio/>> [Accessed: 04- Apr- 2021].
- [6] “Interaction Design Foundation”, Interaction-design.org, 2021. [online]. Disponible en at: <<https://www.interaction-design.org/literature/topics/design-thinking>> [Visto en: 03- abr- 2021].
- [7] Francia, J., 2017. ¿Qué es Scrum?. [online] Scrum.org. Disponible en: <<https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>> [Visto en 3 abril 2021].
- [8] Carr, S., 2020. What is Remote Usability Testing? | UserTesting Blog. [online] UserTesting. Disponible en: <<https://www.usertesting.com/blog/what-is-remote-usability-testing>> [Visto en: 5 abril 2021].
- [9] D. Murillo Peñuela, Implementación de Tecnología QR en Aplicación Móvil. 2017.

Área 9



Interdisciplinarias

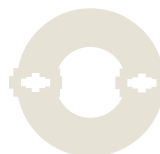
Índice de Área

- 1541** • El Taller de Hooke: una semilla para la ciencia
- 1553** • Elaboración y evaluación sensorial de *Gelato* de jengibre (*Zingiber officinale*) cultivado en la localidad de Villa Ávila Camacho, Puebla
- 1561** • Evaluación sensorial de panque fortificado con fibra de pergamino de café cultivado en la localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla
- 1571** • Foro artístico como nodo de impulso cultural en San Andrés Cholula
- 1585** • Intervención socio cultural a través de un mural cooperativo para el fortalecimiento de la identidad en la localidad de San Antonio Arenillas, ubicado en la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacan, Puebla
- 1591** • Proyecto de Divulgación Científica "Cacomixtles Poblanos"
- 1607** • Rescatemos Nuestro Ocote Ocoyucan
- 1619** • Sistema web de iniciativa social para el bienestar de animales de compañía
- 1631** • Transiciones de fase percolativas en estrategias de siembra con columnas alternadas

El Taller de Hooke: una semilla para la ciencia

^aAmaro, Osorio-Carlos*, Amaya, ^aZambrano-Nicolás,
^aHernández, Lillo-Josovic, ^aCedillo, Ramírez-María Lilia

^a Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 4 Sur 104 Centro Histórico C.P. 72000. *
carlos.amaroosorio@viep.com.mx



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

Actualmente, la divulgación científica se puede considerar como una parte fundamental del desarrollo social, pues más allá de compartir información y datos obtenidos a partir del método científico, esta pretende otorgar el conocimiento necesario para que el público en general pueda participar de forma activa y consciente en la toma de decisiones dentro de una sociedad. Por lo cual el papel que en años recientes ha tomado la comunidad científica ha ido en aumento, siendo importante el desarrollo y divulgación de conocimiento comprensible

para el público en general. En el presente trabajo se enfoca en desarrollar y plantear los conceptos, metodología y resultados obtenidos a partir del proyecto con fines de divulgación científica, que lleva por nombre “El Taller de Hooke: una semilla para la ciencia”, el cual fue presentado a un público de 130 personas de edades variadas, con el fin de incentivar y aumentar el interés por la ciencia y tecnología en el Estado de Puebla, así como conocer los el impacto, los intereses e ideologías que se tienen en relación a la ciencia.

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

Palabras clave

Divulgación científica, Ciencia, Biotecnología, Educación científica

Abstract

Currently, scientific dissemination can be considered as a fundamental part of social development, since beyond sharing information and data obtained from the scientific method, it aims to provide the necessary knowledge so that the general public can participate actively and consciously in decision-making within a society. Therefore, the role that the scientific community has taken in recent years has been increasing, with the development and dissemination of comprehensible knowledge for the general public being important. In the present work, she focuses on developing and presenting the concepts, methodology, and results obtained from the project for scientific dissemination purposes, which is called “Hooke’s Workshop: a seed for science”, which was presented to an audience of 130 people of various ages, to encourage and increase interest in science and technology in the State of Puebla, as well as to know the impact, interests, and ideologies that are concerning science.

Keywords

Scientific dissemination, Science, Biotechnology, Science education.

Glosario de abreviaturas y símbolos

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

Introducción

En la actualidad, al hablar de la ciencia (del latín *scire*, conocer), más allá de ser considerada como un pilar fundamental para el desarrollo social y tecnológico, esta se ha posicionado como uno de los principales medios para la difusión de conocimiento e información verídica, creando una estrecha relación entre esta con el progreso en áreas de la salud, bienestar y el desarrollo social, entre otras; debido a que, dentro de sus objetivos, además de la comprensión de la naturaleza y la producción de conocimiento, esta debe aspirar al máximo alcance posible. Este último punto es considerado incluso como una responsabilidad de los generadores de ciencia, ya que en esta descansa la fuente de la cual la población puede aspirar a un mayor entendimiento de los diferentes aspectos que se viven [1], siendo la divulgación científica una parte funcional dentro de la sociedad.

Para Salinas, la difusión científica es todo aquel proceso que busque compartir a diversos públicos los resultados obtenidos ya sea de algún proceso experimental o experiencia científica [2], haciendo uso de una amplia diversidad de medios apropiados para el caso, como pueden ser prácticas orales, mediante congresos o jornadas, medios escritos, e incluso actualmente puede considerarse todos aquellos medios relacionados a métodos digitales o virtuales, siendo el caso el Internet, documentales, videoconferencias, y/o redes sociales [3]. Por lo que, una gran parte del desarrollo de la ciencia, es la misma divulgación, siendo una de las principales dificultades, el transmitirlo de forma adecuada, es decir, la divulgación científica no solo radica en el compartir el conocimiento, sino que este mismo pueda dar una idea comprensible de algún tema en específico al público en general.

Debido a la necesidad de aumentar en cantidad y calidad esta divulgación, una de las respuestas podría estar encaminada a una participación más activa por parte de la comunidad científica con el fin de alentar, guiar y concientizar a la población de la importancia, así como el papel que hoy en día juega, además del que pueden servirse de esta como una herramienta para estar conscientes e informados de números sucesos del día a día. En México, ante la gran necesidad de la divulgación científica, se han establecido y creado numerosos organismos con el fin de proveer un acercamiento entre la ciencia y la población en general, como es el caso en el Estado de Puebla, donde gran parte de esta divulgación científica va de la mano del CONCYTEP, el cual es un organismo cuyo objetivo se basa en fomentar una cultura científica y tecnológica integral en el estado de Puebla, así como promover la participación social en la comunicación y divulgación científica, mediante la

implementación de diferentes programas, como lo es “Vehículo de la ciencia”, o bien “Encuentro estatal de jóvenes investigadores”, del cual se es partícipe en esta ocasión.

En búsqueda del cumplimiento de los objetivos del programa “2do. Encuentro estatal de jóvenes investigadores. 2021: Modalidad Virtual”, como lo es el promover, difundir, fomentar y estimular vocaciones por actividades relacionadas a la ciencia y tecnología, se desarrolló el proyecto que lleva por nombre “El Taller de Hooke: una semilla para la ciencia”. Este proyecto surge de la iniciativa de crear una red de divulgación científica, para aumentar el interés, aprendizaje y enseñanza de la ciencia en el Estado de Puebla y la sociedad en general.

Es por eso, que atreves de este proyecto, se busca, en primer lugar, el impactar e incentivar a estudiantes de diferentes niveles académicos (básico-medio) en la búsqueda del conocimiento y el posterior desarrollo profesional en estudios afines a la ciencia y tecnología, pues de acuerdo a datos otorgados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en el Estado de Puebla, en promedio los jóvenes de 15 años han cursado solo hasta el segundo año de secundaria [4], existiendo un área de oportunidad en desencadenar el interés temprano por estas áreas, debido a que en especial, en Puebla, el porcentaje de estudiantes que optan por alguna carrera relacionada al quehacer científico, es mucho menor al compararse con los porcentajes de otras áreas, como las sociales [5]. Adicional a esto, otros objetivos son el crear material didáctico, informativo y científico, así como el interpretar y poner a disposición información científica cuyo lenguaje sea comprensible para el público en general, puntos que serán desarrollados a continuación.

Materiales y métodos

Para el cumplimiento de los objetivos establecidos, se plantea el desarrollo y posterior uso de material didáctico; como son infografías de temas de interés, presentaciones didácticas y comprensibles que serán empleadas en las exposiciones, así como el desarrollo de redes sociales donde tanto el material creado será puesto a disposición, así como nuevo material que será cargado semanalmente con temas de interés para el sector poblano y público en general (**Figura 1 y 2**).

Desarrollo de material didáctico (Infografías y presentaciones)

Se seleccionaron dos temas de interés, los cuales serían los temas “pilotos”, a partir de los cuales se desarrollarían los diferentes materiales didácticos con la intención de que estos sean creativos, informativos, comprensibles e integrativos. Para la creación de estos materiales se hizo uso de diferentes aplicaciones puestas en línea, como son “Canva” y “Biorender”. En relación a los temas de interés, el primero de estos está enfocado a la pandemia provocada por SARS-CoV-2, del cual se creó tanto una presentación interactiva para personas en un rango de edad de entre 10-14 años, es decir, específicamente para niveles escolares como primaria y segundo de secundaria; de igual manera se desarrollaron infografías las cuales presentan información como es el surgimiento de la pandemia, que es lo que provoca y los tratamientos que han surgido para combatir la enfermedad causada por el COVID-19 esto se presenta en la **Figura 1**.

Por otro lado, el segundo tema de interés fue enfocado en motivar a estudiantes de tercero de secundaria y preparatoria para desempeñarse en un futuro en aquellas áreas relacionadas a la ciencia y tecnología, siendo el tema relacionado con la Biotecnología y sus implicaciones en diferentes campos laborales hoy en día, para el cual se prepara una presentación y una infografía, las cuales se observan en la **Figura 2**.



Figura 1. Presentación e infografías desarrolladas de la pandemia producida por el SARS-CoV-2. Material disponible en: https://drive.google.com/drive/folders/1W0vrjbh2ltatHUmZDLJgwPqv7AZMJ0d__?usp=sharing



Figura 2. Presentación e infografía desarrollada acerca de la ciencia y la biotecnología. Material disponible en: https://drive.google.com/drive/folders/1W0vrjbh2ltatHUmZDLJgwPqv7AZMJ0d_?usp=sharing

Presentación de ponencias

Posteriormente, como se ha mencionado, a lo largo de dos meses se realizó la exposición de temas de interés científico. En primer lugar, a infantes del plantel “Primaria Emiliano Zapata” en donde se llevó a cabo la presentación de los temas relacionados a la enfermedad COVID-19. Posteriormente, con el fin de inculcar la importancia de la ciencia y las diversas aplicaciones que esta tiene en Puebla capital, se participó en el “Ciclo de Conferencias Administración a la Vanguardia con el uso de la Tecnología” en el plantel CONALEP Puebla III, en donde se presentó en dos ocasiones el tema que lleva por nombre “La Ciencia y su Nueva Promesa: la Biotecnología en el siglo XXI como solución a todo”.

Análisis estadístico

Para la afinidad de los niños y adolescentes por la ciencia se utilizó la prueba estadística de Chi cuadrada mediante R, para la aprobación y cambio que tuvieron los participantes antes y después de la ponencia se utilizó la prueba T de Wilcoxon para evaluar el cambio, para saber el gusto por el material expuesto se utilizó la U de frecuencia para evaluar la satisfacción alcanzada, para la evaluación del impacto en redes sociales se elaboró un diagrama de interacción con el fin de monitorear el alcance. El análisis estadístico se realizó en un diseño completamente aleatorizado mediante análisis de varianza para probar la significancia.

Desarrollo de redes sociales

Finalmente, con el fin de dar continuidad y proveer material a aquellos estudiantes que se interesaron por algún tema de los antes mencionados, se dio pie al desarrollo de redes sociales, como lo es en Instagram, donde el perfil lleva por nombre “Taller de Hooke”. A partir de este medio, se han cargado hasta el momento 9 post, en su totalidad de carácter científico, pero siendo dirigidos a un público en general.

Resultados/Discusión de resultados

Para la filtración de resultados se tomaron diferentes parámetros de importancia como son: qué grupo de menores es el más interesado por la ciencia, si han tenido un acercamiento a ella y sí después de la plática se interesaron en la ciencia, y si este fue una mejor manera de acercamiento a ella; de igual forma los resultados permiten conocer sobre qué género y edad está más encaminado a la ciencia y qué es lo que cambia en ellos que hace que no les guste. Para evaluar y comprender los resultados se realizaron 3 análisis estadísticos, cada uno enfocado a un área diferente.

Se realizó una ponencia a un público total de 130 personas (incluidos profesores presentes) quedando los siguientes resultados: 43 alumnos de primaria, 31 alumnos de secundaria y 52 alumnos de nivel preparatoria, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

¿Qué grupo es más afín a la ciencia?

Una vez obtenidos los parámetros se realizó la prueba estadística de Chi cuadrado, esta se utiliza para ver el sentido de la correlación entre dos variables nominales, en este caso comparar el rango de edad entre niños y adolescentes y su relación entre el conocimiento y gusto por la ciencia. Los resultados de esta prueba estadística fueron de una $p > 0.05$, por lo tanto, se dice que sí existe una asociación y se rechaza la hipótesis nula; dicho de otra forma, hay una diferencia significativa entre la edad y el gusto por la ciencia.

En base al resultado y aceptación de hipótesis, los niños son el mayor grupo que es susceptible y cuenta por un apego mayor a la ciencia, esto se basa en parte al nivel de curiosidad que presentan los niños, pero, que a lo largo que avanzan en sus cursos, la forma de transmitir la ciencia no es la correcta o se le hace a la idea

de que no es para todos, por lo que este primer parámetro abre la posibilidad de buscar alternativas de divulgación.

Interés a la ciencia, antes y después

Uno de los principales objetivos de este proyecto se vio logrado, y es el despertar el interés en la ciencia luego de una base de seminarios y material didáctico; para la interpretación de los resultados se realizó el análisis estadístico de T de Wilcoxon, esta se utilizó ya que es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas, en este caso un cambio de sucesos antes y después de la plática. Nuestra $T < 0.995$, así que decimos que sí hay diferencia significativa y hubo un cambio drástico positivo en los niños y adolescentes sobre la ciencia después de la plática.

En este mismo apartado se realizó una encuesta de satisfacción con el material didáctico presentado y se realizó la prueba estadística de U de frecuencia para determinar la calidad del material, los resultados marcaron una $z > 0.05$ por lo que sí hay diferencia significativa y el material expuesto mejoró y resultó de interés en comparación a otros medios.

Porcentaje de personas
interesados en la biotecnología
después de la plática



Figura 3. Porcentaje de mujeres y hombres interesados por la biotecnología después de la plática.

Importancia de la biotecnología en México

Del mismo modo, antes de la encuesta menos del 15 % de los participantes sabía qué era la biotecnología, después de la ponencia, más del 97 % se interesó por la biotecnología y respondiendo de su importancia actual en México, dividiéndose en 4 áreas de aplicación, los resultados de dicha encuesta se presentan en la **Figura 3**. En conjunto con el número de género interesado por la misma, habiendo un mayor porcentaje de mujeres que de hombres, recalcando la importancia de la inclusión de todos en la ciencia, dicho porcentaje se presenta en la **Figura 4**.

Alcance obtenido en redes sociales

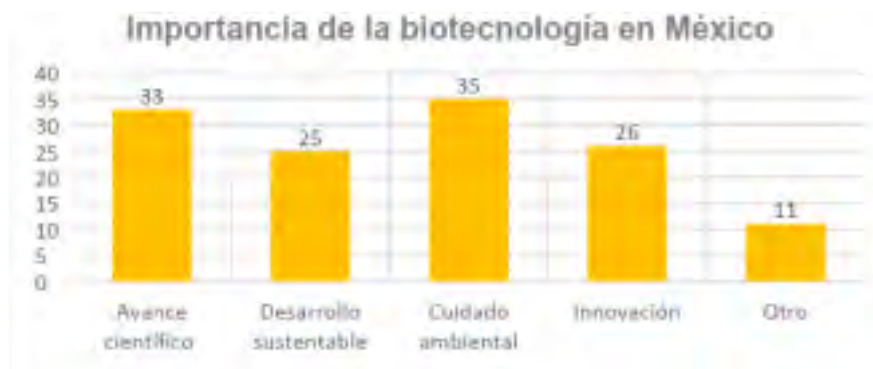


Figura 4. Importancia de la biotecnología de acuerdo a los jóvenes.

A la par de las ponencias se creó un perfil en la red social de Instagram con el fin de llegar a un público más amplio y llevar la divulgación de manera creativa, entendible y reproducible. En este tiempo se crearon 9 publicaciones y para comprender el alcance que estas han tenido con la gente, se elaboró un diagrama de interacción red social-público, para saber la frecuencia y número de gente con la que tratamos, los resultados de dicho gráfico se resumen en la **Figura 5**, donde cada punto corresponde al número de publicación y el alcance que se tuvo, la línea verde representa la interacción general del público y la línea azul la frecuencia con la que se interactúa, obteniendo un gráfico prometedor ya que ha habido un crecimiento logarítmico interaccional, llegando así, a un público mayor.

Conclusiones

El acercamiento que los niños y jóvenes de Puebla que están o han tenido con la ciencia han sido escasas o guiadas a través de películas o ciencia ficción, llegando a desconocer el alcance que se tiene debido a una muestra de desinterés por falta de herramientas adecuadas para desarrollar el gusto por la ciencia, los resultados.

Los resultados obtenidos muestran que los niños de 9-12 años de edad tienen un interés y gusto por el conocimiento científico, pero que se va perdiendo a lo largo del crecimiento académico por desconocimiento, complejidad o abandono. Los resultados muestran que con herramientas como ponencias, material didáctico y actividades recreativas utilizando lenguaje entendible, fácil de digerir, enfocadas a las labores que hacen los científicos en su hogar natal (Puebla) y mostrar que se hace ciencia de primer impacto los impulsó a cambiar su visión y aumentar el gusto que tienen por la ciencia y en especial la biotecnología, adicionalmente con

el desarrollo y manejo de publicaciones científicas a través de red social como Instagram se mostró un crecimiento exponencial en el número de seguidores e interacciones que se tiene con las mismas, finalmente el principal objetivo se vió logrado al hacer que los niños y jóvenes poblanos vieran la aplicación biotecnológica y su importancia en el México y cómo ellos pueden ser parte de ella.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Finalmente los intereses de este proyecto son el continuar con la divulgación de ciencia y tecnología, mediante las presentación de ponencias de diferentes temas de interés social y científico, debido a que como vimos estas pláticas podrían ser un punto de ayuda muy importante y de motivación en la elección de los jóvenes en desempeñarse en aquellas áreas relacionadas a la ciencia; así como el incentivar y causar curiosidad en infantes con la intención de que en un futuro ellos deseen desenvolverse en estas áreas. Por otro lado, se desea el continuar con el manejo de las redes sociales, realizando actividades de divulgación científica, pues como se observó mediante los métodos analíticos, hasta el momento se había alcanzado un crecimiento logarítmico interaccional, llegando así, a un público mayor, pudiendo así existir un mayor impacto de la divulgación científica en el Estado de Puebla.

Agradecimientos

Queremos agradecer el espacio brindado a nuestro equipo de trabajo, a la primaria Emiliano Zapata y a la maestra Brenda Fierro Corona por aceptarnos con los brazos abiertos en los días de ponencia y al alumnado de la institución que mostraron participación en todo momento.

De igual manera, un agradecimiento a nuestra asesora de proyecto la D. en C. Ma. Lilia Cedillo Ramírez por aceptarnos bajo su tutela y guiarnos en el proceso de la gran labor de la divulgación científica.

Referencias bibliográficas

- [1] J. A. Rivera-Tapia, "Ciencia y Divulgación, " Biomed, vol. 13, no. 2, pp. 152–153, 2002.
- [2] P. J. Salinas, "Importancia de las publicaciones científicas, " MedULA, vol. 19, no. 1, pp. 3–4, 2010.
- [3] M. Rocha, L. Massarani, and C. Pedersoli, "La divulgación de la ciencia en América Latina: términos, definiciones y campo académico, " in Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académicos., vol. 53, no. 9, Rio de Janeiro, 2017, pp. 39–58.
- [4] CONCYTEP, Programa Institucional del Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Puebla. Puebla, 2019, p. 61.
- [5] L. E. Monterrosas Martínez, "La divulgación de la ciencia y su influencia en la elección de carreras científicas, " Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2020.

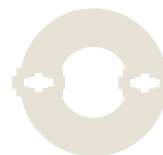


Elaboración y evaluación sensorial de *Gelato* de jengibre (*Zingiber officinale*) cultivado en la localidad de Villa Ávila Camacho, Puebla

^aParedes, Vargas-Gisselle, ^aEspino, Manzano-Salvador Omar*

^aUniversidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Av. Universidad Tecnológica No.
1000, Tierra Negra, Xicotepec de Juárez, Puebla.

*salvador.espino@utxicotepec.edu.mx,
gisselle.paredes@utxicotepec.edu.mx



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

En la actualidad el uso de alimentos con actividad funcional es una de las principales vertientes de la investigación. El jengibre ha sido utilizado a lo largo de la historia como un ingrediente básico en la medicina tradicional al encontrar tratamientos eficaces para distintas afecciones. Sin embargo, es también usado como un elemento culinario. En el presente trabajo se buscó dar una alternativa de uso del jengibre cultivado en el municipio de Villa Ávila Camacho, Puebla; con el objetivo de proponer la aplicación del jengibre en la elaboración de un *gelato*. Se realizó una investigación de campo donde se obtuvo la muestra de la investigación y

se conoció de primera mano las especificaciones del cultivo. Posteriormente se llevó a cabo el proceso de elaboración del *gelato* de jengibre en 4 etapas: deshidratación, extracto, base del *gelato* y batido. Una vez obtenido el *gelato* se realizó una evaluación sensorial con un panel de jueces semi-entrenados mediante una escala afectiva para medir el grado de satisfacción del producto y analizar áreas de oportunidad. Los resultados mostraron que el *gelato* cumple con las características de calidad en textura y cremosidad, pero puede ser mejorado el aroma y sabor del producto principal.

Palabras clave

Gelato, jengibre, evaluación sensorial

Abstract

Currently, the use of foods with functional activity is one of the main aspects of the research. Ginger has been used throughout history as a basic ingredient in traditional medicine when finding effective treatments for different conditions.

However, it is also used as a culinary item. The present work sought to provide an alternative for the use of ginger grown in Villa Ávila Camacho, Puebla; to propose the application of ginger in the preparation of a gelato. A field investigation was carried out where the research sample was obtained and the specifications of the crop were known first-hand. Later, the ginger *gelato* elaboration process was carried out in 4 stages: dehydration, extract, *gelato* base, and ice shake. Once the gelato was obtained, a sensory evaluation was carried out with a panel of semi-trained judges using an effective scale to measure the degree of satisfaction with the product and analyze areas of opportunity.

The results showed that the *gelato* meets the characteristics of quality in texture and creaminess, but the aroma and flavor of the main product can be improved.

Keywords

Gelato, ginger, sensory evaluation

Glosario de abreviaturas y símbolos

CONCYTEP, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla

Introducción

El jengibre (*Zingiber officinale*) es un rizoma utilizado regularmente como condimento en la gastronomía, se cultiva de manera abundante en la localidad Villa Ávila Camacho, perteneciente al estado de Puebla y es comercializado a nivel nacional e internacional. En esta localidad, el jengibre es mayoritariamente comercializado dado que la población no conoce algún uso extra fuera de lo convencional. Es utilizado regularmente en infusiones como parte de la medicina tradicional para tratar malestares intestinales. Por lo que la producción es vendida regularmente a un precio muy bajo. Con este proyecto se tiene la intención de dar un uso alternativo al jengibre, al utilizarlo como ingrediente principal de algunos productos gastronómicos, esto con la intención de motivar el comercio justo y el desarrollo sustentable del cultivo y los agricultores.

El jengibre es originario del este de Asia. Las culturas hindúes y China lo han utilizado por milenios como un tratamiento digestivo. Los chinos consideran el jengibre como el yang, o comida picante, la cual equilibra la comida fría ying para crear armonía. Los griegos, romanos, también lo utilizaban para este propósito. Impactó Europa y América cuando se estableció a sí mismo como una hierba medicinal y se convirtió en popular como una bebida suave (*ginger ale*, *ginger beer*, y *ginger tea*) para alivios estomacales [1]. Hoy, el jengibre es cultivado mundialmente, se cultiva en países como: la India, la China, Japón, Indonesia, Islas del Caribe y en Venezuela en varios estados, siendo en Guayana el sitio donde se da con buen sabor y tamaño. Es una planta originaria de las zonas tropicales del sureste asiático [2]. El jengibre en la localidad de Villa Ávila Camacho, Puebla de acuerdo al Sr. Ricardo Vargas Castillo quien es poblador de la localidad menciona que en 1985 el jengibre se cultivaba de manera silvestre y así se vendía en Villa Ávila Camacho, para ese tiempo solo existían 2 compradores en la localidad. En 1995 se empezó a manejar un cultivo en San Pedro Petlacotla de manera escasa en lotes de 10m por 30m. En el 2000 se empezó a dar un cultivo intensivo en Villa Ávila Camacho a cargo de la familia Vargas Castillo.

