

# Milenaria, Ciencia y arte



Órgano de divulgación de la Facultad de Salud Pública y Enfermería





REVISTA “Milenaria Ciencia y Arte”, COMITÉ EDITORIAL  
DIRECTORA

**DRA. MARTHA PATRICIA MORFÍN GALLEGOS**  
Facultad de Salud Pública y Enfermería  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México  
DIRECTORA FUNDADORA  
**MA. TERESA MALDONADO GUIZA**  
Facultad de Salud Pública y Enfermería  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México  
EDITOR  
**LUIS FERNANDO ORTEGA VARELA**  
Facultad de Salud Pública y Enfermería  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

COMITÉ EDITORIAL

**GABRIELA BARRAGÁN CAMPOS**  
Instituto de Investigaciones Filosóficas “Luis Villoro”  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México  
**LETICIA CARRERA LÓPEZ**  
Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información  
Universidad Autónoma de México, México  
**JORGE ENRIQUE GÓMEZ ARROYAVE**  
Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - SENNOVA,  
Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción. Medellín, Colombia  
**ERICKA GONZÁLEZ CANCINO**  
Facultad de Salud Pública y Enfermería  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México  
**CARMEN JUDITH GUTIÉRREZ GARCÍA**  
Departamento de Ingeniería Bioquímica  
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Morelia México  
**ERASTO HERNÁNDEZ CALDERÓN**  
Licenciatura en Nutrición  
Universidad Latina de América, México  
**KELLY MYRIAM JIMÉNEZ DE ALIAGA**  
Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela Profesional de Enfermería  
Universidad Nacional Autónoma de Chota, Cajamarca. Perú  
**FLOR MARLENE LUNA VICTORIA MORI**  
Facultad de Enfermería  
Universidad Nacional de Trujillo, Perú  
**TERESA MALDONADO GUIZA**  
Facultad de Salud Pública y Enfermería  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México  
**MARIANA PANIAGUA ZAVALA**  
Sociedad Mexicana de Salud Pública, México  
**HÉCTOR AARÓN RÍOS MENDOZA**  
Departamento de Idiomas  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México  
**ÁLVARO RODRÍGUEZ BARRÓN**  
Hospital General “Dr. Miguel Silva” de Morelia  
Secretaría de Salud Michoacán, México  
**LUIS MIGUEL VÁZQUEZ RANGEL**  
Facultad de Salud Pública y Enfermería  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

DIRECTORIO DE LA  
UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**YARABÍ ÁVILA GONZÁLEZ**  
Rectora  
**JAVIER CERVANTES RODRÍGUEZ**  
Secretario General  
**ANTONIO RAMOS PAZ**  
Secretario Académico  
**MIGUEL ÁNGEL VILLA ÁLVAREZ**  
Secretario de Difusión Cultural y Extensión Universitaria  
**JAIME ESPINO VALENCIA**  
Coordinador de la Investigación Científica  
**JOSÉ CÉSAR MACEDO VILLEGAS**  
Secretario Administrativo  
**JORGE ALBERTO MANZO MÉNDEZ**  
Secretario Auxiliar  
**JESÚS ALFONSO GUERRA CRUZ**  
Abogado General

MILENARIA, CIENCIA Y ARTE, año 15, No. 26 julio-diciembre de 2025, es una revista semestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a través de la Facultad de Salud Pública y Enfermería, Gertrudis Bocanegra 330, Col. Cuauhtémoc, C.P. 58020, Morelia, Michoacán, México, Tels. 44 33 12 24 90 y 33 44 12 76 98. <http://milenaria.umich.mx>. Editor responsable: Luis Fernando Ortega Varela. Reserva de Derechos al uso Exclusivo del título: 04-2022-072019243400-102, ISSN: 2954-4289 (online), ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número. Desarrollo y Mantenimiento del sitio web, M.A.T.I Luis Miguel Vázquez Rangel, Gertrudis Bocanegra 330, Col. Cuauhtémoc, C.P. 50020, Morelia, Michoacán, México. Tels. 44 33 12 24 90 y 44 33 13 76 98. Fecha de última modificación, noviembre de 2025.

Milenaria, Ciencia y arte es una revista aprobada por el Consejo Editorial de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. <https://consejoeditorial.umich.mx/publicaciones-periodicas>. Está incluida en Latindex, ROAD, LatinRev, DRJI y Google Académico. DOI: <https://doi.org/10.35830/mcya.vi22>

El contenido de los trabajos es responsabilidad de sus respectivos autores, por lo que no reflejan necesariamente el punto de vista de nuestra Casa de Estudios. Esta revista puede ser reproducida total o parcialmente con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa.

**POLÍTICA DE ACCESO ABIERTO.** Milenaria, Ciencia y Arte es una revista de acceso abierto enteramente gratuita que favorece la reutilización e intercambio global de conocimiento. En este sentido, Milenaria, Ciencia y Arte cuenta con una Licencia de Creative Commons 4.0 de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 y se encuentra incluida en el directorio de Acceso Abierto DOAJ. La revista solo conserva los derechos de publicaciones de las obras, tanto de la versión impresa como las digitales. **DISEÑO EDITORIAL Y FORMATO,** José Antonio Huerta Espino



## Nuestra portada

Concurso de Fotografía: “Las causas de las causas”  
En el marco del 18° aniversario de la Licenciatura en Salud Pública de la UMSNH, estudiantes exploraron los determinantes sociales de la salud, mostrando cómo factores como la educación, el entorno, la vivienda, la alimentación y las condiciones laborales influyen directamente en el bienestar de las personas y las comunidades.

Los ganadores fueron: **Marisol Castillo, Liam A. Soto, Iván Equihua, Irving J. López, Ángel E. López, Adeline B. Hernández, Ángel F. Mota y Sigred Romero.**  
En un evento organizado por los profesores Nora Núñez, Sergio J. Leyva y Oscar D. González.



A manera de editorial .....	3
El picante no siempre es el culpable .....	4
María del Rosario Santamaria-Mojica, Martha Estrella García Pérez	
Barbasco mexicano: Una raíz más allá de lo anticonceptivo .....	6
Ana María Huerta Olalde, Elena Hernández Granados y Rafael Salgado Garciglia	
“El maple mexicano: un árbol endémico y en riesgo ¿Lo conoces?” .....	9
Yessica Espinosa-Santillán, José Arnulfo Blanco García, Mariela Gómez-Romero	
“Usos Antimicrobianos del Ácido Único: Una Alternativa Natural” .....	12
Roberto Daniel Ináki Durán Baltazar, Ricardo Gutiérrez Urbina, José Jesús Villagómez Rangel	
Los micetismos y la importancia del conocimiento etnomicológico en Michoacán .....	14
Ericka Janicua Jiménez Sandoval, Ramsés Abdallah Casimiro Aguayo y Víctor Manuel Gómez Reyes	
¿Por qué algunas levaduras prefieren la fructosa?	
Un estudio en fermentaciones naturales .....	17
Teresa Itandehui Garambullo-Peña, Ivone Huerta-Aguilar y Juan Carlos González-Hernández	
¿Me pueden afectar los virus de las plantas? .....	21
Uber Isai Zarco-Ramírez, Andrés López-Bautista y Homero Reyes-de la Cruz	
Conservar sin confundir: la importancia de conocer a nuestras abejas .....	23
Venecia Quesada-Béjar	
El potencial biotecnológico de las cucarachas .....	25
Víctor Manuel Chávez Jacobo	
La batalla química en los cultivos de hongos de las hormigas .....	28
Edgar Manuel Villa-Villa1, Soledad Vázquez Garcidueñas y Gerardo Vázquez Marrufo	
“De los hongos a la medicina: el ascenso de los peptaiboles como potenciales tratamientos del futuro” .....	30
Ricardo Giovanni Soria Herrera, Vianey Olmedo Monfil y Carlos Cortés Penagos	
Impacto de la regulación epigenética durante las infecciones bacterianas ...	33
Hortensia Patricia Cuéllar Mata y Marco Antonio Barajas Mendiola	
Encuentro de dos mundos: la microbiota intestinal y los probióticos .....	36
Diana García Ríos, Bárbara Mónica Lemus Loeza y Ruth Noriega Cisneros	
Nutraceuticos en la prevención y tratamiento de enfermedades neurodegenerativas .....	39
Katia López Torres, Josué Altamirano Hernández y Asdrúbal Aguilera Méndez	
Hígado Graso, dieta mexicana, genética y microbioma: de la Tradición a la Enfermedad .....	42
Alan Fabricio Cano Méndez, José Rafael Fuentes Martínez y Paola Berenice Mass Sánchez	
Producción de Lípidos de un consorcio de Microalgas suplementado con agua residual porcina .....	45
Micael Gerardo Bravo Sánchez; Omar Surisadai Castillo Baltazar; Christian Ariel Cabrera Capetillo	
Cuando el dolor no se ve: la importancia de detectar el dolor neuropático en el paciente con cáncer .....	51
Itzia Ireri Cerano Medina, Héctor Eduardo Martínez Flores y Osvaldo Álvarez Cortés	
Violencia en la pareja: un problema de salud mental prioritario .....	53
Daniela Pricila Cruz, Gustavo Alonso Méndez Pedraza y Perla Jacaranda De Dienheim Barriguete	
Tensiones éticas en la terapia génica en seres humanos: desafíos morales y límites .....	56
Raquel Santillán Galván, Fernando Cruz Contreras y Fernanda Michelle Cruz Santillán	
A proposito de física cuántica... “si no se marea... es que no ha entendido” .....	58
Lada Domratcheva-Lvova, Luis Fernando Ortega-Varela, Carmen Judith Gutiérrez-García	
La Contabilidad y los impuestos en la Vida Cotidiana .....	62
Jesús Alberto Montalvo Morales, Osiris María Echeverría Ríos y Francisco Javier García Rincón	
El precio del descuido: México y su crisis en turismo internacional .....	65
Juan Manuel Medina Infante	
Subculturas mexicanas: identidad y apropiación cultural .....	68
Jorge Alejandro Trejo Alarcón	
Investigación en salud ¿sexo inclusiva o no sexo inclusiva? .....	73
Luis Mauricio Rodríguez Salazar y Blanca Estela Gutiérrez Barba	
Uso del espacio escolar de niñas y niños: mapeo mediante cartografía participativa .....	75
Fausto Plutarco Figueroa Gutiérrez, Salvador García Espinosa	
De la orientación natural a la orientación asistida: como nos aseguramos de no perdernos .....	78
Victor Aguirre-Hidalgo; Raquel Hernández-Meneses; Ricardo Clark-Tapia	
Estrategias metacognitivas para el aprendizaje de una lengua extranjera .....	81
Claudia Acuña Neave	
Era solo un sueño .....	84
Mariel Anahí Pérez Rodríguez	
Aspirinas para el alma .....	86
Dibujando los días .....	87
Marion Greenwood y su legado en el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo .....	90
Oscar José Villagómez Zaragoza y Mariana Chávez Martínez	

*M*ilenaria 26 captura la visión de nuestros estudiantes sobre “las causas de las causas”, recordando con sus poderosas imágenes, que nuestra salud también depende en gran medida de determinantes sociales. Se pone nacionalista al defender al chile de la creencia de que causa algunas enfermedades, al describir las bondades del barbasco y el maple, así como al establecer nuestra estrecha relación desde tiempos prehispánicos con el consumo de hongos silvestres o el mezcal producido por levaduras fructófilas.

Se pregunta si los virus de las plantas nos afectan, si se puede conservar sin confundir, cómo podemos mejorar los tratamientos anti-infecciosos, qué ventajas nos ofrecen los probióticos y nutraceuticos o incluso, qué potenciales beneficios pueden ofrecer las cucarachas.

En su vigésimo sexta entrega, Milenaria apunta a temas recurrentes como el dolor, el tabaquismo, las enfermedades provocadas por el hígado graso o la violencia de pareja; pero también se anima a discutir sobre la ética en la terapia génica, la física cuántica, la necesidad de que la investigación sea sexo-inclusiva, o los retos ante el turismo internacional o la apropiación cultural.

