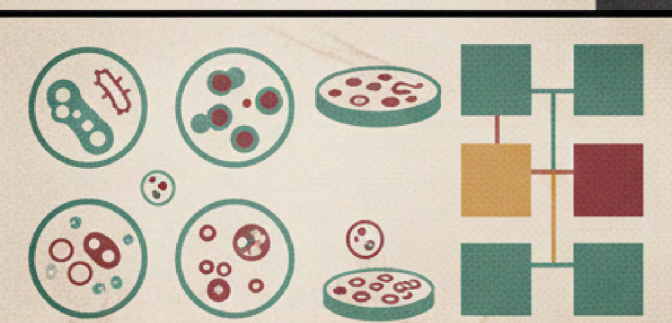
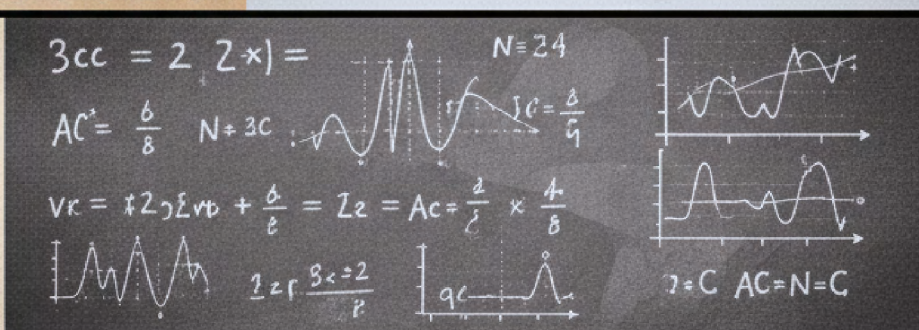
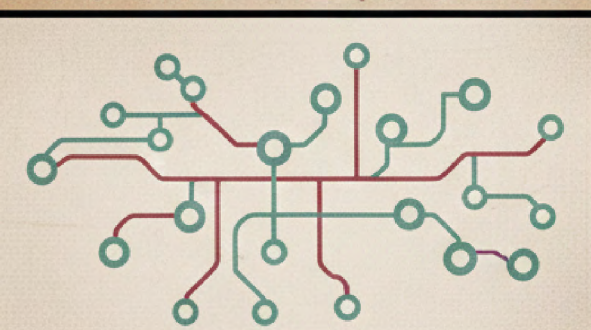
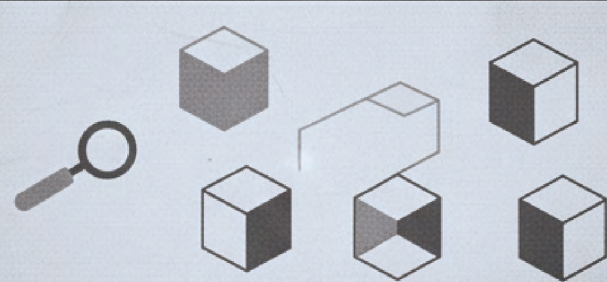




Colección
Explora. Colección de Ciencia Viva

Retos y Desafíos de la Nutrición Clínica en el Estado de Puebla

Guadalupe Soto Rodríguez
Celso E. Cortés Romero
Coordinan



PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

**Ciencia y
Tecnología**
Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación

**Pensar
Grande**

**POR AMOR A
PUEBLA**

Colección
Explora. Colección de Ciencia Viva

Retos y Desafíos de la Nutrición Clínica en el Estado de Puebla

Guadalupe Soto Rodríguez
Celso E. Cortés Romero
Coordinan



PUEBLA
Gobierno del Estado
2 0 2 4 - 2 0 3 0

**Ciencia y
Tecnología**
Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación

**POR AMOR A
PUEBLA**

**Pensar
Grande**
ene

Colección
Explora. Colección de Ciencia Viva

Retos y Desafíos de la Nutrición Clínica en el Estado de Puebla

Guadalupe Soto Rodríguez
Celso E. Cortés Romero
Coordinan

El contenido, las opiniones y el estilo de esta obra son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente la postura oficial de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación del Estado de Puebla

Retos y desafíos de la nutrición clínica en el estado de puebla

Guadalupe Soto Rodríguez

Celso E. Cortés Romero

| Personas autoras ©

© 2025, las personas autoras retienen la totalidad de los derechos morales y patrimoniales sobre esta obra.

Primera edición, México

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
Calle 33 Sur 2301, Col Santa Cruz Los Ángeles, Puebla, Pue. C.P. 72400

| ISBN SECIHTI PUEBLA: 978-607-69288-9-9

Alejandro Armenta Mier

| Gobernador Constitucional del Estado de Puebla

Celina Peña Guzmán

| Titular de la Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación

Coordinación editorial:
Luis Gerardo Aguirre Rodríguez
Mariana Baez Muñoz
Alexander Andrade Posadas

Diseño de interiores y portada:
Luis Gerardo Aguirre Rodríguez

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

Esta obra fue sometida a un proceso de dictaminación por pares en la modalidad doble ciego.

Introducción	1
Introducción metodológica	3
Cambios de la alimentación en el tiempo: transición nutricional	4
<i>Tania J. Bilbao Reboredo¹, Marcela Vélez Pliego¹ y Ana Tere Muñoz Castillo</i>	
Retos en la búsqueda de fitoquímicos bioseguros: Tradición y modernidad	15
<i>Juan Francisco Rodríguez-Landa, Frank Pulido-Criollo y Daniel Hernández-Baltazar</i>	
Desayunadores escolares: un recorrido histórico hacia la dignificación	23
<i>Cecilia Barrios Espinosa¹ y Jesús Adán Ortega González</i>	
Más allá de prohibir: el reto de construir entornos escolares saludables	33
<i>Luz Fernanda Morales Esparza</i>	
Contexto clínico-humanístico del estudio nutricional en zonas rurales	40
<i>Jesica Jocelyn Cortés-Cortina¹, Paola Belem Pensado-Guevara¹ y Daniel Hernández-Baltazar ,</i>	
Retos y desafíos de la nutrición geriátrica en el Estado de Puebla: una mirada contextual, clínica y prospectiva	47
<i>Sharon Zayuri Zenteno de los Santos</i>	
Nutrición y enfermedades crónicas no transmisibles en el estado de Puebla: interacciones entre factores dietéticos, ambientales y bioactivos	56
<i>Miguel Carreón-Tirso y Luis Alberto Arriaga Lila</i>	
El papel de la nutrición y del médico de primer contacto en el control del síndrome metabólico	62
<i>Francisco de Jesús García-Mendoza y María de los Ángeles Martínez-Martínez</i>	

Abordaje nutricional de la enfermedad renal crónica: propuesta en tres pasos clave para la práctica clínica basada en la realidad nacional	68
<i>Jesús Adán Ortega González¹ y Maximiliano Pimentel Valdivia</i>	
Más allá del virus: el papel de la nutrición y la microbiota intestinal en la respuesta pulmonar a la COVID-19	78
<i>Marian Ortiz Hernández</i>	
Tratamiento Nutricional en Pacientes con Síndrome de Down	89
<i>María Elvira Rojas Martínez</i>	
Suplementación y tratamientos nutricionales en alteraciones espermáticas	96
<i>Ana Karen Carmona Castillo, Francisco Javier Báez Hernández² y Víctor Manuel Blanco Álvarez</i>	
Opinión sobre el Vegetarianismo y veganismo como dos opciones de alimentación sustentable	103
<i>Lucía Evelyn Delcompare Narváez</i>	
Desafíos en la medicina tradicional anti-cáncer: El caso de <i>Cuphea aequipetala</i>	112
<i>Wilber Montejo-López¹, Imanol de Jesús López-Morales y Jesica Jocelyn Cortés-Cortina</i>	
Nutrición y neurodesarrollo. Comer bien para pensar y crecer mejor	118
<i>Guerson Y. Varela C., , Abril Alondra Barrientos-Bonilla y Daniel Hernández-Baltazar¹,</i>	
El papel de la alimentación en la modulación de la sintomatología depresiva: un vínculo silencioso con la salud mental	126
<i>Francesca Lezama Sánchez</i>	
La alimentación en pacientes con enfermedades neurodegenerativas	133
<i>Ana Karina Aguilar Peralta y Alejandro González Vázquez¹</i>	
Enfermedad cerebrovascular y su relación con la dieta	140
<i>Bertha Alicia León Chávez, Víctor Manuel Blanco Álvarez, Guadalupe Soto Rodríguez</i>	

Prólogo

La alimentación no es un acto puramente biológico, es además un fenómeno cultural, social y también profundamente humano. La enseñanza de la nutrición clínica en el Estado de Puebla ha madurado, ampliando su aplicación y su sentido de utilidad, buscando responder a los desafíos que la sociedad poblana enfrenta en materia de salud.

Hoy, con mucha satisfacción, presento este libro titulado “Retos y Desafíos de la Nutrición en el Estado de Puebla”, con aportaciones que reflejan el profesionalismo, compromiso y la visión de quienes forman parte de este camino académico o quienes, ahora como Nutriólogos están ejerciendo, ya sea de forma tradicional o en atención especializada a pacientes con cáncer, atención a comunidad estudiantil o en hospitales públicos, además es una muestra del esfuerzo colectivo de académicos en Nutrición Clínica, Medicina y Ciencias Químicas quienes reflexionan sobre los problemas actuales de la nutrición y ofrecen sugerencias para transformarlos.

El contenido de esta obra nos muestra múltiples escenarios, desde una mirada histórica a los cambios en la alimentación, la opinión de una dieta sustentable como el veganismo y vegetarianismo, la importancia de los fitoquímicos en la tradición y en el tratamiento contra cáncer, también se habla de las oportunidades de la nutrición en los entornos escolares, como los desayunadores y las cafeterías, ambientes rurales, y etapas críticas de la vida, desde la niñez hasta la edad madura.

Adicionalmente se aborda con rigor científico, las grandes problemáticas de la salud de la sociedad poblana como el síndrome metabólico, las enfermedades crónicas no transmisibles, la enfermedad renal, depresión, y las enfermedades neurodegenerativas, mención especial sobre el aporte nutricional a temas emergentes como la suplementación en fertilidad, la COVID-19 y el neurodesarrollo.

Con el orgullo de contribuir a la formación de generaciones de nutriólogos clínicos confío en que esta obra sea una herramienta para transformar la nutrición de nuestro Estado, pero también un puente de comunicación entre la ciencia, la nutrición y la sociedad, buscando la mejora de la salud de la entidad poblana.

M.C. Marcela Vélez Pliego
Fundadora de la Licenciatura en Nutrición Clínica
Facultad de Medicina
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Prefacio

La nutrición es una ciencia que tiene un impacto directo sobre los grandes problemas de salud pública, ante el aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles y los problemas de acceso a alimentos saludables, la alta ingesta de alimentos hiperprocesados o con exceso de calorías, la nutrición clínica permite replantear no solamente lo que comemos, si no el beneficio que tendrá esta ingesta a largo plazo sobre nuestra salud, tanto física como emocional.

El libro “Retos y desafíos de la nutrición en el Estado de Puebla” surge como un esfuerzo académico colectivo que busca aportar conocimiento científico y una reflexión crítica y diversa, como respuesta a la información errónea que se presenta de manera continua a la población, es especial, a la niñez y juventud, ya que desafortunadamente, es muy común que personas sin preparación profesional ofrezcan información nutricional que no tiene respaldo científico y que pone en riesgo la salud.

A lo largo de este libro el lector encontrará un diversos temas, desde los cambios en la alimentación, como el papel de los fitoquímicos, el síndrome metabólico, la enfermedad renal, la alimentación en poblaciones rurales y el construir entornos escolares saludables, además de aspectos donde se ha demostrado que la nutrición puede contribuir en la mejora, por ejemplo, la depresión, la COVID-19, la fertilidad, la salud cerebral, así como la opción dietética de veganismo y vegetarianismo.

Los editores consideramos que el valor de este libro se fundamenta en la integración de la investigación actual con su aplicación en el bienestar colectivo, lo que permite que sea de

utilidad no solo para estudiantes y profesionales de la nutrición, sino también para el público en general con interés en comprender la influencia de la nutrición en la calidad de vida.

Invitamos al lector a tomar cada capítulo con una actitud reflexiva, abierta y consciente de que los desafíos de la nutrición requieren respuestas interdisciplinarias y colaborativas, y sea un punto de partida para nuevas investigaciones y alcances de la nutrición clínica, todo en beneficio de la salud en el Estado de Puebla.



Resumen

El libro *Retos y Desafíos de la Nutrición Clínica en el Estado de Puebla* reúne la reflexión de académicos y profesionales de la salud —nutriólogos clínicos, médicos, biólogos y personal de enfermería— sobre el papel de la nutrición clínica en la atención multidisciplinaria del paciente. Se entiende por *reto* la necesidad de adaptación ante los cambios sociales, científicos y culturales que transforman los hábitos alimentarios, mientras que un *desafío* implica convertir esas limitaciones en oportunidades para mejorar la salud individual y colectiva.

Esta es una obra académica colectiva sobre los cambios en la nutrición, el impacto de las modificaciones a la venta de productos denominados “chatarra” en las escuelas, los desayunadores escolares y la importancia de la gestión de las autoridades en este rubro, así como la pertinencia de abordar no solo el contexto clínico, sino también el social en un medio rural.

Se establece la búsqueda de fitofármacos seguros que integren el conocimiento tradicional con la evidencia científica moderna, el papel del médico general y el efecto de factores ambientales en el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles. Se abordan los retos de la nutrición en geriatría, cada vez más relevantes ante el envejecimiento poblacional del estado, y en pacientes con síndrome de Down, que reflejan la capacidad de la nutrición clínica para responder a retos como la depresión y la pandemia por SARS-CoV-2. Asimismo, se

destacan los desafíos estructurales y políticos que influyen en la implementación de políticas públicas efectivas, la formación profesional en nutrición y la equidad en el acceso a servicios de salud y alimentación adecuada. Sea, pues, esta obra una herramienta para continuar con lo establecido por Hipócrates: “Que tu alimento sea tu medicina y que la medicina sea tu alimento.”

Palabras Clave: *Nutrición Clínica, Geriátría, Entorno Escolar, Enfermedades Neurodegenerativas, Depresión, Fitoquímicos, Síndrome de Down.*

Abstract

The book *Challenges and Perspectives of Clinical Nutrition in the State of Puebla* brings together the reflections of academics and health professionals—including clinical nutritionists, physicians, biologists, and nursing staff—on the role of clinical nutrition in the multidisciplinary care of patients. A *challenge* is understood as the need to adapt to social, scientific, and cultural changes that transform eating habits, while a *perspective* involves turning such limitations into opportunities to improve individual and collective health.

This collective academic work analyzes changes in nutrition, such as the impact of modifications to the sale of so-called “junk food” in schools, the role of school breakfast programs, and the importance of government management in this area. It also highlights the need to address not only the clinical context but also the social dimension, particularly in rural settings.

The book explores the search for safe phytopharmaceuticals that integrate traditional knowledge with modern scientific evidence, the role of general practitioners, and the influence of environmental factors in the development of chronic noncommunicable diseases. It discusses the challenges of geriatric nutrition, increasingly relevant given the state’s aging population, and those faced in caring for patients with Down syndrome, reflecting the capacity of clinical nutrition to adapt to emerging issues such as depression and the SARS-CoV-2 pandemic. The work also addresses structural and political challenges that affect the implementation of effective public policies, professional training in nutrition, and equity in access to health services and adequate food. Thus, this book serves as a tool to uphold Hippocrates’ timeless principle: “*Let food be thy medicine and medicine be thy food.*”

Keywords: *Clinical Nutrition, Geriatrics, School Environment, Neurodegenerative Diseases, Depression, Phytochemicals, Down Syndrome*

Resumen Narrativo

Este libro, *Retos y Desafíos de la Nutrición Clínica en el Estado de Puebla*, responde a los cambios en la forma de comer. Reúne a profesores, nutriólogos y médicos. Ellos muestran cómo la nutrición ayuda a prevenir y tratar enfermedades. Los capítulos siguen un orden simple. Primero se habla de los cambios en la dieta y del papel de las escuelas. Se explica que no basta con prohibir ciertos alimentos. Es mejor enseñar a los niños a crear hábitos sanos desde pequeños. La segunda parte trata algunos problemas de salud, como la depresión y la enfermedad renal. Aquí se muestra que la nutrición clínica puede apoyar en los tratamientos y mejorar la vida de los pacientes.

Presentación de la obra

La presente obra Retos y Desafíos de la Nutrición Clínica en el Estado de Puebla, busca ofrecer al lector una visión amplia de las aplicaciones de la nutrición clínica, el aporte que puede hacer para buscar, en conjunto con otras áreas de la salud, un manejo integral del paciente y así lograr, de manera más efectiva, tanto la prevención como el tratamiento de problemas de salud de la ciudadanía.

Este libro está presentado en secciones, aunque cada capítulo puede leerse de manera individual, se inicia con el cambio de la nutrición a lo largo del tiempo (lo que se conoce como Transición Nutricional) y sus repercusiones en la composición corporal, para pasar a los desafíos que se tiene en la búsqueda de un fitoquímico seguro y que además integre a la tradición en la modernidad. Dado que Puebla ocupa uno de los primeros lugares en obesidad infantil, se continúa con la participación de la nutrición clínica en los entornos escolares, iniciando con los aciertos y retos de los desayunadores escolares, así como de la regulación sobre venta de alimentos saludables en cafeterías escolares. El capítulo sobre el contexto rural aporta una visión humanista que señala la importancia de adaptar la nutrición a la realidad local.

Se avanza hacia la aplicación de la nutrición clínica en situaciones específicas como la nutrición geriátrica, las enfermedades crónicas no transmisibles, síndrome metabólico y la enfermedad renal crónica lo que señala la importante participación del nutriólogo en el manejo de pacientes con estas patologías. Posteriormente se abordan temas emergentes y de actualidad, como la relación entre la nutrición, la microbiota intestinal y la COVID-19, la atención a personas con Síndrome de Down, alteraciones espermáticas y de fertilidad, presenta también la opción de vegetarianismo y veganismo como una alimentación sustentable, pero que no debe llevarse sin la asesoría de un profesional de la nutrición clínica.

Finalmente se explora la relación de la nutrición con el neurodesarrollo, la depresión (tema emergente de salud pública), las enfermedades neurodegenerativas y la enfermedad cerebrovascular, para mostrar la capacidad de la nutrición clínica de adaptarse a los desafíos locales y globales.

Por tanto, aunque cada capítulo, puede leerse por separado, en conjunto ofrecen una visión multidisciplinaria, proporcionando reflexiones y propuestas para mejorar la salud de la población en el Estado de Puebla, así como fortalecer la práctica de la nutrición clínica.

Introducción

El estado de Puebla tiene una compleja situación en la salud nutricional, según la Secretaría de Salud del Estado de Puebla, casi un 40% de los adultos tiene problemas de sobrepeso u obesidad, mientras que el 30% de la niñez cursa con el mismo problema ubicando a la entidad en el lugar número 5 en cuanto a obesidad infantil.

Los patrones de alimentación tradicionales, es decir, la comida preparada en casa, que requería horas de preparación y planeación para ser diversa ha sido transformada por los cambios sociales, económicos y culturales propios de una sociedad en continua transición, ahora se tiene un mayor consumo de alimentos designados como “comida rápida” y alimentos hiperprocesados, lo que favorece las enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes, la obesidad, la hipertensión, entre otras. Además la desinformación sobre nutrición, tan abundante en internet, que puede poner en riesgo la salud física y emocional debe tratarse también en una profunda reflexión académica para generar orientación en las acciones de prevención y tratamiento que respondan a nuestra población, pero ir más allá y aplicar este enfoque a nuevos temas, donde tradicionalmente se consideraba que la nutrición no participaba, como la fertilidad, el neurodesarrollo, la COVID-19, síndrome de Down y enfermedades neurodegenerativas, lo que demuestra la gran importancia que tiene una correcta nutrición para lograr la salud.

Este libro colectivo, *Retos y Desafíos de la nutrición en el estado de Puebla*, surge como una respuesta ante tal reflexión, donde académicos, nutriólogos clínicos y médicos convergen entre sus diferentes líneas de investigación y práctica profesional para ofrecer un amplio

panorama y profundo de la disciplina, lo que nos señala que la nutrición clínica, forma parte de la multidisciplinariedad con que deben abordarse las enfermedades en nuestro Estado. Se entiende por *reto* la necesidad de adaptación ante los cambios sociales, científicos y culturales que transforman los hábitos alimentarios, mientras que un *desafío* implica convertir esas limitaciones en oportunidades para mejorar la salud individual y colectiva.

Los capítulos se han ordenado de manera progresiva, iniciando con la aproximación histórica-cultural de los cambios en la alimentación, el papel de los fitoquímicos, posteriormente se enfoca en los entornos escolares como un escenario estratégico para la correcta educación nutricional. Donde no se trata solo de prohibir, si no de formar hábitos saludables desde la infancia. La segunda parte de libro se enfoca en los aspectos clínicos con capítulos que abordan a las enfermedades crónicas no transmisibles, la enfermedad renal, mostrando a la nutrición clínica como una herramienta esencial en el manejo integral de los pacientes.

Finalmente se incorporan los temas emergentes que muestran que la Nutrición Clínica, se va transformando y adaptando a los desafíos tanto Estatales como Mundiales, ampliando así su aplicación a la gran actualidad científica y social.

Si bien los capítulos pueden ser leídos de manera independientes, en conjunto ofrecen una visión coherente y lógica sobre la interdisciplinariedad de la nutrición clínica, que se ajusta a las necesidades de nuestro Estado, por lo que se ofrecen propuestas, reflexiones y alternativas para la construcción de un futuro más sano.

Introducción metodológica

En esta obra, por su carácter colectivo, se tiene una diversidad temática y disciplinaria, por lo que se consideró indispensable establecer un marco metodológico general para asegurar la coherencia a cada capítulo, el enfoque analítico y criterio académico empleado por las y los autores. Cada capítulo se desarrolla a partir de metodología de revisión documental, dependiendo de la naturaleza del tema y además se cuenta con la experiencia en el área. Cada autor seleccionó el enfoque más pertinente para explicar su tema y la relación con el fenómeno nutricional específico que afecta al Estado de Puebla, sin embargo, se acordaron lineamientos comunes para asegurar la consistencia entre los capítulos.

1. Todos los capítulos se fundamentan en evidencia científica actualizada, obtenida principalmente a partir de búsquedas sistemáticas en bases de datos especializadas como PubMed, SciELO, Scopus y Google Scholar, se dio preferencia al uso de artículos de los últimos 5 años, sin descartar el empleo de estudios relevantes previos. Todas las fuentes deben cumplir con criterios de calidad académica.
2. Se solicitó que el enfoque fuera local, es decir, que se consideren características del Estado de Puebla, lo que hace que la obra se vincule con la realidad de nuestra Entidad.
3. En los capítulos de enfoque más clínico se solicitó la revisión de guías de práctica clínica, consensos internacionales, aunque también se incluyeron datos emitidos por instancias oficiales tanto nacionales como estatales y epidemiología estatal en caso de estar disponible.

Todos los textos pasaron por un proceso interno de revisión académica, donde se verificó la coherencia en el argumento y el rigor metodológico, lo que permite generar un producto colegiado con pluralidad, pero bajo un marco metodológico unificado. Esta introducción metodológica busca orientar al lector respecto al rigor científico en los capítulos que leerá a continuación.

Cambios de la alimentación en el tiempo: transición nutricional

Tania J. Bilbao Reboredo¹, Marcela Vélez Pliego¹ y Ana Tere Muñoz Castillo¹

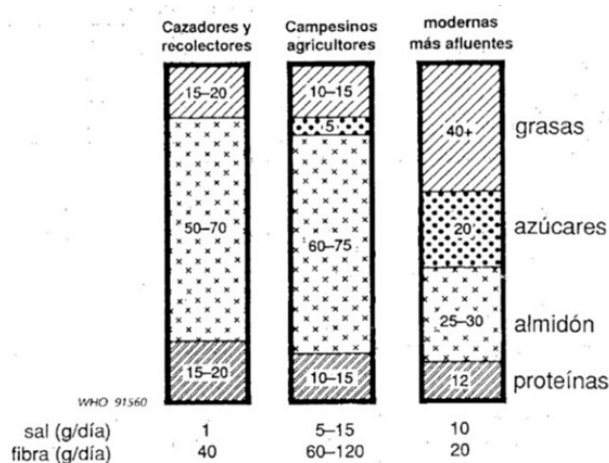
Los cambios en la alimentación fueron claves en la evolución del hombre al igual que el desarrollo paulatino del ser humano, sobre todo a partir del periodo Paleolítico, en la etapa de cazadores y recolectores, pasando por la fase de campesinos y agricultores, hasta las llamadas dietas modernas o afluentes, las que caracterizan la alimentación actual.

Los cambios de la Transición Nutricional (TN) tuvieron un impacto en los seres humanos, los que fueron explicados por Popkin (1994), a través de un modelo de cambio que denominó transición alimentaria y nutricional, destacándose modificaciones en la manera de comer y moverse las diferentes poblaciones, así como sus efectos sobre la composición corporal.

En la Figura 1, se puede apreciar el incremento en el consumo de grasas, azúcares y sal, respecto al decremento del consumo de almidón y fibra, sin grandes cambios en la proteína, lo que evidencia el tránsito hacia una dieta densamente energética.

¹ Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Figura 1. Cambios en la cantidad de nutrimentos o componentes de los alimentos en cada etapa evolutiva



Nota. Reproducción de “Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas”, por Organización Mundial de la Salud., 1990, p. 46. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/38855/WHO_TRS_797_%28part1%29_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

A lo largo de los tres periodos analizados (véase Figura 1) ocurrieron hechos históricos que sentaron las bases de los cambios en la alimentación: la primera y la segunda revolución de la agricultura, ocurriendo la quinta en la actualidad; la revolución sanitaria y la primera y segunda revolución industrial, estando vigente la quinta (Medina, 2024).

Las dos primeras revoluciones de la agricultura impactaron en la calidad y cantidad de los nutrientes u otros compuestos consumidos, dando lugar a cambios, tales como (OMS, 1990; Popkin et al., 2012):

- La disminución del porcentaje de ingesta proteica, pasando a ser los carbohidratos y la grasa la fuente principal de calorías.
 - El cambio de la fuente de grasas, que pasó de ser alta en ácidos grasos poliinsaturados Ω -3 a ser rica en grasas saturadas, aumentando la densidad energética de las dietas.
 - La alteración en la relación de la fuente de grasas poliinsaturadas que pasó a ser muy alta en Ω -6 (soja, maíz, girasol) frente a Ω -3 (pescado).

Por su parte, las primeras revoluciones industriales originaron cambios en otra gama de nutrimentos debido al empleo de nuevas tecnologías en la industria alimentaria como:

- La aparición de los alimentos refinados y la gran explosión del azúcar y derivados, con la consecuente reducción del consumo de fibra.

- El aumento de los alimentos con grasas industriales con presencia de grasas trans.
- La posibilidad de tener alimentos disponibles en cualquier momento, lo que condujo a la ingesta hipercalórica.

La TN fue antecedida por una transición demográfica, que no fue más que la modificación de un patrón de alta a baja fertilidad y mortalidad; paralelamente, se manifestaba la llamada transición epidemiológica (Omram, 1971), caracterizada por un patrón de alta prevalencia en insalubridad y hambrunas, con elevada frecuencia de enfermedades infecciosas y desnutrición, hacia un patrón de opulencia alimentaria, conocido como dieta afluyente, moderna u occidentalizada, originando el desplazamiento de las enfermedades por deficiencias (predominante en la etapa del paleolítico) hacia la prevalencia de las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) (OMS, 1990).

Las ECNT, también llamadas crónico degenerativas, se presentaron primeramente con una lenta evolución en los países desarrollados, extendiéndose a otros de mediano y bajos ingresos de manera más rápida, pero con consecuencias similares en el cuadro de salud. Desde el año 2021, Popkin y Shu Wen, publicaron que los países de ingresos altos y muchos de ingresos bajos y medianos se encuentran en una etapa de transición donde las ECNT asociadas a la alimentación, como la obesidad, diabetes tipo 2 e hipertensión, con crecientes cifras de morbilidad y mortalidad en adultos, cuya tendencia sigue siendo ascendente aun en la actualidad.

Paralelamente a las ECNT persisten cuadros de desnutrición, especialmente en la mayoría de los países de bajos y medianos ingresos, ya manifestados desde la primera mitad del siglo XX, y que tenían como característica común su asociación con la dieta, surgiendo por primera vez el concepto de doble carga de la malnutrición (Popkin et al., 2020).

La TN puede ser mejor entendida a través del análisis de cinco fases que mantienen aspectos comunes en las diferentes sociedades en cuanto a tipo de dieta, inactividad física y cuadro epidemiológico (Popkin, 1993, 1994). Ellas son:

- Fase de recolección de alimentos: dieta alta en carbohidratos y fibra, pero baja en grasa.
- Fase de las hambrunas: se asocia al inicio de la agricultura, cuando la alimentación comienza a ser menos variada mostrando periodos de extrema escasez de alimentos.
- Fase de disminución de las hambrunas: en esta etapa se manifiesta el impacto de la revolución industrial y la segunda revolución agrícola, observándose el incremento del consumo de frutas y verduras, así como productos de origen animal, también disminuyó el consumo de alimentos amiláceos.

- Fase de predominio de las enfermedades crónico-degenerativas: aumentó el desarrollo industrial y se detecta el consumo de dietas con alto contenido de grasa total, cantidades reducidas de ácidos grasos poliinsaturados, alta presencia de carbohidratos refinados, poca fibra y un aumento marcado del sedentarismo; presencia de migración hacia las capitales (urbanización) y los empleos predominantes se ubican en el comercio y los servicios.
- Fase de cambio conductual: etapa de adopción de dietas e incremento en la actividad física, condiciones más parecidas a la primera etapa de recolección de alimentos.

Según Ibarra (2016) los escenarios actuales de las enfermedades crónicas corroboran la teoría del modelo de transición, en el que la mayoría de los países de ingresos medios, aun en la actualidad, se encuentran en la transición de la etapa de recesión de las hambrunas al predominio de ECNT cuyas características principales son:

- Abandono de las dietas tradicionales con alto consumo de cereales y tubérculos.
- Expansión de la homogenización mundial en el tipo de comida a consumir, caracterizada por alto contenido de energía, grasa total, grasa saturada, colesterol, sal y azúcares simples.
- Disminución de la actividad física por cambios en la estructura ocupacional, aumento de actividades dentro de las ocupaciones y mayores facilidades para el transporte y otras actividades cotidianas.
- Incremento de las tasas del sobrepeso, obesidad y enfermedades comórbidas como diabetes mellitus, hipertensión, enfermedades renales y cardiopatía isquémica, por los cambios en la dieta y la actividad física.

Tres cambios importantes en la vida de las personas sentaron las bases del cuadro epidemiológico actual: cambios en los patrones dietarios (ya descritos), el aumento de las porciones de alimentos y la reducción de la actividad física, siendo las diferencias en las políticas públicas, los factores socioeconómicos y culturales los que amplían la brecha de comportamiento entre los diferentes países.

La Transición Nutricional como un proceso multifactorial

La TN no se puede reducir a listar una serie de componentes (nutrientes o no) de los alimentos, cuyo consumo se modificó con la evolución del hombre, tiene bases más profundas resultado de la interacción de cambios socioculturales, económicos, de comportamiento y estilos de vida.

Vorster et al. (1999), propusieron los factores contribuyentes de la transición en países en vías de desarrollo, siendo los más importantes la urbanización (con el abandono de la producción agrícola), la globalización que contribuyó fuertemente a un proceso de transculturación alimentaria con el aumento de las importaciones, condiciones de estrés, reducción del tiempo para cocinar, así como los medios de comunicación y publicitarios reforzaron estos comportamientos alimentarios no saludables (Satterthwaite et al., 2010; Colozza et al., 2023).

A partir de la década de 1990, las dietas contenían más alimentos procesados con tendencia al hiperprocesamiento, se consumía más fuera del hogar y ante la refinación de aceites vegetales, se favoreció el acceso a grasas económicas, aumentando su consumo y el de alimentos fritos (Popkin, 2020).

Este escenario permite entender la transición como un fenómeno multifactorial complejo, donde los llamados impulsores alimentarios, fueron aumentando como parte de la dieta habitual ante el desarrollo de la industria alimentaria y las nuevas tecnologías (Popkin et al., 2012).

Entre las consecuencias derivadas de la TN, se encuentra el cambio de dietas monótonas poco variadas con bajos contenidos de sal, azúcar, grasa y alta en fibra, hacia la dieta moderna, variada pero imprudente, tanto desde el punto de vista nutricional como por su efecto poco saludable (López de Blanco y Carmona, 2005).

Por otra parte, está documentado que ante los cambios tanto alimentarios, como sociales y evolutivos, el hombre se volvió sedentario, reduciendo la actividad física significativamente en todas las etapas de la vida, convirtiéndose algunas facetas del desarrollo humano en un bumerán para la salud (Arocha, 2019), ya que la actividad física está asociada a la disminución del riesgo y evolución de las ECNT, la salud física y mental (OMS/FAO, 2003; Popkin et al., 2012; OMS, 2021).

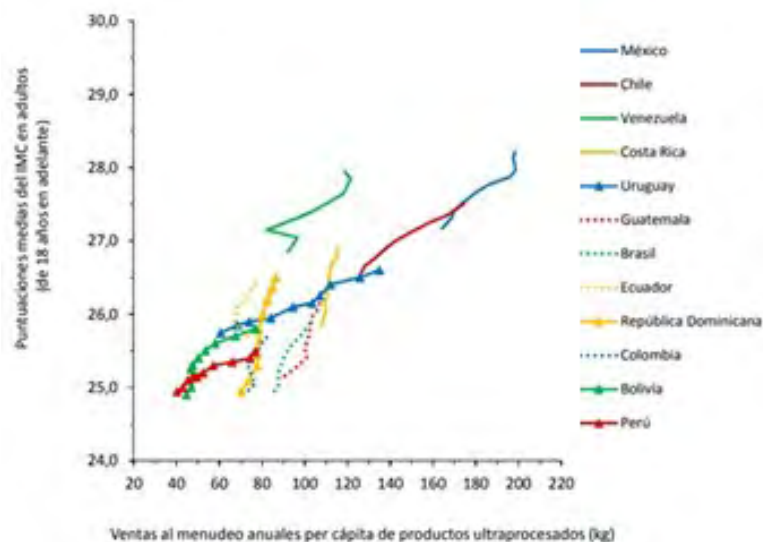
Previamente, se revisaron las causas de la TN, proceso que puede ocurrir siempre que haya cambios socioeconómicos, desarrollo de la industria, crecimiento económico, educación en salud, cultura alimentaria, sin embargo el estado epidemiológico del país se asocia a deficiencias nutricionales y ECNT, lo que debe llevar a la implantación de políticas públicas coherentes por las autoridades de salud y el gobierno, asociadas a la alimentación y salud, a manera de elevar la toma de conciencia por toda la población.

La globalización, proceso asentado en la primera década del siglo XXI, se basa en la implantación de una política neoliberal que inicio en la década de los 80, sustentada en una crisis económica mundial que dio paso a los drásticos cambios del comportamiento alimentario en todos los países del mundo (Perkins, 2019).

Como en casi toda América Latina, México en poco más de 40 años ha modificado la dieta tradicional compuesta predominantemente por alimentos de origen vegetal (maíz, frijol y nopal, entre otros), de fácil adquisición a nivel local y regional, modificando la cantidad y calidad de la comida hacia un mayor consumo de carnes rojas sobre el pescado, consumo de bebidas azucaradas y productos ultraprocesados, entre otros. Estos últimos altamente palatables por sus combinaciones de azúcar, sal, harina refinada, grasas saturada y trans, se caracterizan por su elevada densidad energética, lo cual ratifica la relación causa efecto: alimentos hiperprocesados-riesgo de ECNT (Bengoa, 2000; Uauy, 2015; Perkins, 2019). Sin embargo, no es posible ignorar las deficiencias nutricionales, las que coexisten con la obesidad y sus comorbilidades en muchos sectores poblacionales de México, considerándose, por tanto, la malnutrición la situación más grave relacionada con la alimentación que enfrenta el país (Barquera y Arellano, 2024).

En la Figura 2, se representan las ventas de productos hiperprocesados respecto al Índice de Masa Corporal (IMC), se puede observar que, a mayor mercado de estos alimentos, mayor es el IMC y México ocupa un lugar preponderante en ascenso que se mantiene aún en la actualidad.

Figura 2. Ventas anuales per cápita de productos alimentarios y bebidas ultraprocesadas y puntuaciones medias por IMC en 12 países de América Latina, 2000-2009



Nota. Reproducción de “Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas”, por Organización Panamericana de la Salud, 2015, p.45. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/7698/9789275318645_esp.pdf

El secretario de salud de México David Kershenobich, comentó en entrevista que el consumo promedio per cápita de refresco del mexicano asciende a 166 litros anuales, y cada botella de 600 ml contiene 15 cucharaditas de azúcar (Secretaría de Salud, 2025).

En el año 2024, Barquera et al., publicaron datos muy interesantes de un estudio realizado a partir de la ENSANUT continua 2020-23, que sugieren la necesidad de mejorar las políticas públicas asociadas a la oferta y consumo de alimentos detonadores de ECNT. Entre sus resultados relevantes están la prevalencia de obesidad, que fue del 37.1%; la presencia de obesidad asociada a la posibilidad de tener diabetes, hipertensión arterial y dislipidemias y el porcentaje de bebidas energéticas industrializadas que fue de 6.8% en hombres y 3.3% en mujeres.

El estado de Puebla comparte los mismos cambios en la alimentación que el resto de México con presencia de dos de las enfermedades crónicas de mayor prevalencia, la obesidad con el 32.9% en el año 2018 y la diabetes tipo 2 con un 111.7% en 2022, cifras preocupantes que siguen en ascenso (Campos, 2023).

Algunos estudios sobre la alimentación en zonas rurales y urbanas en Puebla han encontrado una deficiente alimentación en ambas condiciones de vida. En el primer caso Vélez et al. (2012), publicaron las características de los alimentos consumidos, no cumpliéndose las recomendaciones de la dieta correcta (NOM-043-SSA2-2012), por consumo reducido de alimentos recomendables para la población mexicana (Gaona et al., 2018), no consumo de leche e incumplimiento de las recomendaciones para la mayoría de los nutrimentos por la baja frecuencia de consumo de alimentos.

Otros estudios, en zonas urbanas de Puebla en universitarios, Bilbao et al. (2020), detectaron dietas muy densas en energía a expensas de consumos elevados de grasas saturadas, escaso consumo de frutas y vegetales con el consecuente bajo consumo de fibra dietética, e ingresos deficientes de ácido fólico y hierro, por tanto la mayoría de las y los alumnos llevaban una alimentación insuficiente, poco variada e incompleta, coincidiendo con los resultados obtenidos por Navarro et al., 2023, en una población similar.

Aunado a todos los factores mencionados causantes de los cambios alimentarios y epidemiológicos en el mundo, la inactividad física paralelamente aumentó a lo largo de la TN y se considera factor de riesgo modificable de las ECNT. En 2023, INEGI publicó que, en México, de una muestra poblacional de mujeres y hombres de 18 años y más, que el 60.2% fueron clasificados inactivos físicamente, y estas cifras a pesar de los esfuerzos en el país, se mantienen. México, se han sumado a la lucha de aumentar la actividad física a través de la mejora de políticas públicas relacionadas con esta (Chávez, 2018; INEGI, 2024).