El jengibre es una buena fuente de cobre, magnesio, manganeso, potasio, y vitamina B6. Históricamente, se ha usado para aliviar los síntomas de malestar gastrointestinal. También es seguro para las mujeres embarazadas que sufren náuseas y vómitos. La composición química varía según el tipo y la calidad del jengibre. El jengibre contiene compuestos llamados gingeroles que actúan

inhibiendo la síntesis y liberación de prostaglandinas, lo que podría reducir el dolor en personas con síntomas o que padecen enfermedades inflamatorias [3].

Además de su aplicación médica, el jengibre se utiliza como especia para elaborar y sazonar alimentos, por ejemplo, dulces y productos de repostería, sopas o platos de carne. En mezclas de especias, el jengibre desecado se emplea sobre todo en el curry. El extracto o aceite de jengibre se utiliza para elaborar licor, vino o aguardiente de jengibre, así como infusiones. La bebida más conocida es el ginger-ale, un refresco carbonatado sin alcohol apreciado por sus notas de limón con un toque picante y su refrescante sabor. El jengibre fresco se ralla o se pica muy fino y se añade a los platos sin una cocción prolongada. Si el jengibre fresco se cuece durante mucho tiempo se hace más picante, pero disminuye la frescura de su aroma [4].

Por lo que el objetivo de este proyecto fue estudiar el jengibre (*Zingiber officinale*) cultivado en la localidad de Villa Ávila Camacho, Puebla; con la finalidad de incrementar su rentabilidad en el mercado y dar un valor agregado, tomando como propuesta inicial la elaboración de un *gelato* a base de jengibre, mediante una investigación de campo para conocer de primera mano el cultivo, el diseño y desarrollo del producto y finalmente una evaluación sensorial en base a un panel de expertos.

Materiales y métodos

Tipo de investigación

La metodología utilizada en esta investigación fue de tipo documental, experimental y de campo. A su vez, a través del estudio se desarrolló un método deductivo que permitió llegar a las conclusiones y recomendaciones del trabajo. Se realizó una revisión de la literatura para obtener fundamentos del tema que se está tratando. De campo en el momento de ir hacia el cultivo de la familia Vargas Castillo en la localidad de Villa Ávila Camacho y obtener parte de la materia prima utilizada más adelante y finalmente experimental donde con ayuda de los asesores se formuló el helado a base de jengibre de acuerdo al objetivo de la investigación. La **Figura 1** muestra el diagrama metodológico llevado a cabo a lo largo del proyecto.

Obtención del jengibre

El jengibre utilizado en la investigación fue recolectado en el cultivo de la familia Vargas Castillo, donde se obtuvo una amplia explicación del cultivo y cosecha. Se mencionó que, a partir de la siembra, el jengibre debe esperar un año para su cosecha. Para su cuidado de la siembra se deben hacer únicamente 3 limpiezas durante el año, la primera a los 2 meses y las otras 2 divididas en el tiempo restante. Hay meses como junio o julio que se llegan a realizar 2 limpiezas extra, ya que temporada de lluvia en la localidad, la maleza sale a brote más fácilmente, y es en estos meses cuando el jengibre se desarrolla más rápido por lo que se debe cuidar la siembra de la maleza y evitar que limite los nutrientes. El jengibre (**Figura 2**) obtenido, se lavó con abundante agua para eliminar cualquier resto de tierra y se resguardó para su uso posterior.

Proceso de elaboración del *gelato* de jengibre

Para la elaboración del *gelato* se siguió la metodología propuesta por [5] con algunas modificaciones. El proceso consistió en 4 etapas (**Figura 3**), esto con la finalidad de tener un proceso estandarizado y que permitirá un producto con mayor vida de anaquel, además que el gingerol es potencializado con el proceso de deshidratado. En primer lugar, se obtuvieron hojuelas de jengibre deshidratado con el objetivo de mantener la materia prima por más tiempo. Para ello se cortó el jengibre en láminas de 1mm de grosor y se colocaron en charolas con papel encerado. Se deshidrataron en un horno convencional (Sanson, HCC, México) a 40 °C durante 24 h. Las hojuelas deshidratadas se almacenaron en bolsas resellables de polietileno y fueron resguardadas para su uso futuro.

Una vez obtenido el producto deshidratado se colocaron 100g de producto en un frasco de vidrio y se añadieron 500mL de alcohol etílico grado alimenticio (96° alc/vol). Se resguardaron en un lugar fresco, seco y sin paso de luz solar durante 7 días. Una vez transcurrido el tiempo, el extracto de jengibre fue filtrado en papel de celulosa para evitar las impurezas. Con el extracto se procedió a la obtención de una crema tipo inglesa con extracto de jengibre que serviría como vehículo para el sabor y que conservará textura al momento de la elaboración del helado. Para lo cual se llevó a cabo el siguiente procedimiento: primero se colocó 1L de leche entera y 250g de azúcar estándar en un recipiente de acero inoxidable y se llevó a punto de ebullición. Esta solución se enfrió de forma mecánica y con inmersión de agua fría hasta los 15°C. Una vez alcanzada esta temperatura se licuó la mezcla junto con 5pz de yema de huevo. Se filtró sobre un recipiente de acero

inoxidable y se calentó gradualmente con movimiento constante hasta alcanzar los 73°C y obtener una crema tipo inglesa ligera. Esta mezcla se enfrió nuevamente de forma mecánica y con inmersión de agua fría hasta los 15°C. Finalmente se fueron añadiendo dosis de 5mL de extracto de jengibre (75mL en total) hasta alcanzar el sabor, olor y aroma deseados. La crema de jengibre se conservó en refrigeración (4°C) hasta su posterior uso.

Para la elaboración del helado se colocó 1L de crema para batir (sabor neutro) en una batidora (Kitchen Aid, Professional 600, USA) y se batió por 5 min a velocidad alta hasta obtener un cambio de textura. Se redujo la velocidad (baja) y se incorporaron 350mL de leche condensada de manera gradual. Además, se fueron añadiendo dosis de 50mL de crema de jengibre (300mL en total) hasta alcanzar el sabor, olor y aroma deseados. El helado fue vaciado en un recipiente de plástico con cierre hermético y resguardado en congelación (-18°C) durante 48h antes de su consumo. La **Figura 4** muestra algunos de los pasos realizados en la elaboración del producto.

Evaluación sensorial

Un panel semi-entrenado de quince miembros evaluó las propiedades sensoriales del *gelato*. Los panelistas se instruyeron para evaluar la apariencia, color, sabor, cremosidad, textura en boca, palatabilidad, aroma y la aceptación general. Una escala hedónica de nueve puntos con: 1 me disgusta mucho; 5, no me gusta ni me disgusta; 7, me gusta y 9 me gusta mucho. Los términos del análisis sensorial y su descripción se muestran en la **Tabla 1** [5]. La evaluación sensorial se realizó en el taller de Panificación de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez.

Resultados/Discusión de resultados

Gelato de jengibre

El resultado del producto terminado (*gelato*) se muestra en la **Figura 5**, donde puede observarse que el producto tiene uniformidad y cremosidad, atributos que se relacionan con un *gelato* de calidad. El *gelato* es un producto artesanal de origen italiano, que a diferencia del helado tradicional es más cremoso y untuoso debido a los ingredientes que intervienen en su proceso. En este caso, el *gelato* de jengibre presenta un aroma y sabor sutil del jengibre. Además, es importante resaltar que las bases del producto (extracto y crema de jengibre) conservan una vida de anaquel amplia, por lo que para la producción del helado resulta en una alternativa

para su consumo y comercialización local y regional. Además, que en base a esta investigación se pueden hacer estudios respecto al producto para determinar si el jengibre consumido de esta manera conserva sus propiedades nutritivas y funcionales.

Evaluación sensorial de *gelato* de jengibre

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la **Figura 6**. Las valoraciones más altas las tuvieron los atributos de cremosidad y textura en boca (8.6 y 9 respectivamente) donde los jueces argumentaron que el producto tiene buenas características en suavidad, untuosidad y volumen del producto, derivado de una buena aireación de la crema en el proceso.

La palatabilidad obtuvo valores de “me gusta, sin embargo, algunos jueces mostraron cierta indiferencia al dejo de grasosidad en el paladar que no permite disfrutar el *gelato* al 100 %, esto puede deberse al tipo y contenido de grasa vegetal de la crema, por lo que se recomienda usar otros proveedores de este ingrediente para mejorar este parámetro. Respecto al sabor del producto (7.8) los jueces argumentaron que faltó un poco de intensidad del jengibre por lo que se recomienda usar un poco más de crema en la elaboración. Este factor se vio relacionado con el color del *gelato* al obtener valoraciones similares (8.2) respecto al anterior atributo.

Para el aroma (6.6) que resultó ser el atributo con menor valoración, los jueces argumentaron que el alimento es muy frío y eso no permite que se perciba el aroma del jengibre. Por lo que solo se presenta en el residuo en boca de lo que llega a disolverse con el calor, pero no es suficiente. Finalmente, de manera general, la aceptación y la apariencia del producto lo posicionan con valores de 7.8, cercanos al “me gusta” por lo que el producto presenta áreas de oportunidad que pueden ser subsanadas con la reformulación del *gelato* y mejorar la calidad. Algunos estudios en helados adicionados con ingredientes de fuentes vegetales muestran que existen variaciones, donde el nivel de aceptación de los consumidores va en relación a la cremosidad, sabor y textura del producto. [6] comentan que estas variaciones pueden ser corregidas al adicionar frutas, cristalizados o algún elemento que mejore los atributos organolépticos del alimento.

Conclusiones

El jengibre de la localidad de Villa Ávila Camacho puede ser aprovechado en distintos productos alimentarios, como este caso un *gelato*. De acuerdo a la evaluación sensorial realizada se observó que el producto presenta características adecuadas de textura, aunque puede incrementarse la adición de crema de jengibre para potencializar su sabor. El diseño y desarrollo de este tipo de aplicaciones gastronómicas a productos locales tiene la intención de incrementar la oferta-demanda y con ello mejorar la economía del estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

De acuerdo a esta investigación se busca la aplicación del jengibre en la gastronomía, dando usos distintos a los convencionales y sobre todo para ofrecer a los productores locales alternativas para la manufactura del producto que impacten en la economía de la región.

Referencias bibliográficas

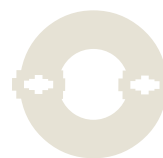
- [1] N. Srivastava, Ranjana, S. Singh, A. Chand, K. Shanker, D. Bawankule, S. Luqman, "Aromatic ginger (*Kaempferia galanga* L.) extracts with ameliorative and protective potential as a functional food, beyond its flavor and nutritional benefits", *Tox Rep*, [in press], May 2019.
- [2] Archana, A. Amana, R. Singh, N. Kr, A. Jabeen, "Effect of superfine grinding on structural, morphological and antioxidant properties of ginger (*Zingiber officinale*) nano crystalline food powder", *Matpr*, [in press], September 2020.
- [3] S. Krüger, A. Bergin, G. Morlock, "Effect-directed analysis of ginger (*Zingiber officinale*) and its food products, and quantification of bioactive compounds via high-performance thin-layer chromatography and mass spectrometry", *Foodchem*, [in press], September 2017.
- [4] C. Wanga, R. Songa, S. Weib, W. Wang, F. Lia, X. Tanga, N. Lia, "Modification of insoluble dietary fiber from ginger residue through enzymatic treatments to improve its bioactive properties", *LWT*, vol. 125, pp. 1-7, March 2020.
- [5] B. Mani, T. Truong, S. Prakash, N. Bansal, B. Bhandari, "Impact of incorporation of CO₂ on the melting, texture and sensory attributes of softserve ice cream", *Idairy*, [in press], June 2020.
- [6] A. Pintor Jardines, J.L. Arjona-Román, P. Severiano-Pérez, A. Totosaús-Sánchez, S. Fiszman, H.B. Escalona-Buendía. "Agave fructans as fat and sugar replacers in ice cream: Sensory, thermal and texture Properties", *Foodhyd*, [in press], May 2020.

Evaluación sensorial de panque fortificado con fibra de pergamino de café cultivado en la localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla

^aDionicio, Ciriaco-Teresa de Jesús, ^aGonzález, de los Montero Sierra-María José, ^aEspino, Manzano-Salvador Omar*

^aUniversidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Av. Universidad Tecnológica No. 1000, Tierra Negra, Xicotepec de Juárez, Puebla.

*salvador.espino@utxicotepec.edu.mx; mariajose.gonzalez@utxicotepec.edu.mx; teresadejesus.dionicio@utxicotepec.edu.mx



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

En la actualidad el uso de alimentos con actividad funcional es una de las principales vertientes de la investigación. El café ha sido utilizado a lo largo de la historia como un ingrediente importante para la elaboración de la bebida del mismo nombre y se ha considerado como una bebida social. Sin embargo, es también usado como un elemento culinario. En el presente trabajo se buscó dar una alternativa de uso de un subproducto del café cultivado en localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla; con el objetivo de proponer de la cascarilla del grano de café conocido como pergamino como fuente de fibra dietaria en la elaboración de un panqué fortificado. Se realizó una investigación de campo donde

se obtuvo la muestra de la investigación y se conoció de primera mano las especificaciones del cultivo. Posteriormente se llevó a cabo el proceso de elaboración del panqué en 4 etapas: extracto, secado y molienda del pergamino, harina compuesta y elaboración del panqué. Una vez obtenido el producto se realizó una evaluación sensorial con un panel de jueces semi-entrenados mediante una escala afectiva para medir el grado de satisfacción del producto y analizar áreas de oportunidad. Los resultados mostraron que el panque cumple con las características de calidad en textura, color y masticabilidad, pero puede ser mejorado el sabor del producto principal con la adición de mayor cantidad de extracto de café.

Palabras clave

Café, gastronomía, panqué, evaluación sensorial

Abstract

Currently, the use of foods with functional activity is one of the main aspects of the research. Coffee has been used throughout history as an important ingredient in the production and has been considered a social drink. However, it is also used as a culinary item.

In the present work, we sought to provide an alternative for the use of a by-product of coffee grown in the town of Benito Juárez, Jalpan, Puebla; to propose the husk of the coffee bean known as parchment as a source of dietary fiber in the preparation of a fortified pancake. A field investigation was carried out where the research sample was obtained and the specifications of the culture were known first-hand.

Subsequently, the process of making the pancake was carried out in 4 stages: extract, drying, and grinding of the husk, compound flour, and making the pancake. Once the product was obtained, a sensory evaluation was carried out with a panel of semi-trained judges using an effective scale to measure the degree of satisfaction with the product and analyze areas of opportunity.

The results showed that the pancake meets the characteristics of quality in texture, color, and chewiness, but the flavor of the main product can be improved with the addition of a greater amount of coffee extract.

Keywords

Coffee, gastronomy, pancake, sensory evaluation

Introducción

Existen dos orígenes del café, uno establece que se deriva de la palabra arábiga (similar a su uso y pronunciación en los idiomas de origen eslavo), y el otro que lo conecta etimológicamente con la provincia *Kaffa* del sudoeste de Etiopía acreditada como la cuna de la planta que da origen a la bebida. El café es una bebida estimulante y aromática que se conoce por todo el mundo. Antiguas leyendas sobre el cultivo y la forma de tomar provienen de Arabia. Los árabes descubrieron primero las virtudes y las posibilidades económicas del café, desarrollaron todo el proceso del cultivo y lo guardaron, trataron de evitar la extradición del producto [1].

El café es una de las bebidas más consumidas en todo el mundo, y sus efectos beneficiosos o dañinos para la salud han sido motivo de controversia, aun cuando la cafeína, principal ingrediente del café, es una de las sustancias alimenticias más estudiadas. Café es el nombre con el cual se denomina a la bebida, contiene mezcla de diversas sustancias o nutrimentos, entre los que se encuentran: mono- y polisacáridos, ácidos alifáticos, ácidos grasos, minerales, aminoácidos y alcaloides entre ellos cafeína, teobromina, teofilina, paraxantina, teacrina, liberina y metiliberina, gran cantidad de antioxidantes y compuestos que contienen, los cuales pueden influir en nuestro organismo retrasando el envejecimiento [2].

México cuenta con una larga tradición en el cultivo, producción e industrialización del café, la experiencia y el conocimiento adquirido desde hace más de 200 años, ubican a México como el quinto productor y exportador de café. El cultivo y producción de café se extiende hasta el norte de Guatemala hasta el estado de Nayarit, por la costa del Pacífico y por el golfo de México ocupa regiones de estados del centro y principalmente Veracruz. Cada una de estas regiones presentan características climáticas que son propias, mismas que confieren aroma, sabor y acidez al Café. Vertiente del Golfo de México. Comprende los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, parte de Oaxaca y Tabasco. La región se caracteriza por periodo de lluvias intenso que se inicia en junio, se interrumpe en agosto, continúa en septiembre y finaliza en octubre [3].

El cultivo del café se produce en gran parte de República Mexicana y se le encuentra tanto hacia el centro como en las costas, la mayor producción de café pergamino se concentra en cuatro estados: Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla los que producen el 85 % del café nacional. Las regiones por sus características altitudinales se pueden clasificar en tres grupos: de zona baja con una altura de hasta 600 metros;

de zona media o de mediana altura, 601 msnm hasta los 900 msnm y de zona alta, situada de los 901 hacia arriba. En lo que toca a temperaturas, las zonas productoras presentan promedios anuales que varían entre 1.75 y 23.3 °C, muy similares a las óptimas marcadas entre los 18 a 22 °C de tal manera que, dependiendo de la altitud, se hace diferencia de la calidad. En cuanto a precipitación e insolación los cafetales mexicanos reciben en promedio 2, 280 mm anuales de precipitación y están expuestos a 5.2 horas diarias de insolación [2].

El café es un producto muy cultivado en la sierra norte de Puebla. La mayor parte del cultivo se destina a la venta de forma semi procesada, sin embargo, en la actualidad esta práctica no es muy rentable ya que el precio que se fija para el producto es muy bajo. El café en la localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla de acuerdo con el argumento del Sr. Antonio Dionicio Sebastián quién es poblador de la localidad menciona que el café logró cosecharse a partir de una familia llegó en esta comunidad era un monte alto y la familia que fue fundadora de esta localidad traían semillas de café de las cuales regaron y empezaron a cosecharlas con el paso de un año llegó otra familia y se empezó a poblar hasta que le dieron el nombre que ahora conocemos, así fue como se fue poblando esta localidad y con el paso de los años fue creciendo más y más, las familias empezaron a sembrar plantas de café y empezaron a cosechar el café por la mayoría de las familias de esta localidad, pero con la baja demanda de dicho producto y el bajo precio ha ido disminuyendo al grado de que los cafetaleros se dediquen a sembrar algún otro producto como naranja, jengibre u otros productos. Además, en el procesamiento del café, se generan algunos subproductos como la cascarilla que envuelve al grano del café después del despulpado y secado conocida como pergamino, el cuál puede ser aprovechado como fuente de fibra dietaría.

El objetivo de este proyecto fue estudiar el pergamino como subproducto cultivado en la localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla; con la finalidad de obtener un beneficio y dar un valor agregado a los productores, tomando como propuesta inicial la elaboración de un panque fortificado con fibra dietaría, mediante una investigación de campo para conocer de primera mano el cultivo, el diseño y desarrollo del producto y finalmente una evaluación sensorial en base a un panel de expertos.

Materiales y métodos

Tipo de investigación

La metodología utilizada en esta investigación fue de tipo documental, experimental y de campo. A su vez, a través del estudio se desarrolló un método deductivo que permitió llegar a las conclusiones y recomendaciones del trabajo. Se realizó una revisión de la literatura para obtener fundamentos del tema que se está tratando. De campo en el momento de ir hacia el cultivo de la familia de Braulio Dionicio en la localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla y obtener parte de la materia prima utilizada más adelante y finalmente experimental donde con ayuda de los asesores se formuló el helado a base de jengibre de acuerdo al objetivo de la investigación. La **Figura 1** muestra el diagrama metodológico llevado a cabo a lo largo del proyecto.

Estudio de campo

La obtención del café en la localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla se lleva a cabo con la recolección del café maduro que hay en los cafetales de esta localidad, dicho café se recolectó en la huerta del Sr. Braulio Dionicio Sebastián ya que con él se solicitó una asesoría en el cultivo de café en la localidad. Se recolectó en el mes de diciembre en dicha localidad y se conservó el café recolectado para así procesarlo. El precio que tenía el café en ese mes era de \$4.50 pesos el precio máximo que alcanzó fue de \$8.70 pesos en dicha localidad. El cultivo de café se basa en sembrar la planta de café en un hoyo de 40 × 40 cm se rellena con mejora y se siembra el pilón de café la profundidad tiene que ser de acuerdo al pilón ya que este tiene que quedar casi al ras de la tierra, la siembra de las plantas de café es a principios de junio por la temporada de lluvia. Cuando la mata de café empieza a dar su fruto y está verde se fertiliza para que tenga una calidad mejor. Cuando se empieza a madurar se corta y se despulpa. Posteriormente el lavado del café se basa en limpiar el grano y despulparlo para no tener el jugo de la cereza y fermentarlo por doce horas a temperatura ambiente en un lugar de corriente circulante. Una vez seco, el almacenamiento del café se lleva a cabo en costales donde debe permanecer el grano seco hasta su venta y procesamiento.

Proceso de elaboración de panqué fortificado

El proceso consistió en 4 etapas (**Figura 3**), esto con la finalidad de tener un proceso estandarizado y que permitirá un producto con mayor vida de anaquel. En primer lugar, se obtuvo un extracto etanólico de café que fue utilizado como saborizante del producto. Para ello se mezclaron 250g de café tostado recién molido y se añadieron 500mL de etanol de grado alimenticio durante 15 días en refrigeración y libre rayos UV.

La siguiente etapa consistió en la obtención de la cascarilla del café (pergamino) (**Figura 4**) directamente del productor. La harina de pergamino se elaboró de acuerdo con la metodología de [4] con modificaciones. Dónde, se limpió el pergamino de todas las impurezas y posteriormente se colocó en un recipiente de metal para su deshidratación llevando al horno por 10 minutos a 120 °C. Se dejó enfriar y se trituran en una licuadora (Oster Pro. Profesional). Posteriormente se hizo doble cernido de la harina hasta que quedara fina. Por último, se guardó en bolsas resellables de polietileno y fueron resguardadas para su uso futuro. La siguiente etapa consistió en la formulación de la harina compuesta en base a harina de trigo y harina de pergamino. El objetivo de la inclusión de la harina de pergamino es el aumento de fibra dietaría en el producto final sin mermar las características de calidad de un panqué. Por lo que se probaron distintos radios de las harinas seleccionando el radio 2:1 de harina de trigo y harina de pergamino.

El panqué fue elaborado siguiendo la metodología de [5]. En la **Tabla 1** se muestra la formulación utilizada en el proyecto. Para la elaboración primero se bate la mantequilla hasta punto de pomada en una batidora (Kitchen Aid, Professional 600, USA) por 10 min a velocidad alta. Se agregó el azúcar poco a poco sin dejar de batir hasta que los gránulos se desvanecieron. Sin dejar de batir se incorpora el huevo uno a uno y después la harina compuesta con el polvo para hornear previamente cernidos. Una vez incorporado se agregó la leche para suavizar la textura y el extracto de café. La mezcla se vertió en un molde rectangular de aluminio. En la parte superior se espolvoreo un poco de nuez de macadamia como elemento decorativo y de sabor. Se hornean a 180 °C por 45 min en un horno de convección eléctrico (Rmmaxiplus, Romang S.A.). Las muestras se enfriaron durante 2 horas a temperatura ambiente. Las etapas del proceso de elaboración se ilustran en la **Figura 5**.