Con el ánimo de llegar más lejos, este número indaga el funcionamiento de los sistemas GPS, de las dinámicas sociales por medio de la cartografía participativa, o estrategias para el aprendizaje del inglés; pero también de manera literaria busca separar la realidad de los sueños, ofrece claves para enfrentar a Medusa o se pregunta de al estilo de *Dibujando los días* por qué tenemos que comer tres veces al día.

Para cerrar, Milenaria 26 nos recuerda que “el arte no tiene fronteras ni género, y que los muros narran historias que siguen resonando en el tiempo” al recordar a Marion Greenwood y su legado en el Colegio de San Nicolás.

Esperamos que este número sea de su agrado.





Figura 1: Chiles más utilizados en la cocina mexicana. (Elaborada por biorender)

# El picante no siempre es el culpable

## *The spicy isn't always to blame*

María del Rosario Santamaria-Mojica, Martha Estrella García Pérez

Facultad de Químico-Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Contacto: martha.garcia@umich.mx

### Introducción

El chile es uno de los principales alimentos que consumen los mexicanos, gracias a sus 200 variedades criollas y 64 variedades domesticadas, el cual puede utilizarse para preparar y crear diferentes platillos. El chile es originario de México, su nombre viene del “náhuatl chilli o xilli” y se clasifica dentro del género “Capsicum”.

¿Sabías que el chile no es una verdura? El chile es una fruta desde la perspectiva botánica, porque es el producto de la floración de la planta y contiene semilla. Sin embargo, su uso frecuente en platillos salados y su sabor, no asemeja al de la mayoría de las frutas dulces. El chile se consume fresco o seco y se utiliza para salsas, guisos, rellenos, en polvo, sustituto de carne e incluso para bebidas. De hecho, se considera que el chile es el que define, caracteriza y hace único el sabor de la cocina mexicana.

### Clasificación de los chiles desde su picor

Los chiles se clasifican como no picante o suave, picante y más picante, mediante la escala de Scoville, es una examen organoléptico que consiste en diluir la solución del extracto del chile en

**Resumen.** Muchas personas creen que el consumo de chile puede provocar gastritis. Sin embargo, en la mayoría de los casos las molestias se relacionan con la sensibilidad individual a la capsaicina, el compuesto que le confiere el picor, o a la presencia previa de inflamación gástrica provocada por malos hábitos alimenticios, ingesta prolongada de medicamentos e infecciones bacterianas. La capsaicina puede agravar la gastritis, pero por lo general no es la causa principal de esta enfermedad. El chile es una fuente rica en vitaminas C y A, así como en ácido fólico. En personas sanas, se ha asociado a efectos beneficiosos como actividad anticancerígena, analgésica, antiinflamatoria y antioxidante. Te invitamos a que conozcas sus bondades y reconozcas sus riesgos para utilizarlo responsablemente.

**Palabras clave:** Capsaicina, chile, gastritis

**Abstract.** Many people believe that eating chili peppers directly causes gastritis. However, discomfort is usually linked to individual sensitivity to capsaicin, the compound responsible for the spiciness, or to preexisting gastric inflammation resulting from poor dietary habits, prolonged medication use, or bacterial infections. While capsaicin can worsen gastritis, it is generally not the primary cause. Chili peppers are a valuable source of vitamins C and A, as well as folic acid. In healthy individuals, their consumption has been associated with anticancer, analgesic, anti-inflammatory, and antioxidant properties. We invite you to learn about its benefits and recognize its risks to using it responsibly.

**Keywords:** Capsaicin, chili, gastritis

agua azucarada tantas veces como sea necesario hasta hacer imperceptible el “residuo” de picor (Díaz et al., 2014). Entre las variedades de chile los más conocidos son: jalapeño, serrano, poblano, chile de árbol, chilaca, güero, pasilla, guajillo, pimiento morrón, piquín, habanero y manzano (Figura 1), (Aguirre Hernández & Muñoz Ocotero, 2015)

### ¿Qué hace que el chile sea picante?

La sensación picante relacionada con el chile se atribuye a la capsaicina, un

protoalcaloide natural, cuya estructura molecular fue determinada en 1919, por los científicos Nelson y Dawson (Nelson & Dawson, 1923).

La capsaicina es una sustancia que se encuentra principalmente en las semillas y las membranas internas de manera natural en el chile, la cantidad va dependiendo del chile, el clima y la ubicación. La capsaicina se produce como medio de defensa contra los herbívoros. Se ha percibido que los chiles secos se sienten más picantes o irritantes al



consumirlos a diferencia de los frescos, esto se debe a que en el proceso de secado la humedad se reduce provocando que haya una mayor concentración de capsaicina, intensificando el sabor picante.

Los chiles cuando comienzan a crecer son verdes, una vez maduros adquieren diferentes tonos: rojo, naranja y amarillos. Cuando los chiles se secan cambian de nombre ya que hay mucha variedad y es fácil confundirse, además, los chiles secos pueden desarrollar sabores más complejos y profundos, que se describen como terrosos o ahumados y que se pueden usar para distintos platillos (figura 2), (Martínez, 2023).

**¿Consumir chile me puede causar gastritis?**

chile no puede provocar gastritis a personas sanas, pero sí puede empeorar los síntomas existentes, especialmente en personas sensibles o con inflamación sobre la mucosa gástrica.

La gastritis es una inflamación del revestimiento del estómago (mucosa gástrica) que puede ser temporal o prolongada y afecta al menos al 50% de la población mundial. Los pacientes que sufren esta enfermedad producen más ácido clorhídrico de lo normal en el estómago. Entre las causas más comunes se encuentra el uso excesivo de antiinflamatorios no esteroides (AINE), como la aspirina, así como la infección de *Helicobacter pylori* y malos hábitos alimenticios.

No es recomendable consumir chile cuando se tiene gastritis, ya que el chile puede irritar la mucosa gástrica, afectando el proceso de la digestión y modificando la producción de jugos gástricos, empeorando así los síntomas de la gastritis (Ao et al., 2022).

**El chile y sus bondades**

El chile, además de ser un condimento excepcional, es un alimento de gran valor nutritivo. En su estado fresco presenta una alta concentración de ácido ascórbico, superando en más del doble el contenido de vitamina C del limón y la naranja, y casi 6 veces más que la toronja. Cuando se consume seco aporta vitamina A en cantidades superiores a las de la zanahoria. Otras vitaminas que destacan en el chile es la Vitamina B6 y K, así como

el ácido fólico. En el chile también se encuentran los carotenoides como la luteína, la zeaxantina y la capsantina, compuestos con alta capacidad antioxidante (Swanpan Chakrabarty et al., 2017).

Sus propiedades benéficas se registraron por primera vez en el año 4000 A.C y su principal uso fue para el tratamiento del dolor. Hoy se sabe que los efectos benéficos de la capsaicina dependen de la dosis y de la individualidad de cada persona. La capsaicina tiene actividad analgésica, la administración por vía oral o local reduce la inflamación y el dolor de artritis reumatoide (Remadevi & Szallisi, 2008).

Para entender mejor cómo la capsaicina induce el picor característico del chile, imaginemos que funciona como si tocara el timbre de las “casitas” de nuestras neuronas. Una vez abiertas las puertas hace que entren unas partículas muy pequeñas llamadas “iones” y eso

provoca que se encienda la alarma de incendio, haciendo que las neuronas comiencen a mandar señales, que se traducen en un calor intenso como si hubiera fuego en la boca o en la piel.

Después de que se dan cuenta que es una falsa alarma, las neuronas se vuelven menos sensibles, reduciendo así la sensación de picor, lo que explica que, para sentirla, se necesite consumir más capsaicina. Lo bueno es que, aunque se asusten por un momento, las neuronas no se lastiman ni se rompen.

El chile en dosis bajas tiene efectos anticancerígenos, impidiendo el desarrollo, crecimiento o proliferación de las células tumorales (Friedman et al., 2019). Sin embargo, la exposición a altas dosis de capsaicina (por encima de 100 mg de capsaicina por kg de peso corporal) que equivale a consumir 23 chiles habaneros frescos con peso de 20 g en personas de 70 kg de peso, provoca úlceras pépticas si se usa durante mucho

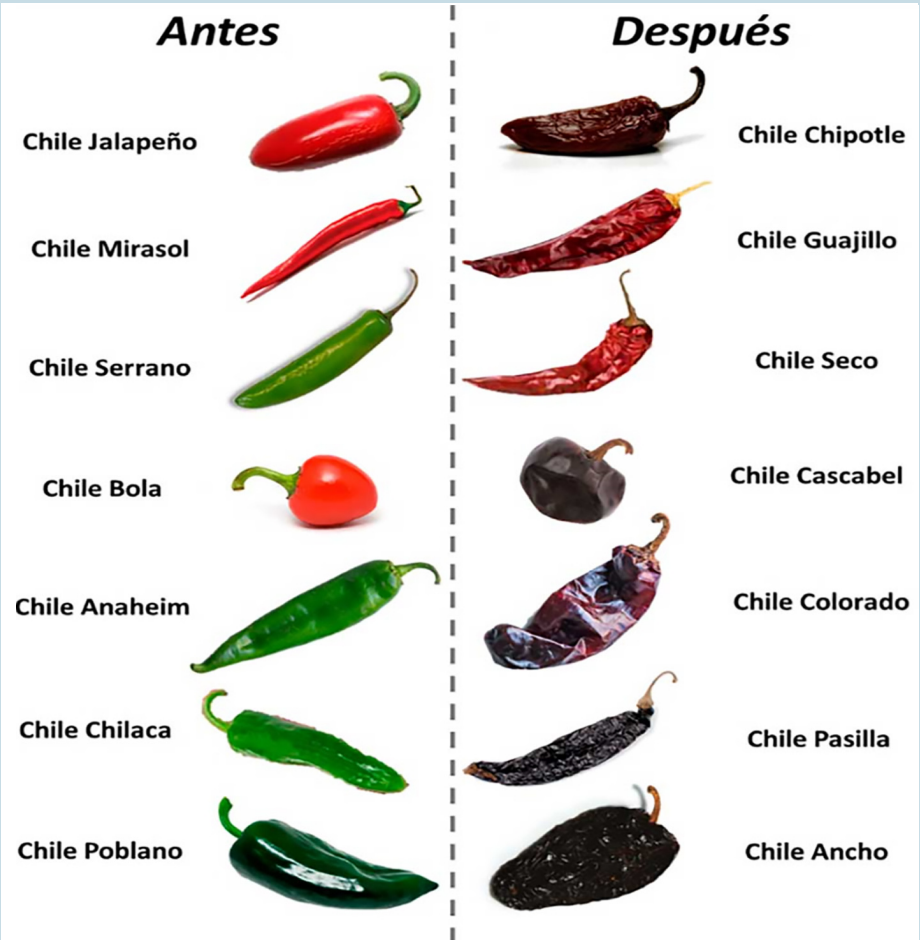


Figura 2. Se utiliza el término genérico “chile seco” para designar una gran variedad de chiles que se dejan deshidratar, como chipotle, guajillo, cascabel, colorado, pasilla y ancho. Tomada de <https://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/chile-chipotle-el-secreto-esta-en-el-ahumado/>



tiempo (Mózsik et al., 2009) ¡Son cantidades muy elevadas, que esperamos no consumas!

## Conclusión

El chile no solo aporta sabor y picor a las comidas, también beneficia a nuestra salud a través de su actividad analgésica, antiinflamatoria y anticancerígena. Sin embargo, como ocurre con muchos alimentos potentes, su consumo excesivo o su ingesta en personas con estómagos sensibles o inflamación gástrica, puede causar molestias digestivas u otros efectos no deseados. La clave está en disfrutarlo con moderación adaptándolo a cada persona y situación.