Conclusión

Debemos regresar al cambio de como movernos, y revertir hábitos alimentarios inadecuados exacerbados con el cambio climático al reducir el valor nutricional de los alimentos, y lograr acercarnos a regímenes alimentarios sanos, tradicionales, sostenibles y sustentables, para rescatar la salud en aras de cumplir uno de los objetivos más importantes del milenio, lograr el hambre cero, y por otro lado, rescatar en México y el mundo, dietas que reduzcan significativamente la huella ambiental, lo que unido al incremento de la actividad física, el tránsito hacia dietas basadas en plantas, se pueda combatir la pandemia de la obesidad y sus comorbilidades enfrentadas por el mundo hace más de medio siglo.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Las autoras declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Bibliografía

- Arocha, J. I. (2019). Sedentarismo, la enfermedad del siglo XXI. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 31(5), 233–240. <https://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e-investigacion-arteriosclerosis-15-pdf-S0214916819300543>
- Barquera, S., & Arellanos, M. (2024). La transición alimentaria en México: una amenaza para la salud humana y planetaria. *INSP*. <https://www.insp.mx/informacion-relevante/la-transicion-alimentaria-en-mexico-una-amenaza-para-la-salud-humana-y-planetaria>
- Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Oviedo-Solís, C., Rodríguez-Ramírez, S., Monterrubio-Flores, E., Trejo-Valdivia, B., Martínez-Tapia, B., Aguilar-Salinas, C., Galván-Valencia, O., Chávez-Manzanera, E., Rivera-Dommarco, J., & Campos-Nonato, I. (2024). Obesidad en adultos. *Salud Pública de México*, 66, 414–424. <https://doi.org/10.21149/15863>
- Bengoa, J. M. (2000). Las transiciones alimentarias en la historia. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 13(2). <https://www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2000/2/art-9/>

- Billbao, T. J., García, L. F., Ortega, J. A., & Vélez, M. (2020). Sobre el estado de los ingresos dietéticos en las alumnas de la licenciatura en nutrición clínica de una universidad mexicana. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 30(1), 23–54. https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/956/pdf_210
- Campos, J. J. (2023). *Cifras sobre la diabetes en México*. México ¿Cómo Vamos? <https://mexicocomovamos.mx/animal-politico/2023/11/cifras-sobre-la-diabetes-en-mexico/>
- Colozza, D., Wang, Y. C., & Avendano, M. (2023). Does urbanisation lead to unhealthy diets? Longitudinal evidence from Indonesia. *Health & Place*, 83, 103091. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2023.103091>
- Diario Oficial de la Federación. (2013). *Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012. Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013
- Gaona-Pineda, E. B., Rodríguez-Ramírez, S., Medina-Zacarías, M. C., Valenzuela-Bravo, D. G., Martínez-Tapia, B., & Arango-Angarita, A. (2023). Consumidores de grupos de alimentos en población mexicana. Ensanut Continua 2020–2022. *Salud Pública de México*, 65(Supl. 1), S248–S258. <https://doi.org/10.21149/14785>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025, enero 25). *Módulo de práctica deportiva y ejercicio físico (MOPRADEF) 2023* [Comunicado de prensa]. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/MOPRADEF/MOPRADEF2023.pdf>
- López de Blanco, M., & Carmona, A. (2005). La transición alimentaria y nutricional: Un reto en el siglo XXI. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 18(1), 90–104. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522005000100017
- Medina, H. J. (2024). *Evolución de la agricultura en el mundo: las cinco revoluciones históricas* (Tesis doctoral, Universidad Autónoma Chapingo). ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/386735283>
- Navarro, A. R., Vera, O., Munguía, P., Ávila, R., Lazcano, M., Ochoa, C., & Hernández, P. (2017). Hábitos alimentarios en una población de jóvenes universitarios (18–25 años) de la ciudad de Puebla. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 23(Supl. 2), 31–37. https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/6._H_bitos_alimentarios_en_una_poblacion.pdf
- Omran, A. R. (1971). The epidemiologic transition: A theory of the epidemiology of population change. *Milbank Quarterly*, 39(4 Pt. 1), 509–538. <https://doi.org/10.2307/3349375>
- OMS/FAO. (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases* (WHO Technical Report Series No. 916). https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf

- Organización Mundial de la Salud. (1990). *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/38855/WHO_TRS_797_%28part1%29_spa.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Directrices de la OMS sobre actividad física y comportamientos sedentarios*. <https://iris.who.int/handle/10665/349729>
- Perkins, L. (2019). Patrón alimentario global y cocina tradicional mexicana: Consumos, consecuencias sociales y retos actuales. En *XXXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología*. Asociación Latinoamericana de Sociología. <https://cdsa.aacademica.org/000-030/2324.pdf>
- Popkin, B. M. (1993). Nutritional patterns and transitions. *Population and Development Review*, 19(1), 138–157. <https://doi.org/10.2307/2938388>
- Popkin, B. M. (1994). The nutrition transition in low-income countries: An emerging crisis. *Nutrition Reviews*, 52(9), 285–298. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1994.tb01460.x>
- Popkin, B. M., Adair, L. S., & Ng, S. W. (2012). Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, 70(1), 3–21. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x>
- Popkin, B. M., Corvalan, C., & Grummer-Strawn, L. M. (2020). Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *The Lancet*, 395(10217), 65–74. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32497-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32497-3)
- Popkin, B. M., & Ng, S. W. (2022). The nutrition transition to a stage of high obesity and noncommunicable disease prevalence dominated by ultra-processed foods is not inevitable. *Obesity Reviews*, 23(1), e13366. <https://doi.org/10.1111/obr.13366>
- Popkin, B. M. (2020). *El impacto de los alimentos ultraprocesados en la salud*. *Alimentación, Agricultura y Desarrollo Rural en América Latina y el Caribe*, 34. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c363cb5d-a2d2-40ea-abf3-1c10988bd540/content>
- Satterthwaite, D., McGranahan, G., & Tacoli, C. (2010). Urbanization and its implications for food and farming. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2809–2820. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0136>
- Secretaría de Salud. (2025). *Secretaría de Salud alerta sobre efectos a la salud de la población mexicana por consumo excesivo de refrescos*. <https://www.gob.mx/salud/prensa/154-secretaria-de-salud-alerta-sobre-efectos-a-la-salud-de-la-poblacion-mexicana-por-consumo-excesivo-de-refrescos>
- Tulloch, A., Borthwick, F., Bogueva, D., Eltholth, M., Grech, A., Edgar, D., Boylan, S., & McNeill, G. (2023). How the EAT–Lancet Commission on food in the Anthropocene influenced discourse and research on food systems: A systematic review covering the first 2 years post-publication. *The Lancet Global Health*, 11(7), e1125–e1136. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2214-109X%2823%2900212-7>

- Uauy, R. (2015). Desafíos para lograr una alimentación saludable y nutrición sustentable en América Latina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 45(Supl. 1). <http://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-16/>
- Vélez, M., Bilbao, T. J., Mejía, B., Zenteno, S., & Ortega, J. A. (2012). Estado de los consumos alimentarios en comunidades del estado mexicano de Puebla. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 22(2), 270–286. <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/463>
- Vorster, H. H., Bourne, L. T., Venter, C. S., & Oosthuizen, W. (1999). Contribution of nutrition to the health transition in developing countries: A framework for research and intervention. *Nutrition Reviews*, 57(11), 341–349. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1999.tb06911.x>

Retos en la búsqueda de fitoquímicos bioseguros: Tradición y modernidad

Juan Francisco Rodríguez-Landa¹, Frank Pulido-Criollo² y Daniel Hernández-Baltazar³

Contexto

Actualmente, las sociedades modernas experimentan un incremento en el desarrollo de diversas enfermedades, relacionado con las dinámicas sociales, familiares y laborales que impactan los procesos de adaptación del individuo a su entorno. Los factores biológicos, psicológicos, ambientales y sociales pueden ser altamente estresantes y afectar procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos, que contribuyen al desarrollo de múltiples enfermedades, entre ellas, las relacionadas con la salud mental, como son la ansiedad y la depresión. Adicionalmente, los estilos de vida y la alimentación también juegan un papel

1 Laboratorio de Neurofarmacología, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

2 Programa de Licenciatura en Enfermería, Universidad del Papaloapan (UNPA), Tuxtepec, Oaxaca, México.

3 Programa Investigadoras e Investigadores por México, SECIHTI, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

significativo en el mantenimiento o deterioro de la salud, pudiendo contribuir al desarrollo de enfermedades metabólicas como la diabetes y la obesidad que afectan diversos sistemas en el ser humano (WHO, 2022).

A pesar de que existen medicamentos para controlar o erradicar los síntomas de los padecimientos antes señalados, muchos de ellos no son tolerados por los pacientes o son ineficaces. Además, la mayoría de ellos producen efectos secundarios que se asocian con una baja adherencia al tratamiento, limitando su uso terapéutico (Niarchou et al., 2024). Por otro lado, los costos elevados de los medicamentos impiden la accesibilidad en las poblaciones de bajos recursos económicos, lo que condiciona su uso en el tratamiento de enfermedades. En este sentido, un alto porcentaje de pacientes busca alternativas terapéuticas de bajo costo y que están al alcance de sus posibilidades.

Uno de los principales recursos terapéuticos alternativos se puede encontrar en la “medicina tradicional”, mediante el uso de infusiones y extractos de plantas, formulaciones herbales y los llamados alimentos funcionales (Ansari et al., 2025). Sin embargo, en la mayoría de los casos, esos tratamientos alternativos carecen de estudios sistematizados que avalen o refuten sus propiedades terapéuticas o tóxicas que puedan poner en peligro la salud de los pacientes. Por lo que es necesario asegurar un uso racional, seguro y eficaz en el tratamiento de enfermedades y así eliminar las barreras actuales para que esta medicina sea incluida en los sistemas de salud humana contemporáneos (Rodríguez-Landa et al., 2023).

¿Qué es la medicina tradicional?

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la medicina tradicional se refiere a la integración de los conocimientos médicos tradicionales y de la medicina indígena. Puede incluir terapias con “medicamentos” a base de infusiones y extractos de plantas, sus derivados y su combinación con productos de origen animal y mineral. Además, la medicina tradicional también incluye el uso de terapias no medicamentosas como son, por ejemplo, la acupuntura, masajes y actividades espirituales. En este sentido, la OMS está impulsando estrategias que permitan desarrollar conocimientos para un uso racional y adecuado de la medicina tradicional y complementaria con la finalidad de garantizar su calidad, seguridad, adecuada utilización y eficacia terapéutica (WHO, 2002). Es de llamar la atención que, aun en la actualidad, la medicina tradicional sea ampliamente utilizada y su uso haya crecido significativamente. Su empleo no está arraigado solo en las poblaciones rurales o grupos originarios, sino que en las grandes ciudades de países desarrollados se está incorporando como parte de la terapéutica. Esto debido a creencias culturales e ideas acerca de los efectos indeseables producidos por las sustancias químicas sintéticas que forman parte de los medicamentos de la medicina alopática. Esto, aunado también al incremento de las expectativas de vida que ha aumentado

el potencial desarrollo de enfermedades crónicas incapacitantes como son diferentes tipos de cáncer, problemas metabólicos, diabetes, desórdenes neurodegenerativos y psiquiátricos en el largo plazo. Es por lo que, los pacientes ven como una alternativa terapéutica la medicina tradicional y complementaria, basada principalmente en infusiones y extractos de plantas y sus derivados, productos herbales (WHO, 2022) y, actualmente, el consumo de los llamados alimentos funcionales, tales como los frutos rojos y algunos vegetales con alto contenido de polifenoles que ejercen efectos antioxidantes, antiinflamatorios y neuroprotectores. Así, los alimentos funcionales podrían servir como preventivos para evitar el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas (Fernández-Demeneghi et al., 2024), entre otras.

Las plantas y sus fitoquímicos como recursos medicinales

Las plantas han sido descritas en culturas antiguas alrededor del mundo, resaltando sus cualidades alimenticias, terapéuticas, recreativas y tóxicas bajo determinadas circunstancias. Dentro de las grandes culturas ancestrales que dejaron registros de su medicina, se encuentran aquellas que florecieron en el continente asiático como la china e india; en el continente africano como la egipcia; en el continente europeo como la romana y griega; y no menos importantes aquellas culturas que se establecieron en el continente americano como la olmeca, teotihuacana, maya, zapoteca, purépecha, tolteca, azteca e inca, (Cortes-Gallardo et al., 2024), entre otras. Sus recetas y usos terapéuticos para las enfermedades que ellos identificaron se encuentran resguardadas en códigos antiguos como el *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis* (de la Cruz y Badiano, 1552), también llamado Códice de la Cruz-Badiano o Códice Berberini, escrito entre 1552 y 1553 en lengua náhuatl y, posteriormente, traducido al latín, además de documentos históricos que muestran su conocimiento de la medicina natural (**Figura 1**). Desafortunadamente, la mayoría de las recetas medicinales a base de plantas y otros productos naturales carecen de un sustento científico basado en estudios preclínicos en animales de laboratorio o la evaluación terapéutica en estudios clínicos controlados en el ser humano.

Figura 1. *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*. Describe el uso de plantas de las culturas Mesoamericanas pre-Colombinas usadas en el tratamiento de diversas enfermedades. Folio 29 del código original digitalizado (de la Cruz y Badiano, 1552) donde se representan plantas utilizadas contra el dolor del pecho (*contra pectoralis dolorem*, izquierda) y contra el dolor del corazón (*contra cordis dolorem*, derecha).



Fuente: <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/codice%3A851#page/1/mode/2up>

Sin embargo, en algunos casos, se han estudiado sistemáticamente las preparaciones medicinales de esas culturas desde un enfoque etnobotánico, etnofarmacológico, fitoquímico y terapéutico en animales de experimentación y en el ser humano. En este sentido, se han identificado plantas con efectos terapéuticos asociados a sus metabolitos o fitoquímicos como son flavonoides, alcaloides, cumarinas, quininas y terpenos, entre otros, llegado a ser parte de medicamentos usados por el ser humano (**Tabla 1**).

Tabla 1. Dossier de plantas y sus fitoquímicos que dieron origen a medicamentos actuales.

Nombre común / Nombre botánico	F i t o q u í m i c o principal	Ejemplo de medicamentos [®]	Aplicación terapéutica
Belladona <i>Atropa belladonna</i> L.	Atropina	Atropina Accord Atropina Noridem Colirofta atropina	Oftalmología, cardiología, cólico renal y hepático, problemas respiratorios, relajante muscular.
Toaloche <i>Datura stramonium</i> L. <i>Datura inoxia</i> Mill.	Hiosciamina Escopolamina Atropina	Buscapina Buscopresc Escopolamina B. Braun	Espasmos del tracto gastrointestinal, biliar y genitourinario. Control del cólico menstrual y renal.
Sauce blanco, sauce llorón <i>Salix alba</i> L.	Salicina Ácido acetilsalicílico	Aspirina Calmantina Inyesprin Sedergine	Control de la fiebre, dolor, inflamación; ayuda a prevenir la formación de coágulos, cardioprotector.

Plantas y fitoquímicos con beneficios en la salud mental

En animales de laboratorio se han evaluado efectos de extractos de plantas medicinales que podrían mantener la salud mental. Algunas plantas descritas en códigos de las culturas ancestrales y utilizadas en la medicina tradicional ejercen efectos ansiolíticos y antidepresivos. Revisemos algunos ejemplos (Tabla 2):

Tabla 2. Comparativo de beneficios y limitaciones del uso de algunas plantas medicinales.

Nombre común / Nombre botánico	Efecto principal	Mecanismo de acción identificado	Inconvenientes
Hierba de San Juan (<i>Hypericum perforatum</i>)	Ansiolítico y antidepresivo en animales de laboratorio y en el ser humano	La presencia de naftodiantronas, hiperforina e hipericina, activan los sistemas dopaminérgico, serotoninérgico y noradrenérgico (Otero et al., 2024).	Psicosis y pigmentación de la piel, dado que sus componentes son fotosensibles.
Pasiflora (<i>Passiflora caerulea</i> y <i>Passiflora incarnata</i>)	Ansiolítico y antidepresivo en el humano	El fitoquímico crisina favorece la activación del sistema GABAérgico y serotoninérgico; además de estimular la producción de factores neurotróficos (Rodríguez-Landa et al., 2022).	El flavonoide crisina interactúa con las hormonas ováricas, por lo que cuando existen altos niveles de esas hormonas, se produce aumento de ansiedad y la desesperanza conductual (Rodríguez-Landa et al., 2021).

También, la evaluación de extractos de la planta denominada *Cihuaphтли*, en lengua náhuatl, que corresponde a las especies *Montanoa tomentosa*, *Montanoa frutescens* y *Montanoa grandiflora* ejerce efectos ansiolíticos y antidepresivos en animales de laboratorio al activar a los sistemas GABAérgico y oxitocinérgico en el cerebro (Carro-Juárez et al., 2012; Lagunes-Merino et al., 2019). Sin embargo, bajo ciertas dosis, los extractos de *M. tomentosa* pueden producir contracciones uterinas, lo que se asocia con sus propiedades abortivas (Gallegos, 1985). Estos datos resaltan la necesidad de profundizar en su estudio bajo diferentes condiciones que consideren el sexo, la edad y el estado fisiológico de los individuos, para que, de esta manera, se asegure su uso medicinal y evitar efectos indeseables o tóxicos.

Desafíos en el estudio de plantas y fitoquímicos usados en la medicina tradicional

Es evidente la necesidad de realizar estudios multidisciplinarios de los efectos farmacológicos y tóxicos de los productos empleados en la medicina tradicional, particularmente de aquellos que son administrados al organismo, donde pueden interactuar con diferentes sustancias endógenas y órganos vitales del individuo.

Unos de los desafíos en su estudio es estandarizar los productos derivados de las plantas para controlar las variaciones en su contenido fitoquímico dependiendo del desarrollo biológico de las plantas, la región de colecta, los métodos de cultivo y procesamiento. Además de realizar estudios farmacocinéticos y de interacción farmacológica con medicamentos sintéticos para garantizar su seguridad en el ser humano (Gamil et al., 2025). Hasta ahora, es necesario difundir el conocimiento de los efectos terapéuticos y tóxicos de las plantas en la población general, dado que muchas personas las usan sin una regulación o supervisión médica, lo que puede deteriorar su salud. Lo anterior, bajo la creencia de que todo lo natural es bueno, cuando realmente esto depende de la dosis y las condiciones en que se consumen (Saggar et al., 2022). También, es de vital importancia evaluar desde diferentes enfoques los llamados alimentos funcionales de origen vegetal, los cuales se cree podrían tener efectos terapéuticos asociados con sus fitoquímicos, como son los polifenoles, que ejercen efectos antioxidantes, antiinflamatorios y neuroprotectores. Esas sustancias podrían ayudar a reducir los efectos negativos del estrés oxidativo, dando como resultado efectos ansiolíticos y antidepresivos, así como acciones preventivas en el desarrollo de desórdenes neurovegetativos como el Alzheimer y el Parkinson, entre otros (Granato et al., 2020).

Finalmente, un desafío adicional es la concepción que se tiene de la medicina tradicional y la medicina moderna y querer compararlas en un mismo contexto. Sin embargo, ambas parten de diferentes posturas teóricas y metodológicas; la medicina tradicional explica a las enfermedades desde una perspectiva física, emocional, social y sobrenatural, por lo que busca restablecer el equilibrio entre los elementos como el frío/calor corporal para lograr la salud. Por el contrario, la medicina moderna explica a las enfermedades desde el punto de vista de sus bases biológicas, por lo que trata de restablecer la salud mediante la modificación de diversos sistemas biológicos. En este sentido se sugiere que, en lugar de comparar ambos sistemas de salud y sus conocimientos, sería más enriquecedor considerarlos como sistemas complementarios y explicativos de la realidad contextual de la enfermedad y del paciente.

Conclusión

Aún falta mucho por investigar acerca de los sistemas de salud, tanto tradicional como el moderno, para realmente validar los productos usados en la primera y establecer las interacciones con la medicina moderna para asegurar la calidad de vida de los pacientes.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Ansari, P., Reberio, A. D., Ansari, N. J., Kumar, S., et al. (2025). Therapeutic potential of medicinal plants and their phytoconstituents in diabetes, cancer, infections, cardiovascular diseases, inflammation, and gastrointestinal disorders. *Biomedicines*, 13(2), 454. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13020454>
- Cortez-Gallardo, V., Macedo-Ceja, J. P., Arteaga-Aureoles, G., Hernández-Arroyo, M., et al. (2024). Farmacognosia: breve historia de sus orígenes y su relación con las ciencias médicas. *Revista Biomédica*, 15(2), 123–136. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v15i2.381>
- De la Cruz, M., & Badiano, J. (1552). *Libellus de medicinalibus indorum herbis*. INAH. <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/codice%3A851#page/60/mode/2up>
- Fernández-Demeneghi, R., Puga-Olguín, A., Vargas-Moreno, I., Hernández-Pérez, M., et al. (2024). Salud mental: sinergia entre nutrición, actividad física y ejercicio. En A. G. Martínez-Moreno (Ed.), *Una propuesta transdisciplinar: La psiconutrición* (pp. 211–261). Tirant Lo Blanch.
- Gallegos, A. J. (1985). The zoapatle. VI. Revisited. *Contraception*, 31(5), 487–497. [https://doi.org/10.1016/0010-7824\(85\)90084-8](https://doi.org/10.1016/0010-7824(85)90084-8)

- Gamil, N. M., Elsayed, H. A., Hamed, R. M., Salah, E. T., et al. (2025). Insights from herb interactions studies: A foundational report for integrative medicine. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 11, 46. <https://doi.org/10.1186/s43094-025-00794-7>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., et al. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11, 93–118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Lagunes-Merino, O., Rodríguez-Landa, J. F., Caba, M., Carro-Juárez, M., et al. (2019). Acute effect of an infusion of *Montanoa tomentosa* on despair-like behavior and activation of oxytocin hypothalamic cells in Wistar rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 10(1), 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2019.01.005>
- Niarchou, E., Roberts, L. H., & Naughton, B. D. (2024). What is the impact of antidepressant side effects on medication adherence among adult patients diagnosed with depressive disorder? A systematic review. *Journal of Psychopharmacology*, 38(2), 127–136. <https://doi.org/10.1177/02698811231224171>
- Otero, M. C., Ceric, F., Miranda-Rojas, S., Carreño, C., et al. (2024). Documentary analysis of *Hypericum perforatum* (St. John's Wort) and its effect on depressive disorders. *Pharmaceuticals*, 17(12), 1625. <https://doi.org/10.3390/ph17121625>
- Rodríguez-Landa, J. F., German-Ponciano, L. J., Puga-Olgún, A., & Olmos-Vázquez, O. J. (2022). Pharmacological, neurochemical, and behavioral mechanisms underlying the anxiolytic- and antidepressant-like effects of the flavonoid chrysin. *Molecules*, 27(11), 3551. <https://doi.org/10.3390/molecules27113551>
- Rodríguez-Landa, J. F., Guillén-Ruiz, G., Hernández-López, F., Cueto-Escobedo, J., et al. (2021). Chrysin reduces anxiety-like behavior through actions on GABA receptors during metestrus–diestrus in the rat. *Behavioural Brain Research*, 397, 112952. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.112952>
- Rodríguez-Landa, J. F., Scuteri, D., & Martínez-Mota, L. (2023). Editorial: Plant secondary metabolites: Potential therapeutic implications in neuropsychiatric disorders. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 17, 1153296. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2023.1153296>
- Saggar, S., Mir, P. A., Kumar, N., Chawla, A., et al. (2022). Traditional and herbal medicine: Opportunities and challenges. *Pharmacognosy Research*, 14(2), 107–117. <https://doi.org/10.5530/pres.14.2.15>
- World Health Organization. (2002). *Traditional medicine strategy 2002–2005*. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/67163/WHO_EDM_TRM_2002.1_eng.pdf
- World Health Organization. (2022). *Global strategies and plans of action that are scheduled to expire within one year*. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB152/B152_37-en.pdf
- World Health Organization. (2023). *Enfermedades no transmisibles*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

Desayunadores escolares: un recorrido histórico hacia la dignificación

Cecilia Barrios Espinosa¹ y Jesús Adán Ortega González¹

Panorama socioeconómico y alimentario en Puebla

Puebla capital es un municipio que, desde hace años, enfrenta marcadas desigualdades tanto en lo social como en lo alimentario.

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en 2020 registró 331,491 personas en carencia alimentaria. Para 2022, la población en situación de pobreza en la capital poblana ascendió a 680,945 habitantes, lo que impacta directamente en el acceso a la canasta básica (CONEVAL, 2020; Calderón-Chelius, 2022).

Aunque Puebla es una ciudad urbanizada y con acceso a servicios básicos de salud, enfrenta un lo que conocemos como “pobreza urbana”, ya que hasta el 50% de la población que habita en las juntas auxiliares de la periferia vive en condiciones de pobreza (CONAPO, 2020).

Este panorama nos hace plantearnos la necesidad de actuar en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, en particular con el 2: *Hambre Cero*.

Este objetivo va más allá de señalar el problema: busca erradicar el hambre y la malnutrición en todas sus expresiones. Procurando que la población en situación prioritaria tenga acceso a una alimentación suficiente, saludable y nutritiva (ONU, 2015).

En este contexto, la Estrategia Integral de Asistencia Social Alimentaria y de Desarrollo Comunitario (EIASADC) se presenta como una política nacional orientada a garantizar el

¹ Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

derecho a la alimentación de la población en situación de prioritaria. La estrategia brinda atención integral mediante programas que promuevan el bienestar y la equidad (ELASADC, 2025).

Entre los programas destaca el programa de Alimentación Escolar en su Modalidad Caliente, antes conocido como programa de desayunadores escolares, que proporciona a niñas, niños y adolescentes un desayuno diario en los espacios alimentarios que guardan algunas escuelas públicas.

La implementación del programa depende de la coordinación de tres niveles: el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF): el nacional (SNDIF) el estatal (SEDIF) y el municipal (SMDIF).

Los desayunadores escolares como política pública

Los Desayunadores Escolares (DE) constituyen espacios físicos dentro de instituciones educativas oficiales que cuentan con un área de cocina y permiten a los estudiantes acceder a un desayuno con alimentos preparados en condiciones de higiene y con criterios de calidad nutricional (SNDIF, 2022).

El DE se considera el alimento más importante del día, busca favorecer el desarrollo físico y cognitivo y mental de la niñez, además de contribuir a la permanencia escolar en comunidades con mayores carencias.

Para la operación de este programa se conforman comités de desayunadores integrados por madres, padres y/o tutores de familia al inicio de cada ciclo escolar. Este comité asume la responsabilidad de preparar y servir los desayunos y con ello se fortalece el componente comunitario y de corresponsabilidad en el programa.

Los menús ofrecidos deben ser variados, equilibrados y suficientes, pero también inocuos. Esto implica no solo “dar los alimentos”, sino brindar las condiciones óptimas de infraestructura, equipamiento y capacitación en temas de alimentación a la comunidad escolar.

Recorrido histórico de los desayunadores escolares

El origen de los DE en México se remonta a 1929, cuando federalmente se estableció la Asociación de Protección a la Infancia que buscaba brindar alimentos a niños de escasos recursos en la Ciudad de México (Figueiredo, 2022).

En 1961 se creó el Instituto Nacional de Protección a la Infancia, responsable de la producción de alimentos destinados a los DE. Siete años después surgió la Institución Mexicana de Asistencia a la Niñez, estancia que amplió la cobertura de este esquema.

En 1977 ambas instituciones se fusionaron para dar lugar a lo que hoy conocemos como SNDIF. Institución que heredó la operación de los programas de asistencia alimentaria incluyendo los DE (SNDIF, 2022).

Durante el sexenio de 1988 a 1994, se complementó la estrategia con el Programa de Cocinas Populares (COPUSI) y en el periodo siguiente se descentralizó su operación hacia los sistemas estatales DIF. Con ello los DE pasaron de ser una iniciativa asistencial localizada a convertirse en una política pública de alcance nacional con un marco normativo y operativo definido (Figueiredo, 2022).

El reto de la dignificación

A pesar de los avances en esta política pública que ha alcanzado a millones de niños en México, aún persiste una laguna crítica: la inexistencia de una política pública nacional que contemple de manera sistemática el mantenimiento preventivo y/o correctivo de los DE.

Debemos de pensar que con el paso del tiempo los DE sufren deterioro físico por el uso continuo, lo que afecta su funcionalidad y pone en riesgo la inocuidad alimentaria.

Si bien existen lineamientos por parte del SEDIF que contempla el equipamiento y reequipamiento a estos espacios: como la dotación de refrigeradores, estufas, loza, bancas, mesas y otros utensilios básicos para su operación no incluye actividades de mantenimiento como pintar, reparar, limpiar o adecuar las instalaciones para cumplir con las normas de protección civil y así garantizar la seguridad sanitaria para la preparación de alimentos.

La exclusión de estas acciones puede explicarse desde una perspectiva de la administración pública y transparencia: la asignación de recursos directos para infraestructura escolar (pintura, reparaciones o adecuaciones) suele estar sujeta a estrictos controles normativos pues implica un gasto que puede ser interpretado como transferencia directa de bienes materiales a instituciones específicas (Merino, 2018).

Esta limitación es comprensible desde este ojo, lo cual explica por qué resulta difícil encontrar experiencias documentadas sobre procesos de dignificación y mantenimiento de DE.

La evidencia disponible es limitada. Sin embargo, en el municipio de Puebla se han dado primeros pasos. En el 2024 se dignificaron 62 desayunadores escolares beneficiando a más de 18,000 estudiantes mediante acciones de mantenimiento, reequipamiento y capacitación en nutrición (Reto Diario, 2024).

La iniciativa evidenció que el enfoque de dignificación puede transformar la percepción de los DE, al pasar de ser espacios básicos, para convertirse en verdaderos servicios de alimentación escolar.

No obstante, es importante destacar que estas acciones trascendieron el marco clásico de la administración pública ya que incluyeron intervenciones a los DE como pintura, reparaciones y adecuaciones, los cuales comúnmente no forman parte de la normatividad de los programas sociales debido a criterios de transparencia y control del gasto.

En este sentido, aunque la experiencia resultó positiva también evidenció la necesidad de diseñar políticas integrales que además del suministro de insumos verificables contemplen mecanismos claros de financiamiento, lineamientos de corresponsabilidad interinstitucional y criterios de rendición de cuentas.

Solo de esta forma será posible garantizar la sostenibilidad, la seguridad, la transparencia y la pertinencia social de estos espacios en el largo plazo.

En esa misma línea, nuestra búsqueda nos permitió identificar los *Lineamientos de la estrategia de dignificación de desayunadores* emitidos por el SMDIF Puebla (2024) que constituyen un primer parteaguas en la materia al ser la única normativa pública y sistematizada disponible.

Más allá de este referente no se encontraron otros lineamientos o políticas formales que aborden específicamente la dignificación de los DE, lo cual confirma la necesidad previamente señalada de avanzar hacia políticas integrales que aseguren su sostenibilidad y pertinencia social.

Propuesta de dignificación de los desayunadores escolares desde el Proceso de Atención Nutricia (PAN)

Bajo la premisa planteada, resulta pertinente estructurar una propuesta de dignificación inspirada en la lógica del Proceso de Atención Nutricia (PAN) de la Academy of Nutrition and Dietetics, que permite articular fases de diagnóstico, intervención y evaluación con un sustento metodológico reconocido en la práctica nutricional, también a nivel comunitario. (Academy of Nutrition and Dietetics, 2008).

1. Evaluación

El punto de partida del proceso de dignificación es que cada municipio realice un diagnóstico técnico del estado actual de los DE.

Esta fase debe estar a cargo de un equipo multidisciplinario que incluya arquitectos, ingenieros civiles, especialistas en seguridad sanitaria y profesionales de la nutrición, con el fin de asegurar una visión integral.

La evaluación debería contemplar cuatro dimensiones principales:

- **Infraestructura:** Revisión de techos, pisos, instalaciones hidráulicas y eléctricas bajo criterios de seguridad y protección civil, conforme a la NOM-001-SEDE-2018.
- **Equipamiento:** Análisis del equipo actúa: estufas, refrigeradores, utensilios, mesas, bancas con base en criterios de eficiencia y vida útil (FAO, 2019).
- **Condiciones sanitarias:** Verificación de lavamanos, estaciones de higiene y áreas diferenciadas para insumos perecederos y no perecederos en cumplimiento de la NOM-251-SSA1-2009 sobre prácticas de higiene en alimentos.
- **Gestión comunitaria y administrativa:** Identificación de los comités responsables su nivel de capacitación, así como la existencia de reglamentos y manuales operativos locales o estatales.

Este levantamiento inicial de información, realizado con protocolos estandarizados, constituye la base para avanzar a las siguientes fases del proceso: diagnóstico, intervención y monitoreo.

2. Diagnóstico

El diagnóstico nutricional en un formato PESS de los DE sería el siguiente:

- **Problema (P):** Acceso limitado a suministros relacionados con la nutrición (NB-3.3)
- **Etiología (E):** Falta de recursos financieros por parte de los comités o escuelas donde está ubicado el desayunador sobre los suministros necesarios para remodelar, dar mantenimiento o adecuar en mejor condición cada espacio y garantizar una alimentación correcta. Además de que quienes preparan los alimentos, tienen pobres conocimientos relacionados con alimentos y/o nutrimentos sobre los suministros relacionados con la nutrición.
- **Signos/Evidencia (S):** Infraestructura y equipamiento en malas condiciones, falta de capacitación sobre buenas prácticas de higiene, sanidad y de administración a los comités de padres de familia.

3. Intervención

La intervención debe orientarse a transformar el modelo actual de DE en un sistema sostenible, transparente y normativamente sólido, respondiendo al diagnóstico citado:

Reforma normativa y administrativa

- Diseñar lineamientos nacionales de dignificación de desayunadores, complementarios a las reglas de operación vigentes.
- Establecer criterios de transparencia y rendición de cuentas que permitan aplicar recursos al mantenimiento preventivo sin riesgo de discrecionalidad.
- Incluir en las normas la figura de dignificación periódica como un componente formal del programa.

Asignación y gestión de recursos

- Crear fondos etiquetados para mantenimiento y adecuaciones menores administrados bajo mecanismos verificables de transparencia (ejemplo: reportes públicos de gasto, auditorías comunitarias).
- Promover alianzas interinstitucionales (municipio–estado–federación) y con la sociedad civil para garantizar sostenibilidad financiera y corresponsabilidad.

Fortalecimiento de infraestructura y equipamiento

- Realizar diagnósticos técnicos periódicos en cada DE, a cargo de arquitectos, ingenieros y especialistas en seguridad alimentaria.
- Priorizar acciones de dignificación: rehabilitación de techos, pisos, instalaciones hidráulicas y eléctricas junto con la modernización de equipos energéticamente eficientes.

Gestión profesional y multidisciplinaria

- Garantizar que la operación de los DE esté dirigida por profesionales de la nutrición, apoyados por equipos multidisciplinarios.
- Integrar la dignificación como parte de la gestión comunitaria, capacitando a los comités en nutrición, inocuidad y rendición de cuentas.

Monitoreo y Reevaluación

La fase final del proceso consiste en establecer un sistema de seguimiento y reevaluación continua, orientado a garantizar tanto la transparencia en el uso de recursos públicos como la eficacia social y sanitaria de los DE. Este sistema debe incluir indicadores verificables de estructura, proceso y resultados; reportes periódicos de acceso público y mecanismos de retroalimentación comunitaria que permitan ajustar la estrategia según las necesidades detectadas. De esta manera, se asegura no solo la rendición de cuentas, sino también la mejora continua y la legitimidad del programa.

Conclusión

El recorrido histórico de los DE en México muestra cómo una iniciativa asistencial iniciada en 1929 se consolidó como programa nacional bajo el Sistema DIF, con impacto positivo en la alimentación escolar.

Sin embargo, la política pública se ha centrado en la apertura y expansión de espacios, descuidando su mantenimiento y dignificación. La experiencia de Puebla demuestra que es posible transformar estos servicios, asegurando estándares de seguridad, higiene, funcionalidad y por qué no pensar en poder aplicar para lograr una certificación en distintivo H o punto limpio.

Para avanzar, se requiere pasar de la asistencia alimentaria mínima a un modelo integral de dignificación, enmarcado en el Proceso de Atención Nutricia (PAN): evaluar condiciones, diagnosticar carencias, diseñar intervenciones normativas y técnicas y consolidar un sistema de monitoreo transparente.

Así, los DE deben entenderse no solo como mecanismos de entrega de alimentos sino como una política pública estratégica que articula nutrición, educación y desarrollo social. Su dignificación es un paso necesario para garantizar el derecho a la alimentación de la niñez y contribuir al cumplimiento del ODS 2 “Hambre Cero”.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

En la preparación de este manuscrito se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa (ChatGPT) de manera limitada, exclusivamente para apoyo en la organización y formato de referencias bibliográficas en estilo APA, séptima edición, así como para sugerencias menores de redacción y estilo. La generación de contenido sustantivo, fueron realizados en su totalidad por los autores.

Referencias

- Academy of Nutrition and Dietetics. (2008). Nutrition Care Process and Model Part I: The 2008 update. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(7), 1113–1117. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.04.027>
- Calderón-Chelius, P. (2022). La pobreza en Puebla capital. *Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, BUAP*. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/fae57bd6-e5f3-494d-8e79-8f7b2248e023/content>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2020). *Medición de la pobreza en México y en las entidades federativas 2020*. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza_2020.aspx
- Consejo Nacional de Población. (2020). *Índices de marginación a nivel localidad 2020*. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020>
- Estrategia Integral de Asistencia Social, Alimentación y Desarrollo Comunitario. (2025). Lineamientos generales de la EIASADC. Gobierno de México, *SNDIF*. <https://www.gob.mx/difnacional/documentos/estrategia-integral-de-asistencia-social-alimentacion-y-desarrollo-comunitario>

- Esto es Puebla. (2024, 24 de enero). *Avanza en Puebla capital dignificación de desayunadores escolares*. <https://www.estoespuebla.com/2024/01/24/avanza-en-puebla-capital-dignificacion-de-desayunadores-escolares>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). School-based food and nutrition education. <http://www.fao.org/3/ca0919en/CA0919EN.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2022). The state of food security and nutrition in the world 2022. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0639en>
- Figueiredo, M. (2022). Políticas alimentarias en México: El caso de los desayunos escolares. UNAM.
- Figueiredo, N. (2022). La inserción del Programa Desayunos Escolares como política pública alimentaria en México. Centro Internacional de Políticas para el Crecimiento Inclusivo. <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11852>
- Gobierno de México. (2025). Estrategia Integral de Asistencia Social, Alimentación y Desarrollo Comunitario (EIASADC 2025). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.gob.mx/difnacional/documentos/estrategia-integral-de-asistencia-social-alimentacion-y-desarrollo-comunitario>
- Hipócrata Lector. (2025, 22 de julio). *DIF Puebla y SEDIF refuerzan programa “Desayunos Calientes”*. <https://hipocritalector.com/2025/07/22/dif-puebla-y-sedif-refuerzan-desayunos-calientes>
- Merino, M. (2018). La transparencia como política pública en México: avances y desafíos. CIDE. https://cide.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1011/62/1/000097146_documento.pdf
- NOM-001-SEDE-2018. Instalaciones eléctricas (utilización). *Diario Oficial de la Federación*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5546196&fecha=20/09/2018
- NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. *Diario Oficial de la Federación*. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/goals>
- Reto Diario. (2024). Dignificación de desayunadores escolares en Puebla capital. *Reto Diario Noticias*. <https://retodiario.com>
- Sistema Municipal DIF Puebla. (2024). Lineamientos de la estrategia de dignificación de desayunadores escolares. *Secretaría Municipal del Sistema DIF de Puebla*. https://gobiernoabierto.pueblacapital.gob.mx/transparencia_file/smdif/77.fracc01/77_01_lineam_dig_desayunadores_smdif.pdf

- Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Puebla. (2025). Reglas de operación del Programa de Alimentación Escolar — Modalidad Caliente y Fría, ejercicio fiscal 2025. *Gobierno del Estado de Puebla*. https://ojp.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/Reglas_de_Operaci%C3%B3n_del_Programa_de_Alimentaci%C3%B3n_Escolar_Modalidad_Caliente_y_Modalidad_Fr%C3%ADa_EjerFiscal_2025_3EV_31032025.pdf
- Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia. (2022). *Informe de resultados del Programa de Alimentación Escolar*. <https://www.gob.mx/difnacional>
- World Food Programme. (2021). State of school feeding worldwide 2021. *WFP*. <https://www.wfp.org/publications/state-school-feeding-worldwide-2021>

Más allá de prohibir: el reto de construir entornos escolares saludables

Luz Fernanda Morales Esparza¹

En México, los esfuerzos por mejorar la salud escolar han rendido a tomar medidas de prohibición, desde restricciones a nivel estatal sobre la venta de productos ultraprocesados a los alumnos hasta la reciente actualización curricular en el eje articulador “Vida Saludable”. Sin embargo, la evidencia demuestra que los entornos alimentarios se transforman de manera más sostenible cuando se combinan políticas, cultura familiar y pedagogías que moldean conductas. En la ciudad de Puebla, donde hay un vínculo entre cafeterías escolares, comercio ambulante y prácticas familiares sin orientación por nutriólogos, el reto va más allá de prohibir: se trata de construir entornos saludables que eduquen, faciliten y refuercen elecciones informadas donde se consideren en la toma de decisiones a los nutriólogos del estado.

¹ Servicio de alimentos en comedores escolares

Primer reto: prohibición de alimentos en las escuelas, realidades y desafíos

El acuerdo DOF 29/03/2025 establece los lineamientos generales a los que deberán sujetarse la preparación, la distribución y el expendio de los alimentos y bebidas preparados, procesados y a granel, así como el fomento de los estilos de vida saludables en alimentación, dentro de toda escuela del Sistema Educativo Nacional, la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la Secretaría de Salud (SSA) a través de este nuevo acuerdo tiene como objetivo combatir la obesidad infantil ya que “la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue de 36.5 y 40.4% en escolares y adolescentes” Shamah-Levy et al. (2024) además de prohibir la venta de alimentos ultraprocesados se busca sustituir estos alimentos por opciones saludables, no obstante esta medida presenta obstáculos importantes que tienen como origen una información muy básica sobre nutrición; lo que permite cuestionar si hubo alguna participación de nutriólogos para el desarrollo de estos acuerdos. El cumplimiento desigual es uno de los factores que pudieran determinar un bajo impacto positivo este acuerdo ya que, aunque existen modificaciones obligadas en las cafeterías de las escuelas, este acuerdo no se aplica a vendedores ambulantes establecidos fuera de las escuelas, donde se siguen ofreciendo alimentos ultraprocesados lo que genera un ambiente contradictorio, por lo tanto, las modificaciones alimenticias escolares solo ocurren dentro de las instalaciones.

Fue una noticia que, aunque se dio su primer aviso en septiembre del 2024 al momento de entrar en vigor resonó con firmeza: “ofrecer únicamente los alimentos y bebidas o insumos permitidos en los criterios nutrimentales para una alimentación adecuada establecidos en el Anexo Único de los presentes Lineamientos, en un precio inferior al del mercado.” (capítulo II, apartado IV). Para crear un complemento se apostó por una estrategia de capacitación a los individuos que tienen a su cargo las cafeterías escolares a través del *Manual para personas que preparan, distribuyen y venden alimentos en las escuelas* creado por Secretaría de Educación, Secretaría de Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto Nacional de Salud Pública y el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia. No obstante, a la práctica, los primeros meses pusieron de manifiesto fisuras estructurales.

Las cooperativas escolares vieron caer sus ingresos golpeando recursos destinados a mantenimiento, actividades culturales y servicios básicos y en el caso de las cafeterías escolares en escuelas públicas y privadas provocó una disminución en la venta de productos limitándose a: agua simple, palomitas de maíz, vasos de fruta y verdura y enfrijoladas ya que son los alimentos que, según el manual, pueden ofrecerse a los alumnos. Como consecuencia las ventas disminuyeron, pero la venta de alimentos chatarra realmente no desapareció del entorno escolar, simplemente migraron fuera de las escuelas, pues los vendedores ambulantes continuaron ofreciendo alimentos ultraprocesados y esto es un desafío para los encargados

del plantel que no pueden impedir transacciones fuera del perímetro escolar al igual que no pueden prohibir que los alumnos ingresen este tipo de alimentos en las loncheras o en los convivios escolares.

La integración de nutriólogos en las escuelas es una iniciativa que puede cambiar el destino de este nuevo acuerdo y aún estamos a tiempo, dejar la educación nutricional en manos de los especialistas asegurará su cumplimiento de manera óptima. Un nutriólogo en el campo generará estrategias para que los alumnos consuman alimentos con conciencia, sin clasificarlos como buenos o malos, si no enfocándose en sus propiedades y los beneficios que aportarán a su salud, además el nutriólogo apoyará al personal de las cafeterías, capacitándolos en la elaboración de menús saludables y opciones de snacks para venta ya sea de preparación en las instalaciones o buscando proveedores de alimentos saludables para evitar la disminución de las ventas y manteniendo los empleos que estas cafeterías o cooperativas generan, también los nutriólogos son elementos clave en el área de supervisión de higiene en las cafeterías o cooperativas, ellos podrán brindar capacitaciones sobre buenas prácticas de manufactura y control de calidad en los alimentos para garantizar en las escuelas, alimentos que cumplan con los lineamientos según la NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. Por lo tanto, el reto fundamental es que la prohibición, sin acompañamiento técnico de nutriólogos en las escuelas, sin alternativas económicas ni estrategias de entorno, puede tener un efecto limitado o incluso contraproducente en el desarrollo de las estrategias del acuerdo.