Evaluación sensorial

Un panel semientrenado de quince miembros evaluó las propiedades sensoriales de los panes. Las muestras se codificaron con números específicos para eliminar el sesgo. Los panelistas se instruyeron para evaluar el aspecto general, el color de la corteza, el color de la miga, la calidad que tiene la miga, el aroma, la textura, el sabor, la masticabilidad y la aceptación general. Una escala hedónica de nueve puntos con: 1 me disgusta mucho; 5, no me gusta ni me disgusta; 7, me gusta y 9 me gusta mucho. Los términos del análisis sensorial y su descripción se muestran en la **Tabla 2** [6]. La evaluación sensorial se realizó en el taller de Panificación de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez.

Resultados/Discusión de resultados

Panqué fortificado con pergamino de café

El producto final elaborado se muestra en la **Figura 5**. Se puede observar que tiene una miga suave, manteniendo humedad estable sin exceso de líquido. En boca el panqué se presenta con una textura agradable, encontrando notas tostadas aportadas por el pergamino de café, así como un ligero amargor que realza los sabores del bizcocho. A diferencia del bizcocho típico de repostería, con consistencia más ligera y miga más porosa, el panqué presenta una miga más seca y compacta. Al mismo tiempo, el tono dorado del pan se intensifica debido a la naturaleza tostada del pergamino de café, brindando al producto una coloración más profunda que las presentes en los bizcochos que carecen de dicho elemento. El aroma que despierta el producto al terminar el proceso de horneado es bastante atractivo, combinando los olores naturales del pan recién cocido con los del azúcar y del café. El producto contiene mínimas porciones de líquido sin llegar a ser seco, por lo que su vida de anaquel es amplia, permitiendo una conservación prolongada mientras el producto se resguarde de la humedad exterior. Siendo el café un producto común en la región y el pergamino un subproducto de dicha industria que generalmente es desechado, al incluirlo en la elaboración de panqués se permitirá aprovechar este elemento, incorporando con ello sabores atractivos y fibra dietaria para la mejora del sistema digestivo. Además, que en base a esta investigación se pueden hacer estudios respecto al producto para determinar si el subproducto del café consumido de esta manera conserva sus propiedades nutritivas y funcionales.

Evaluación sensorial de panqué fortificado

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la **Figura 6**. En el color de la corteza el tratamiento tuvo una valoración de 7.8, donde los jueces mencionaron que este producto tiene color dorado y de mejor aceptación. En el color de la miga sucede una valoración similar 8.2 tiene una buena aceptación. Respecto al color de la miga del producto viene directamente relacionado con el color nativo de sus ingredientes. En este caso los ingredientes que determinan el color de la miga es el balance de la cascarilla y harina de trigo, los jueces mencionaron que la miga debe tener un color ligeramente dorado, ya que el extracto utilizado en la elaboración influye en el proceso. En los productos de panificación, los colores de los alimentos se ven afectados por la humedad, el pH y el contenido de azúcar. Estudios han demostrado que el uso de harinas compuestas modifica el color por acción no enzimática. Algunos casos como la investigación de [7] agregaron harina de plátano a la harina de trigo para hacer pan. Ellos observaron que el pan con mayor cantidad de harina de plátano fue más oscuro debido a la reacción de Maillard, porque el polvo de plátano mejora las proteínas, la glucosa y fructosa.

Respecto a la calidad de la miga, que se define como la adecuada estructura interna del producto, los jueces determinaron que a pesar que el producto visualmente es estable, la miga está un poco cerrada haciendo ver al producto muy cerrado y apelmazado. Sin embargo, el producto mostró tener una miga flexible y de buena tajada, ya que al cortarse no se desmoronaba. La calidad de la miga, en el caso de los panqués está relacionada directamente con ingredientes como el huevo, el almidón y el agente leudante, donde el tipo de proceso de elaboración del producto permiten la formación de una espuma sólida, gracias a las ovoalbúminas, los almidones gelatinizados y el CO₂ del agente leudante. En cuanto al sabor y aroma del producto, los jueces mencionaron que la adición del extracto de café mejora el balance de aroma y sabor del alimento. El horneado ha demostrado ser un tratamiento térmico adecuado para conseguir buen perfil aromático en productos de panificación. Finalmente, en aceptación general, el producto obtuvo una valoración de 7.8. Este estudio demuestra que el uso de harinas compuestas no solo mejora el valor nutrimental de un alimento como se estudia regularmente, sino que además uno de los objetivos debería de ser mejorar sus características sensoriales.

Conclusiones

El café cultivado en la localidad de Benito Juárez, Jalpan, Puebla, es parte vital de la economía de la población por lo que deben buscarse estrategias para mejorar su rentabilidad, en este caso el uso de cascarilla de pergamino puede ser utilizada para fortificar productos de panificación. De acuerdo a la evaluación sensorial realizada se observó que el producto presenta características adecuadas para un panqué. Donde se argumentó que dichas valoraciones son tomadas en cuenta dado que el producto es integral. El diseño y desarrollo de este tipo de aplicaciones gastronómicas a productos locales tiene la intención de incrementar la oferta-demanda y con ello mejorar la economía del estado de Puebla. También se busca promover el consumo de nutrientes benéficos para la salud humana, al motivar el consumo de fibra dietaria. El diseño y desarrollo de este tipo de aplicaciones gastronómicas a productos locales tiene la intención de incrementar la oferta-demanda y con ello mejorar la economía del estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

De acuerdo a esta investigación se busca la aplicación del café y sus subproductos en la gastronomía, dando usos distintos a los convencionales y sobre todo para ofrecer a los productores locales alternativas para la manufactura del producto que impacten en la economía de la región.

Referencias bibliográficas

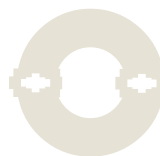
- [1] A. Toschi, "Coffee silverskin characterization possible uses, and safety aspects". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 62, pp. 10836-10844, 2014.
- [2] D. Abarca, R. Martínez, J. Muñoz, M. Torres, G. Vargas, "Residuos de Café, Cacao y Cladodio de Tuna: Fuentes Promisorias de Fibra Dietaria", *ESPOL – RTE*, Vol. 23, pp. 63-69, November 2010.
- [3] M. Moya-Portuguez, M. Durán, M. Sibaja, "Obtención de derivados celulósicos a partir de desechos de café, en *Agronomía Costarricense*", p. 169 – 174, 1990.
- [4] X. Qian, B. Sun, C. Zhu, Z. Zhang, X. Tian, X. Wang, "Effect of stir-frying on oat milling and pasting properties and rheological properties of oat flour". *Journal of Cereal Science*, 2020.
- [5] L. Milner, L. Kerry, M. O'Sullivan, "Physical, textural and sensory characteristics of reduced sucrose cakes, incorporated with clean-label sugar replacing alternative ingredients", *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2019.
- [6] R. Jan, D. Saxena, S. Singh, "Physico-chemical, textural, sensory and antioxidant characteristics of gluten-free cookies made from raw and germinated *Chenopodium* (*Chenopodium album*) flour", *LWT*, vol. 71, pp.281-287, 2016.
- [7] J. Cho, H. Lee, J. Park, J. Sung, J. Choi, K. Moon, "Image analysis to evaluate the browning degree of banana (*Musa spp.*) peel". *Food Chemistry*. vol. 194, pp.1028–1033, 2016.

Foro artístico como nodo de impulso cultural en San Andrés Cholula

Novoa Peña Sebastian*, Camarena Martínez Éric Omar

Universidad de las Américas Puebla. Ex Hacienda Sta. Catarina Mártir S/N. San Andrés Cholula, Puebla. C.P. 72810. México.

sebastian.novoapa@udlap.mx, eric.camarena@udlap.mx



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

La zona tradicional de San Andrés Cholula es fuente de múltiples actividades culturales que no pueden ser presentadas en la localidad y buscan foros en la ciudad de Puebla y alrededores. El proyecto busca fomentar el estudio de las artes y activar el intercambio cultural en el corazón en crecimiento del municipio, proponiendo una escuela de música y recinto artístico que se vincule con la infraestructura existente e impulse el crecimiento económico en una zona con alto potencial de desarrollo. El

diseño arquitectónico tiene como eje central las necesidades acústicas de cada espacio y utiliza herramientas de modelado en 3D, diseño computacional y algoritmos de optimización para maximizar el rendimiento acústico del recinto. La propuesta es una escuela y foro artístico con instalaciones y tecnología de alto nivel que impulsará el desarrollo de la zona y promueve la creación de una red de espacios culturales en San Andrés Cholula que trabajen juntos para beneficio de la comunidad.

Palabras clave

Desarrollo cultural, diseño computacional, acústica arquitectónica, educación artística

Abstract

San Andrés Cholula has been for centuries a relevant place for cultural activities. These activities can seldom take place in San Andrés' municipality for its lack of cultural spaces and have to move to Puebla or other cities.

This Project seeks to promote the study of arts and to activate cultural exchange in San Andrés Cholula's traditional center, introducing a school for music study that serves as an art forum that boosts economic growth in the area. The building design revolves around the acoustical needs of each activity, offering ideal spaces for their development. The design process involves the use of 3D modeling tools, computational design, and optimization algorithms to maximize acoustical performance. The proposed building is a music school and art complex with high-level facilities that will stimulate the zone's cultural development and will encourage the creation of a network of cultural spaces that work together.

Keywords

Cultural development, computational design, architectural acoustics, art education

Introducción

El pueblo de San Andrés Cholula es por tradición un lugar de reunión e intercambio cultural. Al ser una de las poblaciones con más tiempo de vida ininterrumpida, existe hasta nuestros días una importante actividad cultural. Tras la inserción de la Universidad de las Américas Puebla, la zona se ha convertido en una pequeña ciudad universitaria, atrayendo gente de toda la República Mexicana y el extranjero, además de fomentar a la investigación y creación cultural y antropológica. Ya sea por la vida universitaria, el aumento del turismo o el crecimiento académico, cada vez hay una mayor demanda de espacios y foros culturales.

Es importante que existan este tipo de espacios para conservar dentro de la zona los productos artísticos y culturales, fomentar la innovación e impulsar la creación artística. Lamentablemente, en San Andrés Cholula la cantidad de espacios de este tipo formalmente establecidos puede contarse con los dedos de una mano, lo que resulta en la búsqueda de foros en la ciudad de Puebla, exportando continuamente valiosas aportaciones culturales. Este trabajo tiene como zona de acción el centro tradicional de San Andrés Cholula y las juntas auxiliares cercanas, que llevan un nivel de desarrollo muy distinto al de Angelópolis. Los foros culturales de la zona de Angelópolis sirven mayormente al público de la ciudad de Puebla y ya cuentan con un desarrollo e infraestructura cultural más fuerte, por lo que se busca fomentar la cultura en el pueblo tradicional.

La zona con mayor movimiento cultural en el corazón de Cholula es la que rodea al zócalo y a la Universidad de las Américas Puebla, que es impulsada por la promoción artística y la atracción de público externo que logra la misma institución. Existen otros foros que buscan la expresión de las artes, como el Museo Regional de Cholula, de reciente inauguración y administración pública; y empresas de carácter privado como la sala de conciertos Sala Forum. A esto se le suman como impulsores de la cultura y la investigación, instituciones educativas como la misma UDLAP y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), que es uno de los centros de investigación científica más importantes del estado. Estos recintos, aunque valiosos, no cuentan con las instalaciones suficientes ni adecuadas para abastecer la demanda de foros culturales en la zona. Esto afecta a proyectos de distintas escalas, desde actividades educativas hasta producciones profesionales.

La solución propuesta es la introducción de una escuela de música y complejo cultural que brinde lugares de exposición, con las instalaciones adecuadas, que

funcione como nodo entre las instituciones antes mencionadas y que promueva la colaboración para el desarrollo cultural del municipio.

Si se ubican estos lugares en el mapa (**Fig. 1**), es evidente que están repartidos en zonas muy específicas del municipio, dejando grandes áreas sin equipamiento urbano de este tipo.

En San Andrés Cholula existen varias instituciones dedicadas a las artes que buscan fomentar la creatividad y el interés de las nuevas generaciones hacia el desarrollo de nuestra cultura. Para este proyecto se contó con la colaboración de una escuela existente con más de diez años de experiencia y de origen cholulteca que comparte estos objetivos. Es una institución que busca el crecimiento de sus alumnos, pero le falta la infraestructura adecuada. Actualmente cuenta con un terreno de 500m2 para construir un plantel nuevo cerca del límite entre San Andrés y San Pedro Cholula. Éste está ubicado en un punto estratégico, marcado en verde, entre la zona universitaria y Santa María Tonantzintla, que es una localidad de gran importancia histórica y cultural para el municipio, donde además se encuentra el INAOE.

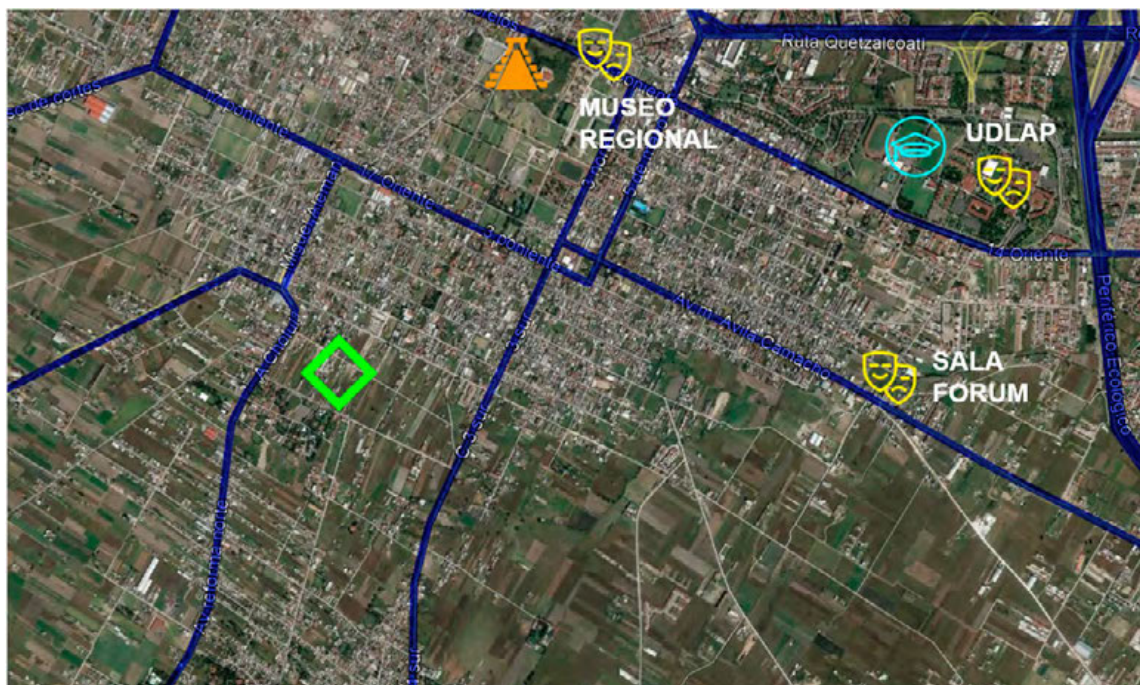


Figura 1. Contexto urbano regional. Sitios de impulso cultural y educativo resaltados.

El área de intervención está ubicada en una zona de desarrollo urbano lento (Fig. 2), que permite ser orientada hacia el impulso artístico, lo que traerá beneficios a la comunidad. Propuestas de equipamiento urbano como esta apoyan al crecimiento

económico y cultural de los habitantes locales y atraen público externo. Ubicar un proyecto con estas características en este lugar promoverá el desarrollo económico y encaminará su crecimiento hacia el arte y la cultura, creando una red de instituciones para el intercambio de conocimientos artísticos y científicos. La zona es agrícola por tradición, pero en la normatividad vigente tiene un uso de suelo habitacional H-3 (Fig. 3), por lo que se está poblando para volverse una zona habitacional de densidad regular.

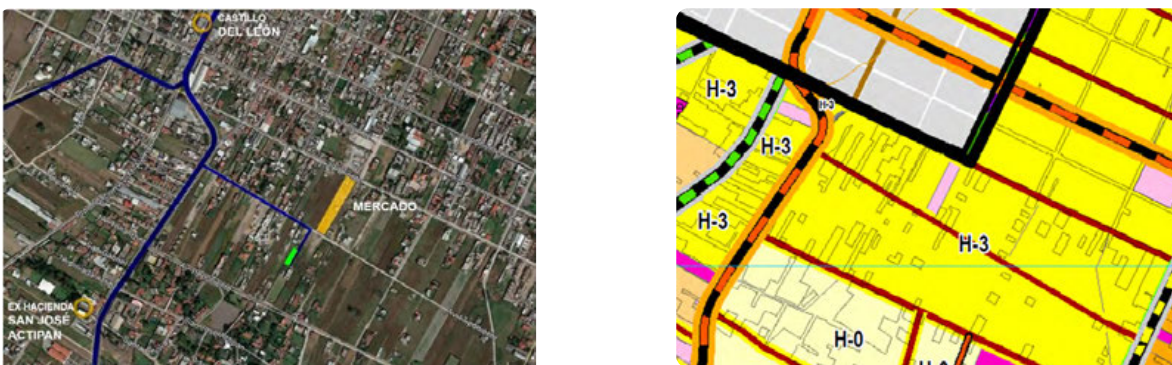


Figura 1 -2

La solución propuesta es una escuela de música y foro artístico que se sumará al programa residencial de la zona, beneficiando a los habitantes locales y de las localidades aledañas. Las instalaciones incluyen un auditorio y distintas áreas que se prestan para actividades de artes escénicas y exposiciones.

Materiales y métodos

Este proyecto es la aplicación de los conocimientos adquiridos durante tres años de investigación de tesis sobre acústica arquitectónica, percepción humana y sensorialidad espacial en la arquitectura. Decidió abordar la acústica con base a la experiencia del autor y porque el oído es una herramienta muy importante para comprender el espacio que nos rodea [1]. Esta investigación abordó temas que van desde la arquitectura hasta la música apoyándose en los aspectos físicos del sonido como el comportamiento de ondas y vibraciones del espacio y la materia.

Para el diseño de la escuela se analizaron y respetaron las necesidades particulares de cada espacio, otorgando dimensiones distintas al auditorio, cubículos de estudio, salas de grabación y áreas de circulación, lo que da origen a la geometría del edificio (Fig. 4)

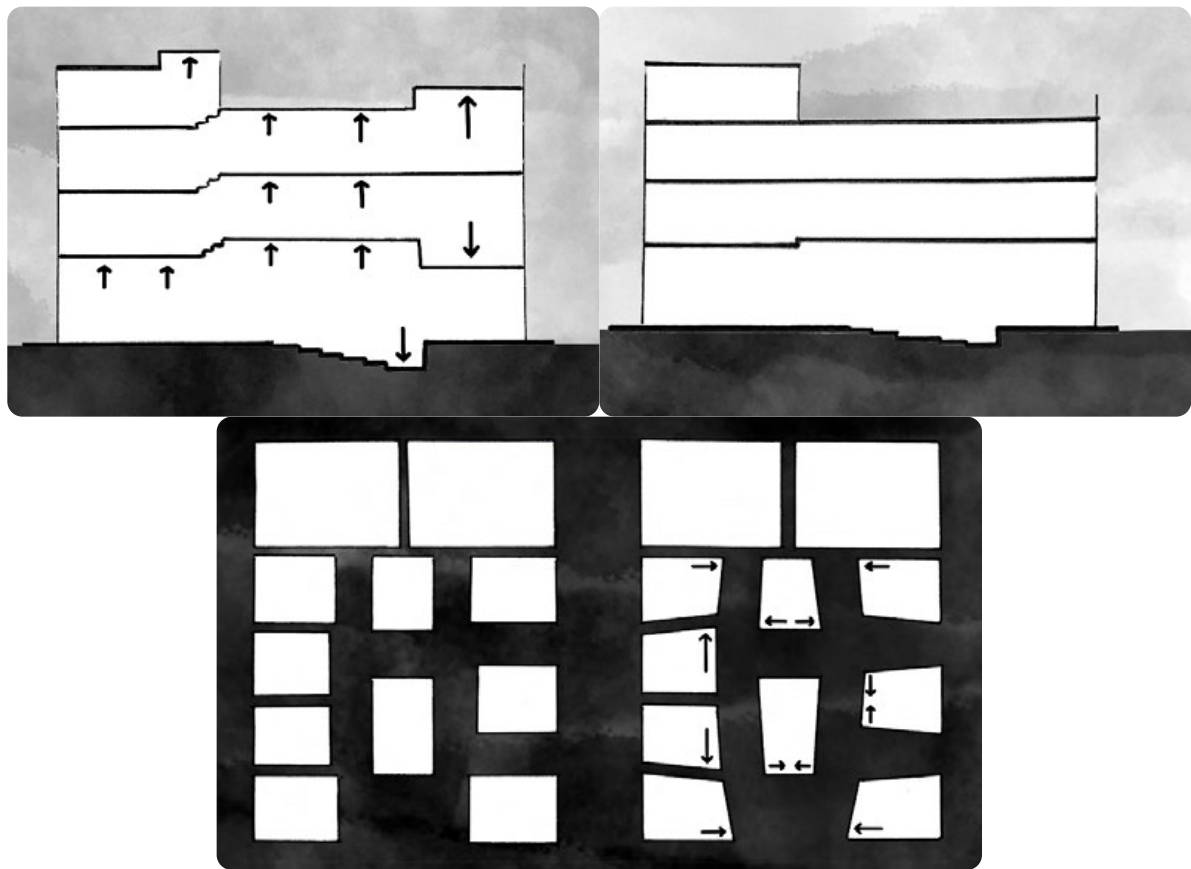


Figura 4. Operaciones de diseño formal de acuerdo con las necesidades de cada espacio. Arriba corte, abajo planta.

El auditorio está optimizado como sala de música de cámara, aunque su versatilidad permite usos desde conferencias y exposiciones hasta presentaciones pequeñas de danza y teatro (**Fig. 5**). Para lograr la mayor eficiencia acústica dentro del espacio, se plantea una serie de elementos de reflexión y absorción acústica integrados en la arquitectura del espacio. Se buscó optimizar el diseño arquitectónico para lograr las mejores características acústicas posibles desde la geometría misma del espacio, sin tener que recurrir a elementos posteriores como amplificación artificial para un buen funcionamiento [2]. Se aprovechó la herramienta de diseño en 3D Rhinoceros 6 y las posibilidades de diseño computacional del plugin Grasshopper [3] (**Fig. 6**). Utilizando un solucionador evolutivo y optimización por nube de partículas se aseguró la mejor transmisión y recepción sonora en toda la sala.

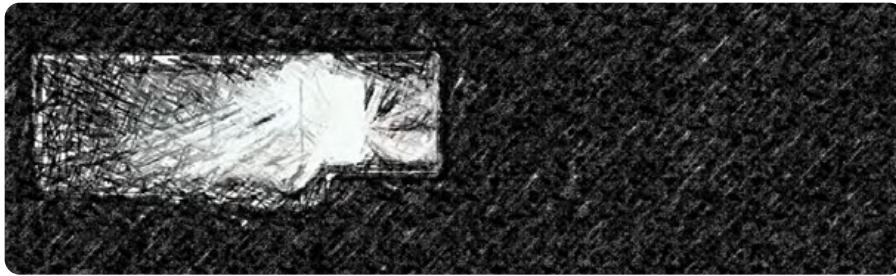


Figura 5. Estudio de comportamiento sonoro dentro del auditorio.

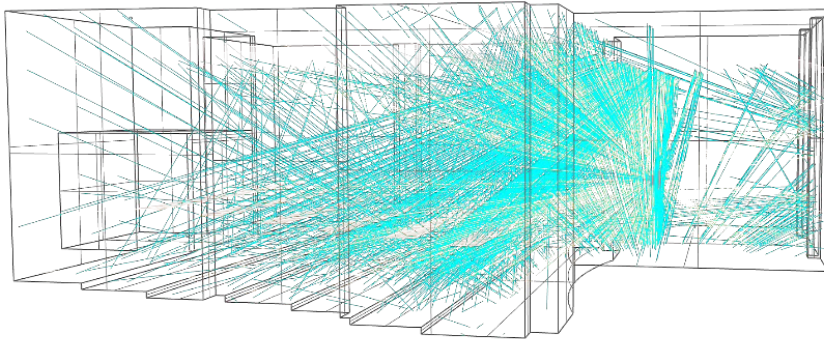


Figura 6. Trazado de rayos para posicionamiento de superficies reflejantes.