## Referencias

- Aguirre Hernández, E., & Muñoz Ocotero, V. (2015). *El Chile Como Alimento*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/279863389/Aguirre-Munoz-El-Chile-Como-Alimento>
- Ao, Z., Huang, Z., & Liu, H. (2022). Spicy Food and Chili Peppers and Multiple Health Outcomes: Umbrella Review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 66(23), 2200167. <https://doi.org/10.1002/mnfr.202200167>
- Díaz, H. M., Montiel, M. G., Fuentes, A. G. S., & Lugo, A. S. (2014). Evaluación in vitro del efecto de distintos tipos de chile sobre el pH y el tejido de la mucosa gástrica. *Memorias del Concurso Lasallista de Investigación, Desarrollo e innovación*, 1. <https://doi.org/10.26457/mclidi.v1i0.261>
- Friedman, J. R., Richbart, S. D., Merritt, J. C., Brown, K. C., Denning, K. L., Tirona, M. T., Valentovic, M. A., Miles, S. L., & Dasgupta, P. (2019). Capsaicinoids: Multiple effects on angiogenesis, invasion and metastasis in human cancers. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, 118, 109317. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109317>
- Martínez, M. (2023, agosto 2). De chiles frescos a secos: Descubre la transformación de este fruto. *Culinaria Mexicana*. <https://www.culinaria mexicana.com.mx/chiles-frescos-a-secos/>
- Mózsik, G., Past, T., Abdel Salam, O. M. E., Kuzma, M., & Perjési, P. (2009). Interdisciplinary review for correlation between the plant origin capsaicinoids, non-steroidal antiinflammatory drugs, gastrointestinal mucosal damage and prevention in animals and human beings. *Inflammo pharmacology*, 17(3), 113–150. <https://doi.org/10.1007/s10787-009-0002-3>
- Nelson, E. K., & Dawson, L. E. (1923). THE CONSTITUTION OF CAPSAICIN, THE PUNGENT PRINCIPLE OF CAPSICUM. III. *Journal of the American Chemical Society*, 45(9), 2179–2181. <https://doi.org/10.1021/ja01662a023>
- Remadevi, R., & Szallisi, A. (2008). Adlea (ALGRX-4975), an injectable capsaicin (TRPV1 receptor agonist) formulation for longlasting pain relief. *IDrugs: The Investigational Drugs Journal*, 11(2), 120–132.
- Swanpan Chakrabarty, A K M Mominul Islam, & A. K. M. Aminul Islam. (2017). Nutritional Benefits and Pharmaceutical Potentialities of Chili: A Review. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.5455/faa>

6 Milenaria, Ciencia y Arte

# Barbasco mexicano: Una raíz más allá de lo anticonceptivo

## Mexican Barbasco: A root beyond contraception

Ana Maria Huerta Olalde, Elena Hernández Granados  
y Rafael Salgado Garciglia

Instituto de Investigaciones Químico- Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México.

Contacto: rafael.salgado@umich.mx

**Resumen:** *Dioscorea composita*, comúnmente conocida como barbasco mexicano, es una planta de gran relevancia, principalmente por ser la fuente natural de diosgenina a partir de sus raíces. Este compuesto es un precursor fundamental en la síntesis de diversas hormonas esteroideas, como la progesterona, cortisona, estosterona y estrona. Gracias a la disponibilidad de la diosgenina, la industria farmacéutica experimentó una revolución, permitiendo la producción a gran escala de anticonceptivos orales, tratamientos antiinflamatorios y medicamentos para diversas condiciones médicas. El proceso de extracción, especialmente la Degradación de Marker, elevó a la diosgenina a un pilar de la medicina moderna. No obstante, la recolección intensiva de las raíces de plantas silvestres ha generado serios desafíos de sostenibilidad, impulsando la búsqueda de métodos de cultivo responsables y alternativas biotecnológicas.

**Palabras clave:** Anticonceptivos, *Dioscorea composita*, diosgenina.

**Abstract:** *Dioscorea composita*, commonly known as Mexican barbasco, is a plant of immense relevance, mainly because it is the natural source of diosgenin from its roots. This compound is a fundamental precursor in the synthesis of various steroid hormones, such as progesterone, cortisone, testosterone, and estrone. Thanks to the availability of diosgenin, the pharmaceutical industry experienced a revolution, allowing the large-scale production of oral contraceptives, anti-inflammatory treatments, and drugs for various medical conditions. The extraction process, particularly Marker's degradation, elevated diosgenin to a pillar of modern medicine. However, the intensive collection of the roots of wild plants has generated serious sustainability challenges, driving the search for responsible cultivation methods and biotechnological alternatives.

**Key words:** *Dioscorea composita*, diosgenine, oral contraceptives.



Figura 1. A) Hojas en forma de corazón y tubérculos y B) Corte transversal de tubérculo de *Dioscorea composita*. (Imagen generada por IA, <https://gemini.google.com>).

año 15, No. 26 julio - diciembre del 2025



## Barbasco mexicano (*Dioscorea composita*)

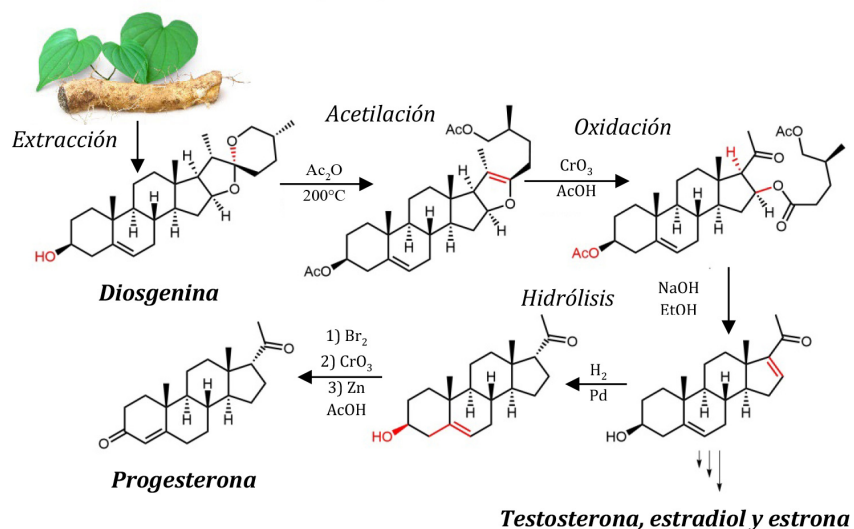


Figura 2. Síntesis de Progesterona mediante "Degradación de Marker" (Imagen tomada y editada de León- Olivares, 2021)

## De la Diosgenina a la Píldora Anticonceptiva

En 1944, el ingenio del químico estadounidense Russell Marker marcó un punto de inflexión en la farmacología porque logró extraer diosgenina de *D. mexicana*, mediante un innovador procedimiento químico que pronto sería reconocido como la Degradación de Marker. Este proceso permitía la eliminación de la cadena lateral de la diosgenina a través de una hidrólisis en condiciones ácidas, culminando en la obtención de progesterona. Sorprendentemente, con la misma técnica, la diosgenina podía transformarse también en testosterona y estrona, otra importante hormona sexual femenina (Figura 2).

Solo cinco años más tarde, en 1949, Marker descubrió a la *Dioscorea composita*, localmente conocida en Veracruz, como "barbasco", especie nativa de México aún más prometedora, en la producción de diosgenina, convirtiéndose en la planta predilecta como fuente de este esteroide, ya que contenía concentraciones de este valioso compuesto hasta cinco veces más que la *D. mexicana*. Ese mismo año, un descubrimiento crucial en la *Mayo Clinic* de Estados Unidos reveló que la cortisona, otro esteroide derivado de la diosgenina, ofrecía un alivio significativo al dolor e inflamación, causado por la artritis reumatoide. Este hallazgo disparó drásticamente la demanda de diosgenina a nivel global.

Mientras tanto, la comunidad científica había confirmado que la progesterona era efectiva en la prevención de abortos espontáneos. Sin embargo, su versión sintética presentaba una baja actividad en el organismo humano debido a su escasa solubilidad en agua lo que dificultaba su administración oral. Ante esta limitante, los químicos de Syntex® con sede en la Ciudad de México se dedicaron a la búsqueda de una nueva molécula con efectos biológicos similares, que replicara los efectos protectores de la progesterona contra los abortos, pero con mayor estabilidad y absorción (León-Olivares, 2001). Fue entonces que el 15 de octubre de 1951, Luis Ernesto Miramontes, Carl Djerassi y George Rosenkranz lograron la síntesis de una nueva sustancia, la noretindrona,

## Introducción

En el inmenso reino de las plantas, algunas especies logran destacarse no solo por su belleza intrínseca, sino por el extraordinario cúmulo de propiedades y el potencial que encierran para el bienestar humano y el equilibrio ecológico.

En la profundidad de los bosques tropicales de México crece una planta que, a simple vista, se parece a cualquier otra enredadera silvestre.

Sin embargo, bajo tierra, sus raíces guardan un secreto que revolucionó la medicina moderna, se trata de *Dioscorea composita*, un tesoro vegetal conocido comúnmente como barbasco o ñame mexicano, planta que actualmente es poco valorada y pasada por alto en la conciencia popular, pero que emerge como una joya botánica, debido a que su relevancia trasciende lo ornamental para adentrarse en los dominios de la industria farmacéutica.

Cuando observamos a *D. composita*, no solo estamos frente a una planta silvestre cualquiera, realmente presume

una imponente presencia, ya que es una especie con hojas prominentes en forma de corazón que no pasan desapercibidas y un sistema radicular robusto que se ancla firmemente al suelo, es un tubérculo parecido a un camote (González Vega, 2012) (Figura 1).

Aunque no presenta un cáudex robusto como la especie cercana, *Dioscorea mexicana*, que parece un caparazón de tortuga, también la *D. composita* es de interés de los coleccionistas de plantas (Velázquez-Hernández *et al.*, 2022).

Más allá de su apariencia física, es la fuente de compuestos medicinales donde radica su verdadera riqueza. Durante siglos, comunidades indígenas utilizaron esta planta como remedio natural, preparaban infusiones para aliviar dolores, regular el ciclo menstrual, inducir el aborto o incluso la utilizaban como veneno natural para pesca. Lo que nuestros ancestros no sabían es que la planta es un verdadero laboratorio natural, ya que en sus raíces encierra un tesoro medicinal porque sintetiza una impresionante variedad de metabolitos secundarios, entre los que destacan los alcaloides, los flavonoides, los terpenoides y, de manera particular, sapogeninas esteroideas, especialmente la diosgenina, un compuesto precursor de hormonas esteroideas, principalmente de progesterona y cortisona (Miramontes, 2001; Mora-Martínez *et al.*, 2018).



un análogo sintético de la progesterona, que demostró ser altamente efectivo por vía oral y con una doble función: prevenir abortos espontáneos y, si se administraba regularmente, inhibir la ovulación y por tanto evitar el embarazo (Miramontes, 2001).

¡Eureka! Se descubrió la primera pastilla anticonceptiva oral, que no solo transformó la medicina reproductiva, sino que respondió a una demanda histórica de los movimientos por los derechos de las mujeres en todo el mundo.

### **La relevancia de *D. composita*: Un legado y un futuro prometedor**

La importancia de la diosgenina y, por ende, de *D. composita* es innegable. Durante décadas, esta planta ha sido una fuente primordial de este compuesto natural, utilizado como materia prima esencial en la elaboración de anticonceptivos orales, tratamientos para la inflamación, alergias y una amplia gama de condiciones médicas (Liagre, 2004). El descubrimiento de sus propiedades bioactivas y su posterior explotación industrial representan un caso emblemático del modo en que el ingenio humano ha logrado transformar los recursos naturales en soluciones terapéuticas de alto impacto.

Datos históricos muestran que, para 1959, se recolectaban casi 30 millones de plantas de *D. composita* en un solo año, cifra que refleja tanto su demanda como la presión extractiva sobre las poblaciones silvestres. Esta explotación masiva, aunque clave para el avance de la farmacología moderna, generó serios desafíos en materia de sostenibilidad.

La recolección intensiva e indiscriminada de *D. composita* ha puesto en riesgo su permanencia en ecosistemas naturales, evidenciando la urgente necesidad de fomentar prácticas de cultivo responsables, las cuales pueden realizarse tanto por semillas como por tejidos vegetativos, pero con potencial para desarrollar alternativas biotecnológicas, tanto para su propagación como para la producción de metabolitos *in vitro*, que permitan su propagación masiva, su conservación a largo plazo y aprovechamiento futuro sin comprometer su potencial farmacológico (Alizadeh *et al.*, 1998; Sánchez-López *et al.*, 2025).