Segundo reto: Formar hábitos en la infancia — interacción, refuerzo y cultura

La infancia es un periodo donde los hábitos se forman por experiencias compartidas, desde la perspectiva de Vygotsky, 1979 el aprendizaje emerge en la interacción social, es decir, es a través del diálogo y la demostración, los niños no adoptan hábitos saludables si se imponen, pero sí mediante prácticas compartidas con padres de familia y docentes. Por otra parte, si lo comparamos con B.F. Skinner quien menciona que la conducta se moldea por sus consecuencias, es decir, no es suficiente solo realizar la actividad si no va acompañado de refuerzos como reconocimientos y consecuencias positivas de su acción ya que el comportamiento se fortalece cuando existe una satisfacción real.

En general la alimentación de los niños no se determina solo por lo que ocurre en la escuela, el ambiente familiar y comunitario es un factor determinante, según Abad-Eslava, 2015:

“Modificar la alimentación no es fácil por su carácter social y cultural; resulta indispensable primero profundizar en los significados que tiene para la población su forma de comer, y en un segundo momento diseñar estrategias educativas que le permitan lograr prácticas alimentarias saludables.”

Por lo tanto, podemos determinar que la alimentación es un fenómeno cultural y no solo biológico, es decir que no bastará con solo cambiar los hábitos alimenticios, si no que será un trabajo en el cambio de percepciones, costumbres y cultura. En la práctica en los entornos familiares se puede partir desde la búsqueda de orientación nutricional en centros de salud para comenzar la modificación de hábitos en padres de familia o tutores, el trabajo del nutriólogo en esta área es proporcionar la información necesaria y adecuada a su disponibilidad de alimentos para que ellos puedan realizar las modificaciones necesarias a su dieta y así ejecutarlas en sus hogares creando un ambiente de ejemplo para los niños que se refleje en el aula, ya que otro factor decisivo es la familia. Padres y madres que no reconocen la importancia del cambio pueden revertirlo, por ejemplo: el niño que aprende a tomar agua en la escuela verá ese hábito anulado si en casa se le ofrecen jugos azucarados o refrescos, como lo declara la UNICEF: *“El entorno escolar... es un espacio donde desarrollan hábitos que pueden durar toda su vida. Por lo tanto... es importante que se tomen decisiones de alimentación más saludables.”*

Tercer reto: Vida Saludable como eje articulador en México: entre políticas y contextos reales

Cuando hablamos de retos nutricionales en la etapa escolar el tercer pilar es la escuela, el eje articulador *Vida saludable*, planteado en los nuevos programas de estudio de la Secretaría de Educación Pública (SEP) tiene como objetivo promover el bienestar integral de los estudiantes, considerando aspectos físicos, emocionales y sociales, además según (fascículo SEP, 2025) *“favorece la importancia del buen vivir en comunidad a partir de generar cambios y actitudes para reconocer, apreciar y hacer exigible el derecho a la protección de la salud, en condiciones de igualdad y equidad para toda forma de vida”*.

Hernández-Ramírez et al. (2023) analizan el nivel de conocimientos de conceptos básicos de nutrición en docentes y el estudio señala que muchos docentes poseen conocimiento limitado en educación alimentaria y nutricional (EAN) y reportan dificultades para enseñar estos contenidos, lo que repercute en la calidad de la formación que reciben los alumnos. Esto es muy importante porque muestra que la escuela, en sí misma, puede ser un entorno que no cuente con la cantidad y calidad suficiente de bibliografía sobre educación nutricional, desde la experiencia en escuelas del estado de Puebla, este eje puede quedarse en el discurso si no se

acompaña de recursos, formación docente y participación comunitaria pero también la introducción de un nutriólogo a las escuelas puede enriquecer el eje articulador compartiendo sus conocimientos a los docentes creando un refuerzo a su información.

Por otra parte, el documento “Vida: hábitos saludables” de la SEP (2022) propone que las escuelas promuevan el autocuidado, la actividad física, la alimentación adecuada y la higiene personal. Pero en la práctica estas propuestas tienen un choque con realidades que se viven en Puebla como escuelas sin acceso a agua potable, con cooperativas concesionadas que buscan rentabilidad, y familias que no pueden costear alimentos frescos por eso el eje vida saludable parte de lo que ya existe y se basa en rescatar las recetas tradicionales, reconocer a las madres que cocinan en casa, valorar los alimentos de temporada y reeducar desde el sabor, no desde la culpa.

Por último, es importante reconocer que, según Villena Méndez, et al. 2024 el docente no es un vigilante de hábitos si no un mediador cultural por lo tanto su papel no es regañar al alumno que llevo alimentos ultraprocesados a la escuela si no abrir el dialogo del porqué lo eligió y que otras opciones hay para así crear en él una conciencia crítica, pero no desde el miedo, si no desde la reflexión.

Hablar de entornos escolares saludables en México, y en particular en Puebla, no es hablar de prohibiciones, decretos o manuales que quedarán guardados en un cajón y nunca se pondrán a la práctica pero si es hablar de niñas y niños que todos los días llegan a la escuela con un lunch que refleja la realidad de sus entornos familiares y sociales, también es hablar de maestras y maestros que con los recursos que tienen quieren construir en ellos hábitos de cuidado y es hablar de familias que entre los problemas de la vida cotidiana tratan de dar lo mejor a sus hijos.

Conclusión

La educación nutricional no se debe de construir desde arriba con leyes y acuerdos políticos, sino debe construirse desde la comunidad que conforma este estado, debe construirse desde el conocimiento de los especialistas en el área que son los nutriólogos, aquellos que creen en el poder de lo cotidiano: desde una fruta, un huerto escolar, una botella con agua y un plato de sopa en la mesa pueden crear un cambio. Más allá de prohibir, el verdadero reto está en construir una cultura de vida saludable que no esté alejada a la realidad, si no que la abraza y la transforme, es crear una cultura que reconozca que nutrir no solo es consumir alimentos si no que abarca cultura, aprendizaje y convivencia.

No se trata de imponer hábitos perfectos y que todo lo que se aprende en los libros de texto se quedará en ellos si no aprendemos a transformarlo en las necesidades de cada comunidad en el estado a través de la empatía y de la comunicación, porque cuando un niño aprende a elegir sus alimentos de manera consciente, cuando una cafetería escolar educa a través del ejemplo y el entorno familiar es congruente con el educativo, no solo estamos creando hábitos saludables reales si no estamos sembrando un futuro.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

La autora declara que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Buen Abad-Eslava, L. L. (2015). La educación en alimentación y nutrición en México: Una reflexión sobre su significado. *REDNutrición*, 6(17), 174–177. <https://edn.issste.gob.mx/Imagenes/Biblioteca/Rev/REDN2015617174177.pdf>
- Carrera, B., & Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: Enfoque sociocultural. *Educere*, 5(13), 41–44. Universidad de los Andes. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35601309.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2024, 30 de septiembre). Acuerdo mediante el cual se establecen los Lineamientos generales a los que deberán sujetarse la preparación, la distribución y el expendio de los alimentos y bebidas preparados, procesados y a granel, así como el fomento de los estilos de vida saludables en alimentación, dentro de toda escuela del Sistema Educativo Nacional. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5740005&fecha=30/09/2024#gsc.tab=0
- FAO & Ministerio de Educación (Argentina). (2009). *Educación alimentaria y nutricional: Libro para el docente* (Serie Ciencia, Salud y Ciudadanía: Comidaventuras 2). FAO. <https://cesni-biblioteca.org/archivos/Libro%20docente%20.pdf>
- Gobierno de México. (2025). *Manual para personas que preparan, distribuyen y venden alimentos en las escuelas* (2ª ed.). Secretaría de Educación Pública y Secretaría de Salud. <https://vidasaludable.gob.mx/storage/recursos/materiales/Manual-cooperativas.pdf>

- Hernández-Ramírez, J. C., & Hernández-Cuevas, M. (2023). Educación alimentaria y nutricional en comunidades escolares mexicanas de educación básica experimentadas en Participación Social en Salud. *Educación*, 47(2). <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i2.51987>
- Martín Muñoz, V., Cuesta del Amo, M., & Rodríguez Soriano, S. C. (2013). Nutrición y alimentación en centros educativos. *Metas de Enfermería Escolar*, 16(4), 73–76. <https://amece.es/images/8.nutricion.pdf>
- Shamah-Levy, T., Gaona-Pineda, E. B., Cuevas-Nasu, L., Valenzuela-Bravo, D. G., Morales-Ruan, C., Rodríguez-Ramírez, S., Méndez-Gómez-Humarán, I., Ávila-Arcos, M. A., Álvarez-Sánchez, C., Ávila-Curiel, A., Díaz-Trejo, L. I., Espinosa-De Candido, A. F., Fajardo-Niquete, I. G., Perea-Martínez, A., Véjar-Rentería, L. S., & Villalpando-Carrión, S. (2024). Sobre peso y obesidad en población escolar y adolescente. *Salud Pública de México*, 66(4), 404–413. <https://doi.org/10.21149/15842>
- UNICEF México. (2022, febrero 11). *La importancia del entorno escolar en la alimentación de niñas, niños y adolescentes*. UNICEF. <https://www.unicef.org/mexico/historias/la-importancia-del-entorno-escolar-en-la-alimentación-de-niñas-niños-y-adolescentes>

Contexto clínico-humanístico del estudio nutricional en zonas rurales

Jesica Jocelyn Cortés-Cortina¹, Paola Belem Pensado-Guevara¹ y Daniel Hernández-Baltazar^{1, 2}

Las zonas rurales en México poseen una distribución inequitativa de los servicios de salud, pese al derecho humano estipulado en la Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año 2024 (PROFECO, 2025). Las causas de la diferencia en la atención en aspectos alimentarios urbanos vs rurales en la República Mexicana son multifactoriales. Esto se debe a políticas públicas relacionadas con la educación deficientes en la promoción de hábitos alimenticios sanos acordes a al contexto socio-cultural de la población (Sánchez-Encalada et al., 2022).

Hablar de sana nutrición suele reducirse a estadísticas de causas no integrales (LGAAS, 2024) lo cual, si bien es importante, perpetúa una visión superficial de un problema no-emergente sino re-incidente. En 2024 se reportó que a nivel mundial los índices de masa corporal van en

1 Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

2 Investigadoras e investigadores por México, SECIHTL.

incremento, particularmente en México 36.9% de la población adulta es obesa, donde es preocupante la mayor prevalencia en mujeres (41%) que en hombres (32.3%) (Chávez-Manzanera et al., 2024). Las causas se asocian a diferentes factores como la ingesta insuficiente de alimentos, la mala calidad de las dietas, ignorancia en la contribución real nutrimental de los alimentos y co-morbididades (Cederholm et al., 2019).

Por tanto, más allá del contexto social y biológico, reflexionar sobre si la alimentación cubre realmente las necesidades nutricionales puede no ser sencillo. Existen principios básicos que nos permiten discernir entre lo que nutre y lo que “satisface”. En principio, una alimentación adecuada no se define por su costo ni por su presentación, sino por su capacidad de aportar al organismo los elementos necesarios para mantener sus funciones vitales, prevenir enfermedades y sostener una buena calidad de vida. Estos aspectos están íntimamente vinculados con la economía comunitaria, por ejemplo, el precio de la canasta básica en zonas urbanas es de \$2300 MXN, lo cual dista de los \$1500 MXN que alcanza en zonas rurales (PROFECO, 2025).

Dimensión del problema

En México estudiar la preferencia de alimentos y el estado nutricional de las poblaciones de manera directa es complejo, ya que la única forma es a través de la observación, o bien, apoyándose en el uso de encuestas. Los datos recabados permiten justificar tendencias sanitarias enfocadas a cómo la alimentación en zonas rurales vs zonas urbanas impacta en la obesidad, sobrepeso, desnutrición o trastornos como anorexia y bulimia. Aunque la desnutrición representa un problema global relacionado con mayores tasas de enfermedad, muerte, persiste una falta de consenso en torno a los criterios diagnósticos adecuados para su uso clínico. Aunque, hay avances en términos del uso de biomarcadores para evaluar el estado nutricional de poblaciones específicas.

Tanto la práctica clínica como la investigación se apoyan de la identificación, y cuantificación de moléculas (biomarcadores), que permiten inferir el estado metabólico corporal humano. Estas moléculas pueden detectarse en fluidos corporales (como sangre u orina), tejidos, células, reflejando de manera objetiva el estado nutricional de una persona. Un ejemplo común cuando hablamos de deficiencias nutricionales es la valoración del perfil de hierro, la citometría hemática completa o los valores de cobre y zinc que se utilizan como indicadores de anemia (Chávez-Manzanera et al., 2024). Mientras que el ejemplo para evaluar una sobre-ingesta de nutrientes es la química sanguínea, cuya determinación se centra en los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos y ácido úrico.

Sin embargo, todos los parámetros clínicos deben complementarse por una valoración médica que fundamente su interpretación. En el caso de la citometría hemática, cuando se

corrige el hipertiroidismo, disminuye la velocidad del metabolismo basal y se estabiliza la producción y destrucción de células sanguíneas, por lo que los valores hematológicos tienden a normalizarse. Mientras que corregir el hipotiroidismo mejora la respuesta a la insulina y la regulación hepática de la glucosa, lo que lleva a niveles más estables y bajos de glucosa sérica, ácido úrico y lípidos.

La vitamina A es otro biomarcador importante, el cual puede determinarse en conjunto con la proteína C reactiva, ferritina, retinol y zinc para detectar inflamación generalizada en el cuerpo. El selenio también ha sido estudiado ampliamente, interesantemente posee un diminuto rango de equilibrio, mantener concentraciones adecuadas es indispensable para mantener los niveles de agentes antioxidantes, homeostasis del retículo endoplásmico, participa en la función mitocondrial, la degradación de proteínas mal plegadas y la respuesta inmunológica. Implementar determinaciones de este tipo implica el uso de tecnología, que afortunadamente ha sido extendida a población rural y urbana, aunque con ciertos desafíos particulares.

Globalización y salud

El desarrollo de tecnología cada vez más especializada permite relacionar la salud y la nutrición, con equipos y técnicas altamente sensibles y específicos que integran el estudio metabólico, permiten estudiar la composición genética individual, realizar análisis colectivos y relacionar los factores epigenéticos asociados. Sin embargo, la urbanización acelerada modifica los patrones conductuales alimentarios tanto en zonas rurales como urbanizadas. Además, favorece una diversa gama de posibilidades, desafortunadamente en zonas urbanizadas predomina el consumo de alimentos ultraprocesados como los cereales de caja, galletas, sopas de pasta, todos ellos con mayor cantidad de sales, conservadores y altas concentraciones de carbohidratos (Ren et al., 2021).

A diferencia de las zonas urbanas (**Figura 1**), donde la disponibilidad de alimentos industrializados y de servicios de salud es amplia, las comunidades rurales enfrentan una paradoja alimentaria. Por un lado, muchas de ellas producen alimentos, especialmente granos, vegetales y productos animales, pero por otro, los beneficios de esa producción no siempre se traducen en una dieta saludable para los propios productores. En muchos casos, los cultivos son destinados a la venta, mientras que el autoconsumo se limita a lo básico y repetitivo, sin una adecuada diversidad nutricional. Alimentos como el maíz nixtamalizado, los frijoles, los quelites, las frutas de temporada o los productos derivados del campo tienen un alto valor nutricional y forman parte de una cultura alimentaria que, lamentablemente, ha sido desplazada por productos procesados de bajo costo (Higuera-Domínguez et al., 2025).

Figura 1. Oferta alimentaria en mercado local. Imagen cortesía de Paola Belem Pensado Guevara



Los desafíos son variados. Los programas de salud se centran estratégicamente en la promoción de la salud nutricional y la prevención con un enfoque poblacional o masivo, no individual. La perspectiva clínica exige una intervención interdisciplinaria, donde nutricionistas, médicos, promotores de salud y agentes comunitarios trabajen de manera coordinada para promover estrategias de alimentación saludable adaptadas al entorno rural, pero requiere de la disposición y participación de la población para que tenga un resultado positivo.

En las zonas rurales, tener una alimentación nutritiva sí es posible, aunque no está exento de retos. Muchas veces, las decisiones alimentarias se toman con base en costumbre, publicidad o disponibilidad, sin que medie un conocimiento sobre el valor nutricional real de los alimentos. Por ello, la educación alimentaria juega un papel central: si se logra explicar con claridad qué alimentos son más beneficiosos para la salud, cómo combinarlos adecuadamente y cómo prepararlos sin perder sus propiedades, se pueden generar cambios significativos sin grandes recursos (**Figura 2**).

Asimismo, enseñar que freír en exceso los alimentos destruye nutrientes y aumenta el contenido graso innecesario, mientras que cocinarlos al vapor o guisarlos suavemente conserva mejor sus propiedades, puede tener un impacto directo en la prevención de enfermedades.

Figura 2. Alimentos tradicionales. Imagen cortesía de Paola Belem Pensado Guevara.



El seguimiento de la calidad nutricional en zonas rurales representa un desafío. Una primera línea de acción consiste en la aplicación periódica de mediciones antropométricas básicas, como el peso, la talla, el índice de masa corporal (IMC) y el perímetro braquial, este último especialmente útil en niños pequeños y embarazadas. Medidas que permiten evaluar la evolución del crecimiento y detectar señales de desnutrición, obesidad o talla baja, condiciones que pueden pasar desapercibidas si no se registran con regularidad.

Aunado a estas mediciones, la exploración clínica dirigida es una herramienta accesible y valiosa. A través de una observación atenta, es posible identificar signos visibles de deficiencias nutricionales: palidez en las conjuntivas como indicio de anemia, lesiones en la lengua o comisuras labiales que sugieren falta de vitaminas del complejo B, o cambios en piel, uñas y cabello que pueden estar asociados con deficiencias de zinc, hierro o proteínas. Este tipo de evaluación no requiere tecnología costosa, solo la capacitación adecuada del personal de salud o promotores comunitarios.

Cuando las condiciones lo permiten, el seguimiento puede reforzarse con tamizajes bioquímicos básicos, como la medición de hemoglobina o glucosa capilar. Estos análisis, aunque simples, aportan información objetiva que fortalece el diagnóstico clínico, especialmente en poblaciones vulnerables como niños, mujeres embarazadas o personas mayores.

En todas las comunidades se debe informar a los pacientes individuos sobre el derecho a la autonomía de participar o no en una investigación, respetando los derechos de privacidad, confidencialidad y libertad de participación, los investigadores deben actuar éticamente desde el principio de beneficencia y bajo el principio de justicia con un equilibrio entre grupos o personas (LGAAS, 2024). Una nutrición inadecuada en los primeros años puede alterar el ritmo natural del crecimiento e incrementar el riesgo de padecer enfermedades crónicas (Galeana-Pizaña et al., 2022).

Conclusión

Si la calidad nutricional fuera tratada como un indicador prioritario dentro de las políticas públicas de salud y desarrollo rural, los beneficios no se limitarían únicamente al estado físico de la población. Se debe garantizar la derivación oportuna a los centros de salud, la entrega de suplementos cuando sea necesario y la implementación de acciones educativas, como talleres de alimentación saludable, huertos escolares o programas de desayunos reforzados. Las acciones, implicarían mejoras en el rendimiento escolar, mayor productividad en adultos, y reducción de la carga económica asociada a enfermedades crónicas para el Estado.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

:

Referencias

- Cederholm, T., Jensen, G. L., Correia, M. I. T. D., Gonzalez, M. C., et al. (2019). GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition: A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clinical Nutrition*, 38(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.002>
- Chávez-Manzanera, E. A., Vera-Zertuche, J. M., Kaufer-Horwitz, M., Vázquez-Velázquez, V., et al. (2024). Mexican clinical practice guidelines for adult overweight and obesity management. *Current Obesity Reports*, 13(4), 643–666. <https://doi.org/10.1007/s13679-024-00585-w>
- Galeana-Pizaña, J. M., Verdeja-Vendrell, L., Díaz-Trejo, L. I., Anzaldo, C., et al. (2022). Spatiotemporal patterns of mortality associated with chronic non-communicable diseases and child malnutrition at the municipal level in Mexico. *Geospatial Health*, 17(1). <https://doi.org/10.4081/gh.2022.1087>
- Higuera-Domínguez, F., Ochoa-Díaz-López, H., Irecta-Nájera, C. A., Núñez-Ortega, P. E., et al. (2025). Impact of early childhood malnutrition on cardiometabolic risk factors in young adults from marginalized areas of Chiapas, Mexico. *Nutrients*, 17(2), 254. <https://doi.org/10.3390/nu17020254>

- Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible (LGAAS). (2024, 17 de abril). Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión. Consultado el 4 de agosto de 2025. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAAS.pdf>
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). (2025, 10 de febrero). Quién es quién en los precios. https://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/primeran/2025/QQPPRIMERAN_021025.pdf
- Ren, Y., Castro Campos, B., Peng, Y., & Glauben, T. (2021). Nutrition transition with accelerating urbanization? Empirical evidence from rural China. *Nutrients*, 13(3), 921. <https://doi.org/10.3390/nu13030921>
- Sánchez-Encalada, S., Talavera-Torres, M. M., Villa-Romero, A. R., Agudelo-Botero, M., et al. (2022). Impact evaluation of an interdisciplinary educational intervention to health professionals for the treatment of mild to moderate child malnutrition in Mexico: A difference-in-differences analysis. *Healthcare*, 10(12), 2411. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122411>

Retos y desafíos de la nutrición geriátrica en el Estado de Puebla: una mirada contextual, clínica y prospectiva

Sharon Zayuri Zenteno de los Santos¹

1. Introducción

El envejecimiento de la población representa uno de los fenómenos demográficos más significativos del siglo XXI. En México los adultos mayores representan el 14 % de la población (INEGI, 2022) y se observa un crecimiento sostenido, lo que implica nuevos retos para los sistemas de salud, la seguridad social y, especialmente, para el campo de la nutrición geriátrica. La atención nutricional adecuada en esta etapa de la vida es esencial para preservar la funcionalidad, prevenir enfermedades crónicas y mejorar la calidad de vida (OMS, 2020; Cruz-Góngora et al., 2020). Este capítulo tiene como objetivo identificar los principales retos y desafíos que enfrenta la nutrición geriátrica en el estado de Puebla.

¹ Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

2. Panorama sociodemográfico del envejecimiento en Puebla

Las personas adultas mayores representan aproximadamente el 11 % de la población Poblana (INEGI, 2020), con predominio de mujeres (fenómeno demográfico conocido como feminización del envejecimiento) pues por cada 100 mujeres mayores, residen 81 hombres mayores (López & Jiménez, 2024). Esta situación incrementa la proporción de mujeres mayores que viven solas o en condición de viudez, lo que las expone a mayores riesgos sociales, emocionales y nutricionales.

En cuanto al proceso de envejecimiento demográfico, Puebla se encuentra en una etapa moderada-avanzada y se proyecta como una de las entidades que más tiempo tomará en alcanzar la fase avanzada, según el Consejo Nacional de Población. Aunque en 2024 se observó un aumento sostenido en la proporción de personas mayores, la velocidad de esta transición es más lenta en comparación con estados como Ciudad de México o Veracruz. En la mayoría de los municipios poblanos predominan las personas de 65 a 74 años y se prevé que para 2030 el municipio de Puebla capital se incorpore al grupo de municipios con más de 250 mil personas adultas mayores y altos porcentajes de envejecimiento. Este cambio en la estructura por edad, junto con la disminución progresiva de la población infantil, representa un desafío significativo para la formulación de políticas públicas sostenibles en salud, pensiones, cuidado y empleo, que deben adoptar un enfoque de largo plazo para garantizar el bienestar de esta población en crecimiento (López & Jiménez, 2024).

3. Situación alimentaria y nutricional del adulto mayor Poblano

Los patrones alimentarios de los adultos mayores en Puebla se ven influenciados por factores económicos, culturales y de acceso. En las zonas rurales persisten dietas basadas en alimentos básicos como maíz, frijol y chile, con bajo consumo de frutas, verduras frescas y fuentes de proteína animal (ENSANUT, 2018). En tanto las zonas urbanas, la transición nutricional ha llevado al consumo frecuente de productos ultraprocesados. Desde esa trinchera la educación nutricional podría ser una solución para combatir estas barreras.

Entre los principales problemas nutricionales destacan la sarcopenia, obesidad, desnutrición y deficiencias de micronutrientes como vitamina D, calcio y vitamina B12 (Cruz-Góngora

et al., 2020). Además, condiciones como la salud bucal deteriorada, la disfagia o la dependencia funcional complican la ingesta adecuada de alimentos.

4. Factores culturales y familiares

La gastronomía tradicional de Puebla es un pilar cultural que fortalece la identidad familiar, sin embargo, plantea retos cuando se trata de personas mayores, pues los platillos tradicionales suelen no adaptarse a las necesidades de este grupo etario y más cuando se le suma la presencia de enfermedades crónicas. Además, muchas familias carecen de conocimientos para modificar texturas, reducir condimentos o aumentar el aporte de proteínas y vegetales, lo que puede favorecer la malnutrición. A esto se suma que, en zonas rurales o zonas con acceso limitado a alimentos frescos, la dieta se torna repetitiva y poco variada, dificultando el cumplimiento de prescripciones del personal de la salud (Calderón-Martínez et al., 2017).

El entorno psicosocial es igualmente determinante, el aislamiento social, la depresión y el duelo impactan de forma directa en la conducta alimentaria del adulto mayor. Estudios en México han mostrado que la depresión aumenta hasta seis veces el riesgo de desnutrición y que la soledad puede favorecer la pérdida de apetito y la consecuente reducción en la ingesta alimentaria (Ramírez Jiménez et al., 2022). Abordar estos factores culturales y familiares requiere estrategias integrales que incluyan capacitación culinaria adaptada, detección temprana de riesgo psicosocial y fortalecimiento de las redes de apoyo para garantizar una alimentación segura, suficiente y culturalmente pertinente.

5. Seguridad Alimentaria

La seguridad alimentaria se define como la situación en la cual las personas, en todo momento, tienen acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y preferencias alimentarias para una vida activa y saludable. En el estado de Puebla, esta condición dista de alcanzarse de forma universal, particularmente para los grupos en situación de vulnerabilidad, como las personas adultas mayores, quienes enfrentan barreras adicionales relacionadas con su edad, condición funcional y contexto socioeconómico (Hernández Flores & Novak, 2023).

Desde el pilar de la disponibilidad, Puebla, a pesar de contar con capacidad agrícola, presenta una baja autosuficiencia alimentaria. La producción local no siempre está orientada a satisfacer las necesidades nutricionales de la población, y existen importantes desequilibrios entre zonas urbanas y rurales, lo que limita el acceso regular a alimentos frescos y variados,

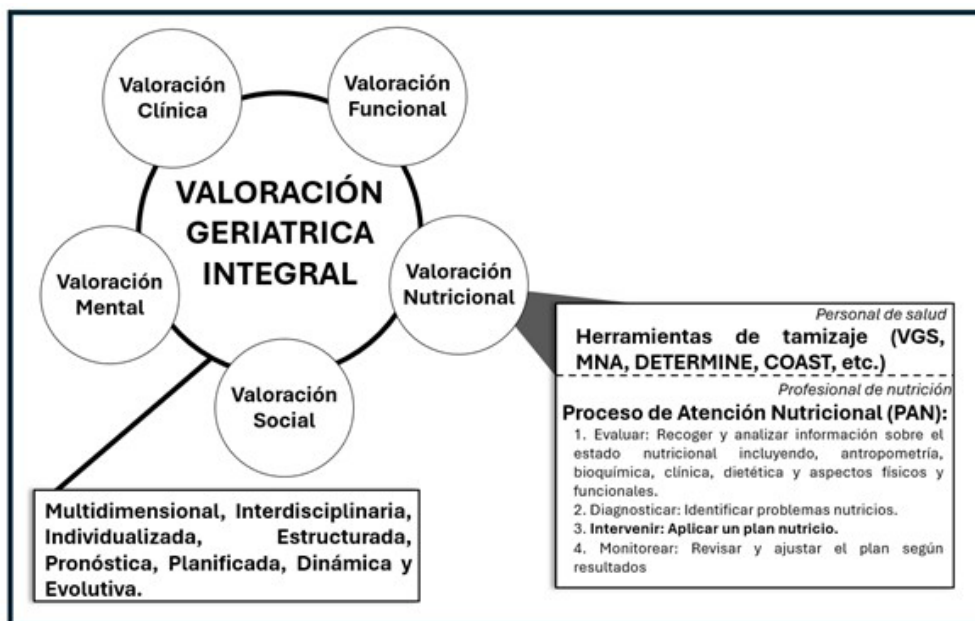
especialmente en regiones serranas o de difícil acceso. En lo que respecta a la accesibilidad, las barreras económicas y físicas son críticas. Más del 40 % de los hogares poblanos enfrenta algún grado de inseguridad alimentaria, siendo más alta en comunidades rurales, hogares encabezados por mujeres, personas con discapacidad y personas mayores. En estos últimos, factores como la insuficiencia económica, la ausencia de redes de apoyo, la distancia a centros de abasto y las limitaciones de movilidad reducen de forma sustancial su capacidad de adquirir alimentos en cantidad y calidad suficientes (Hernández Flores & Novak, 2023).

Finalmente, en cuanto a la calidad de los alimentos, la dieta habitual en Puebla presenta desequilibrios significativos: alta carga de productos ultraprocesados, consumo excesivo de azúcares y grasas, y baja ingesta de frutas, verduras y proteínas de alta calidad nutricional. Este patrón alimentario impacta directamente en la salud de las personas mayores, al asociarse con mayor riesgo de enfermedades crónicas, pérdida de funcionalidad y malnutrición (Hernández Flores & Novak, 2023).

6. Retos clínicos en la atención nutricional geriátrica

Uno de los principales desafíos en la atención nutricional de personas mayores es la limitada formación especializada en nutrición geriátrica entre los profesionales de la salud (Sánchez-García et al., 2021). Muchos nutriólogos carecen del conocimiento y las herramientas específicas para evaluar y tratar adecuadamente a este grupo poblacional. Por ello, es indispensable fortalecer la formación académica con un enfoque en los cambios biológicos del envejecimiento, que incluya el reconocimiento de las transformaciones fisiológicas en la composición corporal, así como los factores psicológicos y sociales que influyen en el estado nutricional de las personas mayores. Un aspecto clave es la incorporación del nutriólogo al equipo multidisciplinario, participando activamente en la valoración geriátrica integral (VGI) y aplicando el proceso de atención nutricional (PAN) de manera individualizada con los cuatro pasos: evaluación, diagnóstico, intervención y monitoreo nutricional (American Dietetic Association, 2008). Cabe mencionar que, si bien herramientas de tamizaje como la Valoración Global Subjetiva (VGS), el Mini Nutritional Assessment (MNA), el cuestionario DETERMINE (desarrollado por la Nutrition Screening Initiative), y el Canadian Nutrition Screening Tool (CNST o COAST) no forman parte formal del PAN, constituyen una etapa preliminar clave que puede ser usado por los profesionales de la salud (*véase Figura 1*).

Figura 1. Integración del Proceso de Atención Nutricional a la Valoración Geriátrica Integral. Se describen sus características principales. Abreviaturas: Valoración Global Subjetiva (VGS), Mini Nutritional Assessment (MNA), DETERMINE (desarrollado por Nutrition Screening Initiative), Canadian Nutrition Screening Tool (COAST).



En lo que respecta a la evaluación nutricional, uno de los retos técnicos más relevantes es la adecuada toma de medidas antropométricas, especialmente peso y talla, las cuales, en el mejor de los casos, son medidas directamente al paciente o bien pueden requerir adaptaciones debido a las condiciones funcionales o físicas, como la movilidad reducida, la presencia de cifosis, la imposibilidad de mantenerse en bipedestación y otros factores como el dolor crónico musculoesquelético, trastornos cognitivos que dificultan la colaboración, la fatiga extrema o incluso la postración en cama. Estas condiciones hacen indispensable el uso de métodos indirectos validados, como lo son las ecuaciones predictivas entre las que destacan las fórmulas desarrolladas por Chumlea et al., no obstante, diversos estudios han reportado que estas ecuaciones (véase *Tabla 1*) tienden a subestimar el peso corporal en adultos mayores, especialmente en poblaciones institucionalizadas o de origen latinoamericano. En un estudio realizado en Brasil, se observó que una de estas fórmulas presentó una subestimación de hasta 7.42 kg en personas mayores institucionalizadas (Neri et al., 2016), lo que pone en evidencia la necesidad de contar con modelos más ajustados al contexto local.

En respuesta a estas limitaciones, Bernal-Orozco et al. desarrollaron en México una ecuación específica para mujeres a partir de pacientes hospitalizadas e institucionalizadas, la fórmula mostró una alta precisión con un margen de error muy pequeño en mujeres hospitalizadas de -0.02 a -0.7 kg y una ligera sobreestimación en mujeres institucionalizadas de +1.9 kg, mucho menor que la observada con las fórmulas originales de Chumlea. Así mismo, se han desarrollado otras ecuaciones predictivas para población geriátrica ambulatoria por Díaz de León González et al., derivadas del Estudio SABE (Salud, Bienestar y Envejecimiento), estas

fórmulas consideran variables como la altura de rodilla, las circunferencias del brazo, cintura, cadera y pantorrilla, así como la edad y los resultados mostraron una muy buena correlación entre el peso estimado y el peso real, tanto en mujeres como en hombres, sin diferencias importantes entre ambos valores (Bernal-Orozco et al., 2010, Díaz de León González et al., 2011). Si bien se recomienda el uso de estas ecuaciones es importante tener presente que ningún método predictivo está exento de errores. Por tanto, su aplicación debe realizarse con juicio clínico y, en lo posible, complementarse con otras herramientas de evaluación nutricional.

Es fundamental señalar que no se deben utilizar valores de peso o talla referidos por el paciente o sus familiares como base para la evaluación antropométrica, aunque pueden ser útiles como antecedente en la historia clínica nutricia, su uso directo introduce un importante sesgo y puede distorsionar la interpretación del estado nutricional. Del mismo modo, realizar estimaciones visuales —el llamado “ojo de buen cubero”— constituye una práctica clínicamente inaceptable, que compromete la precisión diagnóstica y la calidad del tratamiento nutricional, representando un error técnico que debe evitarse en todo contexto profesional.

Estimación	Mujer	Hombre
Talla _{cm}	Media envergadura de brazo	Media envergadura de brazo
Talla _{cm} (Chumlea et.al.,1998)	$84.25 + (1.82 \times \text{altura de la rodilla}_{cm}) - (0.26 \times \text{edad}_{años})$	$82.77 + (1.83 \times \text{altura de la rodilla}_{cm}) - (0.16 \times \text{edad}_{años})$
Peso _{kg} [*] (Chumlea et.al.,1988)	$(0.98 \times \text{perímetro del brazo}_{cm}) + (1.27 \times \text{perímetro de pantorrilla}_{cm}) + (0.40 \times \text{pliegue cutáneo subescapular}_{mm}) + (0.87 \times \text{altura de la rodilla}_{cm}) - 62.35$	$(0.98 \times \text{perímetro del brazo}_{cm}) + (1.73 \times \text{perímetro de pantorrilla}_{cm}) + (0.37 \times \text{pliegue cutáneo subescapular}_{mm}) + (1.16 \times \text{altura de la rodilla}_{cm}) - 81.69$
Peso _{kg} ^{**} (Bernal-Orozco et al., 2010)	$(1.599 \times \text{altura de rodilla}_{cm}) + (1.135 \times \text{perímetro de brazo}_{cm}) + (0.735 \times \text{perímetro de pantorrilla}_{cm}) + (0.621 \times \text{pliegue cutáneo tricipital}_{mm}) - 83.123$	No existente
Peso _{kg} ^{***} (Díaz de León González et al., 2011).	$(0.69 \times \text{altura de rodilla}_{cm}) + (0.61 \times \text{perímetro del brazo}_{cm}) + (0.17 \times \text{perímetro de cintura}_{cm}) + (0.45 \times \text{perímetro de cadera}_{cm}) + (0.58 \times \text{perímetro de pantorrilla}_{cm}) - (0.24 \times \text{Edad}_{años}) - 55.9$	$(0.67 \times \text{altura de rodilla}_{cm}) + (0.46 \times \text{perímetro del brazo}_{cm}) + (0.60 \times \text{perímetro de cintura}_{cm}) + (0.38 \times \text{perímetro de cadera}_{cm}) + (0.53 \times \text{perímetro de pantorrilla}_{cm}) - (0.17 \times \text{Edad}_{años}) - 80.01$

* Población mexicano-estadounidense de 60 a 90 años

**Población mexicana >60 años

*** Población de América Latina y el Caribe >60 años

7. Desafíos estructurales y políticos

En Puebla, como en muchas otras entidades del país, la nutrición geriátrica no está suficientemente contemplada en las políticas de salud pública. Existe una carencia de programas específicos que atiendan las necesidades nutricionales del adulto mayor, tanto en comunidades como en residencias geriátricas. Las acciones interinstitucionales entre los sectores de salud, desarrollo social, sistemas DIF y academia son limitadas, y el financiamiento para proyectos de investigación o intervenciones comunitarias es escaso. Esta situación genera una falta de evidencia local que oriente la toma de decisiones (CONEVAL, 2023; Secretaría de Salud, 2020). No obstante, es importante reconocer que el gobierno mexicano ha implementado políticas de protección social dirigidas a este grupo poblacional, como la Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores, un programa de transferencia monetaria no contributiva que busca reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida en la vejez. Este programa representa un avance significativo en el reconocimiento de los derechos sociales de las personas mayores y puede ofrecer una plataforma para integrar intervenciones complementarias, como estrategias de promoción de la salud y alimentación adecuada (Gobierno de México, 2024; CEPAL, 2023).

8. Conclusiones

La nutrición geriátrica en Puebla enfrenta retos complejos que requieren una visión integral y acciones coordinadas. Desde las condiciones socioeconómicas hasta las brechas en la formación profesional y la ausencia de políticas focalizadas, cada factor influye en el estado nutricional del adulto mayor. Es urgente que las instituciones de salud, educativas y gubernamentales reconozcan la importancia de la nutrición en el envejecimiento saludable y actúen para garantizar una vejez digna, funcional y bien alimentada en el Estado de Puebla.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

La autora declara que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Bernal-Orozco, M. F., et al. (2012). Estimación del peso corporal en hombres adultos mayores mexicanos mediante ecuaciones antropométricas. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 32(4), 16–22.
- Bernal-Orozco, M. F., Vizmanos-Lamotte, B., Rodríguez-Rocha, N. P., Ramos-López, L. L., & Sandoval-Oliveros, M. R. (2010). Equation to estimate body weight in elderly Mexican women using anthropometric measurements. *Nutrición Hospitalaria*, 25(3), 422–427.
- Calderón-Martínez, M. E., Taboada-Gaytán, O. R., Argumedo-Macías, A., Ortiz-Torres, E., López, P. A., & Jacinto-Hernández, C. (2017). Cultura alimentaria: Clave para el diseño de estrategias de mejoramiento nutricional de poblaciones rurales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(2), 303–320. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000200303
- CEPAL. (2023). *Protección social y envejecimiento en América Latina y el Caribe: Avances y desafíos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48601>
- Chumlea, W. C., Guo, S. S., Wholihan, K., Cockram, D., Kuczmarski, R. J., & Johnson, C. L. (1998). Stature prediction equations for elderly non-Hispanic White, non-Hispanic Black, and Mexican-American persons developed from NHANES III data. *Journal of the American Dietetic Association*, 98(2), 137–142. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(98\)00036-4](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(98)00036-4)
- CONEVAL. (2023). *Medición de la pobreza 2022*. <https://www.coneval.org.mx>
- Cruz-Góngora, V., et al. (2020). Estado de nutrición y determinantes sociales del adulto mayor en México. *Salud Pública de México*, 62(3), 267–276.
- Díaz de León González, E., Tamez Pérez, H. E., & Gutiérrez Hermosillo, H. (2011). Estimación del peso en adultos mayores a partir de medidas antropométricas del Estudio SABE. *Nutrición Hospitalaria*, 26(5), 1067–1072. <https://doi.org/10.1590/S0212-16112011000500022>
- ENSANUT. (2018). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018*.
- Gobierno de México. (2024). *Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores*. Secretaría del Bienestar. <https://www.gob.mx/bienestar/articulos/pension-para-el-bienestar-de-las-personas-adultas-mayores>
- Hernández Flores, J., & Novak, B. (2023). *La seguridad alimentaria y nutricional en el estado de Puebla: Del diagnóstico a las políticas públicas*. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla.

- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*.
- INEGI. (2022). *A propósito del Día Internacional de las Personas Adultas Mayores (1 de octubre)*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP_ADULMAY2022.pdf
- López Díaz, A. G., & Jiménez Chaves, L. F. (2024). *Envejecimiento demográfico en México: Una mirada a su heterogeneidad estatal y municipal a partir de las nuevas proyecciones de la población*. Consejo Nacional de Población (CONAPO). <https://www.gob.mx/conapo/>
- Morales-Ruán, M. C., et al. (2012). Micronutrient deficiencies in older adults in Mexico: Results of a nationally representative survey. *Salud Pública de México*, 54(4), 379–385.
- Neri, S. G. R., de Oliveira, A. A., de Moraes, L. L. C., de Souza, F. P. A., da Silva, I. M., de Souza, A. C. A., & de Oliveira, A. F. M. (2016). Validação de equações preditivas para o peso e estatura utilizando fita métrica em idosos institucionalizados. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 19(1), 135–148.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Decenio del envejecimiento saludable 2020–2030*. <https://www.who.int>
- Ramírez Orozco, R. E., Jiménez Saldívar, P., & Pedroza García, K. A. (2022). Relación del riesgo nutricional y la presencia de depresión en adultos mayores ambulatorios de Aguascalientes, México. *Lux Médica*, 17(49). <https://doi.org/10.33064/49lm20223373>
- Sánchez-García, S., et al. (2021). La geriatría y gerontología en la formación de profesionales de la salud en México. *Revista Médica del IMSS*, 59(6), 656–664.
- Secretaría de Salud. (2020). *Informe de actividades en salud pública*.
- Writing Group of the Nutrition Care Process/Standardized Language Committee. (2008). Nutrition care process and model: Part I: The 2008 update. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(8), 1287–1293. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.06.368>

Nutrición y enfermedades crónicas no transmisibles en el estado de Puebla:

interacciones entre factores dietéticos, ambientales y bioactivos

Miguel Carreón-Tirso¹ y Luis Alberto Arriaga Lila²

Introducción

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) constituyen uno de los principales retos de salud pública a nivel mundial y en México, con alta carga de morbilidad y mortalidad (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023). Entre las ECNT más prevalentes en el país destacan la diabetes mellitus tipo 2, las enfermedades cardiovasculares, la enfermedad

¹ Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

² ISSSTEP, Puebla

pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y ciertos tipos de cáncer, cuya incidencia se ve influenciada por factores ambientales, genéticos y de estilo de vida (Secretaría de Salud, 2023).