Utilizando procesos similares (Fig. 7), se diseñó una concha acústica en la fachada del edificio colindante, que es parte del mismo predio. Esta operación da origen al espacio acústico experimental que aprovecha el entorno construido y lo incluye al programa cultural. Se buscó maximizar la retroalimentación sonora de las superficies que conforman el espacio, dando forma a la geometría de la fachada de la escuela, el edificio de junto y el muro que las conecta. Esto permite un alto nivel de intimidad acústica a pesar de estar en un espacio abierto. Este espacio es un lugar de recreación y experimentación, que alienta a la interpretación de obras sonoras y su explanada se presta para todo tipo de exposiciones.

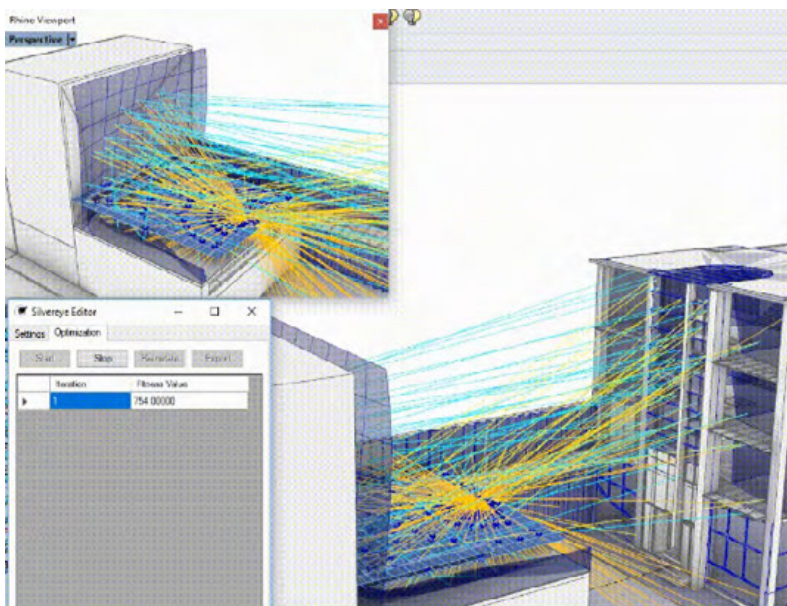


Figura 7. Optimización acústica con Grasshopper y Silvereye Editor.

Se integró en el proyecto la mayor cantidad de programa cultural que permitieron las condiciones del terreno, para ofrecer una gran versatilidad y variedad en los usos del recinto. Se eligieron cuidadosamente los materiales para asegurar que cada espacio resuene de acuerdo con su función, permitiendo una retroalimentación adecuada a las actividades que se llevarán a cabo. Al mismo tiempo, se conserva la individualidad acústica de cada espacio, para ayudar a la concentración y permitir un desarrollo eficiente de todas las actividades académicas y profesionales. Se da una especial atención a todas las aulas de estudio, ya que sus cualidades acústicas pueden afectar la salud y la eficiencia de las personas que los ocupan [4].

Todas las salas, cubículos y demás espacios del edificio son diferentes entre sí, con características geométricas y acústicas particulares (**Fig. 8 y 9**). Esto aumenta la probabilidad de que exista un espacio ideal para cada actividad. El proyecto está habilitado para accesibilidad universal, con lugares dedicados a silla de ruedas en el auditorio y un elevador que permite el acceso a los niveles superiores, que además sirve como montacargas para transporte de instrumentos. Como atractivo adicional se agregó una cafetería en la terraza para uso de estudiantes y profesores, visitantes y público externo, que permite la estancia al aire libre y la presentación de espectáculos, utilizando como fondo el volcán Popocatepetl (ver **figuras 10 a 16**).



Figura 8. Diversidad de espacios en el programa arquitectónico.

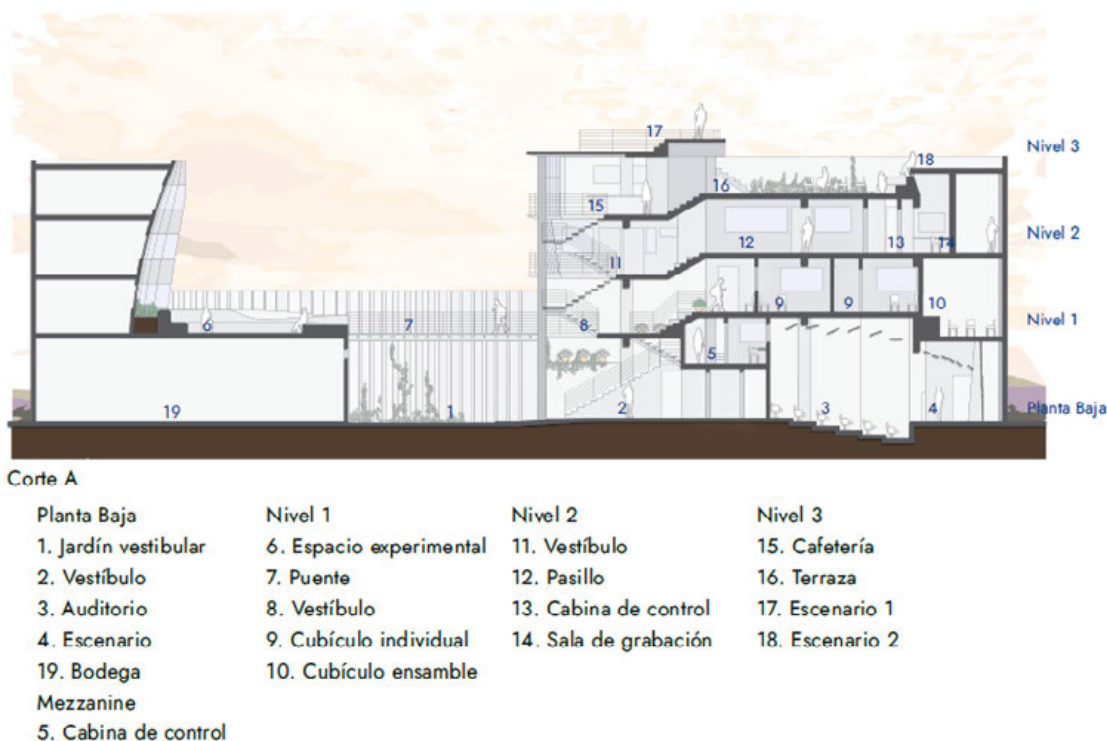


Figura 9. Corte longitudinal del proyecto.

Resultados/Discusión de resultados

El plantel resulta en un foro cultural de actividades múltiples, que como escuela brinda a los estudiantes y profesores los espacios y las instalaciones adecuadas para el estudio musical y artístico, ya sea a nivel teórico o práctico mediante el uso de instrumentos.

El auditorio será una sala de presentaciones artísticas de alto nivel, con tratamiento acústico adecuado y tecnología de audio, iluminación y proyección audiovisual de vanguardia, que atraerá producciones de alto nivel. Está dirigido a un amplio público y es ideal para producciones pequeñas, dato que toma en cuenta las características urbanas de la zona, que no se prestan para eventos culturales de escalas mucho mayores. El auditorio, el estudio de grabación y la cafetería funcionan como comercios de impulso económico local, que promoverán los eventos culturales y serán una fuente local de ingreso para la comunidad, generando empleos y otorgando a la zona lugares de esparcimiento.

Conclusiones

El proyecto permitirá reunir actividades educativas, expositivas, laborales, de creación y experimentación libre en un mismo lugar. Esto promoverá la interacción entre estudiantes de todas las edades, profesores y expositores de la zona y sus alrededores, fungiendo también como fuente de empleo para el número creciente de artistas de alto nivel del interior de San Andrés Cholula e invita a gente de fuera para agregarse a las actividades culturales del municipio.



Figura 10. Fachada sur.



Figura 11. Fachada este.



Figura 12. Concha acústica vista desde la escuela.



Figura 13. Salones para clases grupales.



Figura 14. Terraza
(escenario al aire libre).



Figura 15. Sala del auditorio



Figura 16. Auditorio desde el
escenario

Líneas de trabajo

El proyecto, por sus cualidades y los beneficios que supone en la zona de intervención y para el desarrollo cultural del municipio, se presta para presentarse en foros y buscar fondos de inversión pública o privada que apoyen al desarrollo del proyecto.

Este proyecto no termina en la escuela. El lugar será un nodo activador de una red de recintos (Fig. 17) de promoción científica y cultural que impulsen la competitividad y eleven el nivel académico de los habitantes de Cholula, permitiéndoles experimentar y aplicar sus procesos creativos en los foros existentes, con la mira de que durante el futuro desarrollo urbano se creen y agreguen más espacios de este tipo.

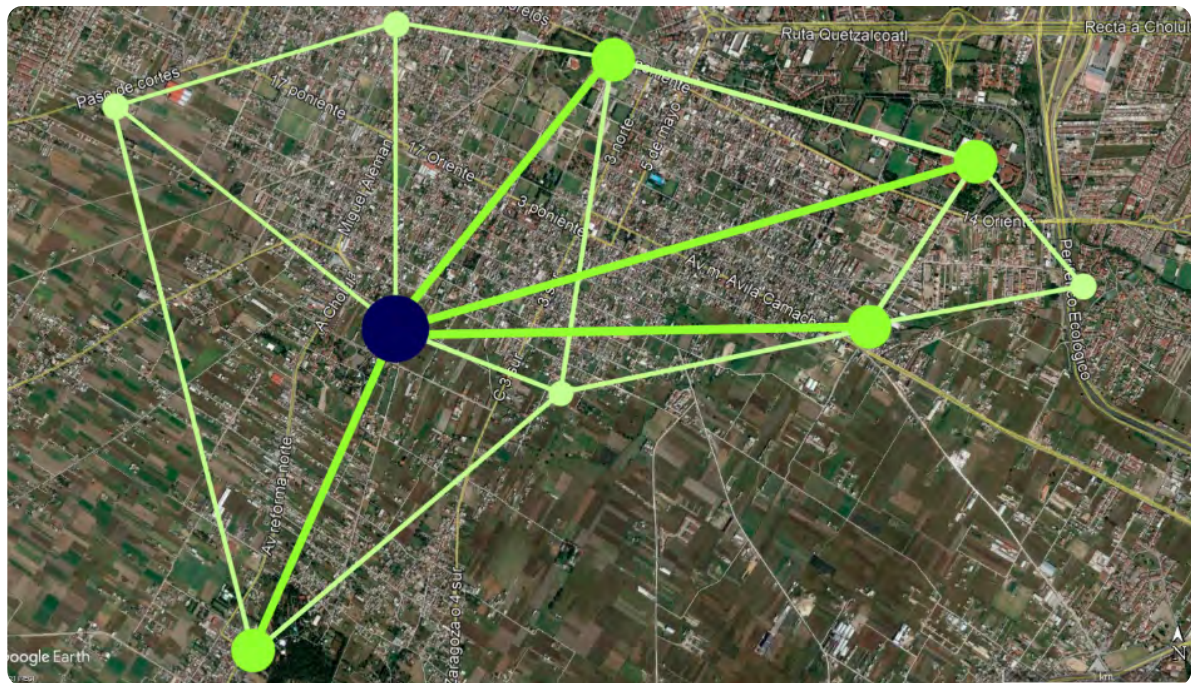


Figura 17. Red de foros de promoción cultural. El punto azul representa la escuela de música abordada en el proyecto, los puntos verdes grandes, los recintos culturales existentes en la zona (Fig. 1) y los puntos pequeños y más claros representan foros hipotéticos que podrían agregarse como producto del desarrollo urbano futuro.

Agradecimientos

A Éric Camarena por su constante apoyo y asesoría para aterrizar los objetivos de la investigación y lograr el proyecto más adecuado y eficiente, fiel a las ideas rectoras y con sus usuarios finales.

A Edwin González Meza por su asesoría e introducción a las herramientas de diseño paramétrico y computacional utilizadas en el proyecto.

A Artes Revueltas A.C. y Augusto Bertado Cocolotl por proponer el terreno y su caso de estudio como escuela de música.

Texto completo del documento de tesis en http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lar/novoa_pena_s/

Referencias bibliográficas

- [1] P. Zumthor, *Atmósferas*, Barcelona: Gustavo Gili, 2006.
- [2] D. R. William Martens, «The Raw and the Cooked in architectural acoustics,» vol. 19, 2 Junio 2013.
- [3] T. Scelo, «Integration of Acoustics in Parametric Architectural Design,» *Acoustics Australia*, n° 43, pp. 59-67, 19 Abril 2015.
- [4] L. M. Rantala y E. Sala, «Effects of Classroom Acoustics on Teachers' Voices,» *Building Acoustics*, vol. 22, pp. 243-258, 2007.

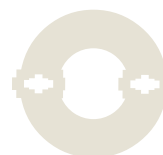


Intervención socio cultural a través de un mural cooperativo para el fortalecimiento de la identidad en la localidad de San Antonio Arenillas, ubicado en la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacan, Puebla

^aFaillace, Delgado-Karla Mylena, ^aMunguía, Salazar-Alex*

^aInstituto de Educación Digital del Estado de Puebla, IEDEP. Av. 13 Pte. No. 2904, Col. La Paz, C.P. 72160, Puebla, Pue.

*informes@iedep.edu.mx



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

Éste proyecto tiene como objetivo fortalecer la identidad de los habitantes de la localidad de San Antonio Arenillas, a través de una intervención socio cultural, la cuál se hará convocando a dicha población para conformar un semillero de investigación quienes serán capacitados para la elaboración de una obra mural cooperativa, la cuál se plasmará en un área de 280mt in situ, este lugar será un futuro centro de actividades socio culturales, donde se resaltará la importancia histórica del lugar en el entendido de que esta zona es considerada sitio Ramsar-Valsequillo, es decir; que es un humedal de importancia internacional debido a su

riqueza biológica. Además de la riqueza como localidad fosilífera de edad pleistocénica. [2] El estado actual de esta comunidad presenta un nivel muy alto de marginalidad como sitio rural, haciendo visible la vulnerabilidad de sus derechos fundamentales, que según el catálogo de localidades de Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) 2015 hay 270 hombres, 257 mujeres. [3] Lo descrito anteriormente hace que esta intervención sea viable ya que el compromiso con el desarrollo socio cultural de la región debe ser de todos, además de contar con el área que será intervenida para el desarrollo de este proyecto a corto plazo.

Palabras clave

Identidad, Intervención, cooperativa, Mural.

Abstract

This project aims to strengthen the identity of the inhabitants of the town of San Antonio Arenillas, through a socio-cultural intervention, which will be done by summoning said population to form a research hotbed who will be trained to develop a work Cooperative mural, which will be reflected in an area of 280mt in situ.

This place will be a future center of socio-cultural activities, where the historical importance of the place will be highlighted in the understanding that this area is considered a Ramsar-Valsequillo site, that is; which is a wetland of international importance due to its biological richness.

In addition to the wealth as a fossiliferous town of the Pleistocene age. [2] The current state of this community presents a very high level of marginality as a rural site, making visible the vulnerability of its fundamental rights. According to the Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) 2015 localities catalog there are 270 men, and 257 women.

[3] What has been described above makes this intervention viable since the commitment to the socio-cultural development of the region must belong to everyone, in addition to having the area that will be intervened for the development of this project in the short term.

Keywords

Identity, Intervention, cooperative, mural.

Glosario de abreviaturas y símbolos

IEDEP, Instituto de Educación Digital del Estado de Puebla. [1]

RAMSAR, Convención de Humedales de Importancia Internacional. [2]

SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social. [3]

Introducción

La comunidad de San Antonio Arenillas, presenta un nivel muy alto de marginalidad como sitio rural, haciendo visible la vulnerabilidad de sus derechos fundamentales, que según el catálogo de localidades de SEDESOL 2015 hay 270 hombres, 257 mujeres. [3] Este proyecto tiene como objetivo fortalecer la identidad de los habitantes de la localidad de San Antonio Arenillas, a través de una intervención socio cultural, la cuál se hará convocando a dicha población para conformar un semillero de investigación quienes serán capacitados para la elaboración de una obra mural, la cuál se plasmará en un área de 280mt *in situ*. Este lugar será un futuro centro de actividades socioculturales. Lo descrito anteriormente hace que esta intervención sea viable ya que estoy comprometida con el desarrollo socio cultural de la región además de contar con el área que será intervenida para el desarrollo de este proyecto a corto plazo.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de este proyecto se utilizan diversos elementos que son indispensables cómo por ejemplo la cinta de enmascarillado de distintos grosores que sirve para enmascarillar y también para obtener líneas rectas entre 2 colores, el tiralíneas permite hacer líneas de distancias variables con calidad y rapidéz inmejorables y como compás proporciona un centro para hacer circunferencias, un nivel de gota o plomo de burbuja, es lo ideal para conseguir líneas verticales y horizontales en perfecto ángulo de 90 grados, así cómo para obtener paralelas y angulares, además una cinta métrica, sirve para obtener medidas y así hacer las conversiones necesarias para pasar de una escala a otra, con el nivel se pueden obtener medidas y proyectarlas tanto vertical como horizontal, el uso de una escuadra metálica, sirve para obtener ángulos en espacios controlados más pequeños, las hojas de corte, los carboncillos, pasteles o gises, nos permiten versatilidad, puedes corregir marcar etc. Con algunos trapos o estopas puedes mantener la limpieza ya que es primordial para el mantenimiento y duracion de nuestros instrumentos de trabajo, así cómo algunos botes o recipientes, son necesarios para mezclas de color y limpieza de distintos materiales, las brochas y rodillos de distintos tamaños y formas para la impresión del diseño son fundamentales, igualmente un compás de madera grande sirve para obtener vértices, marcar circunferencias y hacer figuras geométricas. La limpieza es importante y un par de escobas nos ayudarán puesto que muchas veces un trabajo es arruinado por no

limpiar la superficie, las espátulas también nos facilitan la limpieza, podemos hacer mezclas, aplicar colores, entre otros oficios. Los cubrebocas, lentes de seguridad, mascarillas y guantes como elementos de seguridad para la salud en pandemia, y para qué el manejo de las pinturas sea el adecuado, son indispensables. Los marcadores, las esponjas, los aerosoles de color neutro, los acrílicos varios, sirven cómo material de apoyo en caso de técnica mixta, tener diferentes tonos y colores es útil cuando el color de la pared o soporte no da un buen contraste. Teniendo presentes todos estos materiales se procede a añadir imprimación, es decir; una base que genera una película sobre la que se pintará posteriormente, teniendo en cuenta que el muro con el que contamos está hecho de block. Luego Consideremos el diseño para trasladarlo a la pared, no sin antes aplicar la primera base de pintura como fondo, puede ser en pintura plástica para hacerlo más duradero y resistente, puesto que la obra quedará ubicada al exterior. La capacitación de los jóvenes se hará por medio de talleres y charlas en torno al arte, a las técnicas, tendiente a fortalecer la identidad cultural, territorial.

Resultados/Discusión de resultados

Los resultados de este proyecto van aunados a la implementación del mismo ya que la intervención sociocultural va a permitir que se desarrollen diversas actividades que fortalezcan la identidad de los habitantes de la localidad de San Antonio Arenillas, esperamos que la convocatoria tenga una buena recepción por parte de estos pobladores y se dé inicio a un semillero de investigación, para que se capaciten en este oficio y podamos concluir con la obra mural cooperativa, que aquí se plantea, la cuál hará parte de un futuro centro de actividades socio culturales.

Conclusiones

Es un gran reto despertar interés en personas con dificultades sociales mediante este tipo de intervenciones, la mediación partiendo con la comprensión, y el respeto, ya que la localidad tiene una situación compleja de exclusión. Durante la realización del trabajo observaremos cómo los participantes interactúan entre sí, para debatir y llegar a acuerdos. Éste proyecto fomenta la apertura y el diálogo, así como el respeto en la toma de decisiones y la participación colectiva en pos de un proyecto común, lo que resulta extensivo hacia el fortalecimiento de la identidad de los habitantes de la localidad de San Antonio Arenillas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Los participantes de este proyecto serán capacitados para la elaboración de una obra mural cooperativa, La capacitación de los jóvenes se hará por medio de talleres y charlas en torno al arte, a las técnicas, tendiente a fortalecer la identidad cultural, territorial. La cuál se plasmará en un área de 280mt *in situ*, ya que este lugar será un futuro centro de actividades socio culturales.

Referencias bibliográficas

[1] <https://www.iedep.edu.mx/>. [En línea].

[2] <https://rsis.ramsar.org/es/ris/2027?language=es>. [En línea].

[3] <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=114>. [En línea].



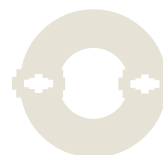
Proyecto de Divulgación Científica “Cacomixtles Poblanos”

^aPérez Espinoza, Ana Cecilia*, ^aZarain Abdala, Alexa, ^bOrtega Chávez, Verónica

^aUniversidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 21 sur 1103, Col. Barrio de Santiago, C.P. 72410, Puebla, Puebla.

^bUniversidad de Valencia, Facultad de Farmacia. Camino del Cementerio 1, C.P.46100, Burjassot, Valencia, España.

*anacecilia.perez01@upaep.edu.mx



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

La urbanización desmedida ha provocado interacciones accidentales entre el hombre y especies silvestres, como el cacomixtle, estas interacciones han incrementado en gran medida por la pandemia COVID-19 debido a la estrategia gubernamental “Quédate en casa”; por lo que se decidió crear el proyecto de divulgación científica “Cacomixtles Poblanos”, que tiene como objetivo difundir información científica en las redes sociales sobre las características de esta especie, su ecología, comportamiento, importancia para su conservación; para lo cual se crearon páginas en Facebook e Instagram, se realizaron capsulas informativas y se aplicaron encuestas a los seguidores para identificar

la distribución de los cacomixtles mediante los reportes de avistamientos, para conocer la percepción que tienen de esta especie y para conocer el impacto de la difusión de la información. Se obtuvo como resultados que los seguidores que reportaron avistamientos de cacomixtles, el 70.8 % corresponden al estado de Puebla, y de estos el 78 % son específicos del municipio de Puebla y la mayoría de los avistamientos se encuentran cerca de la rivera del Río Atoyac y zonas boscosas. Hacer uso de redes sociales para la difusión de información para la conservación del cacomixtle ha permitido tener un impacto mayor a nivel estatal y nacional.

Palabras clave

Cacomixtle, fauna nativa, *Bassariscus spp.*, Puebla

Abstract

The excessive urbanization has caused accidental interactions between man and wild species not seen before, such as the ring-tailed cat, these interactions have increased greatly because of the COVID-19 pandemic due to the government strategy “Stay at home”; Therefore, it was decided to create the scientific dissemination project “Cacomixtles Poblanos”, which aims to disseminate scientific information on social networks about the characteristics of this species, its ecology, behavior, the importance for its conservation; For which, pages were created on Facebook and Instagram, informative capsules were made and surveys were applied to followers to identify the distribution of cacomistles through the reports of sightings, to know the perception they have of this species and to know the impact of the dissemination of information.

The results obtained that the followers who reported sightings of ring-tailed cats, 70.8 % correspond to the state of Puebla, and of these 78 % are specific to the municipality of Puebla and most of the sightings are near the banks of the Atoyac River and wooded areas. Making use of social networks for the dissemination of information for the conservation of the ring-tail cat has allowed having a greater impact at the state and national levels.

Keywords

Ringtailedcat, native wildlife, *Bassariscus spp.*, Puebla

Glosario de abreviaturas y símbolos

IEDEP, Instituto de Educación Digital del Estado de Puebla. [1]

RAMSAR, Convención de Humedales de Importancia Internacional. [2]

SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social. [3]

Introducción

La urbanización desmedida ha provocado interacciones accidentales entre el hombre y especies silvestres no antes vistas. Los animales salvajes son atraídos a las áreas perturbadas por la presencia del humano, gracias al aumento de los recursos alimenticios naturales y antropogénicos, así como la disponibilidad de lugares que fungen como refugio, disminuyendo la probabilidad de ser cazados por sus depredadores naturales. Dentro de las especies que se han visto afectadas y en la necesidad de adecuarse y desplazarse debido al crecimiento de las ciudades, se destaca el cacomixtle, el cual es un mamífero perteneciente a la familia *Procyonidae*, que se caracteriza por sus grandes ojos, hocico alargado y una cola anillada, la cual le da como sobrenombre "Siete rayas" o "Gato anillado" [1]-[2].

En México se encuentran dos especies: *Bassariscus astutus* y *Bassariscus sumichrasti*. Su dieta se compone de una amplia gama de ingredientes ya que son omnívoros poco estrictos con sus hábitos alimenticios, abarcando desde vertebrados pequeños como roedores, aves y reptiles, hasta insectos y frutas. El cacomixtle norteamericano (*Bassariscus astutus*) también llamado babisuri, es nativo de regiones áridas de Norteamérica, que se caracterizan por matorrales secos y suelo desértico, aunque se ha reportado actividad arborícola [3]. Este llega a medir de 30 a 40 cm, con un peso alrededor de 1.5 kg [2].