Más allá de su papel en la farmacopea moderna, *D. composita* ofrece un abanico de beneficios que apenas estamos empezando a comprender. Investigaciones recientes están explorando nuevas actividades biológicas de sus extractos, incluyendo propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y, potencialmente, anticancerosas (Wang *et al.*, 2023). La complejidad química de sus metabolitos secundarios sugiere que las raíces o camotes de esta planta aún guarda muchos “secretos” por revelar, lo que abre la puerta al desarrollo de nuevos fármacos y productos nutraceuticos de origen vegetal.

No obstante, el estudio y uso de esta especie vegetal también plantea desafíos técnicos y científicos. La variabilidad en la concentración de sus compuestos bioactivos, influenciada por factores genéticos, edafoclimáticos y agronómicos, exige procesos rigurosos de estandarización y control de calidad. Asimismo, la necesidad de mejorar los métodos de extracción —tanto en eficiencia como en sostenibilidad—, así como de avanzar en la producción *in vitro* de metabolitos clave, son líneas activas de investigación que buscan reducir la dependencia de las poblaciones silvestres y asegurar el acceso a sus beneficios terapéuticos a largo plazo.

### **Conclusión**

*D. composita* es mucho más allá de una planta ornamental, es un símbolo de la riqueza inexplorada de la naturaleza y de su potencial para contribuir significativamente a la salud y el bienestar humano. Su legado en la medicina tradicional y por supuesto en la medicina moderna es innegable y sigue siendo una fuente prometedora de nuevos descubrimientos biológico-farmacéuticos.

La conservación de sus poblaciones, la investigación continua sobre su fitoquímica y genómica, y el desarrollo de prácticas de cultivo sostenibles son imperativos para asegurar que este tesoro vegetal continúe brindando sus beneficios a las generaciones futuras, recordándonos la profunda interconexión entre la biodiversidad y nuestra propia supervivencia.

### **Referencias**

- Alizadeh, S., Mantell, S. H., & MariaViana, A. (1998). In vitro shoot culture and microtuber induction in the steroid yam *Dioscorea composita* Hemsl. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 53, 107–112. <https://doi.org/10.1023/A:1006036324474>
- González Vega, M. E. (2012). El Ñame (*Dioscorea* spp.). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. *Cultivos tropicales*, 33(4), 5-15. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362012000400001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000400001&lng=es&nrm=iso). ISSN 0258-5936
- León-Olivares, F. (2001). El origen de Syntex, una enseñanza histórica en el contexto de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 93-96. Recuperado en 16 de julio de 2025, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0583-76932001000200010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932001000200010&lng=es&tlng=es).
- Liagre, B., Vergne-Salle, P., Corbiere, C., Charissoux, J. L., & Beneytout, J. L. (2004). Diosgenin, a plant steroid, induces apoptosis in human rheumatoid arthritis synoviocytes with cyclooxygenase-2 overexpression. *Arthritis Res Ther* 6, R373. <https://doi.org/10.1186/ar1199>
- Miramontes, L. E. (2001). La industria de esteroides en México y un descubrimiento que cambiaría el mundo. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(3), 102- 104. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0583-76932001000300003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932001000300003&lng=es&nrm=iso).
- Mora-Martínez, D.A., López-Herrera, E.A., & Pastrana-Ramos, M.A. (2018). Diosgenina: El precursor químico por excelencia en México. *RD-ICUAP*, 4(3), 1-13. <https://icup.buap.mx/sites/default/files/Revistas/A%C3%B1o%204%2C%20No.%203/Temas/3E8-diosgenina.pdf>
- Sánchez-López, G. C., Carranza-Ojeda, D., Pérez-Picaso, L., Martínez-Pascual, R., Viñas-Bravo, O., López-Torres, A., Molphe-Bach, E. P., García-Ríos, E., Morales-Serna, J. A., & Villalobos-Amador, E. (2025). Establishment of in vitro root cultures and hairy roots of *Dioscorea composita* for diosgenin production. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 161, 24. <https://doi.org/10.1007/s11240-025-03022-5>
- Velázquez-Hernández, J. M., Durán-Puga, N., Ruiz-Corral, J. A., González-Eguiarte, D. R., Santacruz-Ruvalcaba, F., & Gallegos-Rodríguez, A. (2022). Distribución geográfica y usos de especies del género *Dioscorea*. *E-CUCBA*, 19, 141-150. <https://doi.org/10.32870/ecucba.vi19.273>
- Wang, Z., Zhao, S., Tao, S., Hou, G., Zhao, F., Tan, S., & Meng, Q. (2023). *Dioscorea* spp.: Bioactive Compounds and Potential for the Treatment of Inflammatory and Metabolic Diseases. *Molecules*, 28(6), 2878. <https://doi.org/10.3390/molecules28062878>



# “El maple mexicano: un árbol endémico y en riesgo ¿Lo conoces?”

## “The Mexican maple: an endemic and endangered tree. Do you know it?”

Yessica Espinosa-Santillán<sup>1</sup>, José Arnulfo Blanco García<sup>1</sup>, Mariela Gómez-Romero<sup>2</sup>

1. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

2. IxM SECIHTI - Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Contacto: mariela.gomez@umich.mx



Figura 1. Árbol macho adulto del maple mexicano.

### ¿Qué es el maple mexicano?

Es un árbol al que se conoce como arce negundo, acezintle, zarcillo, amargoso, falso fresno, entre otros, corresponde al nombre científico *Acer negundo* var. *mexicanum* (Fig. 1), se puede ubicar gracias a sus parientes cercanos, pues los arces son muy reconocidos a nivel mundial, sobre todo

**Resumen.** El maple mexicano (*Acer negundo* var. *mexicanum*), es un árbol poco conocido, endémico y que está en riesgo de extinción. Se puede reconocer por sus características hojas, flores sin pétalos, semillas con alas y colores verde-rojizos. Aunque la especie se distribuye desde Canadá hasta Guatemala, la variedad mexicana es única y se encuentra en riesgo, pues quedan pocos de ellos en los bosques y las semillas no están germinando en la mayoría de casos. El maple mexicano es importante por su uso ornamental, maderable, medicinal y potencial para la restauración ecológica. Actualmente, se están realizando esfuerzos para conservarlo, incluyendo la exitosa propagación por semillas en el Laboratorio nicolaita de Ecología de la Restauración.

**Palabras clave:** *Acer negundo*, germinación, propagación.

**Abstract.** The Mexican maple (*Acer negundo* var. *mexicanum*) is a little-known, endemic tree that is at risk of extinction. It can be recognized by its distinctive leaves, petal-less flowers, winged seeds, and green-reddish colors. Although the species ranges from Canada to Guatemala, the Mexican variety is unique and endangered, as few individuals remain in forests, and most of their seeds are failing to germinate. The Mexican maple is important for its ornamental, timber, and medicinal uses, as well as its potential for ecological restoration. Currently, conservation efforts are underway, including the successful propagation of seeds at the Nicolaita Laboratory of Ecological Restoration.

**Key words:** *Acer negundo*, germination, propagation.

por el maple azucarero (*Acer saccharum*) que es el símbolo nacional de Canadá.

El maple mexicano es un árbol dioico o dicho en palabras más sencillas, es una especie que tiene árboles macho y hembra. Aunque no se tiene muy claro cómo diferenciarlos durante todo el año, es fácil hacerlo en la temporada de reproducción, ya que el macho exhibe un tipo de flor, únicamente con estructuras masculinas (estambres) y la hembra otro tipo de flor solo con estructuras femeninas (pistilos) y únicamente en las hembras se pueden observar los frutos o semillas posteriormente. También es caducifolio, o sea que tiene la capacidad de tirar sus hojas en ciertas épocas del año, como mecanismo para adaptarse a condiciones ambientales desfavorables, resultado de este proceso, es posible encontrar a este arbolito poco conocido, decorando el otoño con su follaje de color rojizo, hasta una tonalidad oscura, casi guinda, antes de tirar sus hojas para el invierno. Además, se puede distinguir por su altura de más o menos 10 m, la

característica forma de sus hojas, sus flores sin pétalos, sus semillas con alas, que se dispersan como rehiletes en el viento, sus colores verde-rojizos y la pubescencia, lo que significa que tiene pequeños “pelitos” en sus ramas y hojas, en alguna etapa de su vida (Fig. 2) (Rzedowski, 2001).

### ¡Alerta! está en riesgo

La especie *Acer negundo*, se puede encontrar naturalmente desde el sur de Canadá hasta Guatemala. Se ha reportado como una especie que se sale de control y es invasora en diversas partes de Europa, Asia y Sudamérica, no siendo así en México.

Contrastantemente, *Acer negundo* var. *mexicanum*, está catalogada en una norma, donde conjuntan a las especies de seres vivos en alguna categoría de riesgo, esta norma, se llama la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). ¿Sabes por qué está considerada en esta norma? La razón es que es una variedad



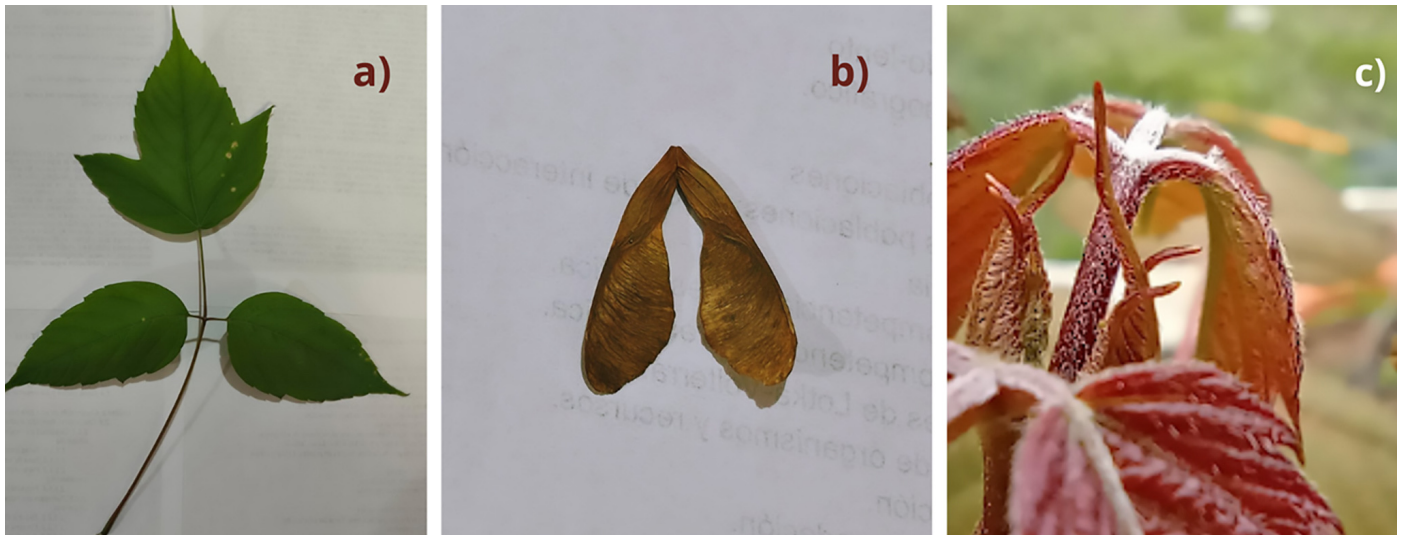


Figura 2. Características del maple mexicano a) Hoja, b) fruto con dos semillas (disámara) y c) presencia de pubescencia).

que sólo puede habitar nuestro país (endémica) y se encuentra en una categoría de riesgo como “Sujeta a Protección Especial (Pr)”. También está catalogada en la Lista Roja de Especies Amenazadas como vulnerable (Vu) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 1998).

Es endémica, únicamente se distribuye desde el centro, hasta el sur de México y en algunas zonas montañosas de Guatemala, en Michoacán sólo se puede encontrar en la zona norte del estado (Fig. 3).

El maple mexicano se establece en las orillas de ríos y arroyos, en bosques de encino o en bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 2001). Todos estos, son ecosistemas de suma importancia para abastecer a los humanos de bienes y servicios, sobre todo los que tienen que ver con el agua, cabe señalar que el bosque mesófilo de montaña es uno de los ecosistemas más diversos y a su vez más amenazados del país, abarca menos del 1% del territorio mexicano pero cada día se fragmenta por problemas de deforestación, se le puede considerar un hábitat completo en peligro de extinción (López-Pérez et al., 2011).