A pesar de sus diferencias fisiopatológicas, las ECNT comparten múltiples factores de riesgo modificables y no modificables. Entre los más comunes resaltan: dieta inadecuada (alta en azúcares, grasas trans y sodio), inactividad física, exposición a contaminantes ambientales, tabaquismo y consumo de alcohol, disbiosis intestinal.

La relación entre la nutrición y las ECNT ha sido ampliamente documentada en la literatura científica. El patrón alimentario, la disponibilidad de nutrientes esenciales, así como la exposición a contaminantes ambientales con efectos bioacumulativos, juegan un papel crucial en el desarrollo y la progresión de estas enfermedades. Este capítulo tiene como objetivo explorar la interacción entre los factores nutricionales y ambientales en el contexto epidemiológico del estado de Puebla, abordando además el potencial terapéutico y preventivo de compuestos bioactivos y nutraceuticos frente a las ECNT.

Contaminación ambiental y ECNT en Puebla

En Puebla, el aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) está ligado a desigualdades socioeconómicas, cambios dietéticos, sedentarismo y exposición a contaminantes ambientales (INSP, 2022). Se han identificado niveles elevados de cromo (Cr), plomo (Pb) y arsénico (As), así como material particulado fino (PM_{2.5}) y ozono (O₃), asociados a mayor riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y respiratorias (Mora et al., 2021; Pérez-Castresana et al., 2019).

En zonas urbanas, los picos de PM_{2.5} y O₃ superan los límites de la OMS, agravando patologías respiratorias y cardiovasculares (ProAire-PEACC Puebla, 2021–2030; INECC, 2023). Particularmente, la cuenca del río Atoyac, (que abarca áreas de Puebla y Tlaxcala) presenta descargas industriales, municipales y agrícolas que elevan la presencia de Cr (VI), Pb y As en el agua. La exposición crónica a estos metales, sobre todo en temporada de estiaje, se vincula con hipertensión, daño renal y cáncer en piel, vejiga y pulmón, lo que demanda un control estricto de la calidad del agua y vigilancia de los alimentos irrigados con esta fuente (Mora et al., 2021; Pérez-Castresana et al., 2019).

Además, el agua potable tanto de red como embotellada contiene microplásticos en concentraciones variables; aunque su riesgo en humanos es incierto, se han documentado posibles efectos como estrés oxidativo e inflamación, respaldados por estudios celulares y animales (Li et al., 2023; WHO, 2019). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de integrar la vigilancia ambiental con estrategias nutricionales para prevenir ECNT

Tabla 1. Principales contaminantes ambientales asociados a ECNT en Puebla

Contaminante	Fuente principal	Efectos en salud relacionados	Fuente
Arsénico (As)	Descargas industriales, aguas subterráneas	Cáncer de piel, vejiga y pulmón; alteraciones cardiovasculares	Pérez-Castresana et al. (2019)
Plomo (Pb)	Industria metalúrgica, agua contaminada	Neurotoxicidad, hipertensión, daño renal	Mora et al. (2021)
Cromo (Cr VI)	Curtidurías, descargas industriales (Atoyac)	Cáncer pulmonar, daño hepático y renal	Mora et al. (2021); Pérez-Castresana et al. (2019)
PM2.5	Quema de combustibles fósiles, transporte, industria	Enfermedades cardiovasculares y respiratorias, cáncer de pulmón	ProAire-PEACC Puebla (2021–2030); Pope & Dockery (2023)
Ozono (O ₃)	Reacciones fotoquímicas entre NO _x y COVs	EPOC, asma, inflamación pulmonar	INECC (2023); Lelieveld et al. (2019)
NO ₂	Emisiones vehiculares, industria	Asma infantil, inflamación de vías respiratorias	ProAire-PEACC Puebla (2021–2030)
SO ₂	Combustión de carbón y diésel	Bronquitis crónica, crisis asmáticas	OMS (2023)
Microplásticos	Agua potable (red y embotellada)	Estrés oxidativo, inflamación	OMS (2019); Li et al. (2023)

Nutracéuticos y prevención de ECNT

El consumo habitual de nutraceuticos, presentes en alimentos como el amaranto, cacao, chile poblano, pescados, chía, cebolla y manzana, aporta compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y cardioprotectoras. Sustancias como flavonoides, capsaicinoides, ácidos fenólicos, ácidos grasos omega-3 y quercetina han demostrado reducir marcadores inflamatorios, mejorar el perfil lipídico, modular la presión arterial y favorecer el control glucémico, contribuyendo así a la prevención y manejo de enfermedades crónicas no transmisibles (Martínez-Augustin & Gil, 2021; Rodríguez-Mateos et al., 2020; Li et al., 2016).

Tabla 2. Principales nutraceuticos relevantes para la población de Puebla

Nutraceutico	Fuente alimentaria	Efecto principal	Fuente
Flavonoides	Amaranto, cacao, chile poblano	Antioxidante, antiinflamatorio	Rodríguez-Mateos et al. (2020)
Capsaicinoides	Chile poblano, chile seco	Termogénesis, reducción de peso	Ludy et al. (2012)
Omega-3	Pescados, chía	Mejora perfil lipídico, antiinflamatorio	Li et al. (2016)
Quercetina	Cebolla, manzana	Antioxidante, control glucémico	Li et al. (2016)

Aminoácidos y salud metabólica (mecanismo y aplicaciones)

Los aminoácidos esenciales desempeñan un papel clave en el mantenimiento de la masa muscular, el metabolismo energético y la regulación de procesos fisiológicos críticos. Su adecuada ingesta favorece la síntesis proteica, optimiza la recuperación celular y contribuye a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), especialmente en poblaciones vulnerables como adultos mayores y personas con obesidad o diabetes (FAO, 2013; Takahara & Maeda, 2020; Wu et al., 2013).

Tabla 3. Aminoácidos esenciales y funciones relevantes en la prevención/manejo de ECNT

Aminoácido	Función principal	Relación con ECNT	Evidencia
Leucina	Activación mTORC1 y síntesis proteica	Prevención sarcopenia, mejora metabolismo glucosa	Takahara & Maeda, 2020; McColl et al., 2023
Lisina	Metabolismo proteico, absorción Ca	Salud ósea, soporte en crecimiento muscular	FAO, 2013
Metionina	Precursor de SAMe (metilación DNA)	Regulación epigenética, metabolismo lipídico	Wu et al., 2013

Conclusiones

Las enfermedades crónicas no transmisibles constituyen un desafío prioritario para la salud pública en México y particularmente en el estado de Puebla. La interacción entre factores dietéticos, exposición a contaminantes ambientales y deficiencias nutricionales desempeña un papel central en la génesis y progresión de estas patologías. Frente a ello, el abordaje preventivo desde la nutrición mediante el uso de nutraceuticos, compuestos bioactivos y un patrón alimentario adecuado representa una estrategia integral y sostenible.

Asimismo, la vigilancia de los contaminantes locales y el fortalecimiento de políticas públicas orientadas a la salud ambiental y nutricional deben ser consideradas acciones urgentes y complementarias al control clínico tradicional de las ECNT.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- FAO. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition* (FAO Food and Nutrition Paper 92). <http://www.fao.org/3/i3124e/i3124e.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2023). *Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA)*. <https://sinaica.inecc.gob.mx>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2022). *Informe sobre la salud de los mexicanos 2022*. <https://www.insp.mx>
- Lelieveld, J., et al. (2019). Effects of long-term exposure to fine particulate matter and ozone on premature mortality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(4), 1589–1594. <https://doi.org/10.1073/pnas.1813957116>
- Li, Y., et al. (2016). Flavonoids and cardiovascular health: A review. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 81(4), 579–594. <https://doi.org/10.1111/bcp.12821>
- Li, Y., et al. (2023). Potential health impact of microplastics: A review of recent advances in toxicity studies. *ACS ES&T Health*, 3(6), 849–868. <https://doi.org/10.1021/envhealth.3c00052>
- Ludy, M. J., et al. (2012). The effects of capsaicin and capsiate on energy balance: Critical review and meta-analyses of studies in humans. *Chemical Senses*, 37(2), 103–121. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjr100>
- Martínez-Augustin, O., & Gil, A. (2021). Nutraceuticals and functional foods in human health. *Nutrients*, 13(2), 429. <https://doi.org/10.3390/nu13020429>
- McColl, T. J., et al. (2023). Kinetic modeling of leucine-mediated mTOR signaling and protein metabolism in skeletal muscle. *Frontiers in Physiology*, 14, 1281740. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1281740>
- Mora, A., et al. (2021). A review of the current environmental status and human health risk in the Atoyac River basin (central Mexico). *Science of the Total Environment*, 755, 142584. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142584>

- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Microplastics in drinking-water*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516198>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Noncommunicable diseases*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Pérez-Castresana, G., et al. (2018). Atoyac River pollution in the metropolitan area of Puebla, Mexico. *Water*, 10(3), 267. <https://doi.org/10.3390/w10030267>
- Pérez-Castresana, G., et al. (2019). Evaluation of health risks due to heavy metals in a rural population exposed to Atoyac River pollution in Puebla, Mexico. *Water*, 11(2), 277. <https://doi.org/10.3390/w11020277>
- Pope, C. A., & Dockery, D. W. (2023). Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 73(4), 291–322. <https://doi.org/10.1080/10962247.2023.2166872>
- ProAire-PEACC Puebla. (2021–2030). *Programa para mejorar la calidad del aire del Estado de Puebla*. Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial. <https://www.gob.mx>
- Rodríguez-Mateos, A., et al. (2020). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans: A review of recent evidence. *Nutrients*, 12(6), 1734. <https://doi.org/10.3390/nu12061734>
- Secretaría de Salud. (2023). *Panorama epidemiológico de las enfermedades crónicas no transmisibles en México*. Dirección General de Epidemiología. <https://www.gob.mx/salud>
- Takahara, T., & Maeda, T. (2020). Amino acid-dependent control of mTORC1 signaling. *Journal of Biomedical Science*, 27, 87. <https://doi.org/10.1186/s12929-020-00679-2>
- Wu, G., et al. (2013). Dietary requirements of “nutritionally nonessential amino acids” by animals and humans. *Amino Acids*, 44(5), 1107–1113. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1444-2>

El papel de la nutrición y del médico de primer contacto en el control del síndrome metabólico

Francisco de Jesús García-Mendoza¹ y María de los Ángeles Martínez-Martínez²

Introducción

El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de alteraciones que incluyen obesidad abdominal, hipertensión arterial, hiperglucemia, hipertrigliceridemia y disminución del colesterol HDL, que en conjunto incrementan significativamente el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular y mortalidad prematura. En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2022) reporta que el 38.3 % de los adultos presentan sobrepeso y un 36.9 % obesidad, lo que implica que más de tres de cada cuatro adultos viven con exceso de peso, además, se ha observado un aumento del 21.4% en la prevalencia de obesidad entre 2006 y 2022. En términos regionales, en el estado de Puebla la prevalencia de sobrepeso u obesidad en menores de 5 años fue del 6.1%, en escolares

1 Laboratorio de Nutrición Clínica, Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

2 Departamento de Agentes Biológicos, Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

(5-11 años) fue de 26.6%, y en adolescentes (12-19 años) alcanzó el 19.3% (Instituto Nacional de Salud Pública, 2020). Estas cifras representan a millones de personas y muestran que la nutrición emerge como piedra angular para la prevención y el control del síndrome metabólico. En este contexto, el médico de primer contacto juega un papel clave en la detección, intervención y seguimiento de esta problemática.

La nutrición como piedra angular en el control del síndrome metabólico

Los patrones dietéticos han mostrado ser determinantes en el control del síndrome metabólico. La dieta mediterránea y la dieta DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension), caracterizadas por un elevado consumo de frutas, verduras, cereales integrales, legumbres, frutos secos, pescado y aceite de oliva, y un bajo consumo de azúcares simples y grasas saturadas, reducen la presión arterial, mejoran el perfil lipídico y disminuyen la resistencia a la insulina. En México, uno de los aspectos más significativos ha sido la implementación en 2020 del Sistema de Etiquetado Frontal de Alimentos y Bebidas (SEFAB), desarrollado por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), que derivó en la actualización de la regulación mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Este etiquetado frontal de advertencia, compuesto por sellos octagonales que alertan sobre excesos en calorías, grasas saturadas, grasas trans, azúcares o sodio, así como leyendas precautorias sobre cafeína y edulcorantes, se aplicó a aproximadamente el 85 % de los productos alimenticios preenvasados comercializados en el país (Secretaría de Salud, 2020). Acerca del impacto en la población, un estudio del INSP mostró que, al cabo de más de un año de implementarse el etiquetado frontal, el 80 % de las personas lo reconoce, lo considera informativo y reporta que reduce el consumo de productos no saludables. Se observó también una reformulación de productos: por ejemplo, antes de esta medida, dos terceras partes de los cereales de caja contenían altos niveles de azúcares; tras su implementación, ese porcentaje se redujo a un tercio. Además, estudios y reportes de seguimiento indican que más del 50 % del portafolio de algunas grandes empresas ha sido reformulado para reducir ingredientes críticos, y el etiquetado ha generado una intención más informada en las decisiones de compra por parte del consumidor (Secretaría de Salud, 2021), aunque en práctica, la población general se muestra inconforme y en desagrado con el etiquetado. No obstante, esta medida no sustituye otras políticas esenciales. Su efectividad depende de la comprensión y uso por parte del consumidor, y aunque aparentemente ha contribuido a cambiar el entorno de elección alimentaria, se reconoce que el control del síndrome metabólico exige una estrategia integrada que incluya educación nutricional, intervención clínica, regulación más amplia del entorno alimentario y promoción de estilos de vida saludables.

Enseñanza sobre la nutrición y síndrome metabólico en estudiantes de medicina de pregrado

La formación médica en México tradicionalmente ha priorizado áreas biomédicas y clínicas, frecuentemente dejando de lado el papel de la nutrición en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas. Diversos análisis sobre planes de estudio en facultades de medicina mexicanas han evidenciado que la enseñanza de nutrición suele ser limitada, fragmentada y en muchos casos opcional, lo que resulta insuficiente frente a la magnitud de problemas como la obesidad, la diabetes y el síndrome metabólico (Pérez-Cruz et al., 2015). En la práctica, muchos médicos recién egresados reconocen la importancia de la nutrición, pero refieren sentirse poco preparados para dar consejería efectiva sobre alimentación y estilo de vida. Esto genera un vacío que, en la vida profesional, impacta directamente en la atención de los pacientes con SM, quienes requieren estrategias educativas claras, basadas en evidencia y culturalmente pertinentes. Aunque algunas universidades han comenzado a incorporar módulos de medicina preventiva y promoción de la salud, aún existe una brecha considerable en la enseñanza integral de la nutrición clínica en el nivel de pregrado.

Importancia del médico de primer contacto al respecto de la nutrición y el síndrome metabólico

El médico de primer contacto ocupa una posición privilegiada para enfrentar el reto del SM. Su cercanía y accesibilidad lo convierten en la primera línea de defensa para la detección temprana, la educación nutricional y el seguimiento continuo de los pacientes. En países como Corea, se ha enfatizado que el médico general o familiar está en condiciones óptimas para fomentar la modificación del estilo de vida y el apego a intervenciones dietéticas (Jeong, 2024). En México, sin embargo, los estudios muestran que, aunque los médicos se sienten competentes para reconocer el SM, con frecuencia enfrentan limitaciones de tiempo y recursos para ofrecer consejería adecuada (Martínez-González et al., 2023). Aun con estas dificultades, existe evidencia de que las recomendaciones nutricionales y de ejercicio brindadas por los médicos de primer contacto influyen de manera significativa en la adherencia del paciente, especialmente cuando se ofrecen de forma personalizada y reiterada (Sallis et al., 2014). Además, la práctica del propio médico respecto a la alimentación y la actividad física constituye un factor que motiva o desalienta la adopción de cambios por parte del paciente.

Retos en la práctica clínica

Los retos que enfrenta el médico de primer contacto en México respecto al control del SM son múltiples. Uno de los principales es la sobrecarga en la consulta, especialmente en la práctica institucional, que limita el tiempo para realizar consejería detallada sobre nutrición. A esto se suma la escasez de capacitación formal en el área, así como la falta de integración sistemática de nutriólogos en los equipos de atención primaria. Estudios en clínicas del Instituto Mexicano del Seguro Social han documentado una baja frecuencia de monitoreo de parámetros metabólicos y de consejería sobre estilo de vida en pacientes diabéticos, lo cual refleja una práctica clínica aún insuficiente para el control integral del SM (González-Salazar et al., 1997). Asimismo, la prevalencia elevada de SM entre pacientes con sobrepeso y obesidad atendidos en primer nivel de atención muestra la urgencia de reforzar las estrategias preventivas y terapéuticas desde el punto de vista nutricional (Méndez-Gómez et al., 2006). Frente a estos retos, la adaptación de herramientas como el Nutrition Care Process (NCP) para la población mexicana representa una oportunidad relevante. El NCP es un modelo estandarizado que organiza la atención nutricional en cuatro fases: evaluación, diagnóstico, intervención y monitoreo. En la práctica clínica, su implementación comienza con la recopilación detallada de información antropométrica, bioquímica, dietética y social que permite identificar necesidades específicas del paciente. Con base en estos datos, el profesional formula un diagnóstico nutricional mediante enunciados tipo PES (Problema, Etiología, Signos/Síntomas), que orientan la planificación de un plan de intervención individualizado. Esta intervención incluye consejería, materiales educativos y recomendaciones adaptadas a la cultura y contexto del paciente, como menús basados en alimentos tradicionales accesibles en México. Posteriormente, en cada consulta de seguimiento se monitorean indicadores clínicos y conductuales, evaluando si las metas propuestas han sido alcanzadas y ajustando la estrategia en caso necesario. La adaptación del NCP al contexto mexicano ha incorporado materiales culturalmente pertinentes, recomendaciones específicas para enfermedades metabólicas como la diabetes tipo 2 o la dislipidemia, y herramientas que permiten al médico de primer contacto y al nutriólogo coordinar esfuerzos de manera más clara y sistemática, con resultados positivos en la adherencia y la efectividad de la atención (Sevilla-González et al., 2025). Este proceso estandarizado permite evaluar, diagnosticar e intervenir en problemas nutricionales de manera sistemática y culturalmente pertinente, y podría convertirse en un recurso clave en la atención primaria si se integra de manera formal en los servicios de salud (Gómez-Aguado et al., 2025).

Conclusión

El control del síndrome metabólico requiere un abordaje integral donde la nutrición sea entendida como el eje central de prevención y tratamiento. Sin embargo, el impacto de la dieta no puede alcanzarse plenamente sin el acompañamiento del médico de primer contacto, quien desempeña un papel decisivo en la detección, orientación y seguimiento de los pacientes. Para que esto sea posible, se necesita reforzar la enseñanza de nutrición en los planes de estudio de medicina, dotar a los médicos de tiempo y recursos adecuados, y fortalecer la colaboración interdisciplinaria con nutriólogos y profesionales de la salud pública. Solo de esta manera se podrá ofrecer una respuesta efectiva frente al creciente desafío que representa el síndrome metabólico en México.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

:

Referencias

- Barquera, S., et al. (2023). Prevalence of metabolic syndrome in Mexican adults. *Revista Médica de México*, 161(3), 221–230. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40079169/>
- Esposito, K., et al. (2004). Effect of Mediterranean-style diet on metabolic syndrome. *JAMA*, 292(12), 1440–1446. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15383514/>
- Gómez-Aguado, D., et al. (2025). Adaptation of the nutrition care process for metabolic diseases in the Mexican population. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1513747. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1513747>
- González-Salazar, F., et al. (1997). Metabolic control in diabetic patients at the primary care level in Mexico. *Revista Médica del IMSS*, 35(5), 401–408. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9306039/>

- Instituto Nacional de Salud Pública. (2020). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018: Resultados de Puebla*. Instituto Nacional de Salud Pública.
- Jeong, S.-M. (2024). Primary care physicians' important role: Lifestyle modification for chronic disease management. *Korean Journal of Family Medicine*, 45(5), 237–238. <https://doi.org/10.4082/kjfm.45.5E>
- Martínez-González, A., et al. (2023). Perceptions and proficiencies of primary care physicians treating metabolic syndrome. *BMC Primary Care*, 24(1), 221. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37341573/>
- Méndez-Gómez, E., et al. (2006). Frequency of metabolic syndrome in overweight and obese patients in a primary care facility in northern Mexico. *Revista Médica del IMSS*, 44(1), 45–52. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17022304/>
- Pérez-Cruz, E., et al. (2015). Education in nutrition for medical students in Mexico: Gaps and opportunities. *Salud Pública de México*, 57(4), 318–325. <https://doi.org/10.21149/spm.v57i4.7602>
- Sallis, R. E., et al. (2014). Exercise counseling by primary care physicians. *Journal of Community Health*, 39(1), 153–162. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4069042/>
- Secretaría de Salud. (2020). *Etiquetado de alimentos*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/promosalud/acciones-y-programas/etiquetado-de-alimentos>
- Secretaría de Salud. (2021, 29 de octubre). *Etiquetado frontal permite tomar decisiones informadas sobre alimentación: Secretaría de Salud*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/salud/prensa/507-etiquetado-frontal-permite-tomar-decisiones-informadas-sobre-alimentacion-secretaria-de-salud>
- Sevilla-González, M., González-Ortiz, A., Landa-Anell, M. V., Melgarejo-Hernández, M. A., Arias-Marroquín, A. T., Del Razo-Olvera, F. M., Román-Calleja, B. M., Monreal-Lugo, A. V., Martín-Vences, A. J., Haua-Navarro, K., & Espinosa-Cuevas, A. (2025). Adaptation of the nutrition care process for metabolic diseases in the Mexican population. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1513747. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1513747>

Abordaje nutricional de la enfermedad renal crónica: propuesta en tres pasos clave para la práctica clínica basada en la realidad nacional

Jesús Adán Ortega González¹ y Maximiliano Pimentel Valdivia¹

En México la enfermedad renal crónica (ERC) se ha convertido en un problema de salud pública que es responsable de la muerte de miles de personas cada año (Dávila-Cervantes & Agudelo-Botero, 2024).

De acuerdo con el grupo de trabajo Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO, 2024), la ERC se define como “*anomalías de la estructura o de la función renal, presentes durante al menos tres meses, con implicaciones para la salud. La ERC se clasifica por la causa,*

¹ Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

la categoría de la tasa de filtración glomerular (TFG) y la categoría de albuminuria (C-G-A)” (p. S126) (Kidney Disease: Improving Global Outcomes CKD Work Group, 2024).

La detección de la ERC no es sencilla. Por ello la información que hoy tenemos en México sobre su prevalencia real sigue siendo limitada. Esta situación contribuye a vacíos de conocimiento y en algunos casos a interpretaciones erróneas de los resultados (Argaiz et al., 2023).

En México la Encuesta de Salud y Nutrición Continua 2023 (Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], 2023), estimó que la prevalencia nacional de la ERC es de 12.2%. A nivel estatal Agudelo-Botero et al. (2020) han documentado un incremento sostenido de la ERC en México que varía de región en región. Figurando **Puebla** entre los estados con **mayor carga de la ERC** y mayor **mortalidad** asociada (Agudelo-Botero et al., 2020).

En cuanto sus causas más frecuentes, la hipertensión arterial sistémica (HAS) y la diabetes tipo 2 (DT2), resaltan como los principales riesgos. Ambas de origen multifactorial pero que comparten un detonante común: **hábitos alimentarios inadecuados**. Este patrón explica, porque las personas asisten a la consulta nutricional (Agudelo-Botero et al., 2020).

Polanco-Flores y colaboradores (2019) identificaron que aproximadamente hasta un tercio de los pacientes que viven con DT2 presentan alteraciones de la función renal aún sin contar con un diagnóstico confirmado de ERC. Además, quienes ya viven con esta enfermedad suelen mostrar riesgo nutricional elevado, consecuencia directa de la evolución natural de la enfermedad (Polanco-Flores et al., 2019).

Ante este panorama, este capítulo recopila información sobre el reto actual para quienes ejercemos la **nutrición clínica** considerando el contexto nacional y regional:

Un primer paso es realizar una evaluación clínica que combine seguridad, bajo costo y facilidad de aplicación. En segundo lugar, el ajuste de la indicación de proteínas siguiendo las guías internacionales. Y finalmente, la incorporación de métodos avanzados para evaluar la composición corporal (CC) cuando sea factible.

Primer paso: Evaluación inicial de riesgo y estado muscular. A la fecha muchos profesionales de la nutrición siguen evaluando la función renal únicamente por la elevación sanguínea de creatinina; sin embargo, el aumento de este parámetro no siempre ocurre en etapas tempranas (KDIGO, 2024). Por lo que en la consulta de nutrición es clave efectuar una evaluación proactiva antes de valorar alteraciones bioquímicas, incorporando desde la primera vez, un interrogatorio y examen físico orientados en indagar las alteraciones tempranas de la enfermedad: preguntar la presencia de factores de riesgo predisponentes, iniciadores y perpetuadores de la ERC; medir la presión arterial (riesgo si $\geq 130/80$ mmHg), indagar la diuresis de 24 h y cruzar estos hallazgos con la evaluación de la masa muscular esquelética (MME) (Liu et al., 2024).

¿Por qué evaluar la MME, junto con los factores de riesgo, la presión arterial y la diuresis de 24 h de manera inicial en la ERC? La respuesta es que, una depleción de la MME puede estar enmascarando un descenso real de la TFG al reducir la síntesis de creatinina, mientras que una MME aumentada en presencia de factores de riesgo, podría estar relacionado a una TFG normal, pero con posibilidad a deterioro renal futuro. Si bien la evaluación de la MME no es un sustituto de la evaluación de la TFG, sí es un marcador útil para la detección temprana y seguimiento integral del paciente.

Por otro lado, la HAS y el descenso de la diuresis (<800 ml), en conjunto con la MME reducida, pueden dar indicios tempranos de ERC; en este contexto, la HAS acelera el daño glomerular y la pérdida de filtrado, mientras que una reducción no justificada en el volumen urinario señala un posible compromiso renal. Evaluar estos tres elementos de forma conjunta permite detectar riesgo renal antes de que se eleve la creatinina sérica (Polanco-Flores et al., 2019). Lo anterior debemos confirmarlo bioquímicamente, siendo muy útil en etapas tempranas y de bajo costo la relación albúmina/creatinina en una muestra de orina al azar.

La relación puede ayudar al clínico a ajustar según en el estadio G1 y G2 la cantidad de proteína a consumir por el paciente.

Cuando la relación sea menor 30 mg/dl (valor normal) se sugiere dar de 0.8 a 1.2 g/kg de peso, si está entre 30 y 300 (microalbuminuria) mg/dl el ajuste sugerido es de 0.8 a 1.0 g/kg de peso. En casos de más de 300 mg/dl (macroalbuminuria) se limita a 0.8 g/kg de peso.

En los estadios G3 a G5, por arriba de 30 mg/dl es un factor de riesgo de progresión de daño por lo que no se aplica la recomendación proteica descrita para estadios iniciales (American Diabetes Association & Kidney Disease: Improving Global Outcomes, 2022; Ikizler et al., 2020).

Segundo paso: Ajuste proteico según guías y contexto clínico. El profesional de la nutrición renal enfrenta el dilema entre seguir las recomendaciones de guías internacionales (KDIGO 2024; KDOQI 2020) y adaptarlas al paciente en escenarios reales, si bien este capítulo no pretende hacer un análisis de juicio sobre las guías, si busca orientar sobre la toma de decisiones respecto a la ingesta proteica. Entonces ¿Cómo decidir la cantidad de proteína en ERC G3 a G5 cuando KDOQI sugiere 0.55 a 0.60 g/kg y KDIGO 0.8 g/kg/d?

En pacientes con ERC G3 a G5, la recomendación proteica debe individualizarse considerando tanto tratamiento farmacológico actual y la eficiencia de cambio proteico (ECP). Respecto al tratamiento farmacológico, cuando este sigue las directrices actuales: bloqueador del SRAA (IECA/ARA-II), iSGLT2 y finerenona si hay albuminuria, la cantidad de proteína no deberá de ser menor a 0.8 g/kg/d, evitando sarcopenia y preservando función (KDIGO, 2024.). Si el cuadro de fármacos no tiene esta triada y persisten los factores progresores (albuminuria

y/o HAS), debemos considerar 0.6 a 0.8 g/kg/d si vive con diabetes o 0.55–0.60 g/kg/d si no la hay, no olvidar monitorear la MME ya que su descenso significa progresión; si la ingesta se reduce a menos de 0.6 g/kg/d, es el momento de utilizar los cetoadálogos de aminoácidos (KDOQI, 2020).

Las recomendaciones de proteínas de las guías multi citadas derivan de estudios internacionales, pero debemos considerar que para México la eficiencia de cambio proteico (ECP) de la dieta es diferente.

Según el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (Cuevas-Nasu et al., 2003), la ECP en la dieta mexicana debe ajustarse considerando la utilización neta de las proteínas (NPU): las dietas con mayor aporte de proteína vegetal (NPU: 55%), el factor de corrección promedio será de 1.8. Dietas con mayor aporte de proteína animal (NPU: 65 a 70%) se aplica un factor promedio 1.43. Trasladar esto a las guías KDOQI/KDIGO en la práctica nacional, implica que primero se debe calcular el requerimiento que dice la guía (g/kg/día) y luego multiplicar por el factor de la ECP según el tipo de proteína:

Ejemplo 1: ERC estadio G5, sin triada farmacológica nefroprotectora (mayor aporte de proteína vegetal): $0.6 \text{ g} \times 1.8 = 1.0 \text{ g/kg/día}$.

Ejemplo 2: ERC estadio G3, sin triada farmacológica nefroprotectora (aporte mixto animal y vegetal): $0.6 \text{ g} \times 1.43 = 0.8 \text{ g/kg/día}$.

Es fundamental que entendamos que no toda la proteína ingerida se utiliza al 100 %, por lo que dar una mayor cantidad en estos pacientes, no significa automáticamente mayor carga de urea o creatinina. Por ejemplo, 100 g de proteína vegetal (NPU 55 %) equivalen a 55 g netos aprovechables. Todo ajuste que hagamos debe cruzarse con marcadores clínicos y bioquímicos, y considerar el impacto de grasas o hidratos de carbono asociados, evitando interpretaciones alarmistas. Así mismo no hay que perder de vista que el acceso limitado en México y Puebla a las tendencias actuales de las terapias farmacológicas involucran mayores costos, lo que nos orilla, en muchos casos, a utilizar las recomendaciones proteicas más bajas, pero considerando la ECP. Este escenario es un verdadero reto: hay que ajustar la prescripción proteica, preservar la MME, mantener la seguridad clínica y considerar si el paciente hace uso o no de los nuevos fármacos.

Tercer paso: Evaluación integral de la composición corporal. Evaluar la CC del paciente con ERC es un desafío. El índice de masa corporal (IMC), junto con la medición de perímetros, pliegues y diámetros, puede no reflejar bien los cambios reales en la MME, sobre todo si hay retención de líquidos (Navarro, 2022). Por eso, además de la antropometría clásica, el nutriólogo renal necesita apoyarse en métodos más precisos.

Entre los métodos que más han demostrado utilidad están la dinamometría, el ángulo de fase y la ecografía muscular: juntos permiten valorar fuerza, integridad celular y composición del músculo, con menos interferencia por el exceso de agua corporal (Marco et al., 2024; Chen et al., 2025; De La Flor et al., 2025).

Dinamometría. Evalúa la fuerza de agarre manual. Independiente de los factores de riesgo tradicionales de mortalidad en ERC. Su reducción puede señalar un agotamiento funcional mucho antes de que se haga evidente cualquier pérdida medible. Hasta el 90% de los pacientes que viven con la enfermedad tiene riesgo de progresar a estados más frágiles y dependencia, cuando los valores promedio son de 12.9 kg en mujeres y 26 kg entre hombres, al compararlos con adultos jóvenes (23 kg y 44 kg, respectivamente) (Kim et al. 2024)

Ángulo de fase. Evaluado por equipo de impedancia bioeléctrica (IB), es un marcador de salud celular y estado nutricional. Los pacientes con ERC y DT2, presentan reducción del AF relacionado con alteraciones de la membrana celular, deshidratación y progresión de la enfermedad, ya que la hiperglucemia sostenida desencadena cambios en la distribución de fluidos, aumentando la presión arterial y conduciendo a fibrosis renal. Valores disminuidos son predictores de inflamación, depleción de MME, riesgo de hospitalización y mortalidad. Aún no están dilucidados puntos de corte específicos de AF en pacientes con ERC en México. Sin embargo, se pueden utilizar valores como referencia: $<4.3^\circ$ en adultos de 50 a 64 años y $<4.1^\circ$ en mayores de 65 para detectar sarcopenia y fragilidad (Rosas-Carrasco et al., 2021), para pacientes candidatos a un trasplante renal un $AF < 5.1^\circ$ ha demostrado sensibilidad para identificar debilidad muscular y rechazo al implante (Tabla 1).

Ultrasonido musculoesquelético (US): Esta tecnología permite visualizar las dimensiones del recto femoral y el vasto intermedio, particularmente en circunstancias que dificultan otras medidas relacionadas con el edema o la obesidad, ya que no se ve influenciada por cambios concomitantes de fluidos inherentes a la ERC, permitiendo evaluar tanto la cantidad (grosor del músculo y área de sección transversal) como la calidad (ecogenicidad) del músculo (Cheng et al. 2023). Los puntos de corte se observan en la Tabla 2.

Aunque el ángulo de fase y la ecografía implican mayor costo, brindan precisión y sensibilidad. Conocerlos permite al nutriólogo elegir la opción más adecuada y adaptarla a los recursos de cada región.

Tabla 1. Rangos de ángulo de fase y su interpretación clínica en diferentes contextos de la ERC

Contexto clínico	Hombres	Mujeres	Observación principal
Normalidad general	5–7°	5–7°	Buen estado celular
Riesgo nutricional general	< 5°	< 5°	Mayor morbimortalidad

RDPE	< 5.19°	< 4.46°	Mayor riesgo de comorbilidad
Prediálisis/ Hemodiálisis	4.75°	4.15°	Asociado a baja MME y fuerza
Diálisis peritoneal	< 4.64°	< 4.64°	Mayor riesgo de desgaste proteico-energético
ERC con DT2	< 4.9°	< 4.9°	Mayor riesgo de progresión renal
ERC: enfermedad renal crónica; DT2: diabetes tipo 2; RDPE: riesgo desgaste proteico energético; MME: masa muscular esquelética			

Elaboración propia con base en datos publicados por Sánchez et al. (2023), García et al. (2023), Lim et al. (2021), Low et al. (2023) y Hernández et al. (2023).

Tabla 3. Parámetros ecográficos de grosor y área muscular en hombres y mujeres y su interpretación clínica en ERC.

Parámetro	Hombres	Mujeres	Interpretación
Grosor muscular bajo (criterios EWGSOP2)	< 2.7 cm	< 2.3 cm	Masa muscular baja según criterios de sarcopenia
Grosor muscular absoluto en adultos sanos	> 10 mm	> 10 mm	Valor esperado normal
Grosor muscular absoluto en críticos/ ancianos	< 7 mm	< 7 mm	Posible atrofia o sarcopenia
Grosor recto femoral RF	< 2 cm < 1.5 cm	< 1.8 cm < 1.5 cm	Indicador de atrofia/sarcopenia Considerado bajo en pacientes con ERC
Área transversal del RF	< 6 cm ² < 5 cm ²	< 5 cm ² < 5 cm ²	Indicador de atrofia/sarcopenia Puede sugerir sarcopenia
Reducción del grosor RF (día 1 a día 5)	> 14% (cambio relativo)	> 14% (cambio relativo)	Atrofia muscular significativa en seguimiento
Reducción del área de sección transversal > 10–15% en < 1 semana > 10–15% en < 1 semana Pérdida significativa de masa muscular			
EWG SOP2 = <i>European Working Group on Sarcopenia in Older People</i> (grupo europeo de trabajo sobre sarcopenia en personas mayores); RF = recto femoral; ERC = enfermedad renal crónica.			

Elaboración propia con base en datos publicados en Battaglia et al. (2023), Bravo et al. (2023), Cheng et al. (2023) y Hernández et al. (2024).

Conclusión

En el estado de Puebla, la gestión actual del profesional de la salud necesita cambiar: de un manejo centrado solo en la ERC a un enfoque que integre la nutrición. La dependencia que existe actualmente en valoraciones costosas y pocos accesibles, complica la identificación de riesgos nutricionales, afectando secundariamente a la intervención temprana, por lo que añadir herramientas clínicas como la evaluación de factores de riesgo, la evaluación de MME y la diuresis, son importantes aplicar en la consulta nutricional inicial. La dosificación de proteínas en los pacientes con ERC debería de avanzar de las recomendaciones internacionales estandarizadas a la adaptación de las particularidades mexicanas, así como la disponibilidad de la terapia farmacológica actual. Finalmente, el uso clínico de los diferentes métodos para conocer la CC no solo depende del acceso o la tecnología, sino también de la capacitación del usuario y el establecimiento de procedimientos estandarizados adaptados a las características demográficas y clínicas de la población.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

En la preparación de este manuscrito se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa (ChatGPT) de manera limitada, exclusivamente para apoyo en la organización y formato de referencias bibliográficas en estilo APA, séptima edición, así como para sugerencias menores de redacción y estilo. La generación de contenido sustantivo, análisis de datos, interpretación de resultados y conclusiones fueron realizados en su totalidad por los autores.

Referencias

- Agudelo-Botero, M., Valdez-Ortiz, R., Giraldo-Rodríguez, L., González-Robledo, M. C., Mino-León, D., Rosales-Herrera, M. F., Cahuana-Hurtado, L., Rojas-Russell, M. E., & Dávila-Cervantes, C. A. (2020). Overview of the burden of chronic kidney disease in Mexico: Secondary data analysis based on the Global Burden of Disease Study 2017. *BMJ Open*, 10(3), e035285. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-035285>

- American Diabetes Association, & Kidney Disease: Improving Global Outcomes. (2022). ADA-KDIGO consensus report on diabetes management in chronic kidney disease. *Diabetes Care*, 45(12), 3075–3090. <https://doi.org/10.2337/dci22-0027>
- Argaiz, E. R., Morales-Juárez, L., Razo, C., Ong, L., Rafferty, Q., Rincón-Pedrero, R., & Hernández-Avila, M. (2023). La carga de enfermedad renal crónica en México. Análisis de datos basado en el estudio Global Burden of Disease 2021. *Gaceta Médica de México*, 159(6), 501–508. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132023000600501
- Battaglia, Y., Ullo, I., Massarenti, S., Esposito, P., Prencipe, M., Ciancio, G., Provenzano, M., Fiorini, F., Andreucci, M., Storari, A., Sabatino, A., Fiaccadori, E., & Granata, A. (2020). Ultrasonography of quadriceps femoris muscle and subcutaneous fat tissue and body composition by BIVA in chronic dialysis patients. *Nutrients*, 12(5), 1388. <https://doi.org/10.3390/nu12051388>
- Bravo-Santibañez, E., Ponce de la Cruz, D. K., Moreno-Rivera, J. L., Martínez-González, G. V., & Domínguez-Estrada, S. (2023). Incidencia de atrofia muscular por ultrasonido en la unidad de cuidados intensivos. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 6(3), 17–24. <https://doi.org/10.35454/rncm.v6n3.531>
- Chen, Y., Zhao, Y., Liu, C., Chen, S., Cheng, H., & Wang, Y. (2025). Lower phase angle as a marker for poor prognosis in chronic kidney disease. *Frontiers in Nutrition*, 12, Article 1580037. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1580037>
- Cheng, D., Luo, H., Ren, S., Wang, N., & Wu, J. (2023). The effects of fluid hydration status on ultrasound muscle measurement in hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition*, 33(1), 214–218. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2022.04.007>
- Cheng, Y., Liu, M., Liu, Y., Xu, H., Chen, X., Zheng, H., & Shen, Z. (2021). Chronic kidney disease: Prevalence and association with handgrip strength in a cross-sectional study. *BMC Nephrology*, 22(1), 246. <https://doi.org/10.1186/s12882-021-02452-5>
- Dávila-Cervantes, C. A., & Agudelo-Botero, M. (2024). Revealing the burden of chronic kidney disease in Mexican women, 1990–2021. *BMC Nephrology*, 25(1), 346. <https://doi.org/10.1186/s12882-024-03797-3>
- De La Flor, J. C., Bravo-Santibañez, E., Domínguez-Estrada, S., Pineda-Villegas, J. R., Vargas-Mata, L., & Juárez-Ramos, V. E. (2025). Morphofunctional assessment of malnutrition and sarcopenia using nutritional ultrasonography in patients undergoing maintenance hemodialysis. *Medicina*, 61(6), 1044. <https://doi.org/10.3390/medicina61061044>
- García, M., López, J., & Pérez, R. (2023). Asociación entre el grosor del cuádriceps femoral medido por ultrasonografía, el ángulo de fase por bioimpedancia y parámetros bioquímicos convencionales para la evaluación nutricional en pacientes con enfermedad renal crónica en terapia de reemplazo renal. *Revista Mexicana de Nutrición Clínica*, 35(2), 120–130. <https://doi.org/10.35366/115227>

- Hernández Córdova, H. A., González Ponce, C. M., Sánchez Nava, V. M., & Chávez Pérez, C. E. (2023). Asociación entre el grosor del cuádriceps femoral medido por sonografía, ángulo de fase por bioimpedancia y parámetros bioquímicos convencionales para valorar el estado nutricional de los pacientes críticamente enfermos. *Medicina Crítica*, 37(8), 691–698. <https://doi.org/10.35366/115227>
- Hernández Corona, D. M., González Heredia, T., Méndez del Villar, M., Pázarín Villaseñor, L., Yanowsky Escatell, F. G., Topete Reyes, J. F., & Hernández García, S. (2020). Pérdida de fuerza muscular en pacientes en hemodiálisis evaluados por dinamometría en población mexicana. *Nutrición Hospitalaria*, 37(5), 964–969. <https://doi.org/10.20960/nh.03076>
- Hernández, L., Torres, F., & Martínez, P. (2024). Evaluación ecográfica del estado nutricional del paciente renal. *Nefrología al Día*, 12(1), 45–53. <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-evaluacion-ecografica-del-estado-nutricional-del-paciente-renal-637>
- Ikizler, T. A., Burrowes, J. D., Byham-Gray, L. D., Campbell, K. L., Carrero, J. J., Chan, W., Fouque, D., Friedman, A. N., Ghaddar, S., Goldstein-Fuchs, D. J., Kaysen, G. A., Kopple, J. D., Teta, D., Wang, A. Y., & Cuppari, L. (2020). KDOQI clinical practice guideline for nutrition in CKD: 2020 update. *American Journal of Kidney Diseases*, 76(3, Suppl 1), S1–S107. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2020.05.006>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2023). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2023: Resultados nacionales*. INSP. <https://ensanut.insp.mx>
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes CKD Work Group. (2024). KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International*, 105(4S), S117–S314. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2023.10.018>
- Kim, M., Park, Y.-W., Im, D. W., Jeong, Y., Noh, H. J., Yang, S. J., Kang, E., Ryu, H., Kim, J., Koo, J.-R., Na, K. R., Seong, E. Y., & Oh, K.-H. (2024). Association of handgrip strength and nutritional status in non-dialysis-dependent chronic kidney disease patients: Results from the KNOW-CKD Study. *Nutrients*, 16(15), 2442. <https://doi.org/10.3390/nu16152442>
- Lim, C.-K.-M., Lim, J.-H., Ibrahim, I., Chan, Y.-M., Zakaria, N. F., Yahya, R., & Daud, Z. A. M. (2021). Bioelectrical impedance analysis derived-phase angle as a pragmatic tool to detect protein energy wasting among multi-ethnic hemodialysis patients. *Diagnostics*, 11(10), 1745. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11101745>
- Liu, T., Wu, Y., Cao, X., Yang, K., Tong, Y., Zhang, F., Wang, C., Cui, R., Ren, J., Li, Q., Wang, H., & Zhang, J. (2024). Association between sarcopenia and new-onset chronic kidney disease among middle-aged and elder adults: Findings from the China Health and Retirement Longitudinal Study. *BMC Geriatrics*, 24(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-04691-1>

- Low, S., Pek, S. L. T., Moh, A. M. C., Khoo, J., Ang, K., Tang, W. E., Lim, Z., Subramaniam, T., Sum, C. F., & Lim, S. C. (2023). Association between lower phase angle and chronic kidney disease progression in type 2 diabetes patients. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 52(3), 125–134. <https://doi.org/10.47102/annals-acadmedsg.2022350>
- Marco, E., López, J., Soldevila, E., Ruiz, M., Sancristan, L., Fernández-Llana, P., Torrens, A., de Antonio, G., Sanclemente, G., Sarró, R., Montanya, E., & Cruzado, J. M. (2024). Phase angle as surrogate marker of muscle weakness in kidney transplant candidates referred to rehabilitation. *Nutrients*, 16(15), 2442. <https://doi.org/10.3390/nu16152442>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución A/RES/70/1). Organización de las Naciones Unidas. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Navarro, L. G. (2022). Pruebas para el diagnóstico nutricional en pacientes con enfermedad renal crónica. *Nutrición Clínica y Metabolismo*, 10(2). <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/download/315/589/6665>
- Polanco-Flores, N. A., Valdespino-García, S. G., & Jiménez-Ramos, M. A. (2019). Chronic renal disease in Mexico: A preventive uncontrolled ... *Revista Nefrológica de México*, 19(4), 19–26. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2524-177X2019000400194&script=sci_arttext
- Rosas-Carrasco, O., Ruiz-Valenzuela, R. E., & López-Teros, M. T. (2021). Phase angle cutoff points and their association with sarcopenia and frailty in adults of 50–64 years old and older adults in Mexico City. *Frontiers in Medicine*, 8, 617126. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.617126>
- Sánchez, A., Ramírez, E., & González, M. (2023). Evaluación nutricional completa en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada: integración de ecografía, bioimpedancia y dinamometría. *Nutrición Hospitalaria*, 40(3), 345–355. <https://www.nutricion-hospitalaria.org/magazines/filesPortalWeb/377>
- Serralde Zúñiga, A. E., Meléndez Mier, G., & Pasquetti Ceccatelli, A. (2003). Requerimientos y recomendaciones proteicas: referencias internacionales y mexicanas. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 11(2), 73–79. <https://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2003/er032d.pdf>
- Wilkinson, T. J., Gabrys, I., Lightfoot, C. J., Lambert, K., Baker, L. A., Billany, R. E., Kanavaki, A., Palmer, J., Robinson, K. A., Nixon, D., Watson, E. L., & Smith, A. C. (2022). A systematic review of handgrip strength measurement in clinical and epidemiological studies of kidney disease: Toward a standardized approach. *Journal of Renal Nutrition*, 32(4), 371–381. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2021.06.005>

Más allá del virus: el papel de la nutrición y la microbiota intestinal en la respuesta pulmonar a la COVID-19

Marian Ortiz Hernández¹

Antecedentes

En Puebla, de acuerdo con los datos reportados hasta la semana epidemiológica 41 (octubre 2024) por la Secretaría de Salud y el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Enfermedad Respiratoria Viral, se registraron 571 casos confirmados de infección por el virus SARs-CoV2 acumulados, ocupando el quinto lugar nacional, además de reportar 50 defunciones por COVID-19. Lo que representa el 8% del total nacional de muertes en México registradas en este periodo. En este apartado, se centra en el abordaje integral de la enfermedad, sobre todo, en una población con un alto índice de comorbilidades asociadas al desarrollo y gravedad de esta patología.