El cacomixtle selvático (*Bassariscus sumichrasti*) se presenta en el sudeste del país, perteneciente a biomas tropicales y sus variaciones, correspondientes a bosques pluviales montanos como tierras bajas, bosques secos, matorrales y bosques secundarios. En el sur del estado de Puebla [4], se ha reportado que en el trópico seco de la depresión del río Balsas ambas especies comparten hábitat. La diferenciación morfológica de estas especies, es por la presencia de un dedo accesorio en el caso de los ejemplares del norte, en los miembros torácicos a nivel de la zona palmar, además de la coloración del pelaje, donde el cacomixtle norteamericano a diferencia del sureño, cuenta con la predominancia de pelaje grisáceo en la parte dorsal, mientras que el sureño presenta a los costados pelaje con coloración cobrizo.

Un papel muy importante que destaca al cacomixtle en su hábitat, es fungir como indicador del estado de salud del ecosistema [5], ya que estos ayudan a mantener controladas algunas especies de roedores, insectos y reptiles que pudieran convertirse en plagas, evitando que exista una sobrepoblación de estas especies y afecte al ecosistema y la salud pública. Una de sus tantas sinonimias, como "el gato

de los mineros”, se dio gracias a este papel de control de roedores cuando fueron colocados en las minas fronterizas del país [6].

La incursión del cacomixtle en las zonas urbanas se ha incrementado debido a su capacidad de adaptación y a sus hábitos alimenticios, ya que se ha encontrado en su dieta, productos y residuos de origen antropogénico [7], así como el consumo de animales de compañía como cueros, conejos, entre otros animales de talla pequeña, debido a esto y al desconocimiento de la especie por parte de la población, es común recibir reportes de cacomixtles intoxicados por envenenamiento. Otra problemática que estos individuos enfrentan al vivir en ciudades, es el atropellamiento y los ataques de perros domésticos y ferales, donde terminan en condiciones críticas, y en su mayoría pierden la vida.

En la Ciudad de Puebla, se considera común encontrar a estos prociénidos trepando por las bardas en las noches en diferentes colonias, además de encontrar sus letrinas distribuidas en los techos de las casas. Al ser una especie nocturna y sigilosa, gran número de la población poblana desconoce la existencia de la misma y al ser vistos no los identifica o los confunde con lémures de cola anillada, gatos, mapaches delgados; por lo que el proyecto “Cacomixtles Poblanos” busca generar y compartir información científica y ecológica sobre el cacomixtle (*Bassariscus spp.*) con el fin de fomentar su conservación en Puebla.

Materiales y métodos

Área de estudio

El municipio de Puebla se localiza dentro de la zona de climas templados del valle de Puebla; presenta tres climas: clima templado subhúmedo con lluvias en verano, clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano y clima frío. Su temperatura media es de 17.3 °C. Se ubica entre los paralelos 18° 50' y 19° 14' de latitud norte; los meridianos 98° 01' y 98° 18' de longitud oeste; altitud entre 1 980 y 4 500 m [8]. En cuanto a su flora [9], el municipio cuenta con bosques de pino, encino, ocote y plantas de ornato como: capote, tuberosas, azaleas, begonias y rosas. Además, abundan los matorrales, pastizales y bosques de montaña [10].

El uso de su suelo es mayormente en zona urbana (42 %), agricultura (25 %) y no aplicable (15 %) y de la vegetación en pastizal (15 %) y bosque (12 %) [8].

Tipo de estudio y muestreo

Observacional, transversal y descriptivo con un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Encuestas y avistamientos

Con la finalidad de conocer la distribución de los cacomixtles en el municipio de Puebla, por medio de avistamientos e identificación de letrinas, se realizó una encuesta utilizando los softwares SurveyMonkey y Google Forms. Una vez recibida esta información se realizó un mapeo mediante Google Earth Pro, y los datos obtenidos se difundieron en redes sociales y se procedió a asistir a las casas que permitieron el ingreso para la búsqueda de letrinas, durante estas visitas se le proporcionó a las familias un folleto impreso con información sobre los cacomixtles, su importancia y su conservación, con base a la norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001, al ser una especie protegida [6]. También se realizaron recorridos de puerta en puerta en las casas vecinas a los avistamientos, proporcionando folletos y aplicando encuestas sobre la presencia de estos prociónidos, su interacción con las personas y las mascotas, así como la posible existencia de letrinas.

Posteriormente se trabajó con la herramienta My Maps de Google Maps para crear un mapa amigable con el usuario sobre los avistamientos de cacomixtles en la Ciudad de Puebla. Para facilitar la difusión tanto de la encuesta como del mapa, se generaron códigos QR (**Figura 1 y 2**) que se escanean con la cámara del celular o una tableta, y dirigen al usuario a cada una de estas.

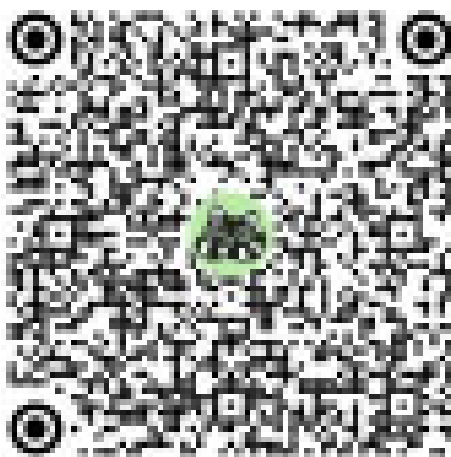


Figura 1. Código QR de Encuesta
“¿Me has visto?”

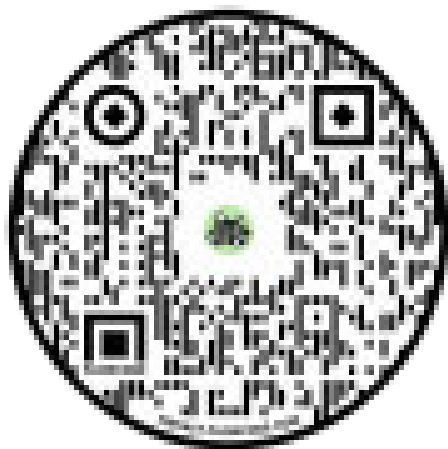


Figura 2. Código QR de Mapa
“¿Hay cacomixtles en mi zona?”.

Asimismo, para evaluar el impacto del proyecto se difundió una encuesta por las redes sociales, con la finalidad de obtener información del grupo etario de los seguidores y si su percepción sobre los cacomixtles había cambiado.

Observación directa

Se asistió de forma continua a una casa ubicada en el residencial Torres las Ánimas, que colinda con un kinder, donde se identificó la presencia de una familia de 4 cacomixtles. Durante las noches, a través de las ventanas, se estudió su comportamiento, su relación entre los congéneres, se registró las horas de aparición, además de las categorizar sus preferencias alimentarias, para esto se colocó una variedad de cebos en la barda, así como frutos, alimentos de origen proteico, alimentos balanceados para mascotas (perro y gato) y algunos cereales. Y se tomaron fotografías y videos con cámara fotográfica Canon y con teléfono celular.

Para la identificación de la especie de cacomixtle presente, se realizó mediante la identificación de moldes de yeso de las huellas, para lo cual colocaron tablas con arena fina en las bardas, poniendo cebo en un extremo, conformado por alimentos de su preferencia, para que estos pisaran el área y así obtener sus huellas completas, que posteriormente fueron medidas y rellenadas con yeso. Además, se colocaron estratégicamente en distintos puntos de la casa, cámaras de fototrampeo con el fin de identificar a cada individuo y analizar su comportamiento.

Página de Divulgación Científica

Para la difusión del proyecto, así como de las características de la especie, su comportamiento, se hizo uso de redes sociales, para tener un mayor alcance a todo tipo de población, al municipio de Puebla y zonas aledañas.

Las redes sociales utilizadas son:

- Facebook: @cacomixtlespoblanos y @cacomixtlesmexicanos
- Instagram: @cacomixtlesmexicanos

Además de difundir información, también se buscó abrir un diálogo con las personas interesadas en conocer a la especie y que éstas permitieran recolectar aun más información.

Resultados y Discusión

Actualmente se cuenta con un total de 72 encuestas respondidas, de las cuales el 70.8 % reportan avistamientos de cacomixtles en el estado de Puebla, y el resto corresponde a otros estados (**Figura 3**), lo que muestra la cobertura de la difusión en redes sociales; asimismo, de los reportes correspondientes al estado de Puebla, el 78 % corresponde a domicilios del municipio de Puebla y el 12 % restante a otros municipios de la entidad (**Figura 4**). De los reportes en la Cd. de Puebla, el 85 % si corresponden a avistamientos de cacomixtles, mientras que el 15 % han observado otras especies en sus casas.

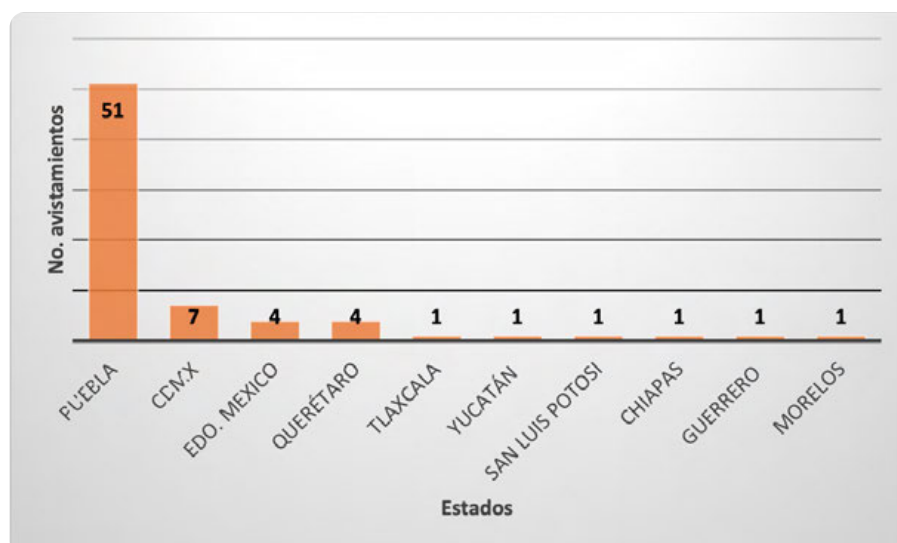


Figura 3. No. de reportes de avistamientos de cacomixtles por estado.

Con base al mapeo de los reportes de avistamiento producto de las encuestas, se observa que la mayoría de los avistamientos se encuentran cerca de la rivera del Río Atoyac y zonas boscosas como el área de la Calera (**Figura 5**), esto pudiera deberse a la disponibilidad de vegetación que pueda servir como refugio de los animales.

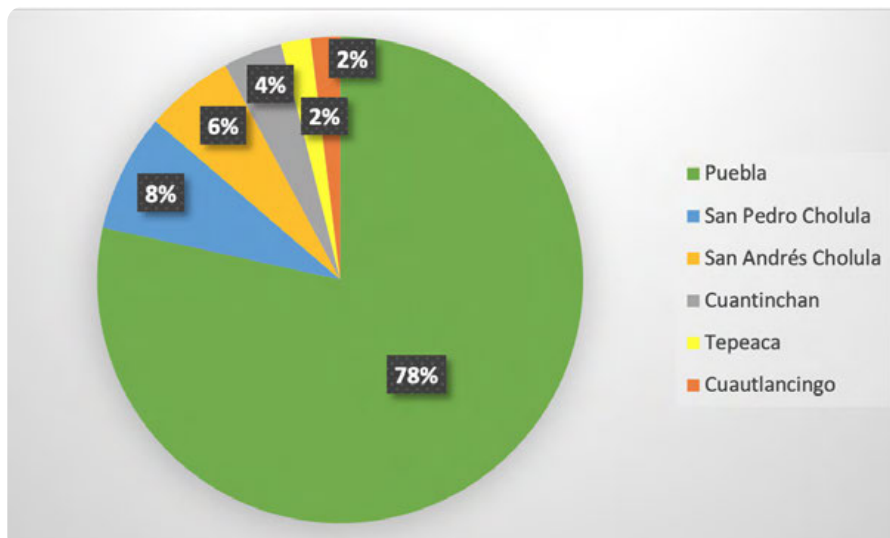


Figura 4. Porcentaje de avistamientos de cacomixtles por municipio del estado de Puebla.

Cabe señalar, que con motivo de dar a conocer la distribución de los cacomixtles en el municipio de Puebla, basados en las encuestas realizadas, el mapa se mantiene en publicado en las redes sociales y en constante actualización, para que los seguidores del proyecto pueden acceder y ver si cerca de sus colonias, domicilios,

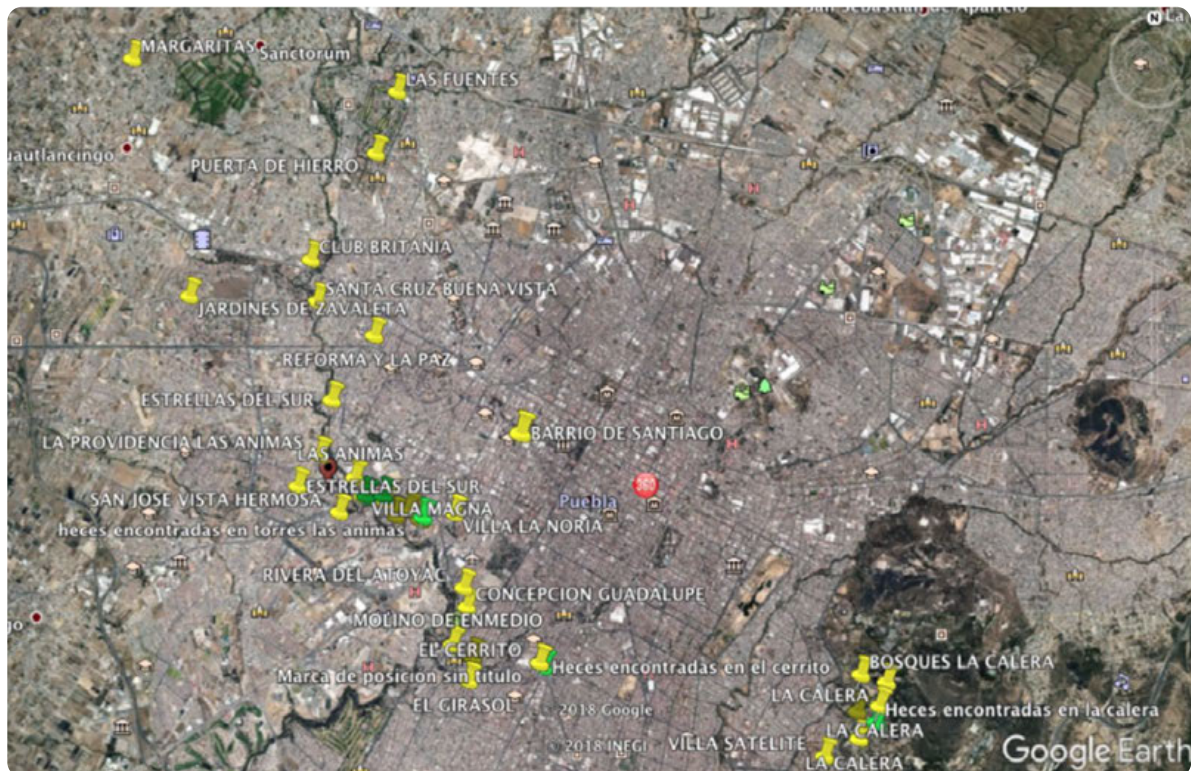


Figura 5. Ubicación de avistamientos (marcador color amarillo) y letrinas (marcador color verde) encontradas en la Cd. De Puebla.

escuelas o áreas de trabajo, se han visto cacomixtles.

Mediante las observaciones del comportamiento, preferencias alimentarias y colecta de huellas, se encontró que la especie de cacomixtle presente en el área de estudio es *Bassariscus astutus*. Durante las visitas, se registró los beneficios que proporciona la presencia de esta especie a los humanos y al ecosistema que habita, debido a que varios propietarios reportaron una disminución en las poblaciones de ardillas y lagartijas invasoras a partir de la aparición de estos prociénidos, afirmando que la presencia de estos contribuye al control de plagas. Los propietarios, además señalan que estos fungen como dispersores de semillas en sus jardines, al notar el crecimiento de la población de árboles frutales.

Como resultado de las recorridos y aplicación de encuestas a los propietarios de las viviendas vecinas a las casas que reportaron los avistamientos, se encontró que existen dos posturas sobre los prociénidos con los que conviven, la primera engloba a las personas interesadas en la conservación de la especie y señalan que no representan una amenaza a su estilo de vida. La segunda postura no está de acuerdo con que esta especie visite sus hogares, ya que afectan las instalaciones, irrumpen en su basura en busca de restos de comida, o causan molestias por sus ruidos.

La difusión del proyecto “Cacomixtles Poblanos” en las redes sociales durante el 2020, obtuvo una excelente respuesta por parte de la población mexicana e internacional, ya que en la página de Instagram se cuenta con 1, 034 seguidores y en Facebook con 1,477 seguidores. Las publicaciones giran en torno a la ecología de los cacomixtles, sus amenazas en el entorno urbano, las interacciones con los humanos y mascotas, las formas de cómo las personas pueden ayudar a su conservación, etc. (**Figura 6 y 7**); y varias de las publicaciones han sido compartidas por un gran número de personas logrando una mayor cobertura de impacto.



Figura 6. Publicación sobre época de apareamiento.



Figura 7. Publicación "¿Un queeé?".

En la **Figura 6**, se muestran la publicación en Facebook sobre la época de apareamiento de los cacomixtles, la cual ha sido compartida por 1, 302 personas y reproducida 31, 059 veces; y en la **Figura 7**, la publicación en Instagram sobre información general de la especie que cuenta con 1, 353 "me gusta" y 457 "guardados".

De las 43 encuestas respondidas referente a la evaluación del impacto del proyecto, se pudo estimar que los seguidores de las distintas plataformas sociales son

personas que principalmente rondan entre la edad de 25 a 34 años (32.6 %), de 36 a 44 años (23.3 %) y de 18 a 24 años (18.6 %). Además, un 34.9 % son ciudadanos poblanos, el 23.3 % son del Edo. de México, el 20.9 % de la Ciudad de México, y el otro 20.9 % son de otros estados. De los ciudadanos poblanos, el 30.3 % residen en la ciudad de Puebla, el 2.3 % en Atlixco y otro 2.3 % en San Pedro Cholula.

De todos los seguidores que realizaron la encuesta, el 90.7 % ya conocía alguna información del cacomixtle, pero solo el 69.8 % sabía que sus domicilios se ubican en zonas que los cacomixtles habitan.

Normalmente las personas que suelen interactuar con los cacomixtles tienden a tener cierta confusión con la especie o alguna relación negativa. Sin embargo, las personas encuestadas tienen opiniones muy diversas, y relacionan al cacomixtle con:

- Animal inofensivo, nocturno e inteligente
- Ancestros
- Aves
- Especie endémica en peligro
- Otros animales como mapaches, tlacuaches, hurones y comadreas
- Cola anillada
- Algo bonito o tierno
- Semillas
- Alguien que roba

De igual manera, para mejorar el conocimiento y conservación de los cacomixtles (*Bassariscus spp.*), se determinó que el 46.5 % consideran que es necesario que a los ciudadanos se les impartan pláticas de concientización y educación ambiental, un 18.6 % opina que se implementen políticas públicas para proteger a la especie, un 14 % que se haga mayor difusión en redes sociales, un 9.3 % que las autoridades correspondientes presten mayor interés en la conservación y casos relacionados con estos animales, y el 11.6 % restante se relaciona con proyectos de monitoreo, seguro ganadero y directorios de médicos veterinarios de fauna silvestre.

La mayoría de la gente que ha interactuado con el proyecto, ya sea compartiendo las publicaciones, haciendo reportes, comentando o enviando materiales (fotos, videos, etc) ha sido principalmente gracias al alcance que las redes sociales proporcionan, y esto se puede valorar ya que el 55.8 % conocieron al proyecto vía Facebook y el otro 27.9 % por Instagram.

Gracias al alcance de la difusión, se ha podido establecer una red de contacto, apoyo y retroalimentación con diferentes instituciones, médicos veterinarios, biólogos y rescatistas, que han compartido sus experiencias y material relacionado con esta especie. Algunas de estas son las siguientes:

- Navajo Zoo (Arizona, USA)
- Exmoor Zoo (Exmoor, Inglaterra)
- Grupo de Monitoreo de fauna urbana “Texas Backyardwildlife” (Austin, USA)
- Proyecto “Cacomixtle Ecología” del Instituto de Ecología UNAM (CDMX, México)
- Rehabilitadores “Zarigüeyas SOS CDMX” (CDMX, México)
- Rehabilitadora “Tlacuy” (CDMX, México)
- Brigada de Rescate, Rehabilitación y Liberación de Fauna Silvestre SMA (San Miguel de Allende, Guanajuato)
- Grupo de rescatistas “La Ruta del Tlacuache”.

También, distintos grupos y personas han reportado avistamientos, presencia de letrinas (Figura 8A), hábitos alimenticios, ataques por perros (Figura 8B) y personas, envenenamientos y atropellamientos, o buscan asesoramiento sobre el manejo y la medicina de esta especie. Un ejemplo de esto fue, a petición de un docente, una charla impartida sobre “Manejo y Medicina de cacomixtles” a 40 alumnos de medicina veterinaria en la Universidad Cuauhtémoc, Aguascalientes; y otro, la intervención para reintegración de una cría de cacomixtle en la colonia “Las Ánimas” (Figura 8C).

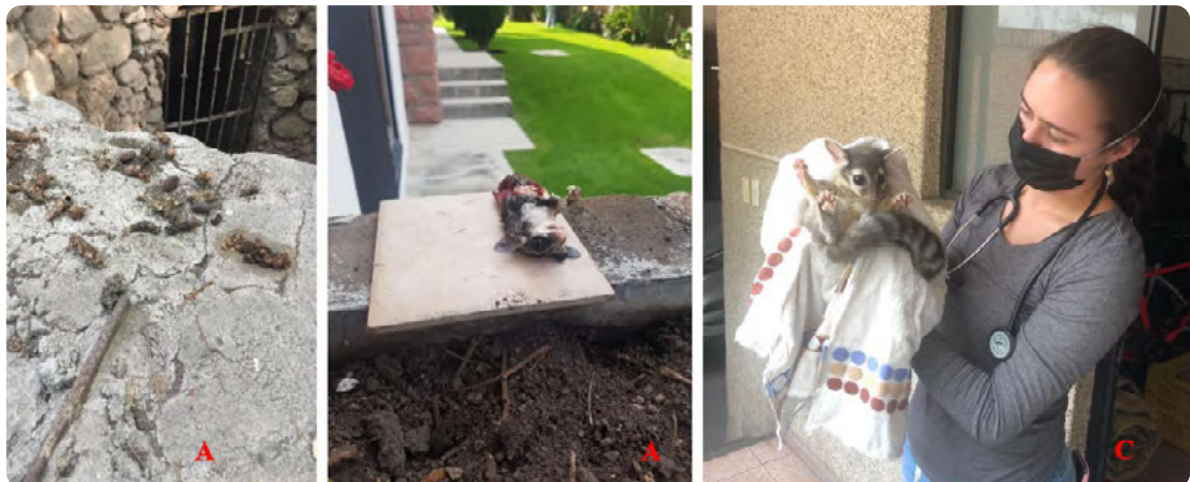


Figura 8. A) Letrinas de cacomixtles. B) Cuerpo de un cacomixtle atacado por perro. C) Captura de cría de cacomixtle posterior a reporte de la población.

Gracias a los avistamientos reportados, aparte de la presencia de letrinas y las observaciones de comportamientos, adicionalmente se ha podido conocer casos tanto de ataques por perros y personas, como envenenamientos y atropellamiento. De igual manera, se ha entablado contacto con distintos médicos veterinarios, biólogos, zoológicos y rehabilitadores de diferentes partes del mundo que han tenido conocimientos y experiencias con esta especie. Esto ha permitido ampliar la base de datos sobre los cacomixtles.

De igual manera, el registro que se tiene sobre los avistamientos, alimentación y presencia de letrinas, ha contribuido a dos proyectos de investigación vigentes. Estos son los protocolos de tesis sobre “El potencial zoonótico parasitario de cacomixtles (*Bassariscus spp.*) en la zona urbana del municipio de Puebla” y “Comparación de las preferencias alimentarias del cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) en un ambiente urbano y rural en el municipio de Puebla”.