Otro motivo para considerar al maple mexicano como un árbol en riesgo, es que la especie se ha estudiado muy poco. Las investigaciones que se han realizado en el país, sobre cómo propagarlo por medio de semillas, hasta el 2018, dieron resultados alarmantes: 0% de germinación. No se sabe con exactitud el motivo de su nula germinación, pero el hecho de que sus semillas no estén cumpliendo su misión de dar origen a

nuevos individuos, es preocupante, indica que los adultos no cuentan con las condiciones favorables para lograr reproducirse. El problema no es solo la fragmentación de los bosques, sino que el propio ambiente que permitía la vida del maple mexicano, ya no está presente en muchas de sus áreas de distribución natural y por eso que se deben encontrar estrategias para conservarlo en las condiciones actuales (Hernández-Cuevas, 2011; Comisión Forestal del Estado de Michoacán [COFOM], 2016; COFOM, 2018).

#### ¿Por qué es importante para los mexicanos?

En realidad, son varias las razones, desde el uso ornamental, por la belleza que puede aportar al paisaje, hasta su importancia maderable, en la elaboración de utensilios de cocina, muebles de bajo costo, artesanías, acabado de interiores, fabricación de tableros de aglomerados y pulpa para papel.

En la medicina tradicional, las semillas se preparan en infusión como tratamiento para la tos y se ha reportado que las hojas tienen saponinas con actividad antitumoral ante el cáncer de mama. También se sabe que su savia es dulce, por lo que podría ser útil para la elaboración de miel de maple.

Finalmente, tiene potencial para ser utilizado en proyectos de restauración ecológica, que se define como el proceso de ayudar a recuperar un ecosistema que ha sido afectado de alguna manera (Society for Ecological Restoration [SER]).

El maple proporciona cobertura vegetal, es decir, sombra, por su rápido crecimiento, ayuda a la filtración del aire, proporciona estructura al ecosistema, ya que es parte del hábitat y alimento de otros seres vivos y presenta tolerancia a la contaminación ambiental, a las sequías y las heladas (Rzedowski, 200; Carreto-Montoya, 2017), todas estas características ayudan a ecosistemas sumamente vulnerables a recuperar sus funciones ecológicas.

#### Se está trabajando para conservarlo

En el Laboratorio de Ecología de la Restauración, de la Facultad de Biología de la UMSNH, como parte del trabajo de investigación, se encuentran especies con potencial de restauración ecológica, especies en peligro de extinción entre otros temas, donde se incluye el maple mexicano. Recientemente, se ha logrado su propagación, como resultado de una tesis profesional. Se reporta por primera vez en el país, un resultado favorable en la propagación por medio de semillas (Fig. 4), logrando mantener hasta la actualidad, una población de *Acer negundo* var. *mexicanum* de alrededor de 3,500 plantas en vivero, que se están considerando para formar parte de proyectos de restauración ecológica.

#### Conclusión:

El maple mexicano (*Acer negundo* var. *mexicanum*) es una especie única, que contribuye a la grandeza de la biodiversidad mexicana y se encuentra en riesgo, por lo que es necesario estudiarla, conocerla y hacer un esfuerzo para



# Distribución de *Acer negundo* var. *mexicanum* (DC.) Kuntze.

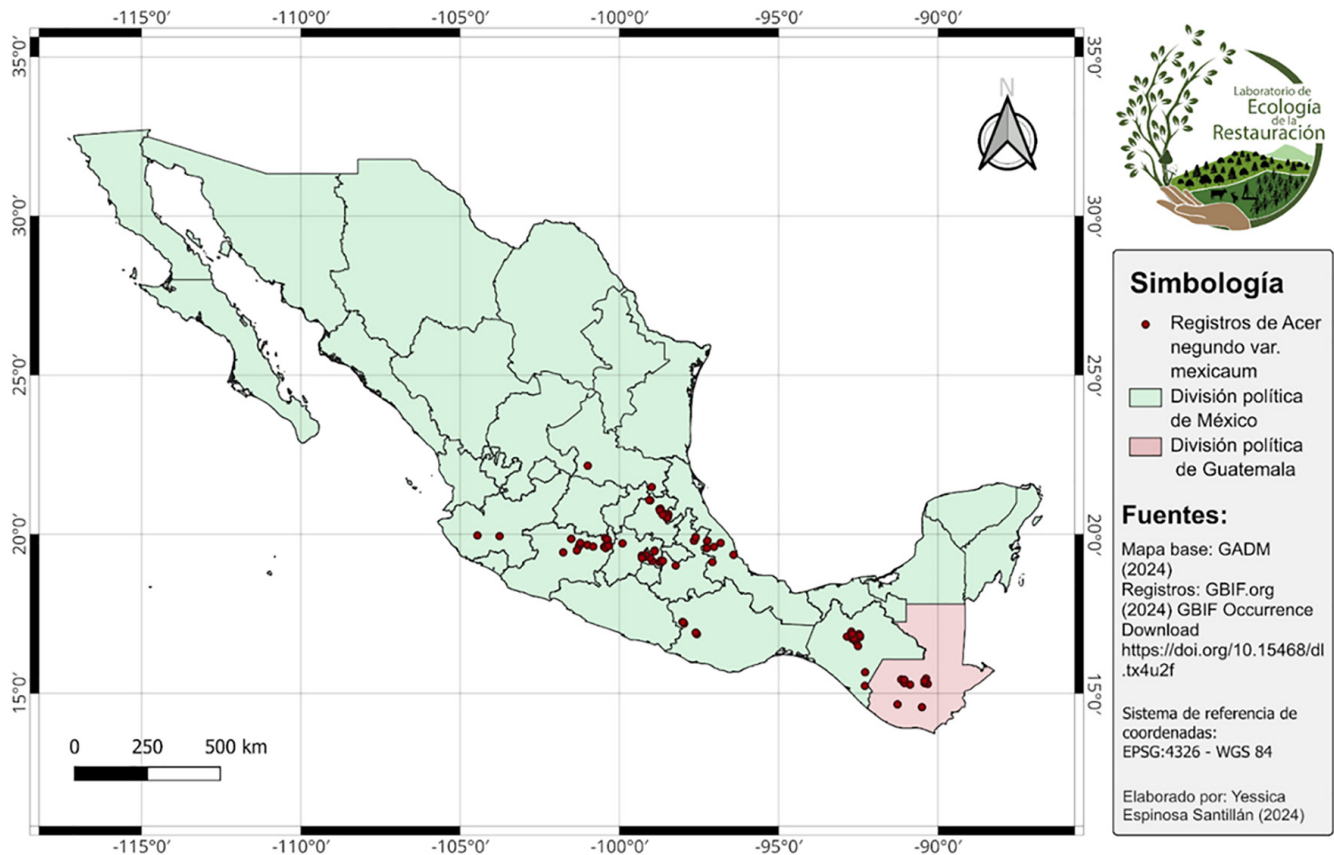


Figura 3. Mapa de distribución de *Acer negundo* var. *mexicanum* (Espinosa-Santillán et al., 2024, en preparación).

preservarla, pues además tiene una gran importancia ecológica, ornamental, maderable, alimenticia y medicinal. Los recientes avances en la propagación por semillas, representan un gran paso hacia la conservación de esta especie, pero es fundamental continuar con los esfuerzos de investigación, para garantizar la supervivencia del maple mexicano.

## Referencias:

Carreto-Montoya L. (2017). Establecimiento de cultivos in vitro y de estacas para la propagación de *Acer negundo* L. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Michoacán. 89 pp.

Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM). (2016). Archivo de pruebas de germinación del Banco de Germoplasma 2016. Gobierno del Estado de Michoacán, México.

Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM). (2018). Archivo de pruebas de germinación del Banco de Germoplasma 2018. Gobierno del Estado de Michoacán, México.

Hernandez-Cuevas, J. A. C. (2011). Germinación de especies arbóreas de bosque mesófilo de montaña y evaluación del crecimiento inicial de *Acer negundo* L. en tres ambientes lumínicos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. México, Veracruz. 34 pp.

López-Pérez, Y., Tejedo-Díez, J. D., Torres-Díaz, A. N., & Luna-Vega, I. (2011). Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, estado de México, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (88), 35-53.

Rzedowski, G. C. de. (2001). Fascículo 94, Familia Aceraceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 7 pp. <https://doi.org/10.21829/fb.268.2001.94>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>

World Conservation Monitoring Centre. (1998). *Acer negundo* ssp. *mexicanum*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T32480A9703191. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32480A9703191.en>



Figura 4. Plantas de maple mexicano del Laboratorio de Ecología de la Restauración.



# “Usos Antimicrobianos del Ácido Úsnico: Una Alternativa Natural”

## “Antimicrobial Uses of Usnic Acid: A Natural Alternative”

Roberto Daniel Iñaki Durán Baltazar<sup>1</sup>, Ricardo Gutiérrez Urbina<sup>2</sup>, José Jesús Villagómez Rangel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Enfermería Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH),

<sup>2</sup> Facultad de Químico Farmacobiología, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.

contacto: jose.villagomez@umich.mx

**Resumen.** El ácido úsnico, un compuesto natural producido por los líquenes ha despertado un creciente interés en la comunidad científica debido a sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antivirales. Esta sustancia actúa inhibiendo el crecimiento de bacterias, incluyendo cepas resistentes a antibióticos, y ha mostrado potencial en el tratamiento de infecciones virales como las causadas por el virus SARS-CoV-2. Además, su capacidad antioxidante permite proteger el ADN celular lo cual sugiere aplicaciones en la prevención de enfermedades crónicas. Sin embargo, el ácido úsnico no está exento de limitaciones: su baja solubilidad en agua y posibles efectos hepatotóxicos representan desafíos importantes. Este artículo explora los usos médicos del ácido úsnico, sus beneficios, retos y perspectivas futuras, subrayando la necesidad de investigaciones adicionales para establecer su seguridad y eficacia en humanos. A pesar de los obstáculos, el ácido úsnico se perfila como una prometedora alternativa natural para el desarrollo de nuevos medicamentos utilizados en la lucha contra infecciones resistentes y enfermedades virales.

**Palabras clave:** Ácido úsnico, Agentes antimicrobianos, Resistencia bacteriana.

**Abstract.** Usnic acid, a natural compound produced by lichens, has attracted increasing interest in the scientific community due to its antimicrobial, antioxidant and antiviral properties. This substance works by inhibiting the growth of bacteria, including antibiotic-resistant strains, and has shown potential in the treatment of viral infections such as those caused by the SARS-CoV-2 virus. Furthermore, its antioxidant capacity allows it to protect cellular DNA, which suggests applications in the prevention of chronic diseases. However, usnic acid is not without limitations: its low water solubility and possible hepatotoxic effects represent significant challenges. This article explores the medical uses of usnic acid, its benefits, challenges and future prospects, highlighting the need for additional research to establish its safety and efficacy in humans. Despite the obstacles, usnic acid is emerging as a promising natural alternative for the development of new drugs used in the fight against resistant infections and viral diseases.

**Keywords:** Usnic acid, Antimicrobial agents, Bacterial resistance.

### Introducción

En un mundo donde las bacterias resistentes a los antibióticos son una creciente amenaza para la salud pública, los investigadores buscan alternativas naturales que ayuden a combatir estas infecciones. Una de estas opciones es el ácido úsnico, un compuesto producido por los líquenes. Estos organismos, formados por la interacción de algas y hongos, producen sustancias con propiedades químicas únicas, entre ellos el ácido úsnico, (Ávila-Zamora *et al.*, 2023) que ha sido utilizado en la medicina tradicional y popular para tratar infecciones cutáneas y respiratorias (Gou, *et al.*, 2008).

El interés actual por el ácido úsnico se debe a su capacidad para actuar contra bacterias resistentes a los antibióticos, un problema global que compromete la efectividad de los tratamientos convencionales (Gangwar, 2024; Hitendra *et al.*, 2021). Además, este compuesto ha demostrado propiedades antivirales y antioxidantes que podrían ampliar su aplicación médica más allá de las infecciones bacterianas (Filimonov *et al.*, 2022). Sin embargo, su uso clínico enfrenta retos significativos, como la necesidad de establecer dosis seguras y su limitada biodisponibilidad.