¹ Responsable del área de Nutrición en Una Nueva Esperanza A.B.P

Generalidades la microbiota intestinal

El tracto gastrointestinal posee una amplia variedad de especies, entre ellas; bacterias, hongos, virus, etc., lo que se conoce como microbiota intestinal (Álvarez et al., 2021; Sey & Warris, 2024) que habitan el organismo del hospedero conviviendo en equilibrio sin causar enfermedad (eubiosis) (Herrero de Lucas et al., 2018) mientras que un desequilibrio entre especies asociado a la presencia de enfermedades o respuestas adversas al ambiente genera una disbiosis intestinal, lo que desestabiliza la simbiosis entre el hospedero y los microorganismos. (Álvarez et al., 2021; Dumas et al., 2018; Icaza-Chávez, 2013; Ortiz Hernández, 2022)

Inicialmente, los seres humanos poseemos una microbiota influenciada por diversos factores, relacionados a la vía de nacimiento, factores genéticos y a los antecedentes maternos (Ficara et al., 2020), estableciéndose diversas especies bacterianas y fúngicas. (Sey & Warris, 2024) Así, la microbiota intestinal se modifica y evoluciona a lo largo de los años, relacionándose directamente con el desarrollo de enfermedades comúnmente asociadas al intestino (Herrero de Lucas et al., 2018), sin embargo, en la actualidad, se ha observado una vinculación entre la microbiota intestinal con órganos distales, por ejemplo; corazón, hígado y pulmones, en este último, estableciendo un creciente interés en el estudio de lo que hoy se conoce como eje intestino-pulmón. (Ortiz Hernández, 2022; Dumas et al., 2018)

La inmunidad que poseemos está directamente relacionada con el equilibrio de la microbiota, pues a nivel intestinal existen diversas células inmunitarias que pueden modular la respuesta inmunológica innata y adaptativa del hospedero. (Icaza-Chávez, 2013) Por ello, el impacto de la microbiota intestinal frente a infecciones respiratorias se relaciona con la producción de interferón (IFN) tipo 1 a nivel pulmonar, el cual puede controlar infecciones virales, como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) asociado al desarrollo de COVID-19. (Bradley et al., 2019; Busnadiego et al., 2020; Dhar & Mohanty, 2020; Hsiao et al., 2020; Ortiz Hernández, 2022; Sencio et al., 2021)

Eje intestino-pulmón

La microbiota intestinal puede modular la inmunidad pulmonar a través de una interacción bidireccional (Zhang et al., 2020) al poseer similitud en la población de microorganismos que se encuentran en ambos órganos, gracias a la migración de especies y a la reproducción de algunos componentes bacterianos que favorecen sus funciones, y asimismo, a los cambios en la permeabilidad intestinal por la enfermedad de COVID-19, incrementando la respuesta inflamatoria sistémica y la traslocación de diversos microorganismos como *Clostridium ramosum* (Zuo et al., 2020; Zuo et al., 2021) y algunas especies fúngicas, entre ellas, *Candida*

albicans, esto favorece la disbiosis intestinal y la gravedad de la enfermedad, además de otros componentes fúngicos como el β -glucano, asociado también al consumo de ciertos alimentos. (Ortiz Hernández, 2022; Sey & Warris, 2024)

Los ácidos grasos de cadena corta como el ácido butírico, propiónico y acético, (Maschirow et al., 2019), el uso de medicamentos y la alimentación pueden modular órganos distales al intestino al alterar la diversidad en la microbiota pulmonar (Brown et al., 2017) but the mechanistic basis for this is poorly defined. Here, we identify members of the microbiota that protect against respiratory infection by the major human pathogens *Streptococcus pneumoniae* and *Klebsiella pneumoniae*. We show that the microbiota enhances respiratory defenses via granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF, generando un aumento en la permeabilidad y alteración de procesos celulares involucrados con el sistema inmunológico, mientras que, nivel pulmonar, la estimulación del sistema inmunológico por sus propios metabolitos, genera interacción y modulación local de la microbiota intestinal, lo que demuestra la bidireccionalidad entre ambas microbiotas. (Sey & Warris, 2024; Castañeda, 2021; Zuo et al., 2021)

Covid-19 y microbiota

La disbiosis intestinal presente en procesos infecciosos resulta en efectos importantes del comportamiento y diversidad de la microbiota, en el caso de la COVID-19 (Dumas et al., 2018), y de acuerdo al grado de severidad de la infección, se ha observado una composición de la microbiota alterada, lo que a su vez genera una disfunción intestinal, aumentando la traslocación bacteriana y de toxinas, incrementando la respuesta inflamatoria a nivel sistémico. (Delgado-Gonzalez et al., 2021; Sey & Warris, 2024)

La replicación del virus SARS-CoV-2 puede llevarse a cabo en ambos órganos, gracias a la presencia de los receptores de ACE2 (enzima convertidora de angiotensina 2) y a la proteasa transmembrana serina 2 (TMPRSS2), presentes en tejidos como el epitelio del esófago y en los enterocitos a nivel del íleon y colon, de esta forma, la unión entre el virus y estos receptores puede generar el desarrollo de la infección, a través de daños en la barrera epitelial intestinal alterando las funciones inmunes sistémicas, traslocación bacteriana mediante el torrente sanguíneo y cambios en la estructura de la microbiota y respuesta inmunológica que pueden estar asociados a la presencia de citocinas proinflamatorias, a su vez influenciadas y generadas por la presencia de comorbilidades, exacerbando la disbiosis intestinal y la respuesta inflamatoria. (Ahlawat et al., 2020; Delgado-Gonzalez et al., 2021; Ortiz Hernández, 2022)

La transmisión del virus SARS-CoV-2 se da principalmente mediante la vía respiratoria, sin embargo, el virus muestra tropismo por el tracto gastrointestinal, generando su replicación e

incluso el inicio del proceso infeccioso. (Delgado-Gonzalez et al., 2021; Vodnar et al., 2020) De tal forma que hay presencia de algunas especies de la microbiota pulmonar (*Granulicatella* y *R. mucilaginosa*) en heces, lo que demuestra la migración de microorganismos hacia el intestino (Wu et al., 2021), donde debido a la enfermedad, existe una menor diversidad de bacterias benéficas, y un aumento de bacterias oportunistas, por ejemplo; *Streptococcus*, *Rothia*, *Veillonella*, y *Actinomyces*, así como, la presencia de microorganismos como *Ruminococcus gnavus*, *Ruminococcus torques*, y *Bacteroides dorei*, (Sencio et al., 2021) los cuales aumentan la disfunción intestinal, además, muestras fecales en pacientes con una alta carga viral de SARS-CoV-2 presentan una población abundante de *Streptococcus infantis*, y aquellos con una carga viral baja presentan bacterias productoras de ácidos grasos de cadena corta, por ejemplo; *Parabacteroides merdae*., Sugiriendo los cambios en la estructura y composición de la microbiota intestinal y respiratoria mediante la interconexión del sistema inmune de mucosas. (de Oliveira et al., 2021; Ortiz Hernández, 2022; Villena & Kitazawa, 2020; Zuo et al., 2021)

Papel de la nutrición en la modulación inmunológica

La alimentación es un factor clave en la modulación del sistema inmunológico, por lo que, los cambios y el declive de la función inmunitaria puede estar íntimamente relacionada a un estado de desnutrición, favoreciendo el estado inflamatorio asociado al desarrollo de algunas enfermedades, incluida la infección por SARS-Cov-2. (Calder, 2021; Cervantes-Pérez et al., 2020; Skrajnowska et al., 2021)

La presencia de otros factores importantes en la modulación del sistema inmune, por ejemplo; el consumo de medicamentos y sustancias, la presencia de estrés o el nivel de actividad física, se consideran factores modificables que puedan influir de forma directa en la respuesta inmunitaria. (Sey & Warris, 2024) Por ello, el aporte nutricional y calidad de la alimentación cobra relevancia al generar sustratos que participen en la modulación de componentes inmunológicos, a través de nutrientes que cumplan el papel de reguladores y cofactores en diferentes vías asociadas a la inmunidad innata y adaptativa. (Calder, 2021; Ortiz Hernández, 2022; Skrajnowska et al., 2021)

Por ejemplo; el consumo de las vitaminas C y E que ayuden a proteger al hospedero del estrés oxidativo, de vitamina A que posee funciones inmunomoduladoras al aumentar la efectividad de los interferones tipo 1, los cuales son importantes en el curso de la enfermedad de COVID-19. Además, de la importancia de la vitamina D, que si bien, su consumo no disminuye el riesgo de infección, si puede modular la gravedad de esta, a través de la regulación

de la tormenta de citocinas presente en la enfermedad, estimulando a la inmunidad innata. (Álvarez et al., 2020; Calder, 2021; Iddir et al., 2020; Pecora et al., 2020). Asimismo, el consumo de omega 3, al poseer efectos reguladores en la respuesta inflamatoria, en conjunto con alimentos funcionales con funciones antibacterianas o antivirales, tal es el caso de algunos oligoelementos como el Hierro, Zinc y el Cobre. (Álvarez et al., 2020; Andreou et al., 2020; Calder, 2021; Ortiz Hernández, 2022; Pecora et al., 2020; Skrajnowska et al., 2021)

En el contexto específicamente de la infección por SARS-CoV-2, existe un especial interés en el consumo de antioxidantes como los flavonoides y polifenoles, a través de fuentes vegetales que resultan en la producción de algunos metabolitos como la desaminotirosina, la cual ha demostrado un potencial efecto inmunomodulador frente a infecciones virales, estimulando al interferón tipo 1 (IFN-1), a través del proceso digestivo en la microbiota intestinal directamente con el sistema inmunitario pulmonar, comprendiendo así, la bidireccionalidad del eje intestino-pulmón. (Calder et al., 2020; Iddir et al., 2020; Sencio et al., 2021; Skrajnowska et al., 2021; Steed et al., 2017)

Nutrición y comorbilidades en el desarrollo de la COVID-19

La presencia de comorbilidades asociadas a un estado nutricional deficiente puede incrementar la severidad de la COVID-19, empeorando el pronóstico y la mortalidad. La presencia de obesidad modifica el sistema inmunológico, generando un aumento de mediadores proinflamatorios e incrementa la susceptibilidad para desarrollar infecciones bacterianas y virales. (Calder, 2021; Viana et al., 2020; Villena & Kitazawa, 2020)

Diversos estudios realizados en América del Norte, Europa y Asia detallan que la presencia de obesidad se relaciona con una mayor probabilidad de que los pacientes infectados por SARS-CoV2- presenten síntomas más graves, mayor tiempo de estancia hospitalaria e incluso desarrollar complicaciones graves como el Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) asociado a una disfunción de los músculos respiratorios. (Álvarez et al., 2020; Delgado-Gonzalez et al., 2021; Khan & Moverley Smith, 2020; Villena & Kitazawa, 2020)

Terapia nutricional en COVID-19

Existen numerosos estudios que relacionan a la alimentación con la regulación inmunológica en el contexto de la COVID-19, asociando especialmente a la deficiencia de la vitamina D

con mayor severidad en la infección, sugiriendo una adecuada suplementación vigilada por el equipo de salud para reducir la gravedad de la enfermedad. (Calder, 2021; Galmés et al., 2020; Skrajnowska et al., 2021)

Por otro lado, se ha observado que un estado deficiente de zinc se asocia con mayor susceptibilidad y gravedad, sin embargo, el consumo de zinc se ha vinculado con un menor riesgo de infecciones gastrointestinales y respiratorias, reduciendo el mal pronóstico en pacientes graves. (Álvarez et al., 2020; Iddir et al., 2020) Incluir otros oligoelementos es esencial en la alimentación, tal es el caso del selenio, ya que este mineral apoya en funciones inmunomoduladoras y antioxidantes directamente frente al proceso del estrés oxidativo e inflamación. (Calder, 2021) Algunas investigaciones han sugerido que la suplementación con selenio puede mejorar marcadores inmunológicos antivirales, sobre todo, en adultos mayores, por lo que, es importante visibilizar la deficiencia nutricional del selenio frente al desarrollo y gravedad de la infección por SARS-CoV-2. (Sies & Parnham, 2020; Skrajnowska et al., 2021)

De igual manera, en el curso de la infección se ha observado que los síntomas relacionados a alteraciones en la microbiota intestinal son: diarrea, náuseas, dolor abdominal y vómito, los cuales tienen una relación directa con la disbiosis presente, asociada a la infección y al tratamiento. (Agarwal et al., 2020; Ghoshal et al., 2020; Kirtipal et al., 2020; Seyed Hosseini et al., 2020; Vodnar et al., 2020) Por lo que, el abordaje con probióticos y prebióticos cobra sentido, ya que las bacterias productoras de ácido láctico muestran efectos antivirales frente a infecciones respiratorias, específicamente, *Lactobacillus rhamnosus*, a través de la inmunomodulación distal y estimulando a la respuesta inmune innata y adaptativa a nivel pulmonar, mejorando y estimulando los niveles de IFN-1 a través de la administración por vía oral, ayudando a disminuir la presencia de citocinas proinflamatorias. (Akour, 2020; Ayyanna et al., 2018; Neri-Numa et al., 2020; Ortiz Hernández, 2022; Pham et al., 2021; Villena & Kitazawa, 2020)

El ritmo de vida actual interfiere con el consumo de una dieta variada y completa, sin embargo, el abordaje nutricional adaptado y personalizado, además de considerar la suplementación de estos micronutrientes inmunoactivos cuando sea necesario, puede ser clave en la prevención y abordaje integral de la población en general y de los pacientes que cursen con COVID-19.

Conclusión

Una alimentación completa, variada y equilibrada desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de una microbiota intestinal diversa, y del estado de salud en general, fortaleciendo al sistema inmunológico. Es importante considerar que la presencia de comorbilidades

puede aumentar el riesgo de diversos procesos patológicos y empeorar el pronóstico de otros, por lo que, una buena nutrición es clave para garantizar una respuesta inmunitaria eficaz. (Calder, 2021; Trompette et al., 2018) El abordaje nutricional puede atender y prevenir deficiencias nutricionales importantes, optimizando la respuesta de inmunológica frente a infecciones y enfermedades como COVID-19, previniendo complicaciones y fundamentalmente mejorando el estado de salud de la población en general.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

La autora declara que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Agarwal, A., Chen, A., Ravindran, N., To, C., & Thuluvath, P. J. (2020). Gastrointestinal and Liver Manifestations of COVID-19. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, 10(3), 263–265. <https://doi.org/10.1016/j.jceh.2020.03.001>
- Ahlawat, S., Asha, & Sharma, K. K. (2020). Immunological co-ordination between gut and lungs in SARS-CoV-2 infection. *Virus Research*, 286, 198103. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198103>
- Akour, A. (2020). Probiotics and COVID-19: Is there any link? *Letters in Applied Microbiology*, 71(3), 229–234. <https://doi.org/10.1111/lam.13334>
- Álvarez, J., Fernández Real, J. M., Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez, J. M., Saenz de Pipaon, M., & Sanz, Y. (2021). Gut microbes and health. *Gastroenterología y Hepatología*, xxxx, 17. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>
- Álvarez, J., Lallena, S., & Bernal, M. (2020). Nutrition and the COVID-19 pandemic. *Medicine (Spain)*, 13(23), 1311–1321. <https://doi.org/10.1016/j.med.2020.12.013>
- Andreou, A., Trantza, S., Filippou, D., Filippou, D., Sipsas, N., & Tsiodras, S. (2020). COVID-19: The potential role of copper and N-acetylcysteine (NAC) in a combination of candidate antiviral treatments against SARS-CoV-2. *In Vivo*, 34, 1567–1588. <https://doi.org/10.21873/invivo.11946>

- Arul, V., Ayyanna, R., & Ankaiah, D. (2018). Anti-inflammatory and antioxidant properties of probiotic bacterium *Lactobacillus mucosae* AN1 and *Lactobacillus fermentum* SNR1 in Wistar Albino Rats. *Frontiers in Microbiology*, 9, 3063. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03063>
- Bradley, K. C., Finsterbusch, K., Schnepf, D., Crotta, S., Llorian, M., Davidson, S., Fuchs, S. Y., Staeheli, P., & Wack, A. (2019). Microbiota-Driven Tonic Interferon Signals in Lung Stromal Cells Protect from Influenza Virus Infection. *Cell Reports*, 28(1), 245-256.e4. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2019.05.105>
- Brown, R. L., Sequeira, R. P., & Clarke, T. B. (2017). The microbiota protects against respiratory infection via GM-CSF signaling. *Nature Communications*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01803-x>
- Busnadiego, I., Fernbach, S., Pohl, M. O., Karakus, U., Huber, M., Trkola, A., Stertz, S., & Hale, B. G. (2020). Antiviral activity of type i, ii, and iii interferons counterbalances ace2 inducibility and restricts sars-cov-2. *MBio*, 11(5), e01928-20. <https://doi.org/10.1128/mBio.01928-20>
- Calder, P. C. (2021). Nutrition and immunity: Lessons for COVID-19. *Nutrition and Diabetes*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41387-021-00165-0>
- Calder, P. C., Carr, A. C., Gombart, A. F., & Eggersdorfer, M. (2020). Optimal nutritional status for a well-functioning immune system is an important factor to protect against viral infections. *Nutrients*, 12(8), 2326. <https://doi.org/10.3390/nu12082326>
- Castañeda, C. (2021). Microbiota pulmonar y el eje intestino-pulmón. *Revista Cubana de Pediatría*, 93(4), e1583. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312021000400012
- Cervantes-Pérez, E., Cervantes-Guevara, G., & Martínez-Soto-Holguín, M. C. (2020). COVID-19 and clinical nutrition. Why is it important? *Gaceta Médica de México*, 156(4), 363. <https://doi.org/10.24875/GMM.20000388>
- de Oliveira, G. L. V., Oliveira, C. N. S., Pinzan, C. F., de Salis, L. V. V., & Cardoso, C. R. de B. (2021). Microbiota Modulation of the Gut-Lung Axis in COVID-19. *Frontiers in Immunology*, 12, 635471. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.635471>
- Delgado-Gonzalez, P., Gonzalez-Villarreal, C. A., Roacho-Perez, J. A., Quiroz-Reyes, A. G., Islas, J. F., Delgado-Gallegos, J. L., Arellanos-Soto, D., Galan-Huerta, K. A., & Garza-Treviño, E. N. (2021). Inflammatory effect on the gastrointestinal system associated with COVID-19. *World Journal of Gastroenterology*, 27(26), 4160–4171. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i26.4160>
- Dhar, D., & Mohanty, A. (2020). Gut microbiota and Covid-19- possible link and implications. *Virus Research*, 285, 198018. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198018>

- Dumas, A., Bernard, L., Poquet, Y., Lugo-Villarino, G., & Neyrolles, O. (2018). The role of the lung microbiota and the gut–lung axis in respiratory infectious diseases. *Cellular Microbiology*, 20(12), e12966. <https://doi.org/10.1111/cmi.12966>
- Ficara, M., Pietrella, E., Spada, C., Della Casa Muttini, E., Lucaccioni, L., Iughetti, L., & Berardi, A. (2020). Changes of intestinal microbiota in early life. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, 33(6), 1036–1043. <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1506760>
- Galmés, S., Serra, F., & Palou, A. (2020). Current state of evidence: Influence of nutritional and nutrigenetic factors on immunity in the COVID-19 pandemic framework. *Nutrients*, 12(9), 2738. <https://doi.org/10.3390/nu12092738>
- Ghoshal, U. C., Ghoshal, U., & Dhiman, R. K. (2020). Gastrointestinal and Hepatic Involvement in Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Infection: A Review. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, 10(6), 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.jceh.2020.06.002>
- Herrero de Lucas, E., Cachafeiro Fuciños, L., Asensio Martín, M. J., & Cáceres Giménez, N. (2018). Interacciones entre el huésped y la microbiota. *Medicine (Spain)*, 12(52), 3059–3065. <https://doi.org/10.1016/j.med.2018.03.011>
- Hsiao, T.-C., Chuang, H. C., Griffith, S. M., Chen, S. J., & Young, L. H. (2020). COVID-19: An aerosol's point of view from expiration to transmission to viral-mechanism. *Aerosol and Air Quality Research*, 20(5), 905–910. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.04.0154>
- Icaza-Chávez, M. E. (2013). Gut microbiota in health and disease. *Revista de Gastroenterología de México*, 78(4), 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.rgm.2013.04.004>
- Iddir, M., Brito, A., Dingeo, G., Del Campo, S. S. F., Samouda, H., La Frano, M. R., & Bohn, T. (2020). Strengthening the immune system and reducing inflammation and oxidative stress through diet and nutrition: Considerations during the covid-19 crisis. *Nutrients*, 12(6), 1562. <https://doi.org/10.3390/nu12061562>
- Khan, M. A., & Moverley Smith, J. E. (2020). “Covibesity,” a new pandemic. *Obesity Medicine*, 19, 100282. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2020.100282>
- Kirtipal, N., Bharadwaj, S., & Kang, S. G. (2020). From SARS to SARS-CoV-2, insights on structure, pathogenicity and immunity aspects of pandemic human coronaviruses. *Infection, Genetics and Evolution*, 85, 104502. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104502>
- Maschirow, L., Suttorp, N., & Opitz, B. (2019). Microbiota-dependent regulation of anti-microbial immunity in the lung. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 61(3), 284–289. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2019-0101TR>

- Neri-Numa, I. A., Arruda, H. S., Geraldi, M. V., Maróstica Júnior, M. R., & Pastore, G. M. (2020). Natural prebiotic carbohydrates, carotenoids and flavonoids as ingredients in food systems. *Current Opinion in Food Science*, 33, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.004>
- Ortiz Hernández, M. (2022). *Eje intestino-pulmón y microbiota intestinal como factor de complicación en COVID-19*. [Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla].
- Pecora, F., Persico, F., Argentiero, A., Neglia, C., & Esposito, S. (2020). The role of micro-nutrients in support of the immune response against viral infections. *Nutrients*, 12(10), 3198. <https://doi.org/10.3390/nu12103198>
- Pham, M. T., Yang, A. J., Kao, M. S., Gankhuyag, U., Zayabaatar, E., Jin, S. L. C., & Huang, C. M. (2021). Gut probiotic *Lactobacillus rhamnosus* attenuates PDE4B-mediated interleukin-6 induced by SARS-CoV-2 membrane glycoprotein. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 98, 108821. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108821>
- Sencio, V., Machado, M. G., & Trottein, F. (2021). The lung–gut axis during viral respiratory infections: The impact of gut dysbiosis on secondary disease outcomes. *Mucosal Immunology*, 14(2), 296–304. <https://doi.org/10.1038/s41385-020-00361-8>
- Sey, E. A., & Warris, A. (2024). The gut-lung axis: The impact of the gut mycobiome on pulmonary diseases and infections. *Oxford Open Immunology*, 5(1), iqae008. <https://doi.org/10.1093/oxfimm/iqae008>
- Seyed Hosseini, E., Riahi Kashani, N., Nikzad, H., Azadbakht, J., Hassani Bafrani, H., & Haddad Kashani, H. (2020). The novel coronavirus Disease-2019 (COVID-19): Mechanism of action, detection and recent therapeutic strategies. *Virology*, 551, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2020.08.011>
- Sies, H., & Parnham, M. J. (2020). Potential therapeutic use of ebselen for COVID-19 and other respiratory viral infections. *Free Radical Biology and Medicine*, 156, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.06.032>
- Skrajnowska, D., Brumer, M., Kankowska, S., Matysek, M., Miazio, N., & Bobrowska-Korczak, B. (2021). Covid 19: Diet composition and health. *Nutrients*, 13(9), 2980. <https://doi.org/10.3390/nu13092980>
- Steed, A. L., Christophi, G. P., Kaiko, G. E., Sun, L., Goodwin, V. M., Jain, U., Esaulova, E., Artyomov, M. N., Morales, D. J., Holtzman, M. J., Boon, A. C. M., Lenschow, D. J., & Stappenbeck, T. S. (2017). The microbial metabolite desaminotyrosine protects from influenza through type I interferon. *Science*, 357(6350), 498–502. <https://doi.org/10.1126/science.aam5336>

- Trompette, A., Gollwitzer, E. S., Pattaroni, C., Lopez-Mejia, I. C., Riva, E., Pernot, J., Ubags, N., Fajas, L., Nicod, L. P., & Marsland, B. J. (2018). Dietary Fiber Confers Protection against Flu by Shaping Ly6c⁺ Patrolling Monocyte Hematopoiesis and CD8⁺ T Cell Metabolism. *Immunity*, 48(5), 992-1005.e8. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2018.04.022>
- Viana, S. D., Nunes, S., & Reis, F. (2020). ACE2 imbalance as a key player for the poor outcomes in COVID-19 patients with age-related comorbidities – Role of gut microbiota dysbiosis. *Ageing Research Reviews*, 62, 101123. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101123>
- Villena, J., & Kitazawa, H. (2020). The Modulation of Mucosal Antiviral Immunity by Immunobiotics: Could They Offer Any Benefit in the SARS-CoV-2 Pandemic? *Frontiers in Physiology*, 11, 699. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00699>
- Vodnar, D. C., Mitrea, L., Teleky, B. E., Szabo, K., Călinoiu, L. F., Nemeş, S. A., & Martău, G. A. (2020). Coronavirus Disease (COVID-19) Caused by (SARS-CoV-2) Infections: A Real Challenge for Human Gut Microbiota. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 575559. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.575559>
- Wu, Y., Cheng, X., Jiang, G., Tang, H., Ming, S., Tang, L., Lu, J., Guo, C., Shan, H., & Huang, X. (2021). Altered oral and gut microbiota and its association with SARS-CoV-2 viral load in COVID-19 patients during hospitalization. *Npj Biofilms and Microbiomes*, 7(1), 74. <https://doi.org/10.1038/s41522-021-00232-5>
- Zhang, D., Li, S., Wang, N., Tan, H. Y., Zhang, Z., & Feng, Y. (2020). The Cross-Talk Between Gut Microbiota and Lungs in Common Lung Diseases. *Frontiers in Microbiology*, 11, 301. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00301>
- Zuo, T., Liu, Q., Zhang, F., Lui, G. C. Y., Tso, E. Y. K., Yeoh, Y. K., Chen, Z., Boon, S. S., Chan, F. K. L., Chan, P. K. S., & Ng, S. C. (2021). Depicting SARS-CoV-2 faecal viral activity in association with gut microbiota composition in patients with COVID-19. *Gut*, 70(2), 276–284. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-322294>
- Zuo, T., Zhan, H., Zhang, F., Liu, Q., Tso, E. Y. K., Lui, G. C. Y., Chen, N., Li, A., Lu, W., Chan, F. K. L., Chan, P. K. S., & Ng, S. C. (2020). Alterations in Fecal Fungal Microbiome of Patients With COVID-19 During Time of Hospitalization until Discharge. *Gastroenterology*, 159(4), 1302-1310.e5. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.06.048>

Tratamiento Nutricional en Pacientes con Síndrome de Down

María Elvira Rojas Martínez¹

Introducción

El síndrome de Down (SD) es la alteración genética más frecuente asociada a discapacidad intelectual, con una prevalencia estimada de 1 por cada 700 nacimientos vivos a nivel mundial, cifra que varía según la población estudiada (Blanco-Montaña et al., 2023). En México, la Secretaría de Salud estima una prevalencia de 1 por cada 650 recién nacidos vivos, mientras que el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS, 2022) reporta el nacimiento de un promedio de 42 niños con SD al año.

Se trata de una condición genética causada por la trisomía del cromosoma 21, la cual se asocia a un conjunto de manifestaciones clínicas con repercusiones directas sobre la salud y el estado nutricional. Entre las características fisiológicas y conductuales más relevantes se incluyen rasgos dismórficos típicos, hipotonía, retraso en el desarrollo físico y psicomotor, discapacidad intelectual y alta frecuencia de comorbilidades, como defectos gastrointestinales, riesgo

¹ Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

aumentado de leucemia, hipotiroidismo y cardiopatías congénitas, presentes en el 40–63% de los casos (Białek-Dratwa et al., 2022).

El abordaje nutricional en esta población representa un desafío importante para los profesionales de la salud, debido a la variabilidad intraindividual, la interacción de múltiples comorbilidades y la ausencia de guías clínicas específicas, a pesar de que las complicaciones nutricionales son frecuentes y repercuten significativamente en la calidad de vida.

En este capítulo se revisan los principales retos del manejo nutricional en personas con SD, haciendo énfasis en las alteraciones fisiológicas y metabólicas, los problemas nutricionales más prevalentes, las dificultades en la evaluación y las propuestas de intervención basadas en la evidencia científica.

Características fisiológicas y metabólicas con implicaciones nutricionales

El SD se asocia a alteraciones metabólicas como obesidad central, hipotiroidismo, diabetes mellitus tipo 1 y 2, así como mayor riesgo de síndrome metabólico, caracterizado por obesidad abdominal, resistencia a la insulina, hiperglucemia, hipertrigliceridemia y niveles reducidos de colesterol HDL (Cammarata-Scalisi et al., 2016).

En el ámbito gastrointestinal, pueden presentarse estenosis o atresia duodenal, ano imperforado, constipación crónica y enfermedad de Hirschsprung; además, con la edad, se incrementa la prevalencia de enfermedad celíaca (Moraga & Atalah, 2006).

En un estudio realizado en 386 niños y adolescentes mexicanos con SD (2–18 años) se observó una alta prevalencia de dislipidemias (57.5%), siendo las más frecuentes el HDL bajo (45.9%) y la hipertrigliceridemia (26.2%), con una asociación significativa entre dislipidemia, obesidad y obesidad central (García-De la Puente et al., 2021).

Desafíos en la evaluación nutricional y la composición corporal

El primer reto para el diseño de una intervención nutricional adecuada es la disponibilidad de referencias validadas y específicas para SD tanto para la estimación de requerimientos energéticos y nutrimentales, como para la valoración de la composición corporal.

En México, se han desarrollado las primeras curvas de crecimiento para niños y adolescentes con SD (0–18 años), a partir de casi 10,000 mediciones de peso, talla y circunferencia craneal. Estas muestran que los adultos jóvenes alcanzan una estatura media de 149.6 cm (hombres) y 141.2 cm (mujeres), y un IMC a los 18 años de 24.2 kg/m² y 21.9 kg/m², respectivamente, valores inferiores a los estándares estadounidenses (Flores Arizmendi et al., 2022). Aunque estudios reportan que hasta los 15 años el IMC de las personas con SD es similar al de la población general, a partir de la pubertad este tiende a incrementarse de manera marcada. Factores como hipotonía, sedentarismo, sobreprotección familiar y limitaciones motoras contribuyen a esta tendencia (Moraga & Atalah, 2006).

El sobrepeso y la obesidad se evalúan generalmente a través del índice de masa corporal (IMC). Este por sí solo no distingue la masa grasa de la masa magra, lo que a veces conduce a un diagnóstico erróneo de obesidad (Pecoraro et al., 2023). Se han desarrollado ecuaciones predictivas a través de medidas antropométricas básicas como el peso, la talla y la circunferencia de cintura para determinar la masa grasa, encontrándose correlación positiva entre el IMC, la circunferencia de cintura y la masa grasa. Los resultados sugieren su uso y aplicación para evaluar, clasificar y monitorizar los niveles de adiposidad corporal en contextos clínicos y epidemiológicos (Gómez-Campos et al., 2021).

La bioimpedancia eléctrica puede ser de ayuda para determinar también la adiposidad en esta población (Loveday et al., 2012).

En los adultos con síndrome de Down se observa una mayor prevalencia de sarcopenia en comparación con la población general. Este hallazgo respalda la hipótesis de que el síndrome de Down se asocia con un envejecimiento muscular prematuro y subraya la necesidad de diseñar intervenciones específicas dirigidas al músculo esquelético, orientadas a prevenir o tratar esta condición, así como evaluar su funcionalidad (Villani et al., 2024).

En la práctica, las necesidades energéticas suelen estimarse mediante ecuaciones predictivas diseñadas para población general, pero es esencial emplear aquellas validadas en SD, como la fórmula del Instituto de Medicina de EE. UU. (Gruszka & Włodarek, 2024).

Intervenciones nutricionales y recomendaciones actuales

Las características clínicas del SD, como hipotonía, espacio oral reducido, reflejo de deglución lento y alteraciones en la percepción sensorial de los alimentos, dificultan el establecimiento de hábitos alimentarios adecuados. Esto afecta la fuerza y movilidad de la musculatura oral, lo que se traduce en problemas para masticar, tragar y cerrar los labios, así como protrusión lingual y, en algunos casos, reflujo gastroesofágico (Pecoraro et al., 2024).

En consecuencia, la introducción a la alimentación complementaria suele ser más tardía y el avance hacia texturas complejas más lento. Las dificultades motoras y sensoriales también contribuyen a problemas secundarios de alimentación, y los padres tienden a mostrar mayor cautela y control en las prácticas alimentarias, con niveles elevados de preocupación por el peso de sus hijos (Hielscher et al., 2023).

En varios estudios llevados a cabo para identificar los hábitos alimentarios de personas con SD se observó un bajo consumo de verduras, frutas y productos lácteos, así como un alto consumo de carne y alimentos ultraprocesados (Gruszka & Włodarek, 2024).

Una dieta baja en frutas y verduras puede resultar en menor aporte de vitaminas, minerales, fitoquímicos, antioxidantes y fibra, aumentando el riesgo de enfermedades crónicas (Koutentakis et al., 2023; Ioniță-Mîndrican et al., 2022). Las fibras solubles contribuyen a la saciedad, reducen el índice glucémico y tienen un impacto positivo sobre el perfil lipídico y la microbiota intestinal (Ioniță-Mîndrican et al., 2022). Las fibras insolubles aceleran el tránsito intestinal y ayudan en procesos de desintoxicación, presentes en cereales integrales, legumbres y frutas secas (Ioniță-Mîndrican et al., 2022).

Todos estos mecanismos son relevantes en personas con trisomía 21, quienes presentan prediabetes, diabetes tipo 2, trastornos del metabolismo lipídico y exceso de peso corporal (Gruszka & Włodarek, 2024).

Los vegetales también son una fuente importante de ácido fólico, cuya deficiencia es más frecuente en niños con SD (Gruszka & Włodarek, 2024). Asimismo, el bajo consumo de lácteos se asocia a menor ingesta de calcio, aumentando el riesgo de alteraciones en la mineralización ósea y osteoporosis, especialmente ante disfunción tiroidea, sedentarismo o menopausia temprana (Gruszka & Włodarek, 2024).

La vitamina D también es crítica en esta población, no solo para la salud ósea sino también para la función inmune, con deficiencias asociadas a mayor riesgo de enfermedades autoinmunes, cardiovasculares y síndrome metabólico (Gruszka & Włodarek, 2024).

Conclusiones y retos

Actualmente no existen guías nutricionales específicas para personas con SD, y las publicaciones sobre manejo dietético son limitadas. El desarrollo de pautas adaptadas a esta población, que consideren la complejidad de sus necesidades y comorbilidades, es prioritario.

Como estrategia inicial, se propone adaptar las Ingestas Dietéticas de Referencia para la población general a un plan individualizado, considerando edad, estado de salud y contexto social.

El cuidado debe realizarse en un marco multidisciplinario, integrando nutrición, fisioterapia, terapia de lenguaje, medicina y apoyo psicosocial. El asesoramiento regular en alimentación y actividad física, junto con un seguimiento especializado y continuo, favorece la reducción del IMC, el aumento de la actividad física y el control de dislipidemias, promoviendo hábitos saludables desde la infancia (Pecoraro et al., 2024).

Los niños con SD pueden beneficiarse de programas de atención que, sin perder el rigor profesional, adopten un enfoque práctico, en los cuales la educación nutricional desempeñe un papel central para favorecer su crecimiento, desarrollo y adecuada transición hacia la vida adulta (Roccatello et al., 2021).