Conclusiones

Este proyecto de divulgación científica es una herramienta que ha permitido que varios ciudadanos, tanto del municipio de Puebla como de otras partes de México, conozcan al cacomixtle, el papel que la especie funge en su entorno y los beneficios proporciona al ecosistema al estar estos en los jardines de las personas y en el caso de que tengan una situación problemática o peligrosa, que gire entorno a los cacomixtles u otras especies de fauna urbana, tengan una opción confiable a la que puedan recurrir para obtener información y consejo en estas situaciones.

Crear este tipo de proyectos relacionados con la divulgación científica haciendo uso de las redes sociales, en especial en México, es de suma importancia, ya que es una forma para explicar y compartir, de manera interactiva, atractiva, rápida y accesible, información científica que impacta en la población para empatizar más con las especies de fauna y flora que los rodean, ayudando en la conservación de las mismas.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

- Realización de tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista con el tema: El potencial zoonótico parasitario de cacomixtles (*Bassariscus spp.*) en la zona urbana del municipio de Puebla.
- Realización de tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista con el tema: Comparación de las preferencias alimentarias del cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) en un ambiente urbano y rural en el municipio de Puebla.
- Continuar con la difusión de la importancia y distribución de esta especie en redes sociales, buscando tener una mayor cobertura a nivel estatal y nacional.
- Impartición de pláticas de educación ambiental sobre los cacomixtles y otras especies para la población mexicana, en especial la poblana.
- Investigaciones sobre su potencial zoonótico, comportamiento en los entornos urbanos, enfermedades que los afecten, casuística de ataques e impacto en sus poblaciones, si esta especie puede ser afectada por el SARS-CoV-2, etc.
- Colaboración con PROFEPA y otras autoridades para el rescate, reubicación, rehabilitación y liberación de ejemplares de esta especie en la Ciudad de Puebla.
- Programas de monitoreo urbano con fototrampeo y participación de los vecinos de las distintas colonias.
- Capacitaciones sobre medicina y manejo de esta especie a médicos veterinarios, biólogos, bomberos, etc.
- Colaboración con distintas universidades e instituciones para manejar o crear una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) dentro del municipio de Puebla.

Referencias

- [1] G. Morales, N. García y R. List, “Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)” en *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*, Instituto de Ecología, CDMX, MX: Editorial UNAM, 2009, pp.371-381.
- [2] G. Ceballos, *Mammals of Mexico: Illustrated edition*, USA: Johns Hopkins University Press, 2014.
- [3] J. Marcelo y A. Sánchez, *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*, México: Editorial CONABIO, 2012, pp. 255.
- [4] N. Cortan, “Ampliación de la distribución geográfica de cacomixtle tropical, *Bassariscus sumichrasti* (Carnivora: Procyonidae) en México”, *Rev. Colombiana Cienc. Anim.*, vol. 4, no. 1, pp.168-171, 2012.
- [5] A.R. Glaston, *The Red Panda, Olingos, Coatis, Raccoons, and their Relatives*, UK: IUCN/SSC Mustelid, Viverrid and Procyonid Specialist Group, 1994.
- [6] M. Castellanos, *Animales nativos (Tlacuaches y Cacomixtles) versus Animales Exóticos y Ferales (Perros y Gatos)*, Instituto de Ecología, CDMX, MX: Editorial UNAM, 2015.
- [7] C. Cisneros-Moreno y M. Martínez-Coronel, “Alimentación del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en un ambiente urbano y uno agrícola en los valles centrales de Oaxaca”, *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, vol. 9, no. 1, pp.31-43, 2019.
- [8] INEGI, “Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (Puebla)” *Cuéntame INEGI*. [En línea]. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21114.pdf. [Accedido: 20-abril-2020]
- [9] INEGI, “Flora y Fauna de Puebla”, *Cuéntame INEGI*. [En línea]. Disponible en: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/recursos_naturales.aspx?tema=me&e=21. [Accedido: 20-abril-2020]
- [10] C. Cordero, “La vegetación poblana: Patrimonio Natural de Puebla”, *Momento Diario*. [En línea]. Disponible en: <https://www.diariomomento.com/la-vegetacion-poblana-patrimonio-natural-de-Puebla/>. [Accedido: 20-abril-2020]



Rescatemos Nuestro Ocote Ocoyucan

^aTlacuatl Miron-Diego*, ^bRomero Cuatzo- Serendy **, ^c Alvarado Flores-Miguel***

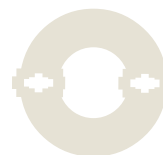
^aLic. Artes Plásticas UDLAP, calle 2da de Puebla NO. 21, santa Clara Ocoyucan Puebla C.P.72850 Ocoyucan

Puebla. Diego.tlacuatlmn@udlap.mx

^bLic. En ciencias Biología BUAP, calle Miguel Hidalgo No.34, santa Clara Ocoyucan C.P.72850 Ocoyucan Puebla. serendy.romeroc@alumno.buap.mx ^cMiguel Alvarado Flores

^cFacultad de ingeniería Química BUAP, Golondrinas No.5917, Col. Las Aves C.P.72582 Puebla, Puebla.

Miguel.alvarado@correo.buap.mx



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

Este proyecto de impacto ambiental inicia con la primera fase que consiste en la creación de un grupo de estudio multidisciplinario, con la misión de crear contenidos para involucrar a la comunidad en un proyecto de restauración ecológica y realizar la experimentación y documentación del proceso de reproducción de la especie *Pinus Leiophylla* con ayuda de diferentes áreas de estudio de las universidades en Puebla. Este grupo de estudio estará conformado por estudiantes universitarios, los cuales realizarán su servicio social, mediante la creación de contenidos y herramientas digitales para la divulgación del proyecto, el estudio de campo y talleres para el público distribuidos

en plataformas web, así como también, contribuirán con la generación de datos para dar mantenimiento al sitio web propio, el cual será creado y utilizado como canal para la interacción con la población local del municipio de Ocoyucan y enlace con otros proyectos a nivel nacional. Con esto se hace frente a diversas problemáticas que tiene el municipio con relación a la escasez de recursos hídricos, por la incrementación de la mancha urbana. También se busca detener la erosión del suelo y contribuir en la mejora de la calidad del aire, al salvar las especies nativas y con una restauración planeada buscamos enriquecer el paisaje de las montañas centrales del municipio.

Palabras clave

Restauración, Agrupación, Medios, Compromiso

Abstract

This environmental impact project begins with the first phase that consists of the creation of a multidisciplinary study group, with the mission of creating content to involve the community in an ecological restoration project and carry out experimentation and documentation of the reproduction process of the species *Pinus Leiophylla* with the help of different study areas of the universities in Puebla.

This study group will be made up of university students, who will carry out their social service, by creating content and digital tools for the dissemination of the project, field studies, and workshops for the public distributed on web platforms, as well as contributing to the generation of data to maintain its website, which will be created and used as a channel for interaction with the local population of the municipality of Ocoyucan and link with other projects at the national level.

All in all, various problems that the municipality has concerning the scarcity of water resources are faced, due to the increase in the urban area. It also seeks to stop soil erosion and contribute to the improvement of air quality, by saving native species and with a planned restoration we seek to enrich the landscape of the central mountains of the municipality.

Keywords

Restoration, Grouping, Media, Engagement

Glosario de abreviaturas y símbolos

PNUMA, programa de las naciones unidas para el medio ambiente



FIGURA 1. Escudo de Ocoyucan.

Introducción

Rescatemos nuestro ocote Ocoyucan, es un proyecto de impacto ambiental con el objetivo de salvar de la extinción al árbol nativo municipal, ya que en el municipio estas zonas boscosas se han perdido progresivamente por la tala de árboles, y no existe una reforestación, lo cual provoca que la vegetación cambie y sufra desgastes, consecuentes erosiones que provocan deslizamientos a falta de barreras naturales. (Atlas de riesgos del municipio de Ocoyucan, 201, P.25) El Ocote comúnmente llamado manzanita es el árbol nativo de la zona del cual proviene el nombre del municipio (**Figura 1**). Con la iniciativa de la agrupación queremos que el paisaje cambie junto con la educación ambiental, de acuerdo al prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Ocoyucan, Puebla en 2005 contaba con bosque en las partes centrales no habitadas, es por ello que el área determinada como pastizal perteneciente al territorio de la cabecera municipal, no se clasificó dentro del área de bosque, quizá se debió a que el área no tenía el porcentaje necesario de vegetación, no se consideró un micro bosque, y en la preocupación de salvaguardar la zona, queremos que con nuestra intervención en años futuros sea una mancha de bosque más grande en medio del pastizal. Restaurado en pro de un cambio, haciendo frente a la problemática que dejó la huella humana antes mencionada.

La misión del grupo de estudio es involucrar a la población con campañas de concientización que detengan la pérdida del micro bosque por la presencia humana y la amenaza de la creciente expansión de la mancha urbana. A Través de materiales audiovisuales queremos crear una cultura ecológica que tenga como meta la vida sustentable y más verde, crear una relación de respeto hacia el bosque y su empatía con él, para protegerlo y así protegernos a nosotros.

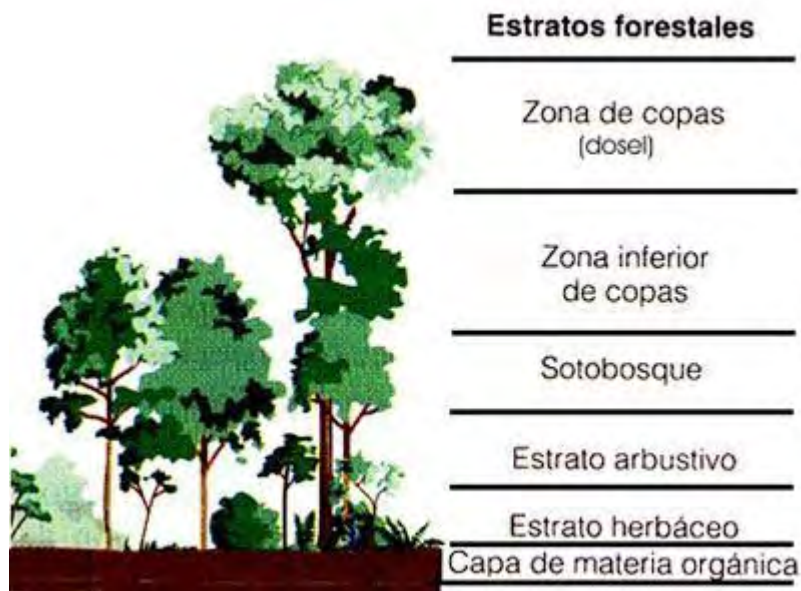


Figura 2. Estratos forestales.

A través de talleres comunitarios pretendemos capacitar a la población para que aprendan a recolectar germoplasma de los últimos ejemplares que habitan las montañas de las cordilleras del Tentzo, desde sus geografías aprovechar la variación genética y desarrollar una red que permita que el proyecto no solo contribuye una zona determinada, sino que se ataque al problema desde distintos territorios. Al lograr la reproducción de este árbol milenario que está en peligro de desaparecer en esta latitud, se busca crear conciencia del cuidado de la especie en los habitantes, con medidas de prevención como; evitar la quema de pastizales, el pastoreo y la descontrolada colecta de herbáceas. consecutivamente la intención es preparar el terreno para continuar con el arduo proceso de restauración contemplando el dosel como primicia debido a que la especie *Pinus Leiophylla* es una de las más resistentes a inclemencias del tiempo y es una árbol nativo que sin problemas podría sobrevivir con éxito, y preparar el terreno para enriquecer el sotobosque con programas escolares de cuidado se avanzará a una reforestación exitosa de acuerdo a las necesidades del terreno para la implementación de la restauración total en el estrato herbáceo y arbustivo.(Figura 2)

Como primera intención al promover y encaminar la reforestación de las montañas con las especies que antes albergaban las montañas de Ocoyucan y que ahora se encuentran en micro áreas a forma de parches ecológicos, combatir los problemas de la escasez del agua, la falta de áreas verdes y el cuidado del ecosistema dañados por las actividades rurales que rodean las montañas, queremos contribuir al cambio que exigen el PNUMA. Con esto queremos disminuir la erosión del suelo y recuperar la fauna que habitaba las montañas de Ocoyucan. Llevar a cabo diversas actividades culturales, educativas forestales que fomenten la visión del proyecto en

un capital humano y mejora de la calidad de vida en la ciudadanía heterogénea de Ocoyucan, beneficiando a toda la región, pero sobre todo beneficiar a la naturaleza que hemos dañado generación tras generación, que con este proyecto se detenga y se dé un giro al pensamiento local actuando en favor de nuestra tierra.

Materiales y métodos

El método que se utilizará será la guía de restauración ecológica del punto 1 al 8 para la primera etapa del proyecto (ver **Figura 3**) para evitar problemáticas o fallos en la etapa de ejecución del proyecto, como primer paso se estableció el ecosistema de bosque maderenses de pino-encino que es más conocido como ecosistema de bosque mixto. Se definieron las comunidades involucradas con número de importancia:

- Santa clara Ocoyucan
- San francisco Sarabia Ocoyucan
- Santa María Malacatepec Ocoyucan
- Santa Martha Hidalgo Ocoyucan

Ubicadas en la zona poniente de la ciudad de Puebla dentro del territorio del municipio de Ocoyucan y alrededor de las montañas compartiendo la posesión de la tierra y las problemáticas de impacto ambiental.

Aunque no existen recetas para restaurar un ecosistema, por la particularidad intrínseca de cada sitio, sí existen recomendaciones generales basadas en las teorías y conceptos de la Ecología de la Restauración y en las experiencias acumuladas en los intentos de restaurar diferentes ecosistemas en el mundo.(Vargas, 2012, p.12) El terreno que tiene la montaña se encuentra en diversos niveles de degradación ya que han sido afectados por la tala y el pastoreo ocasionando la detención de la regeneración natural. Es por ello que se necesita hacer una restauración activa con intervención humana. Y llegar a compromisos con las comunidades para que ellos sean los que monitoreen en el futuro, el avance de la restauración. Dentro del estado del ecosistema actual encontramos 2 parches ecológicos el primero y el más grande en tamaño es compartido por las primeras tres comunidades mencionadas en el listado, que está amenazado por la presencia de caminos y la abertura de brechas que han llevado a los pobladores locales a la tala fortuita y los pobladores de lomas de Angelópolis la práctica de deporte extremo exponiendo al ecosistema a la contaminación y compactación del suelo. El segundo parche está en la última comunidad que sin un acceso carretero se ha mantenido en restauración pasiva, a lo largo de las montañas hay tierras que se utilizaron para la agricultura

Las condiciones bióticas son alarmantes debido a que la presencia de las herbáceas se reduce a decenas de metros cuadrados, las especies arbustivas se cuentan en una sola especie en 100 m² y las arbóreas están en ejemplares muy escasos.

```

graph TD
    A([DEFINIR OBJETIVOS]) --> B[Paso 1. Establecer el ecosistema de referencia]
    A --> C[Paso 2. Evaluar el estado actual del ecosistema]
    C --> D[Paso 3. Definir las escalas y niveles de organización]
    D --> E[Paso 4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbios]
    E --> F[Paso 6. Evaluar el potencial de regeneración]
    F --> G[Paso 7. Establecer los tensionantes para la restauración]
    G --> H[Paso 8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración]
    H --> I[Paso 9. Propagar y manejar las especies]
    I --> J[Paso 10. Seleccionar los sitios a restaurar]
    J --> K[Paso 12. Monitoreo]
    K --> L[Paso 13. Consolidación]
    L --> M[Paso 5. Participación comunitaria]
    L --> N[Paso 11. Diseño de acciones]
    M --> A
    N --> A
    D --> M
    E --> N
    F --> M
    G --> N
    H --> M
    I --> M
    J --> M
    K --> M
    
```

Figura 3. Fundamentos en la restauración ecológica.

La creación de grupos colaborativos y comprometidos en cada territorio definirá la escala del impacto ambiental que traerá el proyecto, por ejemplo, para la comunidad de Malacatepec y santa Clara en primer nivel se encuentran los árboles angiospermos por la necesidad de flores para la producción de miel, es por ello que las herbáceas ornamentales es una necesidad de segundo nivel para la supervivencia de los polinizadores. Teniendo como sede la cabecera municipal los

niveles de organización están representados por mesas directivas que coordinan a los equipos comprometidos a aplicar el proyecto en sus juntas auxiliares. Desde la sede el nivel de organización se constituirá de acuerdo con las áreas de estudio teniendo un director de proyecto, un tesorero, un secretario, y un tutor para evaluar las actividades a desempeñar. Así mismo todos tendrán que ejecutar el objetivo primordial que es la reproducción del ocote *Pinus Leiophylla*.

Los disturbios Antrópicos que se presentan en el área a restaurar son:

- Agricultura y ganadería
- Deforestación
- Extracción de materiales a cielo abierto
- Desarrollo urbano
- Incendios forestales o quemas
- Desección de humedales
- Reforestación con especies invasoras
- Contaminación
- Los disturbios naturales son:
 - Fuegos
 - Vientos fuertes

En su mayoría son disturbios temporales que se repiten cíclicamente, aunque la extracción de materiales tiene más de 40 años.

Para la participación comunitaria (**figura 4**) es necesario unirse desde diferentes extractos sociales, es por ello que en la tarea del involucramiento de la comunidad se realizarán actividades para todas las edades, adultos mayores, jóvenes y niños. En el ámbito académico se involucrará a escuelas, profesores logrando cubrir las escalas que tiene el proyecto. Las instituciones gubernamentales, públicas y privadas serán invitadas a colaborar y ayudar en las diferentes tareas de organización. La importancia radica en que la comunidad se apropie del proyecto para lograr su permanencia sin depender de una sola persona. Es por ello que los investigadores seguirán los enfoques conceptuales como:

- Investigación Acción Participativa: Mediante este enfoque se plantea a las comunidades como grupo investigador y transformador de su propia realidad.
- Conservación con Base Comunitaria: Se refiere al manejo de recursos naturales a través de la participación de las comunidades.
- Manejo Local de Recursos: Corresponde a la recuperación, conservación y protección de la flora y fauna en su hábitat natural, teniendo en cuenta

las características de los ecosistemas y el valor cultural que le otorgan las comunidades humanas.

Las herramientas metodológicas se difundirán mediante redes sociales y medios digitales como la web y plataformas con la intención de evidenciar los resultados de las investigaciones de la cartografía social, recorridos territoriales, conversatorios, aprender haciendo y talleres artísticos. Así como las siguientes actividades que pongan en práctica esta herramienta:

- Diseñar participativamente acciones para recuperar los elementos de los ecosistemas.
- Seleccionar las áreas donde se implementarán las acciones de restauración (fincas, áreas de interés comunitario, áreas de conservación).
- Integrar el conocimiento local y promover su aplicación en las acciones de restauración.
- Difusión de técnicas de propagación de especies nativas y manejo de viveros e invernaderos.
- Difusión de varias técnicas de restauración (restauración de suelos, erradicación de especies invasoras, entre otras).
- Integración del tema de la restauración ecológica en los programas académicos de los centros educativos.
- Realización de actividades prácticas e investigativas con los estudiantes y padres de familia de escuelas y colegios.
- Fortalecimiento del conocimiento de los funcionarios públicos con relación a la restauración ecológica.
- Creación participativa de materiales que divulguen el conocimiento local y las acciones de restauración iniciadas (herbarios, plegables informativos, cartillas, boletines).
- Encuentros comunitarios en los cuales se reúnan diferentes tipos de participantes para intercambiar experiencias de Restauración Ecológica.



Figura 4. Restauración ecológica con participación comunitaria.

Dentro del potencial de regeneración la estrategia y evaluación, se realizará por un equipo asesor del jardín botánico Francisco Peláez R. y el centro de investigación en plantas nativas de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP).

Las tensiones que existen para la restauración son el pastoreo y el uso del terreno, en el ámbito socioeconómico, la tensión se centra en lograr conseguir el recurso económico para realizar la reproducción de las plántulas y realizar los procesos de reforestación.

Resultados/Discusión de resultados

Tabla 1. Resultados de los 8 pasos de la guía de restauración ecológica.

Actividades	Resultados	Tipo de población
Difusión del proyecto	Sitio web propio	Intergeneracional
	Cuentas de redes sociales	Jóvenes y adultos
Material audiovisual	Videos clips Entrevistas	Intergeneracional
Infografías	Cuidados forestales Estadísticas de población botánica	Intergeneracional
Tutoriales	Reproducción de plantas nativas	Intergeneracional
CápsulasCapsulas	Relación con la naturaleza y la población	Intergeneracional
Concursos	Cuento y dibujo con temáticas al cuidado de la naturaleza	Niños y jóvenes
Talleres	Aprender haciendo, plantas nativas, ecosistema del bosque mixto, cuidado ambiental	Intergeneracional
Charlas	Exposición del tema Adaptación de objetivos por junta auxiliar	Intergeneracional
Asambleas	Involucramiento de la comunidad.	Intergeneracional

Los resultados para la primera etapa del proyecto irán dirigidos a la población para observar el nivel de involucramiento y evaluar la respuesta de aceptación de las comunidades aun no contactadas, de acuerdo con la reacción que se presente se trabajará con diferentes estrategias de comunicación ya que las localidades en su mayoría tienen un rezago tecnológico y de cobertura a Internet. Los medios impresos son la segunda opción ya que por la experiencia la única forma de comunicarse rápidamente en estas áreas de la población es mediante el perifoneo y la asamblea.

Conclusiones

El impacto ambiental que trajo consigo los desastres naturales que estamos viviendo se han ocasionado por la destrucción de nuestros ecosistemas, es por ello por lo que este proyecto de iniciativa privada tiene como objetivo el impacto ambiental para el municipio de Ocoyucan e impacta a todo el estado, ya que somos vecinos de la ciudad y con nuestro ejemplo más comunidades pueden animarse a cambiar sus territorios apostando a las especies nativas. Toda la contaminación que se genera en la ciudad de Puebla no es eliminada, puesto que en toda la zona montañosa de esta región no cuenta con vegetación ni bosques que logren la eliminación de las emisiones de carbono. En la zona centro de la ciudad a la cual pertenecemos empieza a tener contaminación del aire y esto se ha debido a que no se trabaja en el área forestal, en cambio se ha apostado por el crecimiento de la urbe sin considerar que también se necesita aportar al crecimiento de los bosques a la par del crecimiento poblacional.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

La reforestación y etapas de germinación cuidados de plántulas y el trasplante de estas son actividades que se realizarán en la segunda etapa.

Referencias bibliográficas

- [1] Atlas de riesgos del municipio de Ocoyucan, 2011 acceso: abril 20, 21 [en línea] http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_21106_AR_OCOYUCAN.pdf

- [2] Figura 1 Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, acceso: abril 20, 21 [en línea] <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21106a.html>

- [3] Figura 2. Estratos forestales, Bosques de alimentos en el ICHP agosto 21, 2011 [en línea] <http://ichpbosquesdealimento.blogspot.com/2011/08/>

- [4] Figura 3. Fundamentos en la restauración ecológica, Figura 1-uploaded by Orlando Vargas, acceso: 21, 20 [en línea] https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Secuencia-y-relaciones-de-los-13-pasos-fundamentales-en-la-restauracion_fig1_260365693

- [5] FIGURA 4. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO, MICROCUENCA DEL RÍO CHISACÁ (LOCALIDAD DE USME), Tomado de Cano y Zamudio, 2007 acceso: 21, 20 [en línea] https://www.researchgate.net/figure/Figura-143-En-los-proyectos-de-Restauration-ecologicacon-participacion-comunitaria-se_fig11_262935616

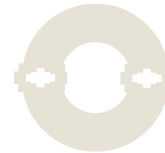


Sistema web de iniciativa social para el bienestar de animales de compañía

^aAlvarez Pineda Adriana*, ^bParedes Xochihua Maria Petra

^a Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Camino a Barranca de Pesos S/N, San Lucas Atoyatenco, C.P. 74120, San Martín Texmelucan, Puebla

*adizz040399@gmail.com



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

Día a día se presentan necesidades respecto a la construcción de una sociedad sana, responsable y solidaria, no solo actual sino también futura. Con el objetivo de promover la protección, rescate, concientización y respeto a los animales, surge la propuesta de implementación del Sistema Web de Iniciativa Social para el Bienestar de Animales de Compañía (SWISBAC), un sistema web que considera áreas de oportunidad en donde los ciudadanos pueden involucrarse en el cuidado de animales de compañía, el sistema incluye módulos; reportes de maltrato animal, reportes de mascotas extraviadas, registro de perros o gatos en adopción y seguimiento, sección

informativa de campañas de atención canina y/o felina, área donde se realizan donaciones de dos tipos (en efectivo y en especie), base de datos de registro de mascotas que genera un código QR de identificación útil en caso de extravío de la mascota y, finalmente, el directorio de asociaciones de protección animal. El sistema es una herramienta para ciudadanos, que da solución a problemas vigentes respecto al bienestar de perros y gatos, disminuye riesgos de salud sanitaria, y busca trascender al dejar un entorno sensible a la coexistencia con la vida animal, considerando el derecho de generaciones futuras a un mundo mejor al instaurar personas críticas y socialmente responsables.