Aunque su potencial es prometedor, es crucial realizar investigaciones adicionales para comprender mejor sus beneficios y limitaciones. Este artículo



Figura 1.- Líquenes de los géneros *Usnea* y *Cladonia*. (Tomadas de Herbert, S.F. y Herbarium, S.F.)



explora las aplicaciones del ácido úsnico en la medicina actual, así como las perspectivas futuras para su desarrollo de nuevos medicamentos como una herramienta terapéutica viable.

## Origen y propiedades del ácido úsnico

El ácido úsnico es un compuesto que se encuentra en diversas especies de líquenes, como *Usnea* y *Cladonia* (Figura 1). Estos organismos producen esta sustancia como una defensa natural contra microorganismos. Su estructura química de dibenzofurano, le confiere al compuesto propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes (Ávila-Zamora *et al.*, 2023). Su extracción se realiza mediante maceración de su talo utilizando solventes orgánicos como la acetona, el etanol y el metanol, siendo este último el más utilizado (Rudell *et al.*, 2023). El ácido úsnico ha sido utilizado en la medicina tradicional en China, Alemania, Francia y Estados Unidos (Herrera y Bruguera, 2008) para tratar infecciones cutáneas y respiratorias por su efecto antimicrobiano (Guo *et al.*, 2008).

Además de sus propiedades antimicrobianas, el ácido úsnico actúa como un potente antioxidante. Ayuda a neutralizar radicales libres, reduciendo el daño celular y protegiendo el ADN. Este efecto es especialmente prometedor en la prevención de enfermedades crónicas y condiciones relacionadas con el envejecimiento. Un estudio reciente destacó su capacidad para proteger el ADN plasmídico contra daños inducidos por agentes oxidantes (Kiliç *et al.*, 2023).

## Propiedades antimicrobianas

Numerosos estudios tales como la difusión en disco y microdilución (Ávila-Zamora *et al.*, 2023) han evaluado la eficacia del ácido úsnico contra bacterias resistentes a los antibióticos ya que estas utilizan una gran cantidad de mecanismos de resistencia tales como las bombas de eflujo que permiten expulsar los antibióticos que se internalizan en las bacterias, así como también utilizar enzimas para inactivar a los antibióticos, entre otros mecanismos (Figura 2). Por ejemplo, investigaciones recientes mostraron que el compuesto es efectivo contra *Acinetobacter baumannii*,

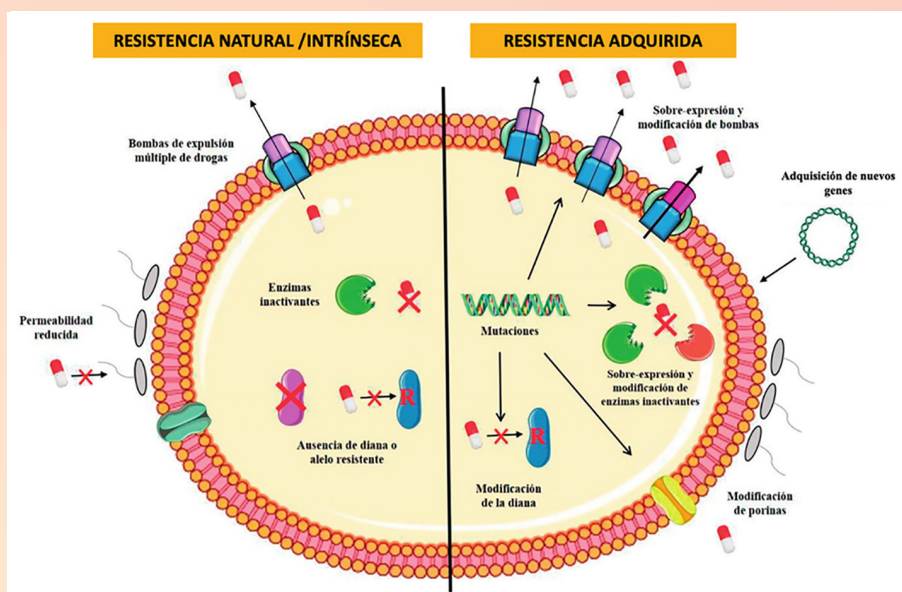


Figura 2.- Mecanismos de resistencia bacteriana, Tomado de (Pérez, 2021).

un patógeno responsable de infecciones hospitalarias severas (Nagaraju *et al.*, 2022). Además, se ha observado que potencia el efecto de antibióticos como el norfloxacin, destacando su potencial como terapia combinada para combatir cepas multiresistentes de *Staphylococcus aureus* Meticilino resistente (Gangwar *et al.*, 2024). Así como su capacidad para inhibir cepas resistentes de bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus pneumoniae* (Rudell *et al.*, 2023).

## Uso en enfermedades virales

El ácido úsnico también se ha explorado como un posible agente antiviral. Estudios *in vitro* han demostrado que puede inhibir la replicación de diferentes cepas del virus SARS-CoV-2, incluyendo las variantes Delta y Omicron. Este mecanismo se debe a su capacidad para unirse a proteínas virales clave, lo que interfiere en el ciclo de replicación del virus. Estos resultados sugieren que podría utilizarse como complemento en el tratamiento de enfermedades virales emergentes (Filimonov *et al.*, 2022; Oh *et al.*, 2022; Maltezou *et al.*, 2022).

## Limitaciones y retos

A pesar de sus beneficios, el ácido úsnico enfrenta limitaciones importantes. Su potencial hepatotoxicidad es uno de los principales desafíos, observándose efectos adversos en estudios preclínicos (Chen *et al.*, 2024). Esto subraya la

necesidad de establecer protocolos de dosificación seguros para su uso en humanos. Otra limitación es su baja solubilidad en agua, que reduce su biodisponibilidad. Para abordar este problema, investigaciones recientes han explorado el uso de nanopartículas y sistemas de liberación controlada, lo que podría mejorar su eficacia terapéutica (Ávila-Zamora *et al.*, 2023; Kiliç *et al.*, 2023; Khan *et al.*, 2020).

## Conclusiones

El ácido úsnico representa una promesa en la lucha contra las infecciones resistentes a los antibióticos y las enfermedades virales. Sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y protectoras del ADN lo convierten en un candidato potencial para el desarrollo de nuevos medicamentos. Sin embargo, es crucial realizar más investigaciones para evaluar su seguridad y eficacia en humanos. El futuro del ácido úsnico podría estar en terapias combinadas y en el desarrollo de formulaciones que mejoren su biodisponibilidad.

## Referencias

- Ávila-Zamora, S., Pinzon-Pérez, Y. y Acero-Godoy, J. (2023). Artículo de revisión. Ácido úsnico: alternativa potencial contra la resistencia bacteriana actual. *Tecnología en Marcha*. 36(3), 145-157. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i3.6183>
- Chen, S., Ren, Z., y Guo, L. (2025). Hepatotoxicity of usnic acid and underlying mechanisms. *Journal of environmental science*

# Los micetismos y la importancia del conocimiento etnomicológico en Michoacán

## *Mycetisms and the importance of ethnomycological knowledge in Michoacán*

Ericka Janicua Jiménez Sandoval<sup>1</sup>,  
Ramsés Abdallah Casimiro Aguayo<sup>1</sup> y Víctor Manuel Gómez Reyes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. <sup>2</sup>Colección de macromicetos del Herbario EBUM de la Facultad de Biología. Jardín Botánico Nicolaíta "Melchor Ocampo". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

contacto: victor.gomez.reyes@umich.mx

**Resumen.** Los hongos son organismos que cumplen una labor muy importante en la naturaleza, así como una estrecha relación con diversas culturas prehispánicas. En México, aún se mantiene la antigua tradición de recolectar y consumir hongos silvestres. Sin embargo, el consumo de algunas especies puede provocar micetismos con graves problemas de salud o incluso la muerte. Por tanto, es importante conocer las causas de los micetismos. Los pueblos originarios del estado de Michoacán son considerados micófilos y el consumo de hongos silvestres genera las condiciones para los micetismos, de ahí la importancia de conocer los casos de micetismos y revalorizar el conocimiento tradicional de las especies de hongos comestibles. También se destaca la importancia de una correcta determinación taxonómica de los hongos tóxicos para que el doctor pueda tener información para un diagnóstico oportuno y brindar el tratamiento adecuado.

**Palabras clave.** hongos silvestres comestibles, hongos tóxicos, hongos de importancia médica.

**Abstract.** Fungi are organisms that play a very important role in nature, as well as a close relationship with several pre-hispanic cultures. In Mexico, the ancient tradition of collecting and consuming wild mushrooms is still maintained. However, the consumption of some species can cause mycetisms with serious health problems or even death. Therefore, it is important to understand the causes of mycetisms. The indigenous peoples of the state of Michoacán are considered mycophiles, and the consumption of wild mushrooms creates the conditions for mycetisms. Hence, it is important to understand cases of mycetisms and revalue traditional knowledge of edible mushroom species. The importance of correctly determining the taxonomic status of toxic mushrooms is also highlighted, so the doctor can have information for a timely diagnosis and provide appropriate treatment.

**Keywords.** Edible wild mushrooms, toxic mushrooms, medical importance mushrooms

### Introducción

A lo largo del mundo, los hongos silvestres comestibles (HSC) presentan una relación con la naturaleza y los pueblos originarios que habitan esos territorios. Para México, se tienen reportadas 450 especies de HSC (Pérez-Moreno *et al.*, 2021), por lo que

son considerados como un recurso forestal no maderable de alta importancia para las comunidades rurales, como fuente de alimento, comercialización y bioculturalidad (Ramírez-Carbajal *et al.* 2025). En Michoacán se siguen realizando las prácticas de recolección y consumo de los HSC y se tienen reportadas 688 especies (Gómez-Reyes y Gómez-

and health. Part C, *Toxicology and carcinogenesis*, 43(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/26896583.2024.2366737>

Filimonov, S., Yarovaya, I., Zaykovskaya, V., Rudometova, B., Shcherbakov, N., Chirkova, Y., Baev, S., Borisevich, S., Luzina, A., Pyankov, V., Maksyutov, R. y Salakhutdinov, F. (2022). (+)-Usnic Acid and Its Derivatives as Inhibitors of a Wide Spectrum of SARS-CoV-2 Viruses. *Viruses*, 14(10), 2154. <https://doi.org/10.3390/v14102154>

Gangwar, B., Kumar, S., Kumar, P., Pal, A., y Darokar, P. (2024). Mechanistic Insight into the Antimicrobial Mode of Action of Usnic Acid and Its Synergy with Norfloxacin against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Preprints*, . <https://doi.org/10.20944/preprints202407.2326.v1>

Guo, L., Shi, Q., Fang, J. L., Mei, N., Ali, A. A., Lewis, S. M., Leakey, J. E., y Frankos, V. H. (2008). Review of usnic acid and *Usnea barbata* toxicity. *Journal of environmental science and health. Part C, Environmental carcinogenesis & ecotoxicology reviews*, 26(4), 317–338. <https://doi.org/10.1080/10590500802533392>

Herbarium. (S.F.). *Cladonia spp* (Cladoniaceae). [https://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Cladonia\\_spp.htm](https://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Cladonia_spp.htm)

Herbert, B. (S.F.). Old Man's Beard Lichen. Shutterstock. <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/old-mans-beard-lichen-close552575908>

Herrera, S. y Bruguera, M. (2008). Hepatotoxicidad inducida por el uso de hierbas y medicamentos para perder peso. *Progresos en Hepatología*, 31(7), 447–453. <https://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-pdf-S0210570508756498>

Hitendra, Y., Nayaka, S. y Dwivedi, M. (2021). Analytics on Antimicrobial Activity of Lichen Extract. *J Pure Appl Microbiol.* 15(2), 701–708. <https://doi.org/10.22207/JPAM.15.2.21>

Khan, F., Yu, H., y Kim, M. (2020). Bactericidal Activity of Usnic Acid-Chitosan Nanoparticles against Persister Cells of Biofilm-Forming Pathogenic Bacteria. *Marine Drugs*, 18(5), 270. <https://doi.org/10.3390/md18050270>

Kiliç, S., Kocakaya, Z., Karatoprak, ., İlgün, S., y Ceylan, A. (2023). Analyzing the Impact of *Ramalina digitellata*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, and *R. polymorpha*'s Usnic Acid Concentration on Antioxidant, DNA-Protective, Antimicrobial, and Cytotoxic Properties. *Chemistry & biodiversity*, 20(1), e202200816. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200816>

Maltezou, C., Horefti, E., Papamichalopoulos, N., Tseroni, M., Ioannidis, A., Angelakis, E., y Chatzipanagiotou, S. (2022). Antimicrobial Effectiveness of an Usnic-Acid-Containing Self-Decontaminating Coating on Underground Metro Surfaces in Athens. *Microorganisms*, 10(11), 2233. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10112233>

Nagaraju, B., Fathimunnisa, K., Vijayaraghavan, R. y Sreekanth, B. (2022). Antibacterial Activity of (+) Usnic Acid against Multi Drug Resistant *Acinetobacter baumannii* from Clinical Isolates. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 16(1), 11. <https://doi.org/10.37506/ijfimt.v16i1.17407>

Oh, E., Wang, W., Park, K. H., Park, C., Cho, Y., Lee, J., Kang, E., y Kang, H. (2022). (+)-Usnic acid and its salts, inhibitors of SARS-CoV-2, identified by using in silico methods and in vitro assay. *Scientific reports*, 12(1), 13118. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17506-3>

Pérez, M. (2021). La pandemia silenciosa: resistencia bacteriana a los antibióticos. CEU Ediciones. <https://www.researchgate.net/publication/363113312>

Ruddell, S., Mostert, D. y Sieber Stephan. (2024). Target identification of usnic acid in bacterial and human cells. *RSC Chem. Biol.* 5, 617–621. <https://doi.org/10.1039/D4CB00040D>





Figura 1. Especies de macromicetos de mayor importancia médica en Michoacán. a. *Amanita bisporigera*; b. *Amanita muscaria*; c. *Chlorophyllum molybdites*; d. *Psilocybe cubensis*.