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

La autora declara que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Białek-Dratwa, A., Żur, S., Wilemska-Kucharzewska, K., Szczepańska, E., & Kowalski, O. (2022). Nutrition as prevention of diet-related diseases: A cross-sectional study among children and young adults with Down syndrome. *Children*, 10(1), 36. <https://doi.org/10.3390/children10010036>
- Blanco-Montañó, A., Ramos-Arenas, M., Yerena-Echevarría, B. A., Miranda-Santizo, L. D., Ríos-Celis, A. L., Dorantes-Gómez, A. T., Morato-Rangel, A. J., Meza-Hernández, J. A., Acosta-Saldívar, E. D., Aguilar-Castillo, C. D., & Cárdenas-Conejo, A. (2023). Factores de riesgo en el origen del síndrome de Down [Risk factors in the origin of Down syndrome]. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 61(5), 638–644. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8316459>
- Cammarata-Scalisi, F., González, S., & Álvarez-Nava, F. (2016). Síndrome metabólico en el síndrome de Down. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 14(2), 96–106.
- Flores Arizmendi, K. A., García-De la Puente, S., González Navarro, M., Bonillo Suarez, L., De León Becerra, A. G., Valderrama Hernández, A., Santos Ríos, R., & Altamirano Bustamante, N. (2022). Growth charts for Mexican children with Down syndrome. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 188(4), 1170–1183. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.62637>
- García-De la Puente, S., Flores-Arizmendi, K. A., Delgado-Montemayor, M. J., & Vargas-Robledo, T. T. (2021). Lipid profile of Mexican children with Down syndrome. *BMC Pediatrics*, 21(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02542-1>
- Gómez-Campos, R., Vidal-Espinoza, R., Castelli-Correia de Campos, L. F., Marques de Moraes, A., Lázari, E., Cossio Bolaños, W., Urzua-Alul, L., Sulla Torres, J., & Cossio Bolaños, M. (2021). Estimación de la masa grasa por medio de indicadores antropométricos en jóvenes con síndrome de Down [Estimation of fat mass by anthropometric indicators in young people with Down syndrome]. *Nutrición Hospitalaria*, 38(5), 1040–1046. <https://doi.org/10.20960/nh.03524>
- Gruszka, J., & Włodarek, D. (2024). General dietary recommendations for people with Down syndrome. *Nutrients*, 16(16), 2656. <https://doi.org/10.3390/nu16162656>
- Hielscher, L., Irvine, K., Ludlow, A. K., Rogers, S., & Mengoni, S. E. (2023). A scoping review of the complementary feeding practices and early eating experiences of children with Down syndrome. *Journal of Pediatric Psychology*, 48(11), 914–930. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsad060>

- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2022, junio 20). Fortalece IMSS atención médica a población con síndrome de Down como parte de los esfuerzos de la cultura inclusiva [Comunicado de prensa]. <https://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202206/313>
- Ioniță-Mîndrican, C. B., Ziani, K., Mititelu, M., Oprea, E., Neacșu, S. M., Moroșan, E., Dumitrescu, D. E., Roșca, A. C., Drăgănescu, D., & Negrei, C. (2022). Therapeutic benefits and dietary restrictions of fiber intake: A state of the art review. *Nutrients*, 14(13), 2641. <https://doi.org/10.3390/nu14132641>
- Koutentakis, M., Surma, S., Rogula, S., Filipiak, K. J., & Gąsecka, A. (2023). The effect of a vegan diet on the cardiovascular system. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 10(3), 94. <https://doi.org/10.3390/jcdd10030094>
- Loveday, S. J., Thompson, J. M., & Mitchell, E. A. (2012). Bioelectrical impedance for measuring percentage body fat in young persons with Down syndrome: Validation with dual-energy absorptiometry. *Acta Paediatrica*, 101(11), e491–e495. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2012.02821.x>
- Moraga, F., & Atalah, E. (2006). Diagnóstico y manejo nutricional de pacientes con síndrome de Down. *Medwave*, 6(6). <https://doi.org/10.5867/medwave.2006.06.3519>
- Pecoraro, L., Ferron, E., Solfa, M., Mirandola, M., Lauriola, S., Piacentini, G., & Pietrobelli, A. (2023). Body composition and laboratory parameters in children with Down syndrome: The DONUT study. *Clinical Nutrition ESPEN*, 57, 253–257. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.07.003>
- Pecoraro, L., Zadra, M., Cavallin, F., Lauriola, S., Piacentini, G., & Pietrobelli, A. (2024). Lipid profile, eating habit, and physical activity in children with Down syndrome: A prospective study. *Diseases*, 12(4), 68. <https://doi.org/10.3390/diseases12040068>
- Roccatello, G., Cocchi, G., Dimastromatteo, R. T., Cavallo, A., Biserni, G. B., Selicati, M., & Forchielli, M. L. (2021). Eating and lifestyle habits in youth with Down syndrome attending a care program: An exploratory lesson for future improvements. *Frontiers in Nutrition*, 8, 641112. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.641112>
- Villani, E. R., Onder, G., Marzetti, E., Coelho-Junior, H., Calvani, R., Di Paola, A., & Carfi, A. (2024). Body composition parameters and sarcopenia in adults with Down syndrome: A case-control study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 36(1), 81. <https://doi.org/10.1007/s40520-023-02680-9>

Suplementación y tratamientos nutricionales en alteraciones espermáticas

Ana Karen Carmona Castillo¹,
Francisco Javier Báez Hernandez² y Víctor Manuel Blanco Álvarez²

La infertilidad masculina es un proceso multifactorial y complejo, presentado en las parejas por la incapacidad de concebir tras tener relaciones sexuales frecuentes y sin protección durante al menos un año (Zarhouti et al., 2023). Afecta al 9% de las parejas a nivel mundial, donde aproximadamente el 50% de todos los casos de infertilidad es atribuible al factor masculino. (Schlegel et al., 2021). Dentro de las principales causas de infertilidad masculina, destacan: trastornos hormonales, problemas tanto físicos como psicológicos, alteraciones en el estilo de vida y anomalías genéticas (Babakhanzadeh et al., 2020).

Schlegel et al. (2021) reporta que aún hay un porcentaje que se reconocen como casos idiopáticos, alrededor del 30%, en las que se incluyen oligozoospermia (recuento espermático

1 Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

2 Facultad de Enfermería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

reducido), astenozoospermia (disminución de la movilidad espermática) y teratozoospermia (anormalidad en la morfología espermática)

La espermatogénesis es un proceso organizado en el que células madre espermatogoniales diploides llevan a cabo una diferenciación en espermátocitos y posteriormente a espermatozoides haploides, este proceso es secuencial en los túbulos seminíferos de los testículos, apoyado además por las células de Sertoli, células mioideas peritubulares y células de Leydig (Du et al., 2021) con el fin de favorecer la renovación y diferenciación, permitiendo procesos de maduración y división hasta la transformación de los espermatozoides (Zhao, 2024). Los espermatozoides se componen de cabeza, pieza intermedia y cola. La forma de la cabeza se considera más importante que su tamaño puesto que puede haber aberraciones en la forma y que cuenten con un tamaño de cabeza dentro de los parámetros normales (de 5-6 μm de longitud y de 2.5 a 3.5 μm de ancho) (Organización Mundial de la Salud, 2025). Otras características esenciales con las que debe contar la cabeza es que debe ser lisa con contornos regulares y forma oval, en su polo anterior debe contar con una vesícula bien definida con un máximo de dos pequeñas vacuolas, semejante a un casco que recubre el núcleo llamado región acrosómica, la cual es responsable de penetrar las capas externas del ovocito (Organización Mundial de la Salud, 2025). La pieza intermedia es la parte más gruesa de la cola, su longitud es similar a la de la cabeza y contiene mitocondrias; mientras que el resto de la cola tiene una longitud aproximadamente de 45 μm , con calibre uniforme dado por la pieza principal conformada de un axonema rodeado por fibras densas externas, cubiertas por una vaina fibrosa formada por columnas longitudinales y una pieza final.

A partir de lo anterior es posible identificar ciertas variaciones en la morfología de los espermatozoides al realizar el examen microscópico (espermátobioscopía) y poder identificar las anomalías como las siguientes:

- Respecto al análisis morfológico de la cabeza es posible encontrar frecuentemente globozoospermia, un defecto que se caracteriza por la ausencia de acrosoma dando aspecto de cabeza redonda y causante de aproximadamente el 0.1% del total de casos de infertilidad masculina (Huang et al. 2022).
- Los espermatozoides con cabeza cónica comúnmente encontrados en pacientes que presentan aumento de la temperatura testicular asociada a la presencia de varicocele y suele encontrarse además defectos de la cola (Organización Mundial de la Salud, 2025).
- La macrozoospermia, se define como el aumento de las dimensiones de la cabeza espermática presentando una longitud mayor a 4.7 μm y más de 3.2 μm de ancho, favoreciendo la presencia de múltiples colas (Agarwal et al. 2022).
- Los espermatozoides cabeza de alfiler, los cuales carecen de cromatina, a causa de múltiples errores en la formación de su pieza de conexión entre cabeza y cola (Agarwal et al. 2022).

- La presencia de gotas citoplasmáticas residuales, son indicativos de células inmaduras y anormales con más citoplasma de lo normal que no pudo ser eliminado en el proceso de espermiogénesis (Liu, 2024).
- Los defectos de la cola son predictores de astenozoospermia y hay múltiples variedades como colas muy curvas, en espiral, colas cortas o rotas, colas múltiples, ancho irregular y la combinación de más de un defecto (Organización Mundial de la Salud, 2025).

Es importante considerar las formas anormales puesto que estas potencian un efecto fecundante inferior y actualmente es a donde se dirige la terapéutica actual.

Dependiendo la causa subyacente identificable se tienen propuestas de manejo, los pasos iniciales son mejoras en el estilo de vida, mejorar la alimentación, fomentar la actividad física y evitar consumir sustancias psicoactivas.

Si se identifican causas hormonales como el hipogonadismo hipogonadotrópico son de utilidad los inhibidores de la aromatasas, los moduladores selectivos de los receptores de estrógeno o la gonadotropina coriónica humana, para casos de infertilidad idiopática se considera el manejo con análogos de la hormona foliculoestimulante para mejorar la concentración de espermatozoides, y en casos de defectos en la anatomía del aparato reproductor que condicione obstrucción por compresión de los órganos participantes se prefiere optar por la extracción quirúrgica del semen o en su defecto, indicar un tratamiento quirúrgico para corregir el defecto, a menos que se trate de la presencia de varicocele y solo se indicaría en caso de un varicocele palpable, debido a que aún no se cuenta con la suficiente evidencia que su resección sea de gran ayuda para mejorar las tasas de fecundidad, puesto que hay estudios que mencionan que se obtuvo mejoría en cuanto a las malformaciones espermáticas, pero hablando en conjunto de la pareja no se ha facilitado una concepción exitosa (Schlegel et al., 2021).

Actualmente ha crecido el interés en ampliar la perspectiva que se tiene sobre el control y reducción de los niveles de estrés oxidante que se da en la producción de los espermatozoides y su paso por el epidídimo, por lo que la terapéutica se ha enfocado en buscar alternativas viables que logren revertir o frenar sus efectos, tomando en cuenta que la presencia de estrés oxidativo logra alterar el desarrollo y función de los espermatozoides ya sea desintegrando su membrana celular, afectando su metabolismo energético, su actividad mitocondrial o incluso causando alteraciones genéticas.

Actualmente la nutrición y específicamente la suplementación ha representado una alternativa para poder revertir aquellas anomalías espermáticas causante de infertilidad en las parejas dentro de las que destacan los siguientes compuestos:

La vitamina A (ácido retinoico) favorece desde la meiosis en células espermatoogénicas, la diferenciación de espermatoogonias hasta la fase de espermatozoides maduros. La deficiencia de ácido retinoico favorece la degeneración de las células espermáticas, la cual es reversible al reestablecer los niveles adecuados de ácido retinoico en sangre (Zhao et al., 2024).

La vitamina D (Colecalciferol), la cual suplementada por 3 meses aumento en sangre los niveles de vitamina D y se correlacionó positivamente con parámetros espermáticos, esto con el aumento tanto de la hormona foliculoestimulante, como de la testosterona reflejando al Colecalciferol como un factor eficaz para la fertilidad masculina (Zarepoor et al., 2024).

La coenzima Q10 (CoQ10) antioxidante con actividad en el sistema energético, participa en incrementar los niveles de testosterona completando mejor la espermatoogénesis, favoreciendo así la morfología a través de sus vías de biosíntesis (Tsao, 2021)

El orégano (*Origanum vulgare L.*) como aceite esencial mostró mejores parámetros en los niveles de enzimas antioxidantes disminuyendo marcadores de estrés como el MDA, favoreciendo la movilidad, sin presentar efectos adversos sobre el DNA espermático destacándolo como alternativa terapéutica para pacientes con astenozoospermia. (Zarhouti et al., 2023)

La L-carnitina es un antioxidante obtenido de la dieta y también sintetizado por el organismo a partir de lisina y metionina, se ha observado que puede ser un gran componente para proteger a las mitocondrias espermáticas actuando como un captador de radicales libres y potenciando la mejora en los parámetros seminales (Ma & Sun, 2022).

Actualmente existen compuestos que no han sido utilizados en humanos, sin embargo, su efecto a nivel veterinario podría promover estrategias que puedan ser utilizadas en el humano ya que empatan con muchos de los mecanismos de los compuestos antes mencionados. Entre la suplementación veterinaria con mejores resultados en los últimos cinco años destacan:

El *Lepidium meyenii* Walp conocido como Maca, una planta que crece en los andes peruanos mostró propiedades antioxidantes en espermatoos bovinos, mejorando parámetros como movilidad, vitalidad e integridad de su DNA, aun tras el proceso de congelación/descongelación resaltándose como una interesante propuesta en temas de salud reproductiva (Leiva-Revilla et al., 2022).

La L-leucina es un aminoácido esencial para el organismo humano, la cual ha demostrado favorecer el desarrollo testicular en verracos Duroc, donde además favoreció un aumento en el conteo de espermatozoides y en su movilidad reflejando mejor calidad seminal (Lin et al. 2022).

Una dieta rica en grasas con aceite de oliva extra virgen redujo los niveles de colesterol testicular en conejos, aumentó la calidad del semen; mostró mejores resultados en volumen, movilidad y morfología espermática que aquellos con hipercolesterolemia (Funes et al. 2023).

Conclusión

El campo de la fertilidad sigue presentando áreas de oportunidad en las distintas disciplinas del área de la salud, donde la parte nutricional y de suplementación representan disciplinas a coadyubar protocolos terapéuticos que puedan promover en los pacientes, cambios en el estilo de vida, el manejo adecuado en los niveles de estrés oxidante, y así evitar la degeneración de células espermáticas, el aumento de hormonas sexuales, favorecer la morfología espermática, con el incremento de enzimas antioxidantes y protectores mitocondriales, que en conjunto impacten en la movilidad, vitalidad, integridad, conteo espermático y el volumen seminal. Por lo que realizar protocolos experimentales que ayuden a determinar concentraciones y momentos adecuados para revertir anormalidades en la salud reproductiva masculina sumarán a los tratamientos actuales para tratar las alteraciones espermáticas en la infertilidad masculina.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

Agarwal, A., Sharma, R., Gupta, S., Finelli, R., Parekh, N., Panner Selvam, M. K., Henkel, R., Durairajanayagam, D., Pompeu, C., Madani, S., Belo, A., Singh, N., Covarrubias, S., Darbandi, S., Sadeghi, R., Darbandi, M., Vogiatzi, P., Boitrelle, F., Simopoulou, M., Saleh, R., & Shah, R. (2022). Sperm morphology assessment in the era of intracytoplasmic sperm injection: Reliable results require focus on standardization, quality control, and training. *World Journal of Men's Health*, 40(3), 347–360. <https://doi.org/10.5534/wjmh.210054>

- Babakhanzadeh, E., Nazari, M., Ghasemifar, S., & Khodadadian, A. (2020). Some of the factors involved in male infertility: A prospective review. *International Journal of General Medicine*, 13, 29–41. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S241099>
- Du, L., Chen, W., Cheng, Z., Wu, S., He, J., Han, L., He, Z., & Qin, W. (2021). Novel gene regulation in normal and abnormal spermatogenesis. *Cells*, 10(3), 666. <https://doi.org/10.3390/cells10030666>
- Funes, A. K., Monclus, M. Á., Avena, M. V., Boarelli, P. V., Barbisan, L. F., Bernal-López, M. R., Gómez-Huelgas, R., Lancellotti, T. E. S., & Fornés, M. W. (2023). Extra-virgin olive oil ameliorates high-fat diet-induced testicular cholesterol accumulation and restores SREBP2 pathway expression in rabbits. *Andrology*, 11(6), 1077–1087. <https://doi.org/10.1111/andr.13281>
- Huang, G., Zhang, X., Yao, G., Huang, L., Wu, S., Li, X., Guo, J., Wen, Y., Wang, Y., Shang, L., Li, N., & Xu, W. (2022). A loss-of-function variant in SSFA2 causes male infertility with globozoospermia and failed oocyte activation. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 20, 103. <https://doi.org/10.1186/s12958-022-00976-5>
- Leiva-Revilla, J., Asiyadatpanah, A., Lourdes Pereira, M. P., Rolón, M., Nissapatorn, V., et al. (2022). First study of in vitro protective effect of *Lepidium meyenii* on thawed bovine semen. *Veterinary World*, 1481–1488. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1481-1488>
- Lin, Y., Li, J., Wang, K., Fang, Z., Che, L., Xu, S., Feng, B., Zhuo, Y., Li, J., & Wu, D. (2022). Effects of dietary L-leucine supplementation on testicular development and semen quality in boars. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 904653. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.904653>
- Liu, L., Yang, J., Zhang, W. J., Zhou, Y. L., Zhao, G. J., Huang, Y., & Tang, S. Y. (2024). Identification of AMZ2 as a candidate causal gene in a patient with severe teratozoospermia characterized by vacuolated spermatozoa. *Asian Journal of Andrology*, 26(1), 107–111. <https://doi.org/10.4103/aja202321>
- Ma, L., & Sun, Y. (2022). Comparison of L-carnitine vs. CoQ10 and vitamin E for idiopathic male infertility: A randomized controlled trial. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 26(13), 4698–4704. https://doi.org/10.26355/eurrev_202207_29194
- Organización Mundial de la Salud. (2025). *WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen* (6.^a ed.). Organización Mundial de la Salud. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>
- Schlegel, P. N., Sigman, M., Collura, B., De Jonge, C. J., Eisenberg, M. L., Lamb, D. J., Mulhall, J. P., Niederberger, C., Sandlow, J. I., Sokol, R. Z., Spandorfer, S. D., Tanrikut, C., Treadwell, J. R., Oristaglio, J. T., & Zini, A. (2021). Diagnosis and treatment of infertility in men: AUA/ASRM guideline part II. *Fertility and Sterility*, 115(1), 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2020.11.016>

- Tsao, C.-W., Hsu, Y.-J., Tseng, X.-T., Chang, T.-C., Tsao, C.-H., & Liu, C.-Y. (2021). Does coenzyme Q10 supplementation improve testicular function and spermatogenesis in male mice with chronic kidney disease? *Biology*, 10(8), 786. <https://doi.org/10.3390/biology10080786>
- Zarepoor, M., Nazari, A., & Pourmasumi, S. (2024). Impact of vitamin D supplementation as COVID-19 vaccine adjuvant on sperm parameters and sex hormones in men with idiopathic infertility: Two separate pre- and post-studies. *Clinical and Experimental Reproductive Medicine*, 51(2), 125–134. <https://doi.org/10.5653/cerm.2023.06464>
- Zarhouti, A., Mbaye, M. M., Addoum, B., Louanjli, N., El Khalfi, B., & Soukri, A. (2023). The impact of *Origanum vulgare* supplementation on human asthenozoospermic sperm parameter quality. *The Scientific World Journal*, 2023, 8093795. <https://doi.org/10.1155/2023/8093795>
- Zhao, Y., Deng, S., Li, C., Cao, J., Wu, A., Chen, M., Ma, X., Wu, S., & Lian, Z. (2024). The role of retinoic acid in spermatogenesis and its application in male reproduction. *Cells*, 13(13), 1092. <https://doi.org/10.3390/cells13131092>

Opinión sobre el Vegetarianismo y veganismo como dos opciones de alimentación sustentable

Lucía Evelyn Delcompare Narváez³

Las reflexiones presentadas en este capítulo se basan en una revisión de la literatura disponible hasta 2024, así como en una interpretación personal de la autora respecto a los impactos éticos, ambientales y nutricionales de los modelos alimentarios contemporáneos. Si bien se incluyen datos de organismos internacionales y fuentes académicas, algunas afirmaciones derivan de un análisis crítico propio, su experiencia profesional y personal que busca invitar a la reflexión más que establecer conclusiones definitivas.

En la historia de la humanidad ha habido culturas y civilizaciones que han promulgado la filosofía de la no violencia y el respeto a todos los seres sintientes. Pitágoras, Empédocles, Porfirio, Plutarco, Séneca, el rey Ashoka de la India, Tolstoi, Kafka, Coetzee son algunos personajes de la historia antigua y moderna que promovieron el vegetarianismo por razones morales (Mosterín, 2014). El filósofo australiano Peter Singer publicó en 1975 su

³ Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

libro *Liberación animal*, para reflexionar y hacer una fuerte crítica sobre el especismo y el abuso indiscriminado de los animales para fines humanos, este texto inspiró posteriormente a filósofos y activistas para levantar la voz por todas las especies animales y darle fuerza al veganismo.

El término veganismo fue acuñado por Donald Watson y Elsie Shrigley en 1944, quienes fundaron la Vegan Society en el Reino Unido, para diferenciarse del vegetarianismo (Equis & Bode, 2024). Con el tiempo, el veganismo empezó a integrar aspectos medioambientales, de salud pública y sostenibilidad alimentaria, pero su fundamento principal ha sido la relación ética con los animales, y, por lo tanto, promueve una alimentación libre de crueldad animal. La dieta vegetariana, por su parte, es mucho más antigua; diversas culturas eliminaron el consumo de carne de res, cordero o puerco, por razones religiosas, culturales o por compasión, tal es el caso de la India o la escuela pitagórica. Las dietas vegetarianas sí incluyen alimentos de origen animal como huevo y/o lácteos, pero no se acepta el sacrificio ni explotación de los animales (Mosterín, 2014).

Dieta vegana y vegetariana

Para reflexionar respecto a estos dos estilos de vida y alimentación, es importante definir ambos conceptos. El régimen vegano es aquel en el que no se consumen alimentos que impliquen el sacrificio o explotación de los animales, incluyendo lácteos, huevos, miel de abeja, grenetina. Tampoco admite el uso de pieles, productos de cuero, marfil, cuernos o huesos, conchas de tortuga, veneno de abejas o serpientes, cosméticos o medicamentos probados en animales, ni entretenimientos con animales como tauromaquia, espectáculo con delfines o con cualquier animal, es decir, el veganismo no sólo es un tipo de dieta o régimen de alimentación, es una filosofía de vida en la que se evita el uso de los animales, y maximiza el respeto por toda vida animal, aunado a ello, hay una actitud por el cuidado del medio ambiente y por llevar una vida más sostenible y ligada a la naturaleza (Equis & Bode, 2024).

El vegetarianismo, por su parte, está circunscrito a la alimentación; en este régimen se evita la cadena de matanza y explotación animal, pero permite algunos productos como huevo y lácteos de animales de libre pastoreo, de ahí se derivan las variantes como el régimen ovo vegetariano (se consume alimentos de origen vegetal y se añade huevo a la dieta); los lacto vegetarianos (incluyen alimentos de origen vegetal y lácteos); y los ovolactovegetarianos (incluyen tanto huevo como lácteos). Existen otras dos modalidades: flexitariano, es un régimen predominantemente vegetariano y ocasionalmente incluyen carne, pollo o pescado, y el pescetariano, donde hay un predominio por el vegetarianismo, y de manera ocasional se incluyen productos del mar (Mosterín, 2014).

Las estadísticas de hábitos de alimentación internacional revelan que la alimentación vegana/vegetariana va en aumento (INEGI, 2019). De acuerdo con este censo, en México, el 9% de la población se identifica como vegana y el 19% como vegetariana, mientras que los flexitarianos representan el 15 % de la población encuestada. Los grupos de edad que predominan en estos estilos de vida y alimentación oscila entre los 20 y 34 años. La Internet y las redes sociales han sido factores para influir y concientizar a las nuevas generaciones sobre el uso, abuso y maltrato de los animales, ahora hay agrupaciones en México que se han dedicado a la información y activismo, y que simpatizan principalmente con los jóvenes, agrupaciones como Igualdad Animal, Animanaturalis, Movimiento Animalista de Puebla, Instituto de Bienestar Animal denuncian el maltrato animal, mientras que ejercen una influencia social para hacer un cambio de una vida libre de crueldad animal.

En resumen, los datos del INEGI revelan que el 39% de la población en México está abandonando el consumo de productos cárnicos; con este cambio y consciencia en la población joven, también ha habido cambios económicos y sociales donde se observa un incremento de productos y restaurantes veganos o vegetarianos, cosméticos, medicamentos y productos de higiene personal sin testeo animal; pieles sintéticas u otros materiales para elaborar zapatos, bolsas, cinturones, entre otros, y existen movimientos para abogar por la prohibición de espectáculos y entretenimientos con animales. En la ciudad de Puebla y municipios aledaños, principalmente en Cholula y Atlixco, que se caracterizan por su turismo y población estudiantil, existen tianguis y diversas opciones de restaurantes y cafeterías veganas y vegetarianas manejados por estas mismas comunidades, algunas de ellas, se promueven a través de las redes sociales.

El culto a la proteína

Aunque la población vegana y vegetariana va aumentando, también se observa otro sector de la población que exacerba el valor nutricional de la proteína animal. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut, 2022) revela que entre los alimentos de mayor consumo por la población mexicana se encuentra los productos cárnicos tanto procesados como no procesados. Además, entre los adultos interesados en desarrollar masa muscular, se ha popularizado el consumo de proteínas en polvo (elaborados con base de albúmina o caseína), esta población lleva una dieta predominantemente hiperproteica.

Una dieta hiperproteica es aquella en la cual se exceden las recomendaciones establecidas para los requerimientos diarios de proteínas. Según las recomendaciones de proteína por parte de la Organización Mundial de la Salud son de 0.83g/kg/día para adultos sanos; de 1 a 1.2g/kg/día para adultos mayores con sarcopenia, para prevenir la pérdida y función de masa muscular; y para atletas y personas activas la recomendación es de 1.2 a 2.0g/kg/día. (FAO/

WHO/UNU, 2007). Estudios actuales sugieren que ingestas de 3g/kg/día sólo son toleradas por adultos saludables con entrenamiento en resistencia (International Society of Sports Nutrition, 2017); mientras que una ingesta frecuente superior a 2g/kg/día en la población general, podría estar asociadas con posibles efectos adversos en la función digestiva, renal, vascular, endócrina, muscular y ósea (López-Luzardo, 2009; Ko et al. 2020; Anderson Vásquez, 2024).

Veamos con más detalle los efectos adversos de las dietas hiperproteicas. El consumo prolongado de proteínas en exceso podría llevar al desarrollo de enfermedad renal crónica (ERC), incluyendo hipertensión, alteraciones en el microbiota intestinal, y aumento en la excreción urinaria de calcio, lo que podría afectar la salud ósea a largo plazo. (Ko et al., 2020). Además, dietas ricas en proteínas animales pueden alterar la diversidad del microbiota intestinal, favoreciendo bacterias patógenas y reduciendo bacterias beneficiosas, lo que podría contribuir a la inflamación sistémica y enfermedades metabólicas, (Anderson Vásquez, 2024).

Otro efecto nocivo del alto consumo de proteína animal y bajo consumo de frutas y verduras es una cantidad importante de ácidos, principalmente en forma de sulfatos y fosfatos, de ahí que el riñón responde a esta sobrecarga ácida con un aumento en la excreción ácida neta en forma de amonio y acidez titulable. De forma simultánea, el hueso contribuye a esta respuesta con una función amortiguadora mediante la resorción ósea, como resultado, se presenta incremento en la excreción urinaria de calcio. Es decir, una dieta con un elevado contenido en proteínas de cenizas ácidas ocasiona una pérdida de calcio excesiva debido a su contenido acidogénico, con pérdida de masa ósea y masa muscular. Adicionalmente a los efectos catabólicos sobre la arquitectura y fortaleza del hueso, la acidosis induce trastornos en la función endocrina, tales como disminución de la hormona de crecimiento; supresión del metabolismo de la glucosa medido por insulina; disminución de IGF-1 (Factor de Crecimiento insulínico Tipo 1); disminución de hormonas tiroideas T3 y T4; disminución de la sensibilidad de la secreción de PTH en los cambios en el calcio plasmático y supresión de la activación a 1,25(OH)₂ colecalciferol. (López-Luzardo, 2009).

En el otro extremo está la deficiencia de proteínas que lleva a estados de desnutrición; las causas son multifactoriales que van desde las fisiológicas o las clínicas hasta las sociales y económicas; entre ellas se observa desnutrición en estancias hospitalarias largas; malabsorción intestinal; traumatismos, quemaduras o alguna patología previa que conlleve a un estado de caquexia; o bien, escasez de alimentos; pobreza alimentaria; hambrunas y guerras.

Un régimen dietético vegetariano o vegano que se lleve por decisión propia, bien planeado, completo y balanceado no es causa de desnutrición ni de deficiencias nutricionales, y sí puede disminuir el exceso de grasa saturada, colesterol, sodio, azúcares y productos metabólicos ácidos. Los resultados de la Ensanut 2022 muestran que entre el 70% a 80% de la población adulta de 20 a 59 años padece sobrepeso y obesidad abdominal; con prevalencias altas de

diabetes mellitus tipo 2; hipertensión arterial y dislipidemias, y como se mencionó anteriormente, los alimentos de mayor preferencia y consumo son las carnes procesadas y no procesadas, entre otros, con una disminución importante del consumo de leguminosas, que son excelente fuente de proteína vegetal.

Cabe mencionar que actualmente, se han empezado estudiar las llamadas zonas azules en La isla de Cerdeña en Italia, Okinawa en Japón, Loma Linda en California, Estados Unidos, Icaria en Grecia y Nicoya en Costa Rica, estas comunidades tienen como característica ser más longevas y sanas; una de las características del estilo de vida de estos grupos, es que han llevado un régimen vegetariano la mayor parte de sus vidas, es decir, han eliminado de sus dietas la grasa saturada, el colesterol y los alimentos procesados. (Yañez Yañez R, Aldle Davisevic N, 2021).

Proteína animal vs proteína vegetal

Hoy en día sabemos que las proteínas de origen animal aportan los ocho aminoácidos esenciales para adultos y los nueve para niños, para garantizar el desarrollo, crecimiento, reposición y estructura de tejidos y células, por esta razón, a estas proteínas se les llama de alto valor biológico. También sabemos que la combinación de un cereal y una leguminosa, que carecen o están limitados de un aminoácido esencial respectivamente, se complementan y juntas aportan proteínas de alto valor biológico, con la ventaja de tener otros nutrientes como la fibra dietética que promueve un microbiota intestinal saludable y compuestos bioactivos o fitonutrientes que favorecen la salud del sistema inmune. Por el contrario, la proteína animal, a pesar de aportar proteínas de alto valor biológico, también va acompañada de una cantidad alta de grasa saturada y colesterol, de hormonas y antibióticos que actualmente se utilizan para acelerar el crecimiento y engorda de los animales de granja.

Los seres humanos no tenemos una dentadura y sistema digestivo tan especializado como los carnívoros o herbívoros, lo que nos permite adaptarnos tanto a productos de origen animal como vegetal, es decir, somos omnívoros facultativos. Sin embargo, por ética, por salud, y por razones ambientales, cabe preguntarse, si las dietas veganas y vegetarianas son una promesa y una esperanza para el planeta y para todas las especies animales. El libro publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *La larga sombra del ganado* reporta que la ganadería industrial o intensiva produce más del 37% de la emisión de gas metano; el 65% de óxido nitroso; 64% de amonio proviene de la cría masiva de ganado, además la producción pecuaria utiliza el 8% de agua, contando con la contaminación y descargas de nitrógeno y fósforo en aguas dulces, pérdida de biodiversidad, erosión del suelo y gases de efecto invernadero. (Steinfeld H., et al., 2009)

Una alimentación basada en productos de origen animal no es ecológicamente sustentable, y no es solidaria con nuestra especie, ni con el medio ambiente, ni con las demás especies, en tanto que la proteína vegetal, no sólo es un aporte indispensable para la nutrición y salud humana, previene enfermedades no transmisibles, protege el medio ambiente, es más accesible para todas las economías familiares, es ética y solidaria.

La dieta mesoamericana: una opción vegetariana

Se le llama dieta mesoamericana o dieta de la milpa a aquella que está sustentada en la alimentación prehispánica, esto es, la dieta de los grupos originarios de México. El médico novohispano Francisco Hernández elaboró una amplia descripción terapéutica de los alimentos nativos de esta zona; hoy en día con el avance en el estudio actual de los alimentos funcionales, se conocen muchos compuestos bioactivos o fitonutrientes que están presentes en los alimentos que integran esta dieta. La dieta mesoamericana incluye en su mayoría alimentos de origen vegetal, y de manera ocasional animales de caza o corral, huevos, peces e insectos. Se basa en la triada, frijol, maíz y calabaza, a la que se añaden otros frutos, hojas, cactus, flores, raíces y hongos nativos de cada región de nuestro país.

Entre las propiedades nutricionales y funcionales que aporta la dieta mesoamericana, podemos enumerar la proteína de alto valor biológico del maíz y el frijol; los tomates y la flor de calabaza aportan carotenos importantes como antioxidantes (Piña-Dumoulin et al., 2023); las tunas, pitayas, quelites, quintoniles, el huazontle y el amaranto aportan betalainas, carotenoides y antocianinas que tienen función antiinflamatoria y citotóxica (Alimia et al., 2010;); los romeritos contienen compuestos fenólicos con actividad antioxidante y fibra dietética (Pacheco-Hernández, Y; Villa-Ruano, N. 2024); los tomates y el chile aportan carotenos, y en específico, los chiles aportan capsaicina, un compuesto pungente que actúa como potente antibiótico y antiinflamatorio, (Piña-Dumoulin et al., 2023); el aguacate, cacahuete, la semilla de calabaza y chía aportan ácidos grasos esenciales, vitamina E y Omega 3 (Almaguer González); los nopales aportan mucílagos y fibra que actúan como hipoglucemiantes y son excelentes prebióticos para el microbiota intestinal (Sánchez Tapia & Torres Torres N. 2017); el tejocote, las guayabas, los zapotes y las anonáceas aportan diversos compuestos fenólicos que son antivirales, antibióticos, antiinflamatorios y citotóxicos (Alirezalu et al., 2020); el cacao es rico en polifenoles, flavonoides, catequinas, epicatequinas; además hay una gran variedad de bebidas fermentadas como pulque, tejuino, pozol, tepache, hidromiel, atole agrio que son ricos en bacterias lácticas. (Cerero-Calvo, 2022).

Optar por un régimen de alimentación vegano o vegetariano, incluyendo alimentos de la dieta mesoamericana favorece la economía local y la economía de las familias; son opciones que mejoran la salud, cuidan el medio ambiente, son éticas y responsables. El estado de Puebla es un estado propicio para fomentar tanto el veganismo como el vegetarianismo por su población originaria que preserva la vasta tradición culinaria de los pueblos originarios; para el turismo puede resultar en otro atractivo gastronómico; a su vez, el estado, y principalmente la capital, goza de una población estudiantil consciente de “una vida sin carne”; es un estado con una amplia tradición gastronómica que tiene los recursos alimentarios y la flexibilidad para transformar platillos tradicionales e históricos en su versión vegana o vegetariana; finalmente, el estado de Puebla es un importante productor de alimentos vegetales originarios de Mesoamérica que se pueden integrar a la dieta diaria orientada hacia el vegetarianismo o el veganismo.

Conclusión

El objetivo de este capítulo no es descalificar prácticas alimentarias basadas en productos animales, sino analizar de manera crítica sus implicaciones éticas, ambientales y sanitarias. La reflexión de la autora combina evidencia científica con su experiencia profesional e incluso estilo de vida, se reconoce que tanto dietas omnívoras bien planificadas como patrones vegetarianos o veganos pueden ser saludables y sostenibles dependiendo del contexto cultural, socioeconómico y productivo.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

La autora declara que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Alimi, H., Hfaiedh, N., Bouoni, Z., Hfaiedh, M., Sakly, M., Zourgui, L., & Rhouma, K. B. (2010). Antioxidant and antiulcerogenic activities of *Opuntia ficus indica* f. *inermis* root extract in rats. *Phytomedicine. International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 17(14), 1120–1126. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2010.05.001>

- Alirezalu, A., Ahmadi, N., Salehi, P., Sonboli, A., Alirezalu, K., Mousavi Khaneghah, A., Barba, F. J., Munekata, P. E. S., & Lorenzo, J. M. (2020). Physicochemical characterization, antioxidant activity, and phenolic compounds of hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit species for potential use in food applications. *Foods*, 9(4), 436. <https://doi.org/10.3390/foods9040436>
- Almaguer González, J. A., García Ramírez, H., Padilla Mirazo, M., & González Ferral, M. (s.f.). *La dieta de la milpa: Modelo de alimentación mesoamericana biocompatible*. Secretaría de Salud. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98453/La_Dieta_de_la_Milpa.pdf
- Anderson Vásquez, H. (2024). La microbiota intestinal, tipos de dieta y la salud humana. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 37(2), 96–104.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. (2022). *Bebidas fermentadas mexicanas: ¿Beneficios para la salud?* <https://www.ciad.mx>
- Cerero-Calvo, C., Sánchez-Medina, M. A., Pérez-Santiago, A., Matías-Pérez, D., & García-Montalvo, I. (2022). Probióticos presentes en bebidas fermentadas mexicanas. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25, 1–13.
- Coria-López, M. (2013). Medicina, cultura y alimentación: La construcción del alimento indígena en el imaginario médico occidental a través de la visión del doctor Francisco Hernández. *Anales de Antropología*.
- Equis, S., & Bode, J. (2024). La práctica docente desde el veganismo como posicionamiento ético y político posibilitador del derecho a la educación. *Entramados*, 11(15), 38–54.
- FAO/WHO/UNU. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation* (WHO Technical Report Series No. 935). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241209359>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018: Diseño conceptual*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ensanut/2018/doc/ensanut_2018_diseno_conceptual.pdf
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2022). *Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut 2022)*. <https://www.insp.mx/avisos/presentan-resultados-de-la-ensanut-2020-2023>
- International Society of Sports Nutrition. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*.
- Ko, G. J., Rhee, C. M., Kalantar-Zadeh, K., & Joshi, S. (2020). The effects of high-protein diets on kidney health and longevity. *Journal of the American Society of Nephrology*, 31(8), 1667–1679. <https://doi.org/10.1681/ASN.2020010028>

- López-Luzardo, M. (2009). Las dietas hiperproteicas y sus consecuencias metabólicas. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 22(2).
- Mosterín, J. (2014). *El triunfo de la compasión*. Alianza Editorial.
- Pacheco-Hernández, Y., & Villa-Ruano, N. (2024). *Los quelites y otros vegetales comestibles de México: ¿Qué sabemos sobre su potencial nutracéutico?* Alianza y Tendencias BUAP.
- Piña-Dumoulin, G., Peña-Lomelí, A., García-Mateos, M., Martínez-Damián, M., Lozoya-Saldaña, H., & Rodríguez-Pérez, J. (2023). Compuestos bioactivos en frutos cultivados y silvestres de *Physalis* spp. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(1), 11–19.
- Sánchez Tapia, M., & Torres Torres, N. (2017). Efecto del nopal en la microbiota intestinal en un modelo de obesidad inducida por una dieta alta en grasa saturada y azúcar. *Rednutrición*, 8(23).
- Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. (2020). https://sdr.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/FIRMA_CONVOCATORIA_RECUPERACION_DEL_CAMPO_POBLANO_COMPONENTE_II.pdf
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & Haan, C. (2009). *La larga sombra del ganado*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Yáñez-Yáñez, R., & Mc Ardle Dragusevic, N. (2021). Zonas azules: “Longevidad poblacional, el anhelo de la sociedad”. *Revista Médica de Chile*, 149(1).

Desafíos en la medicina tradicional anti-cáncer: El caso de *Cuphea aequipetala*

Wilber Montejo-López¹, Imanol de Jesús López-Morales¹ y Jesica Jocelyn Cortés-Cortina²

La medicina tradicional ha sido durante siglos una fuente invaluable de compuestos bioactivos derivados de plantas. Entre estos, los fitoquímicos han captado un interés creciente por su potencial terapéutico en diversas enfermedades, incluidas las neurodegenerativas y, especialmente, el cáncer, por su diseminación en diversos órganos del cuerpo.

A nivel sistémico, los fitonutrientes interactúan con vías metabólicas, hormonales e inmunológicas, lo que exige una evaluación integral más allá del blanco molecular inmediato. Por ejemplo, los flavonoides quercetina y apigenina no solo ejercen neuroprotección, sino que también regulan la glucemia, reducen lípidos y modulan la respuesta inmune, lo que genera tanto oportunidades terapéuticas como riesgos de interacciones farmacológicas (Justyńska et al., 2025; Xu et al., 2022). Estudios sistemáticos en modelos *in vitro* e *in vivo* han permitido

¹ Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chiapas.

² Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

caracterizar su farmacocinética, absorción, distribución, metabolismo y excreción; no obstante, la determinación de márgenes terapéuticos, establecer perfiles de toxicidad aguda y crónica, y diseñar estrategias para mejorar su biodisponibilidad, constituyen una limitación frecuente (Taldaev et al., 2025).

Así mismo, ensayos clínicos controlados son esenciales para validar la eficacia terapéutica, reducir el sesgo en usos tradicionales y cumplir con las exigencias regulatorias de agencias como la Agencia Europea de medicamentos (en inglés, European Medicines Agency, EMA) o la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (en inglés, Food and Drug Administration, FDA) (Ekor, 2014). Además, el análisis científico de estos extractos facilita la estandarización química, la reproducibilidad farmacológica y previene la adulteración o el uso empírico sin control sanitario, un problema creciente en el mercado de suplementos botánicos (Ichim et al., 2021; Phan et al., 2025).

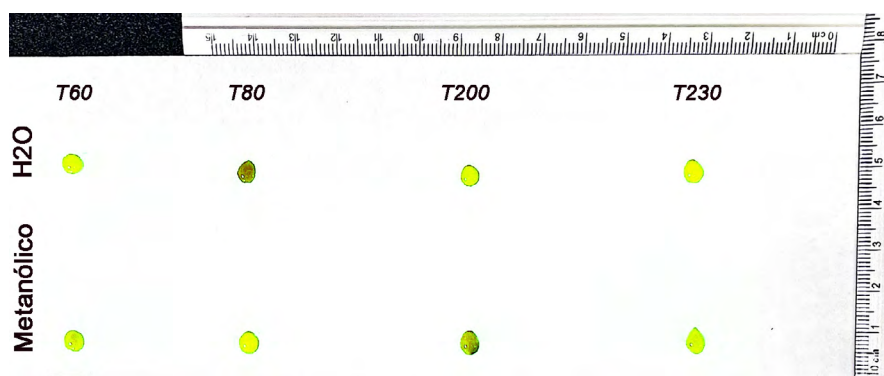
El establecimiento riguroso de estudios sobre los efectos neuronales y sistémicos de los fitoquímicos enfrenta importantes desafíos metodológicos, especialmente debido a la variabilidad química natural en las plantas. Parámetros como clima, altitud, tipo de suelo, estrés abiótico o biótico, momento de cosecha y método de extracción modifican significativamente los perfiles de metabolitos secundarios, dificultando la estandarización de extractos y comprometiendo la reproducibilidad en estudios preclínicos y clínicos (MartinsGomes et al., 2024). Para mitigar estas inconsistencias, las guías ConPhyMP establecen los estándares mínimos necesarios para reportar el origen botánico, las condiciones de cultivo y cosecha, así como los métodos analíticos utilizados, asegurando transparencia, rastreabilidad y reproducibilidad en la caracterización fitoquímica de extractos (Heinrich et al., 2022).

En la terapéutica, la clasificación de productos derivados de plantas como “suplementos alimenticios” o “medicamentos herbolarios tradicionales”, en lugar de medicamentos, genera vacíos normativos importantes que impiden su evaluación bajo estándares clínicos internacionales. Esta situación restringe la financiación para la investigación formal y facilita la proliferación de productos en el mercado sin verificación científica, lo cual representa un riesgo para la salud pública.