Abstract

Day by day needs arise regarding the construction of a healthy, responsible, and supportive society, not only current but also future. To promote the protection, rescue, awareness, and respect for animals, the proposal for the implementation of SWISBAC arises, a web system that considers areas of opportunity where citizens can get involved in the care of companion animals, the system includes modules; reports of animal abuse, reports of lost pets, registration of dogs or cats for adoption and follow-up, informative section of canine and/or feline care campaigns, an area where two types of donations are made (in cash and in-kind), database pet registration data that generates a useful identification QR code in case of loss of the pet and, finally, the director of animal protection associations.

The system is a tool for citizens, which provides a solution to current problems regarding the welfare of dogs and cats, reduces sanitary health risks, and seeks to transcend by leaving an environment sensitive to coexistence with animal life, considering the right of future generations to a better world by establishing critical and socially responsible people.

Keywords

Animal welfare, web system.

Glosario de abreviaturas y símbolos

SWISBAC, Sistema web de iniciativa social para el bienestar de animales de compañía

IBA, Instituto de bienestar animal

EPYB, En busca de la paz y el bien A.C.

Introducción

Varios factores han favorecido el incremento de personas que buscan el bienestar animal, *“tener un perro para el cuidado de la casa, la vigilancia de un negocio, o como compañía para un niño o un adulto, se ha convertido en una necesidad para muchos”* [1]. En el municipio de San Martín Texmelucan, perteneciente al estado de Puebla, cada año crece no solo la población humana, sino también canina, según los datos proporcionados por “Bienestar Animal Texmelucan”, actualmente en el ayuntamiento hay un aproximado de 53mil perros incluyendo domésticos y de calle, considerando que la población municipal es de 141 112 personas [2], eso corresponde a cerca del 40 % de habitantes. Se estiman 25 mil animales callejeros de los cuales el 85 % son perros y el 15 % gatos [3]. Por otra parte, semanalmente se realizan entre 3-4 reportes de maltrato animal, en cuanto a adopciones se realizan 4 al mes únicamente en esas instalaciones. Los datos antes mencionados no incluyen los reportes de maltrato, ni adopciones que se realizan en asociaciones de bienestar animal legalmente registradas que se encuentran trabajando en el municipio.

Ante las inquietudes que la sociedad presenta, el 26 de febrero de 2018 fue publicada en la página web del gobierno del estado de Puebla la “Ley de Bienestar Animal del Estado de Puebla”, con una última reforma al 21 de enero de 2021, en ella aborda temas sobre los principios generales de bienestar animal, capítulos y artículos correspondientes a animales de compañía y animales abandonados donde se indican los procedimientos que se deben seguir respecto a lo antes mencionado.

Como antecedentes se encuentran el Padrón estatal de perros y gatos derivados de esta ley, donde se realizan registros de mascotas de manera presencial o por correo electrónico, existen líneas telefónicas para realizar reportes de maltrato animal, también se encuentran instalaciones para realizar adopciones. En los últimos años ha incrementado el uso de plataformas web que hacen accesible la realización de trámites gubernamentales y de cualquier otra área, usadas ahora de manera constante, derivado de la pandemia que se está enfrentando. Sin embargo, es información desconocida para muchos y trámites hasta ahora considerados poco valorados.

Con el propósito de fomentar la especial atención y facilitar el cumplimiento de la Ley de Bienestar Animal del Estado de Puebla, se espera generar un impacto de sociedad responsable con los animales de compañía. *El desarrollo de la sensibilización a niños y niñas sobre aspectos básicos de crianza y tenencia de un animal doméstico, nos*

lleva a plantar la semilla de la protección de los animales en las mentes más jóvenes como una forma de lograr una futura sociedad libre de maltrato y dar a conocer la importancia a nuevos aprendizajes y experiencias hacia los animales [4].



Figura 1 Sensibilización a niños.
Fuente: Giovani Candia.

Proponiendo una solución a los problemas de animales vulnerables, se presenta un Sistema Web de Iniciativa Social que Busca el Bienestar de Animales de compañía (SWISBAC), para activarlo en el municipio de San Martín Texmelucan, enfocándose primeramente a las asociaciones que ya se encuentran encaminadas a las necesidades que caninos y felinos presentan. Al llevarse a cabo, el impacto se verá reflejado principalmente en una sociedad responsable y comprometida con la vida humana y animal, las generaciones que nos preceden tendrán las herramientas necesarias para cumplir las leyes, al disminuir el número de perros en condiciones de calle se reducirán posibles enfermedades, mejorando la higiene de las comunidades para lograr una comunidad más limpia y sana. Ante estas motivaciones se espera que los municipios de la región se vayan sumando a esta iniciativa social.

Materiales y métodos

El desarrollo del sistema web comienza con la investigación de campo, gestión del proyecto y finalmente la implementación. Para esto se ponen en práctica metodologías previamente definidas, todas ellas se describen a continuación, haciendo énfasis especial en lo que se realizó en cada etapa.

Investigación

Todo proyecto comienza con la detección de un problema y la idea de cómo darle solución, sin embargo, para darle seguimiento es necesario realizar investigaciones que permitan enriquecer la idea principal, con el objetivo de considerar antecedentes, proyectos similares, áreas de oportunidad, etc. Un método efectivo en el campo de la investigación es el método científico. *“El método científico es el procedimiento que se sigue en la investigación, con el objetivo de descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para desentrañar sus conexiones internas y externas, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos, para llegar a demostrarlos con rigor racional y para comprobarlos en el experimento y con las técnicas necesarias.”* [5]. En la **Figura 2** se muestran los pasos de método científico y a continuación se resume lo realizado en cada etapa.

- 1ra etapa. Observación: Cuando una persona es consciente de que está coexistiendo con naturaleza, animales y personas, se sensibiliza con las necesidades de quienes le rodean. Así en esta etapa se define y plantea el problema que es la necesidad de un sistema web donde sea más accesible la realización de reportes de maltrato animal y el registro de mascotas.
- 2da etapa. Supuesto: Al formar parte de una asociación protectora de animales se da por hecho que lo que realiza es correcto, y lo es, sin embargo, los métodos que regularmente ocupan no son siempre los más eficientes, se supone que esa carencia lo es también para otros, en esta etapa la hipótesis fue que no existía algún sistema de registro para mascotas y/o perros callejeros o algún tipo de interés gubernamental.
- 3ra etapa. Experimentación: para realizar la comprobación a la hipótesis se requiere de tiempo, dedicación y esfuerzo, esta parte es tardada y la disposición es mucha porque la información es igual. Se visitaron páginas de redes sociales para obtener una idea más clara de a donde acudir y las plataformas que se tienen, se visitaron físicamente instalaciones, realizando entrevistas y verificando los procedimientos que se realizan ante situaciones reales de maltrato animal.

- 4ta etapa. Conclusión: De acuerdo con lo comprobado se concluyó que a pesar de que, sí existen instalaciones, procedimientos e interés al área de bienestar animal, se requiere inversión en las plataformas *online*, para facilitar trámites y digitalizar información, haciendo más prácticos los servicios que se ofrecen en beneficio de perros y gatos.

Herramientas de desarrollo

Para la realización de la plataforma son necesarias herramientas que permiten el desarrollo e implementación de esta, son descritas brevemente a continuación, así como la necesidad que cubren en el proyecto.

- Sistema Operativo: *“Es un conjunto de programas destinados a permitir la comunicación del usuario con un ordenador y gestionar sus recursos de manera eficiente.”* [6]. Se utilizó “Windows 10”, permitiendo el uso de software para el desarrollo del sistema.
- Navegador web: *“Se designa, en informática, la aplicación o programa que permite acceder a páginas web y navegar por una red informática, principalmente Internet. Es un programa especializado en la interpretación del código HTML, que permite mostrar como resultado el contenido de una página web.”* [7]. El que se utilizó en el desarrollo fue “Chrome”.
- IDE para programación: Es un programa informático que permite modificar texto, existen algunos más sofisticados que otros, para estructurar el sistema se utilizó “Sublime Text 3”.
- Edición y creación de imágenes: Para darle un sentido de identidad al sistema se comenzó con la creación del logo, el cual se realizó con apoyo de la herramienta “Canvas” actualmente muy utilizada para el diseño de imágenes de publicidad, entre otras.
- Alojamiento o *hosting* y dominios: El *hosting* es el espacio donde se aloja la información de un sitio o sistema web para que cualquiera pueda verlo en Internet y el dominio es el nombre exclusivo y único con que se podrá visitar el sistema en Internet.
- Estadísticas web y monitorización: Es importante porque así se puede identificar concretamente el área de impacto que está teniendo el sitio web en tiempo real.

Metodología

Afortunadamente ya existen metodologías de desarrollo web que proponen distintas maneras de llevar a cabo el proceso, pero con un objetivo, concluir el proyecto. Se hizo uso de la metodología ágil que es un conjunto de técnicas ágiles aplicadas según una estrategia, más o menos rígida, dirigida a mejorar la productividad de un equipo y los pasos a seguir son los que se muestran en la **Figura 3**.

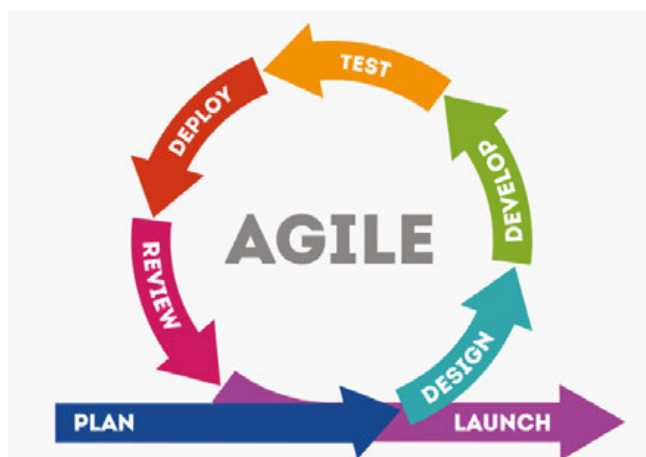


Figura 3 Metodología ágil.
Fuente: Cognodata.

Resultados/Discusión de resultados

Se encontró en la Ley de Bienestar Animal del Estado de Puebla en el Capítulo V de los animales de compañía, el artículo 26 que establece la administración del Padrón Estatal de Perros y Gatos, también el Artículo 27 fija que, al momento de la venta o entrega en adopción, se tiene la obligación de realizar su registro en el Padrón Estatal de Perros y Gatos. Respecto a la ley se infiere que no se está cumpliendo en su totalidad por parte de la ciudadanía y no por falta de interés sino por el desconocimiento de dichos trámites.

De acuerdo con la investigación sobre plataformas digitales para realizar el registro en el Padrón y de reportes de animales extraviados gubernamentales, se considera necesaria la atención al desarrollo y mejora de estas, pues no se cuenta con la accesibilidad requerida para agilizar ni realizar los trámites *online* y con las que se cuentan al menos para esta área son herramientas no vigentes, son principalmente plataformas informativas.

Para dar solución y apoyo a las deficiencias encontradas, se creó SWUISBAC, que atiende el área de reportes y registros *online*. La interfaz principal del sistema web obtenido como resultado del proyecto se puede visualizar en las figuras 4 y 5.



Figura 4. Interfaz principal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5 Parte inferior de la interfaz principal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6 Maltrato animal.

El sistema incluye módulos que facilitan el registro en el Padrón estatal y el realizar reportes de maltrato animal, haciéndolos llegar a asociaciones protectoras que puedan brindar la atención requerida. En la **Figura 6** se observa la imagen de un reporte atendido.

Además, se anexan módulos que dan solución a otros problemas detectados:

- Reportes de mascotas extraviadas: a menudo se ven publicaciones y carteles de animales extraviados, el publicarlo en la plataforma facilita la difusión, evita el desperdicio de papel y hace llegar la información a personas dentro del área geográfica.
- Registro de perros o gatos en adopción y seguimiento: este módulo
- Sección informativa de campañas de atención canina y/o felina.
- Área donde se realizan donaciones de dos tipos (en efectivo y en especie).
- Base de datos de registro de mascotas que genera un código QR de identificación útil en caso de extravío de la mascota,
- Directorio de asociaciones de protección animal.



Figura 7 Cartel mascota extraviada.
Fuente: EPYB.

Conclusiones

Se concluye que:

- La ley de Bienestar animal del Estado de Puebla aun no alcanza el impacto esperado en la sociedad para que se lleve a cabo su cumplimiento en gran porcentaje.
- Las plataformas digitales *online* para el reporte de animales maltratados, así como el Padrón Estatal de Perros y Gatos, no se encuentran vigentes.
- El Sistema Web de Iniciativa Social Para el Bienestar de Animales de Compañía tiene un impacto importante en la sociedad al ser una herramienta sin límite de horario, siempre accesible y generando confianza. No solo ataca problemas de registro y reportes, sino que además atiende las necesidades que tienen las asociaciones civiles de protección animal como lo es el poder brindar a la ciudadanía un espacio donde puedan explorar las opciones de cachorros y mínimos que se encuentran en adopción haciéndolo de una manera eficaz y el recibir donaciones de una manera ágil y confiable. También se incluye la sencillez con que una persona puede encontrar diversa información sobre las campañas que se llevan a cabo pudiendo ser partícipe de ellas en caso de necesitarlas. Toda la población se puede involucrar, así ampliando la cantidad de donadores y voluntarios y creando una red de ciudadanos socialmente responsables y comprometidos con el bienestar de los animales de compañía.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Derivado de este proyecto se considera la implementación de nuevos módulos que atiendan áreas importantes y que no han sido consideradas, como el reporte de animales accidentados, reporte por envenenamiento o defunción, registro de voluntarios, así también la expansión de red a municipios vecinos, incrementando poco a poco la cantidad de personas responsables, posteriormente presentándolo en la región IV Angelópolis hasta cubrir todo el estado de Puebla, abriendo camino a nuevas asociaciones que se sumen a este proyecto de iniciativa social de cuidado animal y a ciudadanos comprometidos con la ley y el bienestar común. Fomentando una cultura social protectora de animales de compañía.

Agradecimientos

Se agradece a “Bienestar Animal Texmelucan” por proporcionar los datos estadísticos solicitados, gracias a Laura Carrasco por su tiempo y asesoría, de manera especial se agradece a “En Busca de la Paz y el Bien A.C.” por el apoyo brindado a la implementación del proyecto.

Referencias bibliográficas

- [1] L. F. Gómez, C. G. Atehortua y S. C. Orozco, 2017 Agosto 2017, «La influencia de las mascotas,» [Online]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf>. uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16662/PE_T2_U1_Navegadores.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [2] SEDESOL, 2013. «Unidad de Microrregiones,» [Online]. Available: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=21&mun=132>.
- [3] E. d. B. A. Texmelucan, 2021 Abril 26, Datos estadísticos de animales en San Martín Texmelucan. [Entrevista].
- [4] D. d. P. Villalta, 2018 «El cuidado de animales domésticos en el desarrollo de la sensibilización en niños de 4 a 5 años de la Unidad Educativa Atenas.,». [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28748/1/1803526514%20VILLALTA%20TIBANTA%20DIANA%20DEL%20PILAR.pdf>.
- [5] E. D. C. Mejía, D. A. Naranjo y J. T. Santamaría, 2018 octubre, «Introducción a la metodología de la investigación científica,». [Online]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>.
- [6] T. I. S. Monroy, 2014, «Sistemas Operativos,». [Online]. Available: <http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro26/creditos.html>.
- [7] E. A. S. Soto y M. G. R. Rivero, 2011, «Navegadores,». [Online]. Available: <https://repository.>



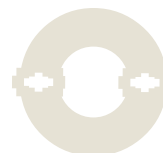
Transiciones de fase percolativas en estrategias de siembra con columnas alternadas

^aRosales, Herrera-Diana*, ^bRamírez, Cancino-Jhony Eredi,
^aCruz, Suárez-Hugo Adán

^aFacultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal 165, 72000 Puebla, Pue., México.

^bCentro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal 165, 72000 Puebla, Pue., México

*dianarosalesh@gmail.com



Área 9
Interdisciplinarias

Resumen

Phytophthora es uno de los fitopatógenos de mayor trascendencia ecológica debido al gran número de huéspedes que puede atacar. En este trabajo proponemos combinar la teoría de percolación y configuraciones de siembra alternada como una estrategia libre de tratamientos químicos que permita minimizar la dispersión del patógeno. Modelamos la propagación de *Phytophthora* como un fenómeno de transporte donde los sitios por donde puede ocurrir el proceso representan plantas que pueden enfermarse. Determinamos el umbral de percolación al sembrar dos tipos de plantas en configuración de columnas y diagonales alternadas, y su dependencia con la susceptibilidad de

las plantas y el número de celdas inoculadas al inicio del proceso de propagación. Los resultados son presentados como diagramas de fase en donde se indica la densidad de siembra necesaria para evitar la formación de un racimo percolante de plantas susceptibles o enfermas. Mostramos las combinaciones de susceptibilidades que permiten sembrar la totalidad de la plantación. Estos resultados pueden servir como guía para decidir la configuración y la densidad de plantas que minimizan los daños causados por este patógeno. Se ejemplifica el uso de estos diagramas empleando las susceptibilidades de tres variedades de chile con alto valor comercial en México.

Palabras clave

Phytophthora, umbral de percolación, siembra en columnas alternadas

Abstract

Phytophthora is one of the *phytopathogens* with high ecological transcendence due to the vast number of hosts that it can attack. We propose to combine percolation theory with an intercropping sowing configuration as a non-chemical strategy to minimize the dissemination of the pathogen. In this work, the propagation of *Phytophthora* is modeled as a transport phenomena where the sites through which the process can occur represent susceptible plants.

We determine the percolation threshold for each intercropping configuration (alternating columns or diagonals) as a function of the plant's susceptibilities and the number of inoculated cells at the beginning of the propagation process. The results are presented as phase diagrams where crop densities that prevent the formation of a spanning cluster of susceptible or diseased plants are indicated.

The main result is the existence of susceptibility value combinations for which no spanning cluster is formed even if every cell in the plantation is sowed. This finding can be useful in choosing a configuration and density of plants that minimize damages caused by *Phytophthora*. We illustrate the application of the phase diagrams with the susceptibilities of three Mexican chili varieties plants with high commercial value.

Keywords

Phytophthora, intercropping, phase diagrams, percolation theory.

Glosario de abreviaturas y símbolos

2N, primeros vecinos por sus siglas en inglés (nearest neighbors).

3N, segundos vecinos por sus siglas en inglés (next-to-nearest neighbors).

Introducción

La teoría de percolación es una herramienta que nos permite modelar el flujo a través de un medio poroso apoyándose en conceptos geométricos y probabilísticos. Los fenómenos descritos por la teoría de percolación pertenecen a los llamados fenómenos críticos en los que existe un valor característico a partir del cual cambia drásticamente el comportamiento del sistema [1]. Generalmente para modelar estos fenómenos se emplean redes bidimensionales como la red cuadrada, pero también pueden emplearse redes de mayor dimensión y complejidad. Una de las aplicaciones de la teoría de percolación es modelar la propagación de enfermedades como un proceso percolante en el que es posible determinar algunas propiedades importantes como el umbral de percolación, es decir, la probabilidad mínima con la cual se estructura por primera vez un racimo lo suficientemente grande capaz de cruzar el sistema de extremo a extremo [2].

En [1] se plantea el problema de un huerto frutal cuyos árboles se encuentran sembrados en los nodos de un retículo trazado en la tierra, considerando las enfermedades contagiosas de estos. Los árboles que se entrelazan por las ramas forman racimos por los cuales puede circular la enfermedad. Tengamos en cuenta que un árbol infectado contagia a todos los árboles de su racimo pero a ningún otro fuera de este. Si la densidad de árboles entrelazados es muy alta es claro que la enfermedad puede propagarse sobre mayor porción de terreno, a comparación de una densidad baja en la cual el inicio de la enfermedad podrá localizarse fácilmente. En este caso, la teoría de percolación permite determinar la densidad crítica de árboles conectados con los cuales el sistema no percola, así al mantener la porción de árboles conectados por debajo de esta densidad se protege el huerto del daño que implica el racimo percolante. Aunque el modelo del huerto frutal parece sencillo, retrata los daños y pérdidas en terrenos de cultivo causados por el ataque de diferentes plagas y enfermedades, siendo uno de los mayor impacto ambiental y económico los atribuidos al género *Phytophthora*.

El género *Phytophthora* (del griego *phytón*, “planta” y *phthorá*, “destrucción”) abarca más de 50 microorganismos responsables de la muerte de diversas especies vegetales [3]. Este patógeno se encuentra en forma de pequeños sacos llamados esporangios que al estar sumergidos en agua liberan de 20 a 40 esporas (zoosporas) biflageladas capaces de detectar la presencia de plantas y nadar hacia ellas a través de finas películas de agua [4]. Una vez que el patógeno hace contacto con la planta, afecta principalmente las raíces y el tallo, causando su marchitez y la pudrición de frutos [4].

Entre las diferentes especies de *Phytophthora* se encuentra *P. Capsici* que ataca un amplio rango de importantes especies alimenticias como la papa, tomate y diversas variedades de chile. En 2014, en el país se reportaron pérdidas de hasta 63 millones de pesos en plantaciones de chile debido a plagas y enfermedades entre las cuales destaca *P. Capsici* [5]. En particular, en la región de San Martín Texmelucan, Puebla, se han registrado pérdidas que van del 90 % al 100 % en plantaciones de chile ‘chilaca’ y ‘poblano’ [6], [7]. Además de las consecuencias económicas debidas al bajo rendimiento y la mala calidad de los productos, se propicia la reducción de la superficie productora y la sustitución o abandono de los cultivos [6], [7]. De manera similar, la región de Atlixco se ve sumamente afectada por la especie *P. Cinnamomi*, responsable de la enfermedad conocida como ‘la tristeza del aguacatero’ que ha derivado en la muerte de miles de árboles de aguacate [8]. Tales afectaciones son de gran impacto negativo en el estado de Puebla ya que a nivel nacional Figura como los principales estados productores agroalimentarios [9].

Debido a que los tratamientos fúngicos y químicos resultan ineficaces y hasta dañinos para el suelo [6], se vuelve necesaria la búsqueda de alternativas, tales como configuraciones de sembrado que permitan eliminar o al menos minimizar la propagación del patógeno y sus posibles consecuencias.

En este trabajo, haciendo uso de la teoría de percolación, se estudia la estrategia de siembra alternada (*intercropping*) como una propuesta para evitar la propagación de *Phytophthora* en terrenos de cultivo, específicamente se estudian los arreglos en columnas y diagonales alternadas, ambos modelos con dos tipos de plantas. En la literatura encontramos estudios experimentales que relacionan un aumento en la producción neta de una plantación debido a intercalar columnas enteras con distintas variedades de plantas [10], [11]. Un ejemplo de las técnicas de siembra alternada es el caso de los sistemas de cultivo llamados milpas en los que principalmente se intercalan maíz, frijol y calabaza. Por otra parte, tanto en pruebas de campo como en laboratorio, se puede observar que existen individuos que no manifiestan los síntomas de la enfermedad tras ser expuestos al patógeno. Esto nos permite definir la susceptibilidad de una planta como la probabilidad de que esta enferme después de ser expuesta. En [11] se reporta la susceptibilidad a *Phytophthora* para tres tipos de chiles (serrano, de árbol y poblano) con alto valor comercial en México. Esta información deja ver que existen ciertas variedades con mejor resistencia que, al sembrar conjuntamente, pueden brindar alguna protección local a las más susceptibles.

El objetivo principal de este trabajo es modelar la dispersión del patógeno sobre una plantación como un fenómeno de transporte que ocurre sobre un medio aleatorio, para determinar las condiciones de susceptibilidad de las plantas, porcentaje de suelo inoculado y densidad de terreno sembrado necesarios para garantizar una disminución en la propagación y sus posibles consecuencias.