Peralta, 2019), de las cuales 243 son comestibles (Torres-Gómez et al., 2023), 38 son tóxicas, siete de uso medicinal y 13 con propiedades alucinógenas (Gómez-Reyes y Gómez-Peralta, 2019).

La tradición del consumo de los HSC implica un conocimiento con constantes cambios, el cual puede ser susceptible a una pérdida por diversos factores, lo que conlleva a posibles casos de micetismos, entendido como la intoxicación o envenenamiento causado por la ingesta de hongos que contienen o producen sustancias que no pueden ser descompuestas por los procesos digestivos y metabólicos siendo absorbidas, provocando reacciones tóxicas que causan desde un cuadro diarreico sin complicaciones hasta la muerte por destrucción hepática y/o renal (Ruiz-Sánchez et al., 1999). El propósito del presente artículo es resaltar la importancia del estudio de los hongos silvestres en un contexto taxonómico, biocultural y médico.

### Los micetismos como un problema de salud pública

Las intoxicaciones por consumo de hongos silvestres es un fenómeno global, es por ello que las tasas de mortalidad son mayores en países donde los hongos

silvestres son de importancia cultural. A nivel global, el 90 % de esta ocurrencia mortal se relaciona con la sintomatología que provocan los hongos del género *Amanita* sección *Phalloideae*, aunque pocas veces se conocen las especies responsables de las intoxicaciones. Entre 2004 a 2014, en México se han reportado 195 intoxicaciones, de las cuales 75 fueron decesos (Ramírez-Terrazo et al., 2023).

En el estado de Michoacán se sigue practicando la recolecta de hongos para consumo, principalmente por los pueblos originarios, y similar a lo que sucede a nivel mundial, durante la temporada de hongos ocurren casos de micetismos, las especies más recurrentes son: *Amanita bisporigera*, *A. muscaria*, *Psilocybe cubensis*, *Chlorophyllum molybdites*, *Entoloma* sp. (Figura 1). Por ejemplo, en las zonas cercanas al cerro El Estribo Chico, del municipio de Pátzcuaro, ocurrieron 11 casos de micetismos entre 1978 y 2006, siete que desafortunadamente culminaron en la muerte de los pacientes y cuatro intoxicaciones de tipo gastrointestinal (Salinas-Rodríguez et al., 2017).

No obstante, suceden un mayor número de casos de micetismos que no son reportados al sector salud, por un

lado, porque son registrados por otras causas de la intoxicación y/o por la falta de un registro adecuado de los micetismos atendidos por el sector salud.

Cuando se reporta un micetismo, hay que considerar que las distintas especies de hongos tóxicos provocan diversos tipos de intoxicaciones, por lo anterior, es importante un buen trabajo taxonómico en la identificación de los hongos que provocan el micetismo y así el médico podrá dar el tratamiento adecuado. Ramírez-Terrazo y colaboradores (2023) proponen una serie de categorías de los micetismos más comunes en México (Tabla 1).

### Las causas que originan los micetismos

Diversos autores mencionan las posibles causas por las que pueden ocurrir los casos de intoxicaciones, entre las que resaltan:

La confusión en la identificación y la recolección por personas que no poseen la experiencia suficiente (Ramírez-Terrazo y Aranda Pineda, 2019).

La pérdida de conocimiento tradicional, aunque en los pueblos originarios siguen conservando el conocimiento, éste se ha deteriorado por distintos motivos, quizá por la falta del interés de las generaciones actuales por seguir manteniendo sus tradiciones.

Utilizar tratamientos empíricos o populares para su identificación, ya que éstos no tienen ningún fundamento científico ni farmacológico (Ruíz-Sánchez et al., 1999).

Existen especies que al ser consumidas sin una previa cocción pueden provocar problemas gastrointestinales (Ramírez-Terrazo et al., 2014).

Los procesos de transculturización que sufren los pueblos originarios en México, han provocado el detrimento del conocimiento tradicional y como consecuencia, una mayor probabilidad de ocurrencia de intoxicaciones por hongos (Ramírez-Terrazo et al., 2023).

La intoxicación de manera intencional ocurre cuando se buscan los efectos alucinógenos, sobre todo los hongos pertenecientes al género *Psilocybe* (Burillo-Putze et al., 2013).



Tabla 1. Micetismos de mayor ocurrencia en México (Modificada de Ramírez-Terrazo et al., 2023). \* Especies registradas para Michoacán.

Micetismo	Daño	Síntomas	Especies representativas
	Hepatotoxicidad, destrucción celular, daño hepático, renal y la muerte	Dolores abdominales, vómito, diarrea, problemas de coagulación, distensión del hígado, sangrado, ictericia y coma hepático	<i>Amanita sección Phalloideae</i> <i>Amanita virosa</i> , <i>Amanita bisporigera</i> *
Neurotóxico Psilocibínico	Alteración del sistema nervioso central	Alucinaciones, pánico, confusión	<i>Psilocybe cubensis</i> *, <i>Psilocybe mexicana</i>
Neurotóxico Muscariano	Daño a funciones autónomas y alteración del sistema nervioso autónomo	Náuseas, vómito, dolor abdominal, bradicardia, diaforesis	<i>Inocybe sp.</i> <i>Amanita muscaria</i> *
Problemas gastrointestinales	Problemas gastrointestinales sin daño a largo plazo aparente e irritación	Dolor abdominal, vómitos, diarrea, hepatitis leve	<i>Agaricus xanthodermus</i> , <i>Ramaria formosa</i> , <i>Chlorophyllum molybdites</i> *, <i>Entoloma sp</i> *



Figura 2. Principales especies de hongos silvestres comestibles reportadas en diversas comunidades del Estado de Michoacán. a. *Agaricus campestris*; b. *Amanita basii*; c. *Boletus reticulatus*; d. *Helvella crispa*; e-f. *Ramaria* spp.; g. *Hypomyces lactiflourum*; h. *Lyophyllum decastes*; i. *Neolentinus ponderosus*.

Los hongos silvestres comestibles en Michoacán

Existe una estrecha relación entre las comunidades que poseen el

conocimiento tradicional de los HSC y los casos de micetismos. De acuerdo con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), en Michoacán hay cuatro pueblos indígenas: purépechas, otomíes,

mazahuas y nahuas (INPI, 2020). Principalmente, los purépechas y los mazahuas han sido los pueblos ampliamente estudiados por el uso y manejo de los HSC.

En el estado de Michoacán se tienen registradas 243 especies de HSC (Torres-Gómez et al., 2023), mientras que, el conocimiento puede variar de manera particular entre comunidad y comunidad. Por ejemplo, para la cuenca del lago de Pátzcuaro, Mapes y colaboradores (1981) citan 43 especies de HSC, recopilan 99 nombres populares de hongos, de los cuales 53 corresponden a la lengua purépecha y el resto al castellano; mientras que para la comunidad indígena de Nicolás Romero para el municipio de Zitácuaro, en el oriente del Estado, Gómez-Reyes y colaboradores (2005) presentan una lista de 42 especies de HSC, 23 de ellas son aprovechadas y son objeto de comercialización en los mercados locales.

Entre las diversas comunidades estudiadas se tienen registradas numerosas especies de HSC, entre las de mayor importancia biocultural son: el hongo llanerito (*Agaricus campestris*), el hongo amarillo, tiripiti terekua o tecomate (*Amanita basii*), pancitas, pan terekua (*Boletus reticulatus*), huachitas (*Lyophyllum decastes*, *L. loricatum*), patitas de pájaro (*Ramaria* spp.), orejas de ratón (*Helvella crispa*, *H. lacunosa sensu lato*), trompas de puerco, kux terekua (*Hypomyces lactiflourum*, *H. macrosporum*) (Figura 2).

Conclusiones

La oportuna atención de los pacientes por micetismos es básico, para que el médico pueda diagnosticar de manera correcta, es importante que se conozca la identidad taxonómica del hongo que provoca la intoxicación, debido a que diferentes especies de hongos tóxicos pueden generar diversos tipos de micetismos, por lo anterior, es importante el papel del taxónomo para la oportuna atención del paciente.

Para poder comprender de mejor manera los micetismos como un problema de salud pública, es necesario que haya una correcta documentación de los casos de intoxicación que suceden, lo que permitiría contar con mayor información del número de casos que ocurren y las causas que los originan en cada región del país.



## Referencias

Burillo Putze, G., López Briz, E., Climent Díaz, B., Munné Mas, P., Nogue Xarau, S., Pinillos, M., & Hoffman, R. (2013). Drogas emergentes (III): plantas y hongos alucinógenos. *An. Sist. Sanit. Navar*, 36(3), 511-512.

Gómez-Reyes, V., & Gómez-Peralta, M. (2019). Hongos Macromicetos. En CONABIO, *La biodiversidad en Michoacán Estudio de Estado Vol. II* 2 53-70).

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. (2020). Atlas de los pueblos indígenas de México. Disponible en: <https://atlas.inpi.gob.mx/michoacan-2/>

Mapes, C., Guzmán, G., Caballero, J. N., (1981). Elements of the Purepecha mycological classification. *J. Ethnobiol.* 1(2) 231-237

Pérez Moreno J., Guerin Laguerre A., Rinaldi Andrea C., Yu F., Verbeken A., Hernández Santiago F., Martínez Reyes M. (2021). Edible mycorrhizal fungi of the world: What is their role in forest sustainability, food security, biocultural conservation and climate change?. *Plants, People, Planet.* 3:471–490. DOI: 10.1002/ppp3.10199

Ramírez-Carbajal, E., Martínez-Reyes, M., Ayala-Vázquez, O., Rodríguez-Evangelista F., Lagunes, F., Hernández-Santiago, F., Rangel M., Yu, F., Pérez-Moreno, J. (2025). Revitalizing endangered mycological heritage in Mesoamerica: The case of the Tlahuica-Pjekakjoo culture. *Plants, People, Planet*, 1–17. <https://doi.org/10.1002/ppp3.70014>

Ramírez Terrazo, A., & Aranda Pineda, B. K. (2019). Los hongos tóxicos de México. *Arqueología Mexicana*, 87, 1-13. doi:10.24875/GMM.23000101

Ramírez Terrazo, A., Garibay Orijel, R., Reyes Chilpa, R., Casa, A., & Méndez Espinoza, C. (2023). Alternativas para la atención oportuna de las intoxicaciones por consumo de hongos en México y Centroamérica. *Gaceta Médica de México*, 1-13. doi:10.24875/GMM.23000101

Ramírez Terrazo, A., Montoya Esquivel, A., & Caballero Nieto, J. (2014). Una mirada al conocimiento tradicional sobre los hongos tóxicos en México. *La etnomicología en México, estado del arte*, 116-145.