Un estudio de ámbito global reveló que la clasificación regulatoria ambigua y la falta de armonización entre países dificultan la regulación efectiva de estos productos (Ng et al., 2022). En particular, se observa que en Estados Unidos bajo el marco del DSHEA de 1994, los suplementos herbales no requieren pruebas de seguridad o eficacia antes de ser comercializados, lo que desafía los criterios regulatorios convencionales (Dwyer et al., 2018). Por tanto, para superar estos desafíos es necesaria una integración multidisciplinaria entre farmacognosia, farmacología clínica, ciencias regulatorias y políticas públicas, junto con un compromiso ético firme hacia la validación rigurosa de productos de medicina tradicional.

Ejemplo de la necesidad de contar con estudios científicos controlados lo encontramos en la búsqueda de terapias para el cáncer. *Cuphea aequipetala*, conocida en la medicina tradicional mexicana como “hierba del cáncer”, ha sido objeto de estudios preclínicos que respaldan científicamente su potencial efecto antineoplásico. Para la caracterización del efecto fisiológico de esta planta, se han usado extractos acuosos y metanólicos (**Figura 1**), una estrategia que favorece la determinación de la condición más estable de las moléculas.

Figura 1. Aspecto de extractos acuosos y metanólicos de *Cuphea aequipetala*. Imagen cortesía del laboratorio del Dr. Daniel Hernández Baltazar del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana.



UscangaPalomeque et al., (2019) evaluaron extractos metanólico y acuoso de esta especie sobre diversas líneas celulares tumorales, incluyendo B16F10 (melanoma murino), HepG2 (hepatocarcinoma humano) y MCF7 (cáncer de mama), observando citotoxicidad significativa dependiente de la dosis. El extracto metanólico indujo arresto del ciclo celular en fase G₁, fragmentación del ADN y activación de caspasa3, llevando a muerte celular por apoptosis. Por otro lado, en un modelo murino de melanoma, la administración oral del extracto acuoso produjo una reducción del volumen tumoral cercana al 80 %, superior a la lograda por el extracto metanólico (~31 %), sin provocar toxicidad sistémica aparente (UscangaPalomeque et al., 2019). Además, una revisión sistemática publicada en *International Journal of Molecular Sciences* (Sobolewska et al., 2023) destacó el papel del género *Cuphea* como fuente rica en metabolitos bioactivos con actividad farmacológica, incluyendo compuestos fenólicos, flavonoides y taninos, los cuales han mostrado capacidad para modular procesos como el estrés oxidativo, la inflamación crónica y la proliferación celular desregulada. En el caso específico de *C. aequipetala*, estos compuestos podrían contribuir a la inhibición de rutas de señalización como NFκB y a la activación de vías apoptóticas dependientes de mitocondrias, lo que refuerza su potencial como fuente de agentes terapéuticos en oncología experimental (Sobolewska et al., 2023). Si bien aún no se dispone de ensayos clínicos en humanos, estas evidencias experimentales sólidas apoyan el uso tradicional de *C. aequipetala* en el tratamiento de enfermedades tumorales y justifican su inclusión en programas de investigación biomédica orientados al desarrollo de fitofármacos antineoplásicos.

Aunque *Cuphea aequipetala* ha demostrado citotoxicidad *in vitro* en líneas como B16F10 y DU145 (activación de caspasa3, arresto celular y fragmentación del ADN), faltan estudios *in vivo* sólidos que evalúen su influencia sobre tumores inducidos o espontáneos en modelos animales, y se carece de datos farmacocinéticos y toxicológicos detallados (UscangaPalomeque et al., 2019). Por otra parte, una revisión sistemática sobre el género *Cuphea* concluye que algunas especies incluyen compuestos fenólicos y flavonoides asociados a actividad antiinflamatoria, antioxidante y potencias antineoplásicas, pero subraya la necesidad urgente de estudios en modelos animales con protocolos claros y caracterización fitoquímica rigurosa (Santos et al., 2024). Para llevar estos desarrollos a ensayos clínicos sería indispensable estandarizar los extractos, caracterizar químicamente los compuestos activos mediante metabolómica, validar los métodos analíticos cuantitativos y obtener aprobación de comités regulatorios y éticos. Esto evidencia la demanda de investigación multidisciplinaria (farmacología, farmacognosia, regulación y salud pública) para aprovechar de forma racional la biodiversidad mexicana con potencial fitoterapéutico auténtico y seguro.

Conclusión

El estudio riguroso de fitoquímicos derivados de la medicina tradicional es crucial para validar su eficacia y seguridad en contextos clínicos. Estos compuestos, con efectos tanto neuronales como sistémicos, poseen un potencial terapéutico considerable; sin embargo, su incorporación a la medicina basada en evidencia enfrenta obstáculos como la variabilidad química natural, la falta de estandarización en los extractos y vacíos en la regulación sanitaria. *Cuphea aequipetala* representa un caso paradigmático de este reto, ya que ha mostrado efectos citotóxicos selectivos y activación de vías apoptóticas en líneas tumorales humanas, aunque aún se carece de estudios *in vivo* sólidos, caracterización farmacocinética y evidencia clínica robusta. Superar estas limitaciones requiere un enfoque interdisciplinario que articule el conocimiento etnobotánico con metodologías experimentales avanzadas, normas de calidad farmacéutica y criterios regulatorios internacionales. Solo así la medicina tradicional podrá consolidarse como una fuente ética, sustentable e innovadora para el desarrollo de nuevos agentes terapéuticos basados en la biodiversidad vegetal.

Agradecimientos: A la Escuela de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) por el respaldo brindado al proyecto “Caracterización de la bioseguridad de extractos de hierba del cáncer (*Cuphea aequipetala*) en ratas Wistar”.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

:

Referencias

- Dwyer, J. T., et al. (2018). Dietary supplements: Regulatory challenges and research resources. *Advances in Nutrition*, 9(1), 9–17. <https://doi.org/10.3390/nu10010041>
- Ekor, M. (2014). The growing use of herbal medicines: Issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Pharmacology*, 4, 177. <https://doi.org/10.3389/fphar.2013.00177>
- Heinrich, M., et al. (2022). Reporting guidelines for medicinal plant extracts used in pharmacological and toxicological research: ConPhyMP. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 953205. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.953205>
- Ichim, M. C., et al. (2021). Chemical authentication of botanical ingredients: A review of methods to detect adulteration in herbal supplements. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 666850. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.666850>
- Justyńska, W., et al. (2025). Dietary polyphenols: Luteolin, quercetin, and apigenin in regulation of metabolic, immunological, and neuroprotective pathways. *Nutrients*, 17(13), 2202. <https://doi.org/10.3390/nu17132202>
- Martins Gomes, C., et al. (2024). Linking variability in phytochemical composition with safety profile of *Thymus carnosus* Boiss. extracts: Effect of major compounds and evaluation of markers of oxidative stress and cell death. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(10), 5343. <https://doi.org/10.3390/ijms25105343>
- Ng, J. Y., et al. (2022). Exploration of facilitators and barriers to the regulatory frameworks of dietary and herbal supplements: A scoping review. *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 15, Article 55. <https://doi.org/10.1186/s40545-022-00447-7>
- Phan, D. T. A., et al. (2025). From “traditional” remedies to “modern” supplements: Prevalence and risks of adulteration in botanical weight-loss products. *Frontiers in Pharmacology*, 16, 1594975. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1594975>

- Santos, M. C. M., et al. (2024). *Cuphea* genus: A systematic review on traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology. *Current Traditional Medicine*, 10(6), e220823220154. <https://doi.org/10.2174/2215083810666230822100119>
- Sobolewska, D., et al. (2023). The genus *Cuphea* P. Browne as a source of biologically active phytochemicals for pharmaceutical application and beyond. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(7), 6614. <https://doi.org/10.3390/ijms24076614>
- Taldaev, A. (2025). Modification of biopharmaceutical parameters of flavonoids: Improving solubility and bioavailability. *Frontiers in Chemistry*, 13, 1602967. <https://doi.org/10.3389/fchem.2025.1602967>
- Uscanga-Palomeque, A. C., et al. (2019). Inhibitory effect of *Cuphea aequipetala* extracts on murine B16F10 melanoma in vitro and in vivo. *BioMed Research International*, 2019, 8560527. <https://doi.org/10.1155/2019/8560527>
- Xu, Y., et al. (2022). Protective roles of apigenin against cardiometabolic diseases: A systematic review of in vitro and in vivo studies. *Frontiers in Nutrition*, 9, 875826. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.875826>

Nutrición y neurodesarrollo.

Comer bien para pensar y crecer mejor

Guerson Y. Varela C.^{1, 2},
Abril Alondra Barrientos-Bonilla³ y Daniel Hernández-Baltazar^{1,4}

En el contexto mexicano se estima que el 7.7% de los mexicanos entre 2 a 17 años presenta algún trastorno del neurodesarrollo (García-Torres et al., 2025). En nuestro país, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) se considera un problema de salud pública. La Secretaría de Salud ha señalado que existe una gran dificultad en su medición; en 2001, se estimó que 1,500,000 niños menores de 14 años lo presentaban (Gallardo-Savedra et al., 2019).

Por su parte, los Centros Comunitarios de Salud Mental (CECOSAM) en México reportan que uno de cada tres niños que acude a consulta lo hace por presentar TDAH. En el Hospital

1 Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

2 Facultad de Psicología, Universidad Veracruzana.

3 CoSustenta, Universidad Veracruzana.

4 Investigadoras e investigadores por México, SECIHTI

Psiquiátrico Infantil Dr. Juan N. Navarro, el TDAH es el primer motivo de consulta, y existe una demanda continua de atención en los centros de atención del Sistema Nacional de Desarrollo Integral Familiar (DIF) de México. De acuerdo con informes del Hospital Psiquiátrico Infantil Juan N. Navarro, la tasa de TDAH es del 28.6% en niños y del 40% en adolescentes de acuerdo con el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente (Gallardo-Savedra et al., 2019).

Aunque en el estado de Puebla no se cuenta con una estimación confiable sobre la prevalencia de los trastornos del neurodesarrollo, se considera que las cifras locales son consistentes con los datos nacionales. Un reflejo de esta preocupación es la propuesta de reforma legislativa presentada en 2022, que buscaba modificar el artículo 9° de la Ley de Salud Mental, así como los artículos 12° y 69 de la Ley de Educación del Estado de Puebla.

Dicha iniciativa planteaba, entre otros puntos, que el Centro de Salud Mental diseñara instrumentos, cuestionarios y herramientas aplicables por el personal docente para la detección de trastornos del neurodesarrollo como el trastorno por déficit de atención e hiperactividad en los estudiantes. Asimismo, proponía que la educación impartida en el estado adoptará un enfoque inclusivo, brindando capacitación a los docentes para identificar las necesidades específicas de aprendizaje y así garantizar un mejor aprovechamiento escolar. Aunque la reforma no se llevó en su totalidad sí planteó un precedente sobre el esfuerzo de cuidar la salud de los menores del estado de Puebla (H. Congreso del Estado de Puebla, 2022).

El aumento en el número de casos de trastornos del neurodesarrollo a nivel nacional conduce a tratar de entender cómo se desarrollan dichos trastornos, desde una perspectiva de la nutrición, tradicionalmente no considerada pero que ha tomado fuerza en los últimos años.

El proceso que permite a los organismos consumir, digerir y absorber los nutrientes necesarios para realizar todas sus funciones se ha definido como nutrición. En los últimos años, ha existido un aumento considerable de evidencia científica de que una eficaz nutrición favorece el neurodesarrollo y mantenimiento del sistema nervioso (Georgieff et al., 2018). El neurodesarrollo está influenciado por factores ambientales, bioquímicos y físicos que modulan la neurulación, la proliferación/migración neuronal, la apoptosis, la sinaptogénesis y la mielinización (Heland et al., 2022).

El neurodesarrollo comienza en la etapa embrionaria hasta la vida postnatal (Accogli et al., 2020). Para que el neurodesarrollo pueda darse, es necesario que la fecundación del óvulo por parte del espermatozoide ocurra, la unión de ambas células sexuales combina el ADN (ácido desoxirribonucleico) del padre y de la madre dando lugar a una célula llamada cigoto. Esta célula, a lo largo de los días comienza a dividirse rápidamente, atravesando diferentes fases hasta alcanzar el nombre de gástrula. Es en la gástrula en donde, ya se han diferenciado tres poblaciones celulares que se denominan capas germinativas, nombre adecuado pues de ellas

germina todo nuestro cuerpo, estas capas son: el endodermo, el mesodermo y el ectodermo (Carlson y Birkett, 2021).

Es esta última capa germinativa, el ectodermo, la responsable de iniciar la formación del sistema nervioso, el cual se ha descrito que comienza aproximadamente 18 días después de la fecundación, las células epiteliales pertenecientes a la región dorsal del ectodermo se engrosan y agrupan para formar la placa neural (Carlson, 2015). La placa neural constituye el primer esbozo de lo que serán nuestras neuronas y el sistema nervioso. En el día 21, la placa neural comienza a doblarse hacia su interior; la parte superior se fusiona, formando el tubo neural. Esta estructura, compuesta por células pluripotenciales, se convertirá, al culminar su desarrollo, en el sistema nervioso central, es decir, en el encéfalo y la médula espinal (Carlson y Birkett, 2021; Carlson, 2015).

El tubo neural está conformado por tres capas: la primera se le ha denominado zona ventricular, que después recibirá el nombre de epéndimo, dicha sección rodea el canal central del tubo; la capa intermedia, está formada por las células que se encuentran en el proceso de división y que provienen de la zona ventricular (incluidas las futuras células gliales radiales) y que se extiende entre la superficie ventricular y la capa externa también llamada pial; y finalmente la capa marginal externa, que será conformada posteriormente por las prolongaciones de las células nerviosas de la zona intermedia. La zona intermedia, aumenta el número de células debido a la rápida división celular y pasará a convertirse en materia gris. En tanto que, las prolongaciones de las células nerviosas de la zona marginal, así como otras prolongaciones celulares, se convierten en materia blanca al mielinizarse con ayuda de los oligodendrocitos y las células de Schwann (Heland et al., 2022; Waxman, 2020).

Un dato sumamente importante, es que para el día 24 post fecundación, el tubo neural debe estar completamente cerrado. Si esto no ocurre, y la formación del tubo es defectuosa en la región craneal, puede provocar anencefalia, mientras que la ocurrencia a nivel caudal produce espina bífida (Nikolopoulou et al., 2017). Hasta el momento, se ha descrito como un conjunto de células se agrupan y comienzan a diferenciarse para ir formando al sistema nervioso.

No obstante, ¿qué impacto tiene la nutrición en todo esto?

Durante la década de los 60 se comenzó a describir la importancia de la suplementación con folato, también llamada vitamina B9. En estos primeros estudios se describió cómo su consumo durante el embarazo era capaz de reducir el riesgo de desarrollar defectos en el

cierre del tubo neural (Hibbard y Smithells, 1965). De manera natural el folato se puede obtener a través del consumo de vegetales de hoja verde, mientras que su forma sintética más estable, el ácido fólico, se puede encontrar en panes, cereales y suplementos en donde es añadido como forma de suplementación para aumentar su ingesta, el folato es crucial para una correcta proliferación y diferenciación de células neuronales, ayuda a reducir la apoptosis y promueve la adecuada síntesis de ADN (Irvine et al., 2020).

Teniendo en cuenta lo fundamental del folato en los procesos de proliferación y diferenciación neuronal durante el neurodesarrollo, es esperado que las mujeres embarazadas necesiten consumir de 5 a 10 veces más folato que el resto de la población, y como los seres humanos no somos capaces de producirlo por nuestra cuenta, este debe obtenerse por medio de la dieta o de la suplementación con ácido fólico, la dosis recomendada para disminuir el riesgo de alteraciones en el cierre del tubo neural es de 400 a 800 microgramos por día. Es importante resaltar que la suplementación con ácido fólico debe comenzar antes del embarazo y debe mantenerse durante todo el primer trimestre (Heland et al., 2022; Naninck et al., 2019).

Como se ha podido establecer hasta el momento, los efectos benéficos del folato están bien establecidos, estudios como el realizado por Caffrey y colaboradores en 2018 reportan que, la suplementación con ácido fólico que comienza antes de la fecundación y continua durante el segundo y tercer trimestre, ha provocado cambios en la metilación del ADN en la sangre del cordón umbilical especialmente en los genes relacionados con el desarrollo cerebral, con niveles más bajos de metilación en los genes LINE-1 (Long Interspersed Nuclear Element-1), IFG2 (Long Interspersed Nuclear Element-1) y BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor).

Adicionalmente, en el estudio realizado por Levine y colaboradores en 2018 se evaluaron a 45 300 niños israelíes para conocer el riesgo de desarrollar trastorno del espectro autista (TEA), los casos analizados fueron todos los niños diagnosticados con TEA y el grupo control fue conformado por el 33% de la población evaluada. Dicho estudio reportó que la suplementación con ácido fólico y multivitamínicos se asocia con una menor probabilidad de desarrollar TEA, esto fue significativo tanto en mujeres que consumieron la suplementación antes y durante el embarazo (Levine et al., 2018). No obstante, las implicaciones del consumo de ácido fólico más allá del primer trimestre aun no son del todo claras, y se necesita más evidencia epigenómica que sustente su uso más allá del primer trimestre del embarazo (Heland et al., 2022).

No obstante, no es el folato la única sustancia que necesita ser consumida y que tiene un papel crucial en el correcto neurodesarrollo humano, se ha descrito como el consumo de yodo, el cual podemos encontrar en la sal yodada, en el bacalao, merluza y atún fresco, así como en cereales como la avena, trigo y el arroz. El yodo es fundamental para la síntesis de las hormonas tiroideas tiroxina (T4) y triyodotironina (T3), ambas son cruciales para un correcto neurodesarrollo (Cortes-Albornoz et al., 2021).

Esto se debe a que, en los primeros 4 meses del embarazo, el feto obtiene la tiroxina de la madre por medio del transporte transplacentario. Los niveles adecuados de T4 son esenciales para el desarrollo del cerebro fetal pues participan en los procesos de migración neuronal y la mielinización (Cortes-Albornoz et al., 2021). Como resulta evidente, cuando una mujer está embarazada, las necesidades de yodo aumentan para favorecer la síntesis de la hormona tiroidea materna. Si la madre no puede satisfacer nutricionalmente esta mayor demanda, puede causar daños irreversibles al cerebro fetal, entre los que se han asociado a los trastornos del neurodesarrollo como el trastorno por déficit de atención (TDAH), discapacidad intelectual e incluso TEA (Albretcht et al., 2020; Eastman et al., 2019). Con base en la evidencia proporcionada, se sugiere que una ingesta materna de 250 µg por día durante todo el embarazo (Untoro et al., 2007).

Por otro lado, la suplementación con vitamina D, se recomienda en dosis de 10 µg por día. Esto se debe a que dicha vitamina participa en múltiples procesos del neurodesarrollo como la diferenciación neuronal, la conectividad axonal, el desarrollo de las vías dopaminérgicas y el control transcripcional de genes, por lo que los investigadores lo ligaron directamente al trastorno del neurodesarrollo más prevalente a nivel mundial el TDAH, en donde la sintomatología está relacionada con alteraciones en el proceso atencional, el control de impulso y la hiperactividad motora y cuya base biológica se ha vinculado directamente con el sistema dopaminérgico (Khoshbakht et al., 2018; Larqué et al., 2018).

Finalmente, uno de los compuestos nutracéuticos que más recientemente han demostrado grandes efectos benéficos para un correcto neurodesarrollo es la creatina, la cual es posible de adquirir a través del consumo de arenque, salmón y atún, así como en productos lácteos, la creatina es sintetizada en nuestro cuerpo con ayuda de los riñones, hígado y páncreas a partir de tres aminoácidos: arginina, glicina y metionina (Heland et al., 2022). Se ha descrito que, en el neurodesarrollo fetal, la síntesis de creatina juega un papel crucial correcto crecimiento, y su metabolismo parece ser fundamental para la regulación energética durante el desarrollo embrionario del sistema nervioso central, en particular en el crecimiento de las dendritas y los axones (Braissant et al., 2005). Lo fundamental de la síntesis y metabolismo de la creatina para un correcto desarrollo y función del sistema nervioso, se pone de manifiesto en infantes que nacen con los síndromes de deficiencia de creatina, los cuales habitualmente presentan discapacidad intelectual, trastornos del lenguaje, epilepsia y trastornos motores principalmente hipotonía (disminución del tono muscular) y ataxia (fallas en la coordinación del movimiento corporal) (Fernandes-Pires y Braissant, 2022).

Aunque hasta el momento, no se han realizado estudios clínicos controlados de los efectos benéficos sobre la suplementación con creatina durante el embarazo y en el período posnatal temprano tras un parto prematuro, aunque aún no se cuentan con estos datos la creatina parece un nutracéutico prometedor por su fácil consumo y bajo costo (Berry et al., 2019).

Conclusión

La nutrición tiene un enorme impacto en el neurodesarrollo, desde el que los procesos que conllevan el desarrollo del sistema nervioso puedan darse de manera adecuada, hasta la forma en que las deficiencias en la nutrición pueden provocar graves alteraciones e incluso, en los casos más extremos ser incompatibles con la vida.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Accogli, A., Addour-Boudrahem, N., & Srour, M. (2020). Neurogenesis, neuronal migration, and axon guidance. En *Handbook of clinical neurology* (Vol. 173, pp. 25–42). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00004-6>
- Albrecht, D., Ittermann, T., Thamm, M., Grabe, H. J., Bahls, M., & Völzke, H. (2020). The association between thyroid function biomarkers and attention deficit hyperactivity disorder. *Scientific Reports*, 10(1), 18285. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75228-w>
- Berry, M. J., Schlegel, M., Kowalski, G. M., Bruce, C. R., Callahan, D. L., Davies-Tuck, M. L., & Donath, S. (2019). UNICORN babies: Understanding circulating and cerebral creatine levels of the preterm infant: An observational study protocol. *Frontiers in Physiology*, 10, 142. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00142>
- Braissant, O., Henry, H., Villard, A.-M., Speer, O., Wallimann, T., & Bachmann, C. (2005). Creatine synthesis and transport during rat embryogenesis: Spatiotemporal expression of AGAT, GAMT and CT1. *BMC Developmental Biology*, 5, 9. <https://doi.org/10.1186/1471-213X-5-9>

- Caffrey, A., Irwin, R. E., McNulty, H., Strain, J. J., Lees-Murdock, D. J., McNulty, B. A., & Walsh, C. P. (2018). Gene-specific DNA methylation in newborns in response to folic acid supplementation during the second and third trimesters of pregnancy: Epigenetic analysis from a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 107(4), 566–575. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx069>
- Carlson, B. M. (2015). Gastrulation and germ layer formation. En *Biomedical research* (pp. 1–12). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801238-3.05432-5>
- Carlson, N. R., & Birkett, M. A. (2021). *Physiology of behavior*. Pearson Higher Ed.
- Cortés-Albornoz, M. C., García-Guáqueta, D. P., Velez-Van-Meerbeke, A., & Talero-Gutiérrez, C. (2021). Maternal nutrition and neurodevelopment: A scoping review. *Nutrients*, 13(10), 3530. <https://doi.org/10.3390/nu13103530>
- Eastman, C. J., Ma, G., & Li, M. (2019). Optimal assessment and quantification of iodine nutrition in pregnancy and lactation: Laboratory and clinical methods, controversies and future directions. *Nutrients*, 11(10), 2378. <https://doi.org/10.3390/nu11102378>
- Fernandes-Pires, G., & Braissant, O. (2022). Current and potential new treatment strategies for creatine deficiency syndromes. *Molecular Genetics and Metabolism*, 135(1), 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2021.12.005>
- Gallardo-Saavedra, G. A., Martínez-Wbaldo, M. D. C., & Padrón-García, A. L. (2019). Prevalence of ADHD in Mexican schoolchildren through screening with Conners scales 3. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 47(2), 45–53. PMID: 31017272.
- García-Torres, M. I., Allen-Leigh, B., Lazcano-Ponce, E., Salvador-Carulla, L., Katz, G., & Salas, R. A. V. (2025). Trastornos del neurodesarrollo en niñas, niños y adolescentes mexicanos. *Salud Pública de México*, 67(6), 553–561. <https://doi.org/10.21149/17318>
- Georgieff, M. K., Ramel, S. E., & Cusick, S. E. (2018). Nutritional influences on brain development. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, 107(8), 1310–1321. <https://doi.org/10.1111/apa.14287>
- Heland, S., Fields, N., Ellery, S. J., Fahey, M., & Palmer, K. R. (2022). The role of nutrients in human neurodevelopment and their potential to prevent neurodevelopmental adversity. *Frontiers in Nutrition*, 9, 992120. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.992120>
- Hibbard, E., & Smithells, R. W. (1965). Folic acid metabolism and human embryopathy. *The Lancet*, 285(7388), 1254–1255. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(65\)91895-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(65)91895-7)
- H. Congreso del Estado de Puebla. (2022). *Iniciativa con proyecto de decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley de Salud Mental y de la Ley de Educación del Estado de Puebla, en materia de detección de trastornos del neurodesarrollo (TDAH) e inclusión educativa* [Iniciativa legislativa]. H. Congreso del Estado de Puebla.

- Irvine, N., England-Mason, G., Field, C. J., Dewey, D., & Aghajafari, F. (2022). Prenatal folate and choline levels and brain and cognitive development in children: A critical narrative review. *Nutrients*, 14(2), 364. <https://doi.org/10.3390/nu14020364>
- Khoshbakht, Y., Bidaki, R., & Salehi-Abargouei, A. (2018). Vitamin D status and attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 9(1), 9–20. <https://doi.org/10.1093/advances/nmx002>
- Larqué, E., Morales, E., Leis, R., & Blanco-Carnero, E. (2018). Maternal and foetal health implications of vitamin D status during pregnancy. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 72(3), 179–192. <https://doi.org/10.1159/000487235>
- Levine, S. Z., Kodesh, A., Viktorin, A., Smith, L., Uher, R., Reichenberg, A., & Sandin, S. (2018). Association of maternal use of folic acid and multivitamin supplements in the periods before and during pregnancy with the risk of autism spectrum disorder in offspring. *JAMA Psychiatry*, 75(2), 176–184. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.4050>
- Naninck, E. F. G., Stijger, P. C., & Brouwer-Brolsma, E. M. (2019). The importance of maternal folate status for brain development and function of offspring. *Advances in Nutrition*, 10(3), 502–519. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy120>
- Nikolopoulou, E., Galea, G. L., Rolo, A., Greene, N. D., & Copp, A. J. (2017). Neural tube closure: Cellular, molecular and biomechanical mechanisms. *Development (Cambridge, England)*, 144(4), 552–566. <https://doi.org/10.1242/dev.145904>
- Untoro, J., Mangasaryan, N., de Benoist, B., & Darnton-Hill, I. (2007). Reaching optimal iodine nutrition in pregnant and lactating women and young children: Programmatic recommendations. *Public Health Nutrition*, 10(12), 1527–1529. <https://doi.org/10.1017/s1368980007705360>

El papel de la alimentación en la modulación de la sintomatología depresiva: un vínculo silencioso con la salud mental

Franchesca Lezama Sánchez ¹

Alimentarnos es un acto cotidiano y repetitivo, tan habitual que a menudo olvidamos su verdadera importancia. Día a día nos enfrentamos a múltiples tareas que absorben nuestra atención: cumplir con el trabajo, llegar a tiempo a una cita, aprender algo nuevo, resolver pendientes. Nos hemos acostumbrado a vivir con prisa y sin pausa, rara vez nos damos el tiempo para sentarnos y ser conscientes de lo que estamos a punto de comer. Pero ¿y si lo que ponemos en nuestro plato tuviera la capacidad de influir no solo en nuestra salud física, sino también en nuestra salud emocional? ¿qué pasaría si redujéramos un poco el ritmo y comenzáramos a dar prioridad a la elección de nuestros alimentos? ¿podríamos notar un cambio en nuestro estado de ánimo?

¹ Nutrióloga en centro de cuidado integral, Tecamachalco Puebla.

La relación entre la nutrición y la salud mental, especialmente la depresión, ha cobrado cada vez más relevancia en los últimos años dentro del ámbito científico y clínico. Comprender esta conexión es esencial para construir un enfoque de tratamiento multidisciplinario que ofrezca a los pacientes una atención integral y efectiva que permita controlar e incluso prevenir la presencia de un trastorno depresivo.

Con esta idea en mente, el trabajo de un nutriólogo es orientar al paciente sobre la importancia de una correcta alimentación, dar a conocer los beneficios que se obtienen al implementarla y cómo llevarla a cabo, así como resolver dudas que se presenten sobre el tratamiento, romper con mitos y creencias entorno a los alimentos ofreciendo información con base científica que desmienta aquellas creencias; dicha intervención debe llevarse de manera individualizada, teniendo presente el contexto del paciente, sus necesidades y sobre todo, su bienestar emocional.

La elección diaria de los alimentos que compondrán nuestra dieta determina la calidad nutricional con la que contamos, es decir, una dieta diversa, equilibrada y completa traerá consigo un correcto bienestar nutricional, permitiendo a cada individuo contar con los nutrientes necesarios para el adecuado funcionamiento del organismo, incluyendo procesos clave como la producción de neurotransmisores relacionados con el estado de ánimo. De ahí la importancia de adoptar un enfoque más amplio en el tratamiento de pacientes con depresión; contar con un enfoque multidisciplinario nos permite atender no solo el bienestar físico sino también dar atención a los aspectos relacionados con la salud emocional.

La promoción de una alimentación adecuada, hábitos saludables y rutinas estructuradas puede contribuir a mejorar la salud mental y favorecer la estabilidad emocional. Por lo tanto, la intervención del nutriólogo no debe limitarse únicamente al aspecto físico, sino considerar también la relación que el paciente tiene con la comida, sus emociones, su entorno y su historia alimentaria.

Este enfoque integral resulta fundamental para que la intervención nutricia tenga un impacto positivo en el manejo de la depresión, logrando la reducción y control de la sintomatología propia de este padecimiento. Previo a profundizar en el papel del nutriólogo en el tratamiento de pacientes con depresión es necesario empezar por definir este concepto.

La depresión es una enfermedad o trastorno mental caracterizado por una profunda tristeza, bajo estado de ánimo, baja autoestima, pérdida de interés en todo y deterioro de la función mental (Depresión, 2025) Al presentar estos múltiples cambios emocionales en el día a día, el paciente suele manifestar síntomas a nivel emocional pero también a nivel físico los cuales terminan por complicar aún más el control de los mismos y la recuperación del paciente; en la bibliografía se nos explica que, dentro de los posibles síntomas se presenta: pérdida de energía; cambios en el apetito; necesidad de dormir más o menos de lo normal; ansiedad;

disminución de la concentración; indecisión; inquietud; sentimiento de inutilidad, culpabilidad o desesperanza; y pensamientos de autolesión o suicidio. (Organización Panamericana de la Salud, 2025)

Estos síntomas no solo afectan la calidad de vida del paciente, sino que también interfieren con su capacidad para llevar a cabo actividades cotidianas relacionadas con la nutrición como alimentarse de manera correcta, mantener una rutina diaria, perder los horarios de sueño y alimentación, etc. En este contexto, los hábitos alimenticios de un individuo pueden volverse irregulares o inadecuados, ya sea por la pérdida de apetito, el consumo compulsivo de ciertos alimentos, o la falta de motivación para llevar una dieta equilibrada. Además, las alteraciones en el estado anímico pueden influir de manera directa en la relación que el paciente mantiene con la comida, generando patrones alimentarios desordenados o conductas alimentarias que, previamente no existían y refuerzan el malestar físico y emocional.

En este sentido, la alimentación deja de ser solo un acto fisiológico y se convierte en una manifestación del estado emocional, a razón de esta constante entre la salud mental y la alimentación, diversos estudios han demostrado que, una dieta saludable está inversamente relacionada con los síntomas depresivos y con un efecto de dosis-respuesta. La evidencia sostiene que una dieta de baja calidad es un factor de riesgo evitable para la depresión. (Ontiveros Marquez, 2016) Es decir, a mayor calidad en la dieta, menor es la intensidad de los síntomas.

Considerando que la depresión puede ser un padecimiento crónico, existe literatura que menciona que la depresión podría estar asociada a mayor índice de masa corporal, mayor ingesta calórica, menor calidad en la dieta y sedentarismo; todos factores que incrementan el riesgo a padecer Diabetes tipo 2 u otras patologías. (Yin et al., 2025)

Según los datos de la *Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado* (ENBIARE), Puebla se sitúa entre los estados con mayor prevalencia de síntomas de depresión en población adulta (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2021). Asimismo, el *Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica* (SUAVE) reportó una incidencia acumulada de 3,822 nuevos casos de depresión clínica en la entidad al cierre preliminar del año 2024 (Secretaría de Salud, 2024). Estos datos señalan la necesidad de priorizar la nutrición, el bienestar y los factores socioambientales en la salud pública estatal.

Ante este panorama, es imperativo considerar a la intervención nutricional no solo como un elemento preventivo, sino como una herramienta terapéutica dentro del tratamiento para la depresión. En los últimos años se ha buscado formular pautas nutricionales orientadas al tratamiento, dichas estrategias enfocadas en mejorar la calidad de la dieta, corregir deficiencias nutricionales específicas y establecer hábitos alimentarios sostenibles que contribuyan tanto al bienestar físico como al bienestar emocional del paciente.

A continuación, se presenta una tabla que recopila diferentes estrategias y recomendaciones nutricionales dirigidas al tratamiento nutricional de pacientes con depresión.

Tabla 1. Intervención nutricional en pacientes con depresión

Referencia:	Intervención nutricional:
(Tolmunen et al., 2003)	Algunos estudios observacionales han mostrado una relación entre la pobre ingesta o deficiencia de folato y el riesgo de depresión. El folato puede ser útil como adyuvante en el tratamiento de la depresión.
(Molendijk et al., 2017)	El consumo de alimentos ricos en antioxidantes puede mejorar la salud mental, el calcio, hierro y folato participan en la síntesis de serotonina y dopamina, vitaminas del complejo B, incluyendo tiamina y riboflavina, juegan un papel importante en el mantenimiento de los sistemas inmunológicos y nerviosos.
(Abreu et al., 2021)	Las fibras dietéticas mejoran las funciones inmunológicas e inflamatorias al influir en la microbiota intestinal, asociándose con el estado de ánimo.
(Abreu et al., 2021)	Se debe promover una alimentación saludable y prestar especial atención a las proteínas de alto valor biológico, como carnes magras, pescados, huevo, tofu, etc.; estos corrigen posibles carencias de hierro, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6 y B12. El consumo de frutas y verduras es importante porque contienen vitaminas B, que tienen una fuerte resistencia al estrés oxidativo
(Quishpe et al., 2023)	Las vitaminas del complejo B, incluyendo tiamina y riboflavina, juegan un papel importante en el mantenimiento de los sistemas inmunológicos y nervioso, lo que sugiere que una ingesta dietética insuficiente de estos micronutrientes podría estar asociada con problemas mentales como la depresión, bajo estado anímico, ansiedad y deterioro cognitivo.
	El calcio, hierro y folato participan en la síntesis de serotonina y dopamina, neurotransmisores relacionados con un menor riesgo de depresión
(Gramajo Jiménez, A. E. 2016)	El magnesio es esencial para la regulación del estado de ánimo, el tratamiento de la depresión, y la función cerebral, incluyendo la respuesta al estrés. La deficiencia de magnesio afecta la plasticidad sináptica y la transmisión glutamatérgica en regiones cerebrales, influyendo en la etiología de la depresión.
	Los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (AGPI-O3), como el EPA (ácido eicosapentaenoico) y el DHA (ácido docosahexaenoico), son esenciales para el cerebro y juegan un papel clave en la regulación de la inflamación. La investigación sugiere que la deficiencia de AGPI-O3 está relacionada con la depresión, y la suplementación con AGPI-O3 puede mejorar los síntomas depresivos, la función del HPA y los marcadores inflamatorios
	El ácido fólico en particular contribuye a la recuperación de la depresión al mejorar la efectividad de los medicamentos antidepresivos. Por el contrario, la deficiencia de nutrientes como el ácido fólico, vitamina B12 y zinc se ha asociado con una mayor gravedad de los síntomas depresivos, ya que desempeñan un papel vital en la síntesis de neurotransmisores y la función cognitiva

El consumo de alimentos como frutos secos y grasas saludables pueden mejorar la salud mental (Quishpe et al. 2023b). También nutrientes como calcio, hierro y folato que permiten la síntesis de serotonina y dopamina, vitaminas del complejo B, incluyendo tiamina y riboflavina mantienen el sistema inmunológico y nervioso en óptimas condiciones.

Estas recomendaciones nutricionales no solo abordan el manejo de posibles deficiencias específicas, sino que también buscan promover hábitos sostenibles que favorezcan la recuperación a nivel emocional. Incorporar estos lineamientos en un tratamiento personalizado y

centrado en las necesidades individuales de cada paciente fortalece su autonomía alimentaria y su bienestar general, lo que contribuye a obtener mejores resultados.

De esta forma, la intervención debe adaptarse al contexto emocional, social y económico del paciente, considerando siempre su relación con la comida y sus motivaciones personales. (Quishpe et al., 2023) Sin embargo, es importante tener en cuenta que la intervención nutricional por sí sola no sustituye otras líneas de tratamiento en el manejo de la depresión, pero sí representa un complemento valioso dentro de un enfoque multidisciplinario. La coordinación entre nutriólogos, psicólogos y psiquiatras potencia los resultados del tratamiento, promoviendo una recuperación integral, sostenida y centrada en el paciente.

Desde la práctica clínica es importante recordar que el tratamiento nutricional que se dirige a estos pacientes no puede limitarse únicamente a elaborar un plan de alimentación y enumerar una lista de recomendaciones que favorezcan su salud física y emocional ya que, es frecuente observar que las dificultades emocionales propias de la depresión pueden influir directamente en la adherencia al tratamiento nutricional que se está prescribiendo.

La presencia de síntomas como la apatía, fatiga y disminución del interés por el autocuidado pueden llevar a una menor disposición para planificar, preparar y consumir los alimentos recomendados, por otra parte, es posible observar alteraciones en el apetito (ya sea por un incremento en la ingesta o una disminución de esta) y cambios en la pérdida del placer por ingerir alimentos lo que termina por complicar el seguimiento de un plan de alimentación correcto y equilibrado. Por lo que, se vuelve fundamental que el abordaje nutricional que se dirige al paciente no solo contemple las necesidades fisiológicas del paciente, sino que también se ajuste a las limitaciones emocionales y la variabilidad de sus síntomas.

El cuidado y atención que como nutriólogos ponemos al momento de construir un plan de tratamiento para cada uno de nuestros pacientes determinará no solo los resultados sino, el apego y el compromiso que se dará; esto implica diseñar estrategias flexibles, realistas y progresivas, además de la construcción de metas a corto y largo plazo que reduzcan la sensación de sobrecarga y estrés en el paciente, aumentando la probabilidad de éxito y control de la sintomatología depresiva a largo plazo. En mi experiencia, la formación de un plan de alimentación personalizado, así como la incorporación de alimentos familiares, la reeducación alimentaria y el establecimiento de objetivos a corto y largo plazo pueden marcar la diferencia en la motivación que el paciente presenta para seguir su tratamiento y también la capacidad que adquiere para sostener dichos cambios en el estilo de vida.

Tanto la evidencia científica y la experiencia clínica coinciden en que los hábitos alimenticios y rutinas diarias que el paciente tiene, previo a iniciar el tratamiento son factores que siempre deben tomarse en cuenta al momento de diseñar e implementar un plan de tratamiento nutricional; la educación nutricional, la implementación de horarios de comida y sueño, la re/

integración de alimentos así como el planteamiento de objetivos realistas para el tratamiento desempeñan un papel determinante en el abordaje integral de la depresión.

Conclusión

Un plan nutricional bien estructurado no solo consiste en una prescripción para lograr el aporte de nutrientes esenciales para el funcionamiento óptimo del organismo, este debe considerar y lograr influir de manera significativa en el estado anímico, la motivación y la calidad de vida de cada paciente. Para que la intervención sea realmente efectiva, debe contemplar tanto los requerimientos fisiológicos como los aspectos emocionales, sociales y conductuales propios en este trastorno.

El nutriólogo, al participar de forma coordinada con otros profesionales de la salud se convierte en un pilar dentro del tratamiento multidisciplinario, aportando estrategias personalizadas que favorezcan la adherencia, autonomía y el bienestar del paciente; reconocer y atender la relación entre el estado nutricional y la salud mental no solo nos permite ampliar las posibilidades terapéuticas, también representa un compromiso ético con la atención integral y humana que cada persona, sin importar su diagnóstico, merece.

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

La autora declara que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

Abreu, A. A. Y., Milke-García, M., Argüello-Arévalo, G., La Barca, A. C., Carmona-Sánchez, R., Consuelo-Sánchez, A., Coss-Adame, E., García-Cedillo, M., Hernández-Rosiles, V., Icaza-Chávez, M., Martínez-Medina, J., Morán-Ramos, S., Ochoa-Ortiz, E., Reyes-Apodaca, M., Rivera-Flores, R., Zamarripa-Dorsey, F., Zárate-Mondragón, F., & Vázquez-Frias, R. (2021). Fibra dietaria y microbiota: Revisión narrativa de un grupo de expertos de la Asociación Mexicana de Gastroenterología. *Revista de Gastroenterología de México*, 86(3), 287–304. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2021.02.004>

- Gramajo Jiménez, A. E. (2016). *Estado nutricional asociado a depresión y/o ansiedad en estudiantes de medicina* [Tesis de doctorado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/6591>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado (ENBIARE) 2021: Presentación de resultados*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/ciberhabitat/bienestar/doc/presentacion_enbiare_2021.pdf
- Molendijk, M., Molero, P., Sánchez-Pedreño, F. O., Van Der Does, W., & Martínez-González, M. A. (2017). Diet quality and depression risk: A systematic review and dose–response meta-analysis of prospective studies. *Journal of Affective Disorders*, 226, 346–354. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.09.022>
- Ontiveros Márquez, M. (2016). Depresión y calidad de la dieta: Revisión bibliográfica. *iMedPub Journals*. <https://www.archivosdemedicina.com>
- Organización Panamericana de la Salud. (2025, 2 de julio). *Depresión*. OPS/OMS. <https://www.paho.org/es/temas/depresion>
- Quishpe, E. T. V., Lara, V. E. G., & Morales, K. P. H. (2023). Abordaje nutricional en el tratamiento de la depresión, revisión bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 5873–5888. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6599
- Secretaría de Salud. (2024). *Boletín Epidemiológico: Cierre anual 2024, semana 52*. Dirección General de Epidemiología. <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletin-epidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-2024>
- Tolmunen, T., Hintikka, J., Tanskanen, A., Viinamäki, H., Voutilainen, S., Rissanen, T., & Salonen, J. T. (2003). Dietary folate and depressive symptoms are associated in middle-aged Finnish men. *The Journal of Nutrition*, 133(10), 3233–3236. <https://doi.org/10.1093/jn/133.10.3233>
- Yin, J., Gu, M., Zhou, Y., Wang, Y., Zhang, M., Yang, Y., Cai, Y., He, S., & Peng, D. (2025). Association of 24-h energy intake behavior with depressive symptoms: Findings from the National Health and Nutrition Examination Survey. *Depression and Anxiety*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/da/5544651>

La alimentación en pacientes con enfermedades neurodegenerativas

Ana Karina Aguilar Peralta¹ y Alejandro González Vázquez¹

Las enfermedades neurodegenerativas (END) son padecimientos que afectan el estilo y calidad de vida. La enfermedad de Alzheimer (EA), Parkinson (EP), cerebrovascular (ECV) y esclerosis múltiple (EM) son los problemas de salud más frecuentes relacionados con problemas cognitivos y motores en la población adulta. La incidencia de las END es heterogénea en México y representan un tema de importancia clínica actual que demanda abordajes interdisciplinarios. Los factores de riesgo son multifactoriales, y sobresale la alimentación. Los estudios reportan que la dieta es un factor clave para la aparición de los signos y síntomas en los pacientes. Una de las principales alteraciones es el deterioro neurológico, está fuertemente asociado con el estrés oxidativo (EO) y la neuroinflamación, afectando la comunicación entre redes neuronales involucradas en la ejecución de tareas.