Materiales y métodos

Modelo

En este trabajo se modeló una plantación como una red cuadrada de tamaño $L \times L$, en cuyas celdas se puede sembrar una planta del tipo A o B. Se definió el espaciamiento de la red como la distancia máxima que el organismo es capaz de desplazarse antes de entrar en un estado de inactividad o morir por inanición, esto asegura que un patógeno activo solo puede propagarse hacia los primeros (2N) y segundos (3N) vecinos cercanos según se especifique (ver Fig. 1). Además, se consideran los siguientes parámetros:

- la probabilidad p de ocupación, que representa el porcentaje de celdas sembradas;
- la susceptibilidad $\mathcal{X}_A$, que es la probabilidad de que la planta tipo A se enferme tras ser expuesta al patógeno;
- la porción I de celdas inoculadas en la red al inicio del proceso de propagación.

Las celdas inoculadas se distribuyen de manera uniforme considerando los valores $I = 0, 0.1, 0.5, 0.8$, donde el caso extremo $I = 0$ indica que únicamente una celda de la red tiene presencia del patógeno.

La estrategia de siembra alternada propone plantar conjuntamente una segunda planta tipo B con mayor resistencia al patógeno que pueda servir como una barrera natural para contenerlo localmente. En este trabajo se determinó la susceptibilidad que debe tener la planta tipo B para que el sistema percole para los parámetros fijos I, p y $\mathcal{X}_A$, y, para los modelos de columnas y diagonales (ver Fig. 1).

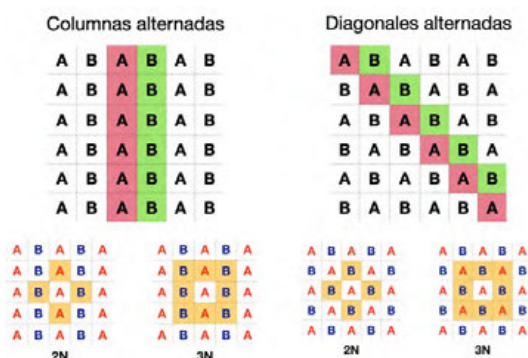


Figura 1. Modelo de siembra en el que se intercalan dos tipos de plantas, A y B, en columnas y diagonales alternadas. En la parte inferior se ejemplifican los primeros (2N) y segundos (3N) vecinos cercanos de una planta tipo A para cada modelo.

Notar que cuando $p < 1$ Puede haber celdas en la red con distintas condiciones de ocupación e inoculación como lo muestra la **Figura 2 a)**, siendo de particular importancia las celdas con planta susceptible que son adyacentes a una celda vacía (o con planta resistente) e inoculada. La interacción entre ambos tipos de celdas debe ser tomado en cuenta en el proceso de simulación ya que la definición tradicional de vecino cercano se ve modificada, permitiendo que una planta susceptible pueda enlazar con sitios que se encuentran a mayor distancia que el espaciamiento de la red (ver **Fig. 2 b)**.

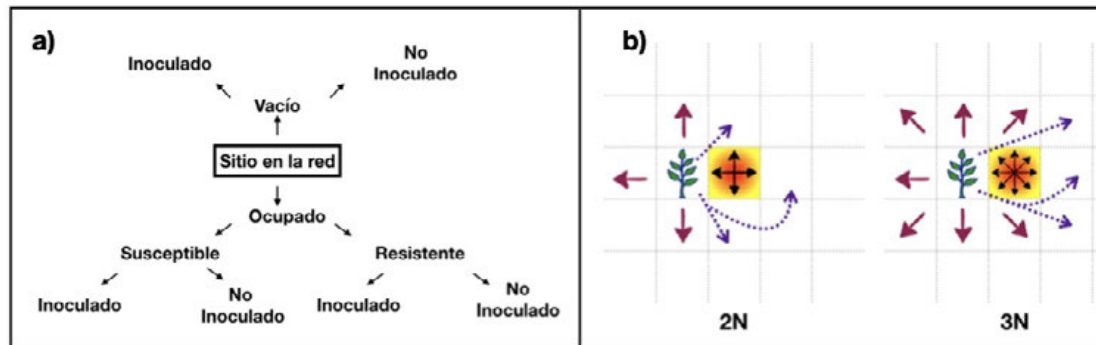


Figura 2

Simulación

El proceso de simulación se desarrolló en el lenguaje de programación *Python*, y se requirió de dos matrices cuadradas nulas, M_1 y M_2 , así como del algoritmo *Union-Find*. La simulación realizada es una implementación híbrida entre los algoritmos de Hoshen-Kopelman [12] y Newman-Ziff [13], que consta de dos partes, y que de manera general se describe para el modelo de columnas alternadas como sigue:

- Una vez que se establece el valor del parámetro I , se genera aleatoriamente de la distribución binomial $Bin(L^2, I)$ el número de celdas inoculadas al inicio del proceso de propagación. Al azar se eligen n celdas de la matriz M_1 que pasan del estado 0 al 1 para indicar que dichos sitios tendrán presencia del patógeno. Por otra parte, en la matriz M_2 las columnas asignadas a la planta tipo A serán consideradas como sistemas uno-dimensionales con probabilidad de ocupación $p\mathcal{X}_A$. Con el algoritmo de Hoshen y Kopelman se producen dichos sistemas lineales, los cuales indicarán por medio de un 1 las entradas de la matriz que resultan con planta susceptible como se muestra en la Figura 3 a). Con ayuda del algoritmo *Union-Find* se amalgaman los sitios con plantas susceptibles tipo A que tienen por vecino otra susceptible o que tengan por vecino celdas que en la matriz M_1 corresponden a un sitio

inoculado. Al final de este proceso la matriz brindará una configuración inicial sobre la cual aplicaremos el siguiente paso.

- Partiendo de la configuración inicial de las plantas tipo A, hallaremos el umbral de percolación agregando plantas tipo B mediante el algoritmo de Newman y Ziff (ver Figura 3 b). Para colocar una planta tipo B se elige al azar una celda de la matriz M_2 correspondiente a este tipo de planta y se genera un número aleatorio x de una distribución uniforme en el intervalo $(0, 1)$. Si $x < p$, la celda elegida de la matriz M_2 tiene una planta tipo B; en caso contrario se elige otra celda y se repite el proceso. De manera similar al paso anterior, las entradas que resulten con una planta tipo B cambiarán del estado 0 al 1 y sus vecinos serán examinados y, en su caso, unidos a través del algoritmo *Union-Find*. En este proceso de amalgamar, las plantas tipo B podrán formar racimos con plantas de su mismo tipo, con plantas tipo A y con los sitios inoculados indicados M_2 en que resulten adyacentes. El proceso finaliza cuando el sistema percola.

Para hallar el valor de la susceptibilidad χ_B que debe tener la planta tipo B se calcula la probabilidad Q_n de que el sistema percole al agregar n plantas tipo B como un promedio sobre las 10^4 veces que se ejecuta el programa para cada pareja $(l,)$, con, y fijos. Así, la probabilidad de percolación se calcula como:

$$P_L(X_B) = \sum_0^N \text{Bin}(N, n, p) Q_n \quad (1)$$

donde $N = \frac{L^2}{2}$ es el número máximo de plantas tipo B que podemos colocar y $\text{Bin}(N, n, p) = \binom{N}{n} p^n (1-p)^{N-n}$ es la función de masa de probabilidad de una variable aleatoria con parámetros $N > 1$ y $\in [0, 1]$, que corresponde con las fluctuaciones de n cuando un sistema es llenado a una densidad p . Posteriormente se ajustan los datos mediante la función.

$$P_L(X_B) = \frac{1}{2} (1 + \tanh \tanh \left(\frac{X_B - X_{BCL}}{\Delta_L} \right)) \quad (2)$$

donde X_{BCL} corresponde al umbral de percolación que depende del tamaño del sistema y Δ_L a lo ancho de la región de transición. Se resuelve la ecuación (2) como $P_L(X_B) = \frac{1}{2}$ para estimar el umbral de percolación para L fijo. Finalmente se estima el umbral de percolación en el límite termodinámico como la extrapolación $(X_{BCL} - X_{BC}) \propto L^{-1/\nu}$ de los datos con el exponente crítico $\nu = 4/3$. Para investigar los efectos de sistema finito, se realizaron simulaciones con tamaños del sistema $L = 32, 64, 128$ y 256 .

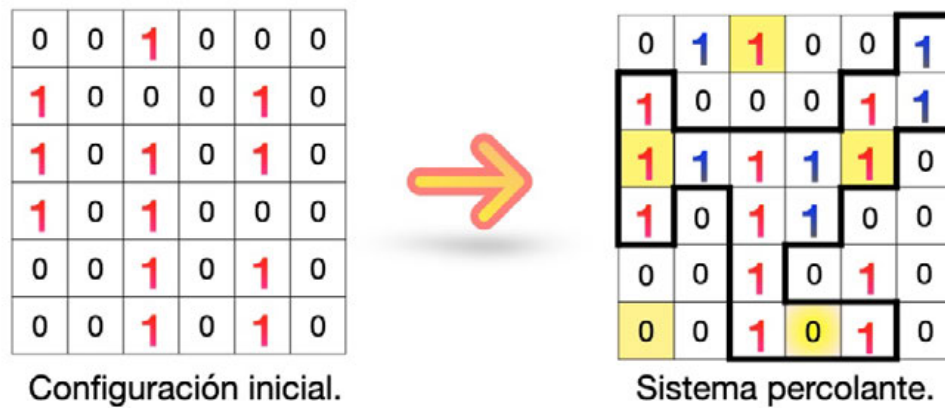


Figura 3. a) Configuración inicial obtenida al aplicar el algoritmo de Hoshen y Kopelman a las columnas destinadas a la planta tipo A. Los 1 en rojo indican que en esa celda se sembró una planta susceptible tipo A. b) Sistema percolante que resulta de aplicar el algoritmo de Newman y Ziff a las columnas correspondientes a la planta tipo B. La formación de racimos se da al amalgamar plantas tipo A, B y celdas inoculadas (celdas amarillas) adyacentes. El proceso se detiene cuando se detecta el racimo percolante.

Caso particular: una sola especie

Supongamos el caso en el que sembramos únicamente la planta tipo A, con una densidad de ocupación $p = 1$ y porcentaje de suelo inoculado $I = 0$, es decir, se siembra en su totalidad el terreno en el que solo una celda tiene presencia del patógeno. Esta situación deja ver que la susceptibilidad X_A de la planta juega el rol de la probabilidad de ocupación en el caso tradicional de la teoría de percolación, por lo que sí es menor X_A que el umbral de percolación p_c 0.59274 en la red cuadrada [2], la propagación del patógeno solo ocurrirá sobre racimos aislados. Esto nos lleva a pensar: ¿qué pasa si la especie que deseamos sembrar tiene una susceptibilidad mayor que el umbral de percolación? Dado que la porción de suelo inoculado y la susceptibilidad de una planta son parámetros que no podemos modificar a nuestro gusto, algunos investigadores [11] recomiendan sembrar a una densidad $p = 1$, es decir, se sugiere dejar espacio entre las plantas para dificultar el acceso del patógeno.

De manera similar sucede cuando dos tipos diferentes de plantas, A y B, tienen la misma susceptibilidad $X_A = X_B$, pues al final del proceso de propagación equivale a una plantación monocultivo en la que debe dejarse espacios para ralentizar el ataque del patógeno. Pese a que se trata de la misma susceptibilidad, esto no necesariamente implica que la velocidad del frente de propagación o que la enfermedad se manifieste con las mismas características en ambos tipos de plantas.

Resultados

El principal resultado de este trabajo es la determinación de curvas críticas formadas por las parejas de susceptibilidades (X_A, X_B) para valores de I y p fijos. Dichas curvas son umbrales de percolación que indican la transición a un sistema percolativo donde los pares ordenados ubicados en el área bajo la curva solo permiten la propagación del patógeno en un pequeño sector de terreno. Estas curvas se caracterizan por ser decrecientes, ya que se espera la disminución de una susceptibilidad ante el aumento de la otra. Además el umbral de percolación debe ser invariante al intercambio de A y B, es decir, los puntos (X_A, X_B) reproducen la misma curva que los puntos (X_B, X_A) , más aun, se reproduce el caso de una sola especie cuando $X_A = X_B$.

En los gráficos de las Figuras 4 y 5 se muestran los resultados de simulación para las curvas críticas considerando los valores $I=0, 0.1, 0.5, 0.8$. Los pares de plantas cuyas susceptibilidades se encuentran por debajo de la curva $p=1$ (primera curva de abajo hacia arriba) pueden sembrarse en la totalidad del terreno, mientras que aquellos pares que están por arriba de la curva dan lugar al racimo percolante de plantas susceptibles o enfermas y solo pueden sembrarse siempre que el porcentaje de suelo sembrado se reduzca, esto es, siempre que se dejen espacios entre la plantas. Las regiones sombreadas indican el porcentaje máximo de celdas sembradas necesarias para evitar la formación del racimo percolante. De esta manera, al contar con una aproximación del porcentaje de suelo inoculado se puede elegir la configuración de siembra que nos permita mayor porcentaje de suelo sembrado.

Se puede notar que a primeros vecinos el modelo de diagonales resulta mejor para valores pequeños de inoculación, pues en el caso $I=0$ la combinación (S, P) para la cepa PcV51, indicada mediante triángulo rojo, permite sembrar el 100 % de terreno, mientras que en la configuración de columnas alternadas este mismo punto se encuentra en la región morada lo que significa que debe sembrarse el 90 % de terreno si se quiere evitar que el sistema percole con un racimo de plantas susceptibles o enfermas. De manera similar sucede para $I=0.1$, este mismo par de plantas muestra una diferencia del 10 % en el porcentaje de suelo recomendado para sembrar. En la **Figura 5**, correspondiente a segundos vecinos, para $I=0$ e $I=0.1$ se observa que conviene sembrar en columnas alternadas excepto para el caso (S, P) de la cepa PcV77.

Un fenómeno interesante es que, tanto para primeros como para segundos vecinos, cuando el porcentaje de inoculación es bajo los modelos de columnas y diagonales alternadas arrojan diagramas de fase muy distintos, pero a medida que aumenta el valor de I . Se incrementa el número de sitios inoculados, que al interactuar con las plantas susceptibles crean en la red un efecto de homogeneización, lo que da lugar a diferencias imperceptibles entre ambos modelos de siembra.

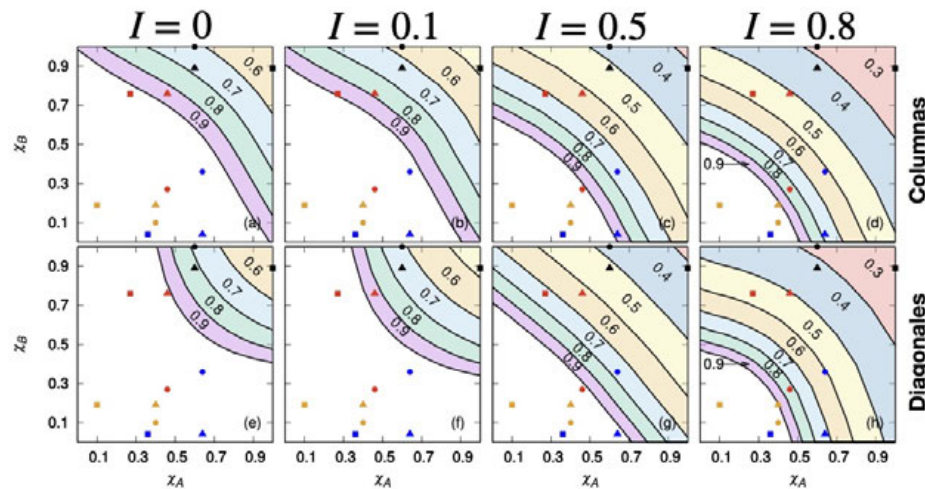


Figura 4. Diagramas de fase para primeros vecinos (2N), donde se comparan los modelos de columnas y diagonales alternadas para cada porcentaje de inoculación. Las curvas críticas corresponden, de abajo hacia arriba, a 1, 0.9, 0.8, 0.7. Las figuras ubicadas en la región blanca representan las susceptibilidades del par de plantas que garantizan que no se forme un racimo percolante de plantas susceptibles o enfermas. Las plantas cuyo par de susceptibilidades se encuentra por arriba de la curva 1 pueden ser plantados siempre que se respete la sugerencia de densidad de terreno sembrado indicado en las regiones sombreadas. Para identificar las figuras ver Tabla 1.

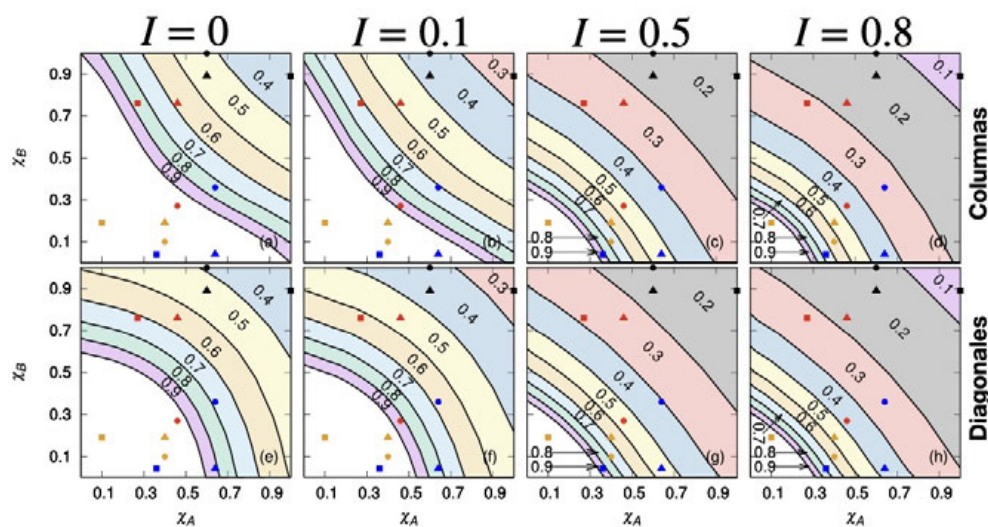


Figura 5. Diagramas de fase para segundos vecinos (3N), donde se comparan los modelos de columnas y diagonales alternadas para cada porcentaje de inoculación. Las curvas críticas corresponden, de abajo hacia arriba, a 1, 0.9, 0.8, 0.7. Las figuras ubicadas en la región blanca representan las susceptibilidades del par de plantas que garantizan que no se forme un racimo percolante de plantas susceptibles o enfermas. Notar que para 0.5 e 0.8 la diferencia entre ambos modelos es casi imperceptible. Para identificar las figuras ver Tabla 1.

Tabla 1. Combinaciones de chile ‘serrano’ (S), ‘de árbol’ (Ar) y ‘poblano’ para distintas cepas de *Phytophthora*. La susceptibilidad de cada variedad de chile para éstas cepas puede consultarse en [11]

Cepa	Figura	Par ordenado
PcV01		(S, Ar)
		(S, P)
		(Ar, P)
PcV51		(S, Ar)
		(S, P)
		(Ar, P)
PcV77		(S, Ar)
		(S, P)
		(Ar, P)
PcV90		(S, Ar)
		(S, P)
		(Ar, P)

Conclusiones

En este trabajo se utilizó la teoría de percolación para el estudio de la propagación de *Phytophthora* en sembradíos como un fenómeno de transporte. Considerando las características de movilidad del patógeno así como la susceptibilidad a enfermar de las plantas, se modelaron diferentes arreglos de cultivo.

El principal resultado de este trabajo son los diagramas de fase presentados en las Figuras 4 y 5, en ellos se comparan los modelos de columnas y diagonales alternadas a primeros y segundos vecinos, respectivamente. El objetivo es que dichos diagramas permiten a los productores poblanos decidir la mejor estrategia de siembra según las características de sus plantas y suelo. En este trabajo se ejemplifica el uso de los diagramas de fase con la susceptibilidad de tres tipos de chile, pero también puede ubicarse en los diagramas la susceptibilidad de otro tipo de plantas que también son afectadas por *Phytophthora*.

Las estrategias y sugerencias emitidas por los diagramas de fase pueden ser extendidas a configuraciones de siembra de distinta complejidad, tomando en cuenta más variedades de plantas u otros patógenos con características de

movilidad parecidas a *Phytophthora*. La reducción del daño ambiental y ecológico, así como el económico ocasionado por este fitopatógeno supondría un avance significativo en el estado de Puebla.

Líneas de trabajo o trabajos a futuro

Derivado de este trabajo se escribió el artículo científico *Percolation-intercropping strategies to prevent dissemination of phytopathogens on plantations*, el cual, el pasado 5 de Abril del año en curso, fue aceptado para su publicación en la revista *Chaos*. Cabe mencionar que nuestro trabajo fue distinguido por los editores de la American Institute of Physics como *Featured Article*, y de manera independiente le dedicarán un pequeño texto divulgativo denominado *Scilight Article*. Ambas distinciones reconocen la calidad y relevancia de este proyecto.

Por otra parte, se pretende llevar este estudio al terreno experimental donde pueda corroborar lo predicho teóricamente. Como trabajo futuro se plantea extender dicho análisis a plantaciones de árboles que por lo general no se encuentran dispuestos de manera regular como una red cuadrada.

Agradecimientos

Quiero aprovechar este espacio para agradecer por su apoyo a mis asesores: Dr. Hugo Adán Cruz Suárez y Dr. Jhony Eredi Ramírez Cancino.

Referencias bibliográficas

- [1] A. Efros, *Physics And Geometry of Disorder*. Mir Publishers, 1982.
- [2] D. Stauffer and A. Aharony, *Introduction to Percolation Theory*. Taylor & Francis, 1994.
- [3] D. C. Erwin and O. K. Ribeiro, *Phytophthora diseases worldwide*. (American Phytopathological Society (APS Press), St. Paul, Minnesota, USA, 1996.
- [4] [4] M. K. Hausbeck and K. H. Lamour, "Phytophthora capsici on vegetable crops: research progress and management challenges", *Plant disease*, Vol. 88, no. 12, pp. 1292-1303, Dec. 2004.
- [5] Gobierno de México. Implementan combate estratégico VS Plaga en plantaciones de Chile: ECV [En línea]. Disponible: <https://www.gob.mx/agricultura/%7Cdurango/articulos/implementan-combate-estrategico-vs-plaga-en-plantaciones-de-chile-ecv-133455>
- [6] González-Pérez, E., Yáñez-Morales, M. J., Santiago-Santiago, V., and Montero-Pineda, Á. Biodiversidad fungosa en la Marchitez del Chile y algunos factores involucrados, en Tlacotepec de José Manzo, el Verde, Puebla. *Agrociencia*, Vol. 38, pp. 653-661. Oct. 2004
- [7] Rodríguez, J., Olvera, B. V. P., Muñoz, A. G., Corona, B. M., Manzo, F., and Liendo, L. S. Rescate *in situ* del Chile 'poblano' en Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol. 30, no. 1, pp. 25-32. Dec. 2006.
- [8] Ochoa-Fuentes, Y. M., Cerna-Chávez, E., Gallegos-Morales, G., Cepeda-Siller, M., Landeros-Flores, J., & Flores Olivas, A. Variabilidad patogénica de *Phytophthora cinnamomi* Rands en *Persea americana* Mill. de Michoacán, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, Vol. 2, no. 5, pp. 211-215, Oct. 2014.
- [9] Atlas Agroalimentario 2012-2018. 1ra edición. SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP), Ciudad de México, 2018.
- [10] A. Elhakeem, W. van der Werf, J. Ajal, D. Luca, S. Claus, R. A. Vico, and L. Bastiaans, "Cover crop mixtures result in a positive net biodiversity effect irrespective of seeding configuration", *Agr., Ecosyst. Environ.* Vol. 285, p. 106627, Dec. 2019.
- [11] J. E. Ramírez, E. Molina-Gayosso, J. Lozada-Lechuga, L. M. Flores-Rojas, M. I. Martínez, and A. Fernández Téllez, "Percolation strategy to improve the production of plants with high pathogen susceptibility", *Phys. Rev. E*, Vol. 98, p. 062409, Dec. 2018.
- [12] J. Hoshen and R. Kopelman, "Percolation and cluster distribution. I. Cluster multiple labeling technique and critical concentration algorithm," *Phys. Rev. B*, Vol. 14, pp. 3438-3445, Oct. 1976
- [13] M. E. J. Newman and R. M. Ziff, "Fast monte carlo algorithm for site or bond percolation," *Phys. Rev. E*, Vol. 64, p. 016706, Jun. 2001.