El funcionamiento neuronal es clave para llevar a cabo procesos como el aprendizaje, la memoria, el movimiento fino, la codificación sensorial, la percepción del dolor, etc. Afortunadamente, las células neuronales se encuentran protegidas por los astrocitos,

¹ Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

oligodendrocitos, endimocitos e incluso por la microglía. La interacción entre estas células permite el funcionamiento de la barrera hematoencefálica (BHE) (Angiari et al., 2022). El EO es un disruptor capaz de desencadenar alteraciones inmunológicas que permiten la aparición de la neuroinflamación. La pérdida de la homeostasis nerviosa puede ser derivada de procesos infecciosos no resueltos, mala praxis farmacológica, exposición a ambientes altamente contaminados o simplemente a variaciones genéticas que contribuyen en gran medida a la disminución de la permeabilidad de la BHE (Trofin et al., 2025).

La mitocondria es considerada como una “fuente potencial” de especies reactivas de oxígeno (ROS) debido al funcionamiento bioquímico de la cadena transportadora de electrones (CTE). La NADH deshidrogenasa (Complejo I) y la succinato deshidrogenasa (Complejo II) son las principales acumuladoras de electrones en situaciones como la hipoxia, perturbaciones metabólicas, la exposición a agentes desacoplantes o energías de alta frecuencia (microondas y luz ultravioleta) lo que favorece la producción de ROS como el anión superóxido (O_2^-), peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el radical hidroxilo (HO) (Lee et al., 2024). Los blancos moleculares de las ROS son carbohidratos, ácidos grasos, proteínas y ácidos nucleicos (Trofin et al., 2025). El EO genera otras especies reactivas hasta la modificación estructural del material genético o conducen a la pérdida de la proteostasis y pérdida de la fluidez de las membranas (Lee et al., 2024).

El EO provoca daño neuronal, un factor determinante para el desarrollo de END, en las que se ha observado una reducción de la capacidad enzimática de la superóxido dismutasa (SOD), catalasa y glutatión peroxidasa (GPx) (Scarian et al., 2024), lo que condiciona el funcionamiento mitocondrial, permite la formación del poro de permeabilidad transitoria mitocondrial (mPTP), esto facilita la fuga de proteínas proapoptóticas como PUMA, Diablo, Bax, Apaf-1 y la activación de las caspasas. Esta translocación de proteínas permite la formación del apoptosoma, una superestructura capaz de interrumpir la degradación de proteínas, el transporte vesicular y favorecer un microambiente proinflamatorio que acelera la degeneración neuronal (Yao et al., 2021).

En la EA, el EO contribuye a la formación y acumulación de placas del péptido beta amiloide ($A\beta_{1-42}$) y marañas neurofibrilares (MNF) en neuronas de regiones cerebrales involucradas en el aprendizaje y la memoria (Scarian et al., 2024). El $A\beta_{1-42}$ y las MNF estimulan la liberación de citocinas proinflamatorias que activan a los astrocitos (A) y la microglía (M) que aceleran cambios en sus fenotipos proinflamatorios (A1 y M1, respectivamente) y su morfología (reactiva, ameboide o hipertrófica), esto desencadena la activación de más células gliales, estimula su proliferación y exacerba la neuroinflamación que contribuye a la degeneración neuronal para el desarrollo de la demencia clásica de la EA (Di Benedetto et al., 2022).

En pacientes con EA, se ha observado una pérdida de peso debido a malos hábitos alimenticios relacionados con la demencia, lo que dificulta aporte nutricional para el mantenimiento del

sistema nervioso. La dieta mediterránea se distingue de otras por su abundante incorporación de verduras de hojas verdes, frutas frescas, legumbres, frutos secos, ácidos grasos poliinsaturados y cereales integrales. Es decir, alimentos ricos en omega-3, ácido docosahexaenoico, ácido eicosapentaenoico, carotenoides, precursores de la vitamina D, folatos, piridoxal fosfato, zinc, selenio, magnesio, y polifenoles (Lou et al., 2023), por lo que es utilizada para tratar las deficiencias de nutrientes y reducir la severidad de la EA (Grant & Blake, 2023).

En la EP, las neuronas dopaminérgicas de la sustancia *nigra* sufren deterioro por el EO o la inflamación (Scarian et al., 2024; Trofin et al., 2025). El EO produce anomalías en el plegamiento de la α -sinucleína (α -Syn), a su vez forma agregados de la misma que perturban la sinapsis de las neuronas glutamatérgicas y dopaminérgicas. La acumulación de α -Syn genera oligómeros que finalizan con la formación de los cuerpos de Lewy, estructuras de alto peso molecular que interrumpen la degradación proteasomal, transporte vesicular, autofagia, metabolismo de lípidos y promueven estrés del retículo endoplásmico e inflamación, responsable de la quimioatracción de astrocitos y microglía para irrumpir la BHE (Calabresi et al., 2023, Scarian et al., 2024) y comprometer la comunicación entre la corteza motora con el estriado, por lo que la evolución de la enfermedad origina problemas del movimiento, temblor, rigidez y alteración del equilibrio, por lo que se dificultan la ejecución de actividades cotidianas (American Parkinson Disease Association, 2024).

Los pacientes con EP tienen dificultad en la alimentación debido a la incoordinación motora, esto contribuye a la deficiencia de nutrientes a nivel cerebral. La evidencia indica que las dietas cetogénicas e hipocalóricas son alternativas eficaces para reducir la severidad de la EP (Phillips et al., 2018; Grochowska & Przeliorz, 2022). Además, el consumo de vitaminas E, K y carotenoides presentes en frutas, verduras, granos integrales y pescado ejerce neuroprotección (Liu et al., 2023), ayudan a prevenir el daño neuronal y el riesgo de la EP (Bisaglia, 2022).

La ECV es causada por la oclusión o taponamiento de la circulación cerebral, lo que condiciona la perfusión cerebral (Trofin et al., 2025). La reducción del flujo sanguíneo desencadena mecanismos de daño iniciados por la excitotoxicidad glutamatérgica, esto incrementa la reactividad neuronal, la hipoxia produce una depleción energética que contribuye a la aparición de edema cerebral y muerte celular (Lee et al., 2024). Además, se activan mecanismos de daño celular dependientes de calcio: activación de lipasas, proteasas y nucleasas, entre las que resaltan las caspasas, enzimas involucradas en la apoptosis generando una zona de penumbra, donde el daño es reversible. En casos severos, el daño neuronal puede ser masivo e irreversible, donde la muerte celular predominante es la necrosis, en estos casos se genera un núcleo de infarto, una zona de células incapaces de responder de forma óptima ante la abrupta interrupción sanguínea. La severidad de la ECV determina la magnitud de las secuelas, los reportes indican que los pacientes pueden llegar a sufrir disfunción motriz o sensorial. Los factores predisponentes de la ECV son el tabaquismo, alcoholismo, sedentarismo o enfermedades como hipertensión, diabetes, dislipidemias, etc. (Trofin et al., 2025).

La letalidad de los factores de riesgo para la ECV se puede prevenir a través de la modificación del estilo de vida con ejercicio al incluir rutinas de ejercicio aeróbico o estático con peso, mejorar la alimentación con la incorporación de dietas (déficit calórico, restricción calórica, etc.) o eliminar el consumo de alcohol y cigarro. Estos cambios ejercen efectos protectores cardiovasculares. Los cambios en la dieta y el ejercicio permiten a los tejidos encender respuestas fisiológicas que mejoran la sensibilidad tisular a la insulina en el hígado, músculo esquelético y tejido adiposo y con ello controlar los niveles de glucosa en sangre (Zyriax & Windler, 2022). Así como activar respuestas cardiovasculares que coordinan el aumento de la eficiencia metabólica reflejado en la mejora del rendimiento físico (Zyriax & Windler, 2022).

La EM es una enfermedad crónica responsable del deterioro progresivo de la materia blanca causado por la hiperactividad del sistema inmune, lo que reduce progresivamente el recubrimiento axonal y afecta la velocidad de conducción. A través de estudios de imagenología se ha demostrado que la EM causa atrofia cortical. La sintomatología de la EM depende de la severidad de la localización y tamaño de las placas (cicatrices) en el cerebro (Trofin et al., 2025). Los pacientes manifiestan debilidad muscular, hormigueo, entumecimiento en cabeza y extremidades, problemas de equilibrio y pérdida del control en la deglución, etc. que podrían perjudicar la motricidad en su alimentación.

La evidencia indica que debido a la reactividad del sistema inmune permiten el desarrollo de un estado inflamatorio crónico relacionado con el aumento en los niveles de ácidos grasos, colesterol, folatos, hierro y magnesio con la severidad de la EM. La integración de aceites de pescado, vitaminas A, B12, D, la N-acetil-cisteína y coenzima Q10 en la dieta de pacientes con EM, así como evitar alimentos ultraprocesados y refinados, de alto aporte calórico, embutidos, grasas trans y eliminar el consumo de alcohol podrían ayudar a retardar la severidad de la EM (Stoiloudis et al., 2022).

Conclusión

En las END, el eje intestino – cerebro es un punto angular en la severidad de este grupo de enfermedades. La alteración cerebral conduce a limitaciones físicas que impactan negativamente en la alimentación de los pacientes, ya sea por factores externos relacionados con el tipo de alimentos que consume, así como internos asociados a una mala absorción o incorrecta distribución (Loh et al., 2024). La dieta de oeste (alta en grasas y azúcares simples) es un detonante en la incidencia y el riesgo de la población susceptible a las END. Es relativamente común que en procesos inflamatorios crónicos se desarrollen modificaciones a nivel intestinal, esto potencia el proceso inflamatorio por la infiltración de células del sistema inmune local (linfocitos especializados, monocitos, epiteliales, etc.) y periférico (neutrófilos, macrófagos, linfocitos). La perturbación de la homeostasis intestinal puede arriesgar la

integridad de la microbiota, un componente crucial para el correcto metabolismo de macro-, micronutrientes y oligoelementos. El abordaje de estas enfermedades en muchas de las ocasiones toma como referencia la recuperación de la microbiota intestinal para ofrecer un mejor alcance terapéutico (López-Taboada et al., 2020), como lo ha sido la incorporación de la dieta Mediterránea, que ofrece una opción para que la alimentación sea tomada en cuenta en el tratamiento o prevención de END (Picone et al., 2024).

Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- American Parkinson Disease Association. (2024, 15 de octubre). *Symptoms of Parkinson's / APDA*. <https://www.apdaparkinson.org/what-is-parkinsons/symptoms/>
- Angiari, S., D'Alessandro, G., Paolicelli, R. C., Prada, I., & Vannini, E. (2022). Editorial: Cell-Cell Interactions Controlling Neuronal Functionality in Health and Disease. *Frontiers In Integrative Neuroscience*, 16, 968029. <https://doi.org/10.3389/fnint.2022.968029>
- Bisaglia, M. (2022). Mediterranean Diet and Parkinson's Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 42. <https://doi.org/10.3390/ijms24010042>
- Calabresi, P., Mechelli, A., Natale, G., Volpicelli-Daley, L., Di Lazzaro, G., & Ghiglieri, V. (2023). Alpha-synuclein in Parkinson's disease and other synucleinopathies: From overt neurodegeneration back to early synaptic dysfunction. *Cell Death And Disease*, 14(3), 200. <https://doi.org/10.1038/s41419-023-05672-9>
- Di Benedetto, G., Burgaletto, C., Bellanca, C. M., Munafò, A., Bernardini, R., & Cantarella, G. (2022). Role of Microglia and Astrocytes in Alzheimer's Disease: From Neuroinflammation to Ca²⁺ Homeostasis Dysregulation. *Cells*, 11(17), 2728. <https://doi.org/10.3390/cells11172728>

- Grant, W. B., & Blake, S. M. (2023). Diet's Role in Modifying Risk of Alzheimer's Disease: History and Present Understanding. *Journal of Alzheimer's Disease*, 96(4), 1353–1382. <https://doi.org/10.3233/jad-230418>
- Grochowska, K., & Przeliorz, A. (2022). The Effect of the Ketogenic Diet on the Therapy of Neurodegenerative Diseases and Its Impact on Improving Cognitive Functions. *Dementia And Geriatric Cognitive Disorders Extra*, 12(2), 100–106. <https://doi.org/10.1159/000524331>
- Lee, K. H., Kim, U. J., Lee, B. H., & Cha, M. (2024). Safeguarding the brain from oxidative damage. *Free Radical Biology And Medicine*, 226, 143–157. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2024.11.019>
- Liu, L., Shen, Q., Bao, Y., Xu, F., Zhang, D., Huang, H., Tu, L., & Xu, Y. (2023). Association between dietary intake and risk of Parkinson's disease: Cross-sectional analysis of survey data from NHANES 2007–2016. *Frontiers In Nutrition*, 10, 1278128. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1278128>
- Loh, J. S., Mak, W. Q., Tan, L. K. S., Ng, C. X., Chan, H. H., Yeow, S. H., Foo, J. B., Ong, Y. S., How, C. W., & Khaw, K. Y. (2024). Microbiota–gut–brain axis and its therapeutic applications in neurodegenerative diseases. *Signal Transduction And Targeted Therapy*, 9(1), 180. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01743-1>
- López-Taboada, I., González-Pardo, H., & Conejo, N. M. (2020). Western Diet: Implications for Brain Function and Behavior. *Frontiers In Psychology*, 11, 564413. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564413>
- Lou, I. X., Ali, K., & Chen, Q. (2023). Effect of nutrition in Alzheimer's disease: A systematic review. *Frontiers In Neuroscience*, 17, 1147177. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1147177>
- Phillips, M. C., Murtagh, D. K., Gilbertson, L. J., Asztely, F. J., & Lynch, C. D. (2018). Low-fat versus ketogenic diet in Parkinson's disease: A pilot randomized controlled trial. *Movement Disorders*, 33(8), 1306–1314. <https://doi.org/10.1002/mds.27390>
- Picone, P., Girgenti, A., Buttacavoli, M., & Nuzzo, D. (2024). Enriching the Mediterranean diet could nourish the brain more effectively. *Frontiers In Nutrition*, 11, 1489489. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1489489>
- Scarian, E., Viola, C., Dragoni, F., Di Gerlando, R., Rizzo, B., Diamanti, L., Gagliardi, S., Bordini, M., & Pansarasa, O. (2024). New Insights into Oxidative Stress and Inflammatory Response in Neurodegenerative Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(5), 2698. <https://doi.org/10.3390/ijms25052698>
- Stoiloudis, P., Kesidou, E., Bakirtzis, C., Sintila, S., Konstantinidou, N., Boziki, M., & Grigoriadis, N. (2022). The Role of Diet and Interventions on Multiple Sclerosis: A Review. *Nutrients*, 14(6), 1150. <https://doi.org/10.3390/nu14061150>

- Trofin, D., Sardaru, D., Trofin, D., Onu, I., Tutu, A., Onu, A., Onită, C., Galaction, A. I., & Matei, D. V. (2025). Oxidative Stress in Brain Function. *Antioxidants*, 14(3), 297. <https://doi.org/10.3390/antiox14030297>
- Yao, Z., Bai, Q., & Wang, G. (2021). Mechanisms of Oxidative Stress and Therapeutic Targets following Intracerebral Hemorrhage. *Oxidative Medicine And Cellular Longevity*, 2021, 8815441. <https://doi.org/10.1155/2021/8815441>
- Zyriax, B., & Windler, E. (2022). Lifestyle changes to prevent cardio- and cerebrovascular disease at midlife: A systematic review. *Maturitas*, 167, 60–65. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2022.09.003>

Enfermedad cerebrovascular y su relación con la dieta

Bertha Alicia León Chávez², Víctor Manuel Blanco Álvarez³, Guadalupe Soto Rodríguez⁴

La enfermedad cerebrovascular (ECV) es un problema prioritario de salud pública en el Estado de Puebla, según datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la entidad poblana, en el 2022 se registraron 1955 defunciones por esta enfermedad, y para el 2024 las defunciones aumentaron a 2001; su incidencia nacional, de acuerdo con el Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE) fue de 20.4 por cada 100 mil habitantes, mientras que para la enfermedad isquémica del corazón fue de 21 por cada 100 mil habitantes, lo que muestra la necesidad de estrategias públicas para enfrentar este aumento. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023; Secretaría de Salud, 2022)

En el norte del país la incidencia es mayor, por ejemplo, Baja California y Chihuahua tienen los índices más altos con valores del 46.8 a 50 por cada 100 mil habitantes, se sugiere que

2 Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Autor de correspondencia: bertha.leon@correo.buap.mx (B.A.L.C)

3 Facultad de Enfermería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

4 Facultad de Medicina Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

se debe al tipo de dieta más rica en grasa y al sedentarismo, entre otras causas (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, 2022).

La enfermedad cardiovascular afecta al corazón y a los vasos sanguíneos y puede estar mucho tiempo de forma asintomática, presenta procesos de estrés oxidativo e inflamatorio que producen la pérdida de células y su funcionalidad, deteriorando la calidad de vida de la persona. A largo plazo las enfermedades cardiovasculares afectan otros órganos, uno de los más susceptibles es el cerebro, mediante eventos cerebrovasculares o infarto cerebral, causando la incapacidad motora y cognitiva en pacientes, y es una de las principales causas de mortalidad en el mundo (Roth et al., 2018).

Existen dos tipos de eventos cerebrovasculares: el hemorrágico (de menor prevalencia, pero más mortal) se debe a una hipertensión cerebral y trauma craneal. El otro tipo es la oclusión de un vaso sanguíneo, ya sea parcial o total, causada por enfermedades tales como aterosclerosis (acumulación de lípidos en los vasos sanguíneos), trombosis (formación de coágulos venosos) (Pohl et al., 2021), o el uso excesivo de vasoconstrictores que se utilizan en hemorragias nasales, congestión nasal, dolor de cabeza, algunos de estos vasoconstrictores son la Fenilefrina, Vasopresina, Adrenalina o epinefrina, Noradrenalina o norepinefrina, Angiotensina II y descongestivos nasales (Kislitsina et al., 2019). Los mecanismos de daño inician con el estrés oxidativo, continúa con el proceso inflamatorio que incrementan el daño oxidativo y conlleva a la muerte celular y la pérdida de la funcionalidad de órganos, hasta la muerte del paciente. El estrés oxidativo involucra una gran variedad de radicales libres que son agentes oxidantes, tales como el anión superóxido, radical hidroxilo, óxido nítrico, peróxido de hidrógeno, ácido hipocloroso y peroxinitrito, reaccionando con proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

En la susceptibilidad a adquirir un problema cerebrovascular o cardiovascular influyen los hábitos de vida, como el consumo de alimentos altamente procesados (Baraldi et al., 2018), o altos en sal, azúcar, grasas saturadas y bajo niveles de fibra (Sullivan et al., 2023). Además, de una deficiencia de alimentos como vegetales, frutas, proteínas y ácidos grasos insaturados, que mejoran la calidad de vida de las personas, y previenen la disposición a las enfermedades cerebrovasculares. Estos alimentos son ricos en minerales esenciales como hierro, zinc, cobre, magnesio, manganeso, potasio, así como vitaminas; existen por lo menos 13 vitaminas esenciales: Vitamina A o retinol, vitamina C, vitamina D, vitamina K, vitamina B1 o tiamina, B2 o riboflavina, B3 o niacina, B5 o ácido pantotéico, B6 o piridoxina, B7 o biotina, B9 o ácido fólico y la vitamina B12 o cianocobalamina. que son esenciales en el funcionamiento celular, crecimiento y desarrollo en población pediátrica y adulta.

El consumo excesivo de alimentos que contienen grasas saturadas o azúcares, incrementan los niveles de triglicéridos y colesterol, que han sido asociados a enfermedades cardiovasculares ateroscleróticas. Los triglicéridos y colesterol se almacenan en las células adiposas,

con alto contenido energético, y son transportados por lipoproteínas esféricas en circulación sanguínea, en los pacientes con problemas de colesterol, la lipoproteína de alta densidad (HDL) se encuentra disminuida y la lipoproteína de baja densidad (LDL) está aumentada, incrementado el riesgo aterogénico y los problemas de enfermedades cardíacas y cerebrovasculares (Ginsberg et al., 2021). Uno de los alimentos que contribuyen a los problemas ateroscleróticos son los ácidos grasos saturados (por ejemplo, manteca, mantequilla, entre otras). Las células espumosas son macrófagos que ingieren las grasas y se adhieren a los vasos sanguíneos produciendo las placas ateroscleróticas con cristales de colesterol y un aumento en la permeabilidad y fragilidad de los vasos sanguíneos (Shi et al., 2020).

Las recomendaciones para disminuir los problemas cardiovasculares son: disminución de alimentos con carbohidratos refinados, incorporar grasas de pescados como omega-3 (Bassuk y Manson, 2023), incrementar alimentos ricos de fibra como frutas, vegetales y granos enteros, evitar el exceso de alcohol y sustituir grasa mono- y poliinsaturadas de plantas o nueces. La ingesta de ácidos grasos poliinsaturados como omega-3 (Aguilar-García et al., 2024, Higgins y Rutledge, 2009) puede reducir accidentes cerebrovasculares y mejora las funciones cerebrales, a través de disminuir el proceso inflamatorio, mejora la neurotransmisión neuronal, y plasticidad sináptica (Bassuk y Manson, 2023, Reiner et al., 2023), los alimentos ricos en omega-3 son el salmón, atún, sardinas, caballas, también se encuentra en vegetales como semillas de lino, chía, nueces y aceites vegetales, pero son menos biodisponibles.

Omega-5 o ácido punícínico encontrado en grandes cantidades en la granada, tiene acción antioxidante y anticancerígeno, tiene efecto hepatoprotector y nefroprotector. Además, disminuye el daño cerebral isquémico, ya sea administrado pre o post-isquemia, reduciendo la proliferación glial y el estrés oxidativo, induciendo la sobrevivencia neuronal en el hipocampo y previene el déficit motor. Sin embargo, existen otros factores de riesgos relacionados con nuestra forma de vivir, como el sedentarismo, el tabaco, la contaminación de metales pesados como el cadmio, plomo, entre otros.

Los estudios de enfermedades de incidencia global (Global burden of Disease Study 2021) reportan que la prevalencia del tabaquismo impactará hasta el 2050, debido al incremento de tabaquismo en mujeres del 30% y disminución en hombres del 25%, con una expectativa de vida de 73 años en el 2022 y se espera sea de 78.3 años en 2050. Las enfermedades que favorece el tabaquismo son cáncer, isquémicas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, llegando a estar presentes en el 85% de fumadores.

Uno de los problemas más alarmantes es el sobrepeso, que ha incrementado en niños, presente en 1 de 4 niños, y en adultos en 2 de cada 4, los que aumenta la susceptibilidad de adquirir enfermedades coronarias en niños (0.6%), 30% en adultos y un aumento en el riesgo de infarto del 6%, se asocia con un incremento de los niveles de lípidos sanguíneos y tisular, enfermedades cardiovasculares aterosclerótica (Elshorbagy et al., 2025).

Durante la pandemia de COVID19, se incrementaron los problemas cardiovasculares y cerebrovasculares, debido a que el virus actúa a través del receptor de angiotensina II (ACE2), causando una vasoconstricción, y con mayor efecto en personas que cursaban con una morbilidad como obesidad, síndrome metabólico, diabetes, cáncer, entre otras. Existen reportes que no solo los adultos tuvieron secuelas neurológicas después de una infección SARS-CoV-2, sino también en la población pediátrica, se ha reportado que las células gliales y neuronas expresan el receptor ACE2, produciendo un proceso neuroinflamatorio, también afecta a las células precursoras de oligodendrocitos, causando enfermedades desmielinizantes (Sanchez-Morales et al., 2021), dejando secuelas en las personas que sobrevivieron al COVID-19.

El alcoholismo también se asocia a problemas neurológicos como el infarto cerebral, tumor, esclerosis múltiple, enfermedad de Alzheimer y esclerosis lateral amiotrófica, ya que afecta a la neurona, a la mielina, y a la conductibilidad, produciendo déficit cognitivo y motor (Pervin y Stephen, 2021).

Para contrarrestar el estrés oxidativo las células tienen una serie de enzimas o sistemas antioxidantes, entre ellos el glutatión reducido (GSH) que reacciona con las especies reactivas de oxígenos, y se oxida a GSSG. Este sistema antioxidante requiere de glutamato, glicina y cisteína que por su grupo sulfhídrido captura las especies reactivas, presentes en alimentos como aves, huevos, carnes rojas, queso, lentejas, nueces y granos. Así el glutatión contrarresta la contaminación, alcoholismo, enfermedades cardíacas, cerebrales, produciendo la regeneración del tejido isquémico, sin embargo, este sistema tiende a disminuir y ser incapaz de proteger en enfermedades de larga duración (crónicas) (Matuz-Mares et al., 2021).

El uso de suplementos alimenticios como minerales, antioxidantes y vitaminas mejoraron los efectos del daño cardiovascular y cerebrovascular. Los estudios con vitamina D y sus derivados, tales como el colecalciferol (vitamina D3, calcidiol o calcifediol y la forma activa el calcitriol, mejoraron las manifestaciones clínicas, proporcionaron un mejor pronóstico y sobrevivencia de pacientes con COVID-19, ya que además de participar en la absorción del calcio, también tiene efectos antioxidantes, neurológicos, modulando los neurotransmisores, a través de la regulación de la homeostasis del calcio (Seibert et al., 2015).

Dentro de los minerales el zinc es el segundo metal más importante en el organismo. La administración de zinc es controversial en las enfermedades cerebrovasculares, debido a que es parte de enzimas y proteínas estructurales asociadas a los efectos benéficos, su deficiencia causa enfermedades como síndrome metabólico, obesidad, diabetes y cerebrovasculares, por otro lado, su exceso causa daño excitotóxico en el cerebro, ya que las neuronas glutamatérgicas liberan altas concentraciones de zinc durante un daño isquémico. Previos estudios han mostrado que la administración profiláctica subaguda (Blanco-Alvarez et al., 2015, o crónica de zinc (Tomas-Sanchez et al., 2018) es neuroprotectora, pues aumenta enzimas antioxidantes

como superóxido dismutasa que disminuyen el anión superóxido, la glutatión peroxidasa y catalasa que degradan el peróxido de hidrógeno.

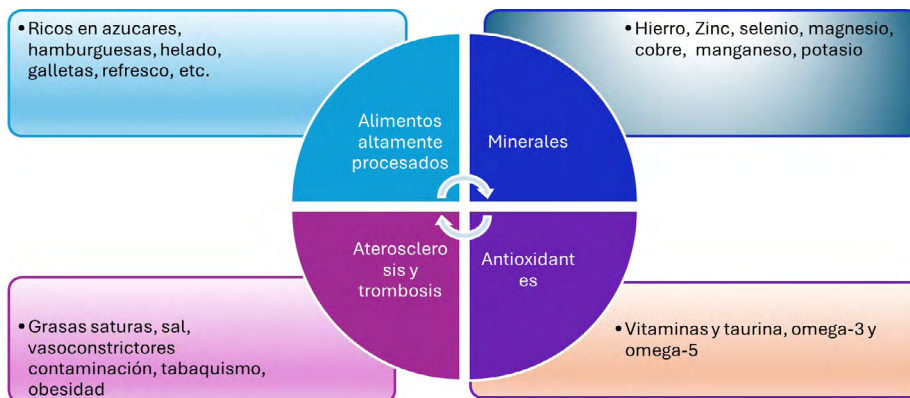
El zinc se encuentra en peces, carnes rojas de bovino y porcino, legumbres, nueces, granos enteros, cereales, sin embargo, su absorción es limitada por transportadores y se afecta por problemas gastrointestinales y un exceso de fitatos en la dieta, causando deficiencia en las personas. Además, el zinc en combinación con otros biocompuestos como selenio que se encuentra en alimentos del mar (ostras, mejillones), carnes rojas y blanca, nueces, huevo, granos y legumbres (lentejas y frijoles), champiñones, semillas de girasol y ajo (que contiene también otros antioxidantes como la vitamina C, B1, B3, B6, E, potasio, fósforo, magnesio, yodo y zinc, alicina que es antibacteriana y antioxidante), callos de ternera (con 459 mg de Selenio).

Este mineral es indispensable para la síntesis de la hormona tiroidea activa (conversión de la tiroxina (T4) en triyodotironina (T3)) esencial en el metabolismo de glucosa, lípidos, proteínas, crecimiento y desarrollo. (Tomás-Sánchez et al., 2024, Aguilar-Peralta et al., 2022) y el ejercicio (Aguilar-Peralta et al., 2022). Otro compuesto es la taurina denominada así por encontrarse por primera vez en la leche de vaca, participa en el desarrollo del recién nacido, en la neurogénesis, desarrollo muscular, regula los niveles de glucosa, colesterol y presentó un mejor efecto en los eventos cerebrovasculares en neonatos que adultos (Gonzalez-Vazquez et al., 2021) así como una mejora en las enfermedades desmielinizantes (Vargas-Castro et al., 2021).

Conclusión

Los hábitos de consumir alimentos naturales poco procesados mejoran nuestra calidad de vida, mientras que los alimentos altamente procesados tienden a detonar problemas de enfermedades cardiovasculares o cerebrovasculares (Figura 1).

Figura 1. Agentes de riesgo y protectores de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares.



Conflicto de interés:

Se declara la inexistencia de conflictos de interés relacionados con el contenido del capítulo.

Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial:

Los autores declaran que no se hizo uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en ninguna etapa de elaboración, análisis o visualización del capítulo.

Referencias

- Aguilar-García, I. G., Alpírez, J., Muñoz-Valle, J. F., Trujillo-Rangel, W. Á., Fernández-Quezada, D., Dueñas-Jiménez, S. H., Galvan-Ramírez, M. L., Sánchez-Parada, M. G., González-Santiago, A. E., Dueñas-Jiménez, J. M., & Castañeda-Arellano, R. (2024). Efficacy of Omega-5 NanoPSO treatment in the hippocampus, through antioxidant mechanisms, after an ischemia/reperfusion injury in a murine model. *Antioxidants*, 13(11), 1353. <https://doi.org/10.3390/antiox13111353>
- Aguilar-Peralta, A. K., Gonzalez-Vazquez, A., Tomas-Sanchez, C., Blanco-Alvarez, V. M., Martinez-Fong, D., Gonzalez-Barrios, J. A., Limon, I. D., Millán-Perez Peña, L., Flores, G., Soto-Rodriguez, G., Brambila, E., Cebada, J., Vargas-Castro, V., & Leon-Chavez, B. A. (2024). Prophylactic zinc administration combined with swimming exercise prevents cognitive-emotional disturbances and tissue injury following a transient hypoxic-ischemic insult in the rat. *Behavioural Neurology*, 2022, 5388944. <https://doi.org/10.1155/2022/5388944>
- Baraldi, L. G., Martinez Steele, E., Canella, D. S., Monteiro, C. A., Levy, R. B., & Moubarac, J. C. (2018). Consumption of ultra-processed foods and associated sociodemographic factors in the USA between 2007 and 2012: Evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*, 8(3), e020574. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020574>
- Bassuk, S. S., Manson, J. E., & VITAL Research Group. (2023). Marine omega-3 fatty acid supplementation and prevention of cardiovascular disease: Update on the randomized trial evidence. *Cardiovascular Research*, 119(6), 1297–1309. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvac172>

- Blanco-Alvarez, V. M., Soto-Rodriguez, G., Gonzalez-Barrios, J. A., Martinez-Fong, D., Brambila, E., Torres-Soto, M., Aguilar-Peralta, A. K., Gonzalez-Vazquez, A., Tomás-Sanchez, C., Limón, I. D., Eguibar, J. R., Ugarte, A., Hernandez-Castillo, J., & Leon-Chavez, B. A. (2015). Prophylactic Subacute Administration of Zinc Increases CCL2, CCR2, FGF2, and IGF-1 Expression and Prevents the Long-Term Memory Loss in a Rat Model of Cerebral Hypoxia-Ischemia. *Neural Plasticity*, 2015, 375391. <https://doi.org/10.1155/2015/375391>
- Bryazka, D., Reitsma, M. B., Abate, Y. H., Abd Al Magied, A. H., Abdelkader, A., Abdollahi, A., ... & Behnouch, A. H. (2024). Forecasting the effects of smoking prevalence scenarios on years of life lost and life expectancy from 2022 to 2050: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Public Health*, 9(10), e729–e744. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(24\)00166-X](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(24)00166-X)
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. (2022, 17 de junio). *La alimentación y las enfermedades cerebrovasculares*. <https://www.ciad.mx/la-alimentacion-y-las-enfermedades-cerebrovasculares/>
- Elshorbagy, A., Vallejo-Vaz, A. J., Barkas, F., Lyons, A. R. M., Stevens, C. A. T., Gungor, B., Poveda-Puente, A., Hovingh, G. K., Gkotsis, G., Reiber, P. M., Boman, H., & Ray, K. K. (2025). Overweight, obesity, and cardiovascular disease in heterozygous familial hypercholesterolaemia: The EAS FH Studies Collaboration registry. *European Heart Journal*, 46, 1127–1140. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae791>
- Fenton-Navarro, B., Ríos, D. G., Torner, L., Letechipía-Vallejo, G., & Cervantes, M. (2021). Melatonin decreases circulating levels of galectin-3 and cytokines, motor activity, and anxiety following acute global cerebral ischemia in male rats. *Archives of Medical Research*, 52(5), 505–513. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2021.01.009>
- Ginsberg, H. N., Packard, C. J., Chapman, M. J., Borén, J., Aguilar-Salinas, C. A., Aversa, M., Betteridge, D. J., Blom, D. J., Brinton, E. A., Catapano, A. L., & EAS Consensus Panel. (2021). Triglyceride-rich lipoproteins and their remnants: Metabolic insights, role in atherosclerotic cardiovascular disease, and emerging therapeutic strategies—A consensus statement from the European Atherosclerosis Society. *European Heart Journal*, 42(47), 4791–4806. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab551>
- Gonzalez-Vazquez, A., Aguilar-Peralta, A. K., Tomas-Sanchez, C., Blanco-Alvarez, V. M., Martinez-Fong, D., Gonzalez-Barrios, J. A., Treviño, S., Millán-Perez Peña, L., Alatríste, V., Soto-Rodriguez, G., Brambila, E., & Leon-Chavez, B. A. (2021). Taurine increases zinc preconditioning-induced prevention of nitrosative stress, metabolic alterations, and motor deficits in young rats following intrauterine ischemia. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021, 6696538. <https://doi.org/10.1155/2021/6696538>

- Higgins, L. J., & Rutledge, J. C. (2009). Inflammation associated with the postprandial lipolysis of triglyceride-rich lipoproteins by lipoprotein lipase. *Current Atherosclerosis Reports*, 11(3), 199–205. <https://doi.org/10.1007/s11883-009-0031-9>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Estadísticas de defunciones registradas (EDR) 2022: Defunciones por causas de muerte, por entidad federativa y sexo*. <https://www.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). *Estadísticas de defunciones registradas (EDR) 2024: Reporte de resultados* (Boletín 44/25). https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2025/edr/EDR2024-def_RR.pdf
- Kislitsina, O. N., Rich, J. D., Wilcox, J. E., Pham, D. T., Churyla, A., Vorovich, E. B., Ghafourian, K., & Yancy, C. W. (2019). Shock: Classification and pathophysiological principles of therapeutics. *Current Cardiology Reviews*, 15(2), 102–113. <https://doi.org/10.2174/1573403X15666181212125024>
- Matuz-Mares, D., Riveros-Rosas, H., Vilchis-Landeros, M. M., & Vázquez-Meza, H. (2021). Glutathione participation in the prevention of cardiovascular diseases. *Antioxidants*, 10(8), 1220. <https://doi.org/10.3390/antiox10081220>
- Naghavi, M., Ong, K. L., Aali, A., Ababneh, H. S., Abate, Y. H., Abbafati, C., ... & Alqutaibi, A. Y. (2024). Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 403(10440), 2100–2132. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00367-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00367-2)
- Pervin, Z., & Stephen, J. M. (2021). Effect of alcohol on the central nervous system to develop neurological disorder: Pathophysiological and lifestyle modulation can be potential therapeutic options for alcohol-induced neurotoxication. *AIMS Neuroscience*, 8(3), 390–413. <https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2021021>
- Pohl, M., Hesszenberger, D., Kapus, K., Meszaros, J., Feher, A., Varadi, I., Pusch, G., Fejes, E., Tibold, A., & Feher, G. (2021). Ischemic stroke mimics: A comprehensive review. *Journal of Clinical Neuroscience*, 93, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.09.025>
- Reiner, M. F., Baumgartner, P., Wiencierz, A., Coslovsky, M., Bonetti, N. R., Filipovic, M. G., Thayer, J. F., & Beer, J. H. (2021). The omega-3 fatty acid eicosapentaenoic acid (EPA) correlates inversely with ischemic brain infarcts in patients with atrial fibrillation. *Nutrients*, 13(2), 651. <https://doi.org/10.3390/nu13020651>

- Roth, G. A., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulle, A. M., Abebe, Z., Adhikari, T. B., Adibah, N. N., Afarideh, M., Afshin, A., Agrawal, A., Ahmadi, A., ... & Alvis-Guzman, N. (2018). 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*, 392(10159), 1736–1788. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32203-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32203-7)
- Sánchez-Morales, A. E., Urrutia-Osorio, M., Camacho-Mendoza, E., Rosales-Pedraza, G., Dávila-Maldonado, L., González-Duarte, A., Herrera-Mora, P., & Ruiz-García, M. (2021). Neurological manifestations temporally associated with SARS-CoV-2 infection in pediatric patients in Mexico. *Child's Nervous System*, 37(7), 2305–2312. <https://doi.org/10.1007/s00381-021-05104-z>
- Secretaría de Salud. (2022). *Panorama epidemiológico de las enfermedades no transmisibles en México, cierre 2021*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/745354/PanoEpi_ENT_Cierre2021.pdf
- Seibert, E., Lehmann, U., Riedel, A., Ulrich, C., Hirche, F., Brandsch, C., Dierkes, J., Girndt, M., & Stangl, G. I. (2017). Vitamin D3 supplementation does not modify cardiovascular risk profile of adults with inadequate vitamin D status. *European Journal of Nutrition*, 56(2), 621–634. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-1106-8>
- Shi, X., Cai, H., Wang, F., Liu, R., Xu, X., Li, M., Shi, H., Hu, D., & Liu, X. (2020). Cholesterol crystals are associated with carotid plaque vulnerability: An optical coherence tomography study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 29(2), 104579. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104579>
- Sullivan, V. K., Appel, L. J., Anderson, C. A. M., Kim, H., Unruh, M. L., Lash, J. P., Trego, M., Sondheim, J., Dobre, M., Pradhan, N., Rao, P. S., Chen, J., He, J., Rebholz, C. M., & CRIC Study Investigators. (2023). Ultraprocessed foods and kidney disease progression, mortality, and cardiovascular disease risk in the CRIC study. *American Journal of Kidney Diseases*, 82(2), 202–212. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2023.01.452>
- Tomas-Sanchez, C., Blanco-Alvarez, V. M., Gonzalez-Barrios, J. A., Martinez-Fong, D., Soto-Rodriguez, G., Brambila, E., Gonzalez-Vazquez, A., Aguilar-Peralta, A. K., Limón, D. I., Vargas-Castro, V., Cebada, J., Alatríste-Bueno, V., & Leon-Chavez, B. A. (2024). Prophylactic zinc and therapeutic selenium administration in adult rats prevents long-term cognitive and behavioral sequelae by a transient ischemic attack. *Heliyon*, 10(9), e30017. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30017>

Declaración de uso de Inteligencia Artificial

En el capítulo: Desayunadores escolares: un recorrido histórico hacia la dignificación, los autores declaran “En la preparación de este manuscrito se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa (ChatGPT) de manera limitada, exclusivamente para apoyo en la organización y formato de referencias bibliográficas en estilo APA, séptima edición, así como para sugerencias menores de redacción y estilo. La generación de contenido sustantivo, fueron realizados en su totalidad por los autores.”

De igual forma en el capítulo: Abordaje nutricional de la enfermedad renal crónica: propuesta en tres pasos clave para la práctica clínica basada en la realidad nacional, los autores declaran: En la preparación de este manuscrito se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa (ChatGPT) de manera limitada, exclusivamente para apoyo en la organización y formato de referencias bibliográficas en estilo APA, séptima edición, así como para sugerencias menores de redacción y estilo. La generación de contenido sustantivo, análisis de datos, interpretación de resultados y conclusiones fueron realizados en su totalidad por los autores.

El resto de los autores declaran no hacer uso de la inteligencia artificial.

Retos y Desafíos de la Nutrición Clínica en el Estado de Puebla

Los trabajos aquí presentados convergen en torno a la preocupación del fenómeno humano y su modo de actuar con una conciencia ética que permita verse reflejada en nuestra capacidad de avanzar de la mano de las ciencias, la tecnología y las humanidades. Nos encontramos por todos lados evidencia de la barbarie y bestialización que el ser humano está padeciendo, paradójicamente por él mismo. Es importantísimo desarrollar la conciencia del peligro que esto conlleva además de plantear un quehacer conjunto para que las generaciones futuras de mujeres y hombres puedan llevar una vida humanamente vivible, digna y con esperanza. Este compilado de reflexiones y análisis que aquí se presenta invita a la reflexión, al diálogo entre disciplinas y cree firmemente en que el uso de la palabra escrita y hablada podrá generar la semilla de la redención de lo humano para una vida mejor para todas y todos, en forma equitativa, justa y dignificante no sólo para nuestra especie, sino también para el entorno en que vivimos.