Ramírez Terrazo, A., Garibay Origel, R., Ruan Soto, J.P., Casas, A., & Reyes Chilpa, R. (2023). Wild mushroom poisonings in Mexico: communication strategies to prevent them. *Applied Environmental Education & Communication*, DOI: 10.1080/1533015X.2023.2261940.

Ruiz Sánchez, D., Tay Zavala, J., Sánchez Vega, J. T., & Martínez García, H. (1999). Los micetismos y su relevancia en medicina. *Rev Iberoam Micol*, 16, 121-125.

Salinas Rodríguez, M., Gómez-Reyes, V., & Blanco García, A. (2017). Conocimiento tradicional de los hongos silvestres comestibles y venenosos de dos localidades del Municipio de Pátzcuaro, Michoacán. *Revista de la DES Ciencias Biológicas Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 19(1), 28-34.

Torres-Gómez, M., Garibay-Orijel R., Pérez-Salicrú D., Casas A., & Guevara M. (2023). Wild edible mushroom knowledge and use in five forest communities in central México. *Can. J. For. Res.* 53: 1–13. dx.doi.org/10.1139/cjfr-2022-0043

# ¿Por qué algunas levaduras prefieren la fructosa? Un estudio en fermentaciones naturales

Teresa Itandehui Garambullo-Peña, Ivone Huerta-Aguilar y Juan Carlos González-Hernández\*

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia, Av. Tecnológico 1500, Col. Lomas de Santiaguito, Morelia 58120, Michoacán, México.

contacto: [juan.gh@morelia.tecnm.mx](mailto:juan.gh@morelia.tecnm.mx)

**Resumen.** En Michoacán, los agaves son plantas de la familia Agavaceae, se utilizan en la producción de bebidas como pulque, mezcal y tequila. El aguamiel, es un líquido dulce obtenido de los agaves, fundamental en la elaboración de pulque, éste contiene una alta concentración de carbohidratos, especialmente fructosa, un azúcar predominante en muchas frutas y plantas. Los jugos de agave, con concentraciones de azúcares entre 150 y 300 g/L, son la base para la producción de bebidas alcohólicas como el mezcal y tequila. En los procesos de fermentación, ciertas levaduras tienen la capacidad de preferir a la fructosa como fuente de alimento; a estas levaduras se les denominan levaduras fructofílicas; que no es más que la capacidad de metabolizar la fructosa más eficientemente que la glucosa. Estos microorganismos, como *Zygosaccharomyces rouxii* y *Candida magnoliae*, se encuentran en ambientes ricos en azúcares y desempeñan un papel clave en la optimización de la fermentación. Estudios recientes han identificado transportadores de hexosas en levaduras fructofílicas que permiten una absorción y metabolismo efectivos de la fructosa. Comprender estos mecanismos es esencial para mejorar la eficiencia de la fermentación en la producción de bebidas alcohólicas y otros metabolitos. Finalmente, el documento destaca la importancia de los agaves y la fructosa en la fermentación, así como los avances sobre el conocimiento de microorganismos fructofílicos y su aplicación en la industria.

**Palabras clave:** Fructosa, Levaduras, Agave, Mezcal, Aguamiel.

**Abstract.** In Michoacán, agaves are plants of the Agavaceae family and are used in the production of beverages such as pulque, mezcal and tequila. Mead is a sweet liquid obtained from agaves and is essential to produce pulque; it contains a high concentration of carbohydrates, especially fructose, a predominant sugar in many fruits and plants. Agave juices, with sugar concentrations between 150 and 300 g/L, constitute the basis to produce alcoholic beverages such as mezcal and tequila. During fermentation, certain yeasts prefer fructose as a food source. These microorganisms are called microorganisms with fructophilic characteristics, which is nothing more than the ability to metabolize fructose more efficiently than glucose. These microorganisms, such as *Zygosaccharomyces rouxii* and *Candida magnoliae*, are found in sugar-rich environments and play a key role in optimizing fermentation. Recent studies have identified hexose transporters in fructophilic yeasts that allow the effective absorption and metabolism of fructose. Understanding these mechanisms is essential to improve the efficiency of fermentation in the production of alcoholic beverages and other metabolites. Finally, the document highlights the importance of agaves and fructose in fermentation, as well as advances in the knowledge of fructophilic microorganisms and their application in industry.

**Key words:** Fructose, Yeast, Agave, Mezcal, Aguamiel.

## Introducción

Los Agaves son plantas que pertenecen a la familia Agavaceae, algunas especies como, por ejemplo: *Agave mapisaga*, *Agave inaequidens* y *A. cupreata*, son utilizadas para la producción de pulque, mezcal e inclusive tequila en el estado de Michoacán. Desde épocas antiguas los Agaves o componentes esenciales de estas plantas como las hojas, la piña,

quiote (inflorescencia) y el meyolote (corazón del Agave) han sido empleados para elaborar bebidas e incluso, para la fabricación de ornatos, vestimentas, usos medicinales y como materiales para la construcción (Esparza-Ibarra et al. 2015).

Dentro de los componentes esenciales del Agave uno de los más importantes y más utilizado es el Tlachique (Aguamiel) del cual se

*Milenaria, Ciencia y Arte 17*



Figura 1.- Procedimiento artesanal de la extracción de aguamiel de *A. mapisaga* realizado en Tarímbaro, Michoacán: A) Se busca planta de *A. mapisaga* que cumpla con la maduración deseada. B) Castración de la planta se le quitan hojas a la planta se tapa y deja madurar unas 2 semanas. C) Se destapa y raspa diariamente la planta para la estimulación de la planta. D) Se comienza a obtener el aguamiel, se obtienen hasta 5 litros diarios dentro del primer hasta cuarto mes. E) El tlachiquero transporta aguamiel. F) Se procede a fermentar parte del aguamiel obtenido. G) El aguamiel se puede consumir directamente. H) El aguamiel se fermenta y obtenemos el pulque (Aguilar-Pineda y Vázquez- Chávez, 2018).

derivan otros productos de interés como el jugo o jarabe de agave que se usa como edulcorante; y el pulque que se obtiene a partir del proceso de fermentación, ambos puntos de interés de este artículo. El tlachique del *Agave*, se caracteriza por ser un líquido transparente e incoloro con cierto sabor dulce y olor a hierbas, para extraerlo del *Agave* pulquero se requiere de un proceso artesanal que implica varios pasos: Primero, tener en cuenta que el *Agave* haya madurado, lo

cual puede oscilar en un tiempo entre 8 y 12 años. Segundo, el tlachiquero, que es la persona dedicada a esta tarea, raspa el cogollo (centro) del *Agave* y obtiene el aguamiel. Este proceso es manual y lento, ya que el aguamiel se concentra en las pencas del *Agave* pulquero. Tercero, una vez extraído, el aguamiel puede utilizarse para tomarse o ser empleado para fermentarlo y producir pulque (Fig.1).

Un aspecto interesante del aguamiel es su alto contenido en

carbohidratos, uno de ellos es la fructosa: una cetosa que encontramos en muchas plantas y frutas de forma natural. Por ejemplo, las uvas contienen concentraciones similares de fructosa y glucosa, su contenido total puede oscilar entre 160 y 300 g L<sup>-1</sup> (Guillaume, 2007).

En los jugos de *Agave* que son empleados para la elaboración de mezcal o tequila, la concentración de azúcares oscila alrededor de 150 a 300 g L<sup>-1</sup>, concentración variable que depende del año de cosecha y tipo de *Agave* (Pérez-Hernández, 2016). Los principales azúcares simples encontrados en los jugos de *Agave* son: fructosa (azúcar simple de seis carbonos con un grupo cetona en el segundo carbono), y glucosa (azúcar simple de seis carbonos, pero con un grupo aldehído en el primer carbono). La fructosa además representa una alta concentración de los carbohidratos en los jugos de fermentación empleados para la obtención de mezcal o tequila (Pérez-Hernández, 2016). En la actualidad, al mecanismo de asimilación, transporte, metabolismo y preferencia por este tipo de azúcar de algunas bacterias y levaduras se le denomina como Fructofilia.

El objetivo de este artículo de divulgación es presentar algunos aspectos generales en relación con las características metabólicas y del transporte de azúcares en levaduras que participan en procesos de fermentación con jugos en alta concentración de fructosa como fuente de carbono para la elaboración de bebidas u otros metabolitos de interés.

### Captación de fructosa por microorganismos con características fructofílicas

En la naturaleza, las especies de levaduras fructófilas son superadas en número por las levaduras con fenotipo glucofílico (microorganismos que asimilan o prefieren la glucosa como fuente de carbono). Los microorganismos fructofílicos pueden aislarse de diferentes ambientes o sistemas caracterizados por la alta concentración de carbohidratos en particular de la fructosa, se han encontrado diferentes especies como



*C. magnoliae*, *Z. rouxii* (Yu y cols., 2008). Las uvas o el mosto de uva son uno de estos ambientes en los que se podría detectar la presencia de levaduras fructofílicas. Sin embargo, se puede encontrar una diversidad de al menos 20-25 especies de levaduras diferentes en las uvas o en el jugo de uva (Zott et al., 2008), solo algunas de ellas han sido descritas como levaduras con propiedades fructofílicas. Dentro de los carbohidratos presentes en la naturaleza y que son fermentados o metabolizados por levaduras y bacterias, la glucosa ocupa un lugar predominante de importancia y es el más estudiado.

Los estudios relacionados con el transporte de carbohidratos por levaduras y también en bacterias se han centrado casi exclusivamente en la glucosa, y no se ha explorado lo suficiente para otras proteínas transportadoras de azúcares que pueden seleccionar o preferir la fructosa con respecto a la glucosa. Todas las células poseen proteínas transportadoras, estas son enzimas que cumplen la función de mover otros materiales dentro de un organismo. Estas enzimas de transporte son vitales para el crecimiento y la vida de todas las células de los seres vivos.

El que una levadura o bacteria posea una naturaleza fructofílica, es decir, que consuma a mayor velocidad la fructosa que la glucosa a altas concentraciones, le confiere una mayor capacidad de utilizar una fuente de carbono que la mayoría de los microorganismos no utilizan como primera opción, por ejemplo, se ha reportado que altas concentraciones de fructosa en fermentaciones por levaduras convencionales como *Sacharomyces cerevisiae* genera estrés y bajos rendimientos (Xie et al., 2023).

Dada esta situación, surge la necesidad de generar el conocimiento de cómo las levaduras y bacterias nativas de mostos del aguamiel, jugo de agaves y uvas adquieren o tienen un alto grado de tolerancia al estrés y actividades bioquímicas en sistemas de fermentación donde la fructosa es el azúcar principal de los mostos, donde el objetivo final es el mejoramiento de la producción de bebidas fermentadas

alcohólicas para aprovechar los azúcares presentes de manera que se logre una fermentación total y eficiente (González-Hernández y Peña, 2002).

En la vía del transporte y metabolismo de la glucosa solo hay dos pasos que podrían formar la base de un fenotipo fructofílico: el transporte de azúcares hexosas que se lleva a cabo por las proteínas transportadoras de glucosa o fructosa y la fosforilación de las mismas moléculas, ya que el siguiente paso, será la conversión de glucosa-6-fosfato en fructosa-6-fosfato por la enzima fosfoglucoisomerasa la cual llevará y consolidará la oxidación de la glucosa y la fructosa que son los carbohidratos esenciales para la obtención de energía y buen funcionamiento celular (Fig. 2) (González-Hernández y Peña, 2002).

Estudios relativamente recientes de Lazar et al. (2014) reportan la presencia de seis proteínas transportadoras de fructosa en levaduras, cinco son específicas para la fructosa y actúan por difusión facilitada el otro existente es llevado a cabo por una proteína encargada de transportar (simporte con protones) la fructosa acompañada por protones hacia el interior de la célula. Los estudios de transportadores

de monosacáridos de levaduras permiten comprender aspectos importantes de la absorción y el metabolismo de azúcares, incluso en células eucariotas superiores.

Mediante el uso de datos de secuencias y experimentos moleculares se han identificado dos transportadores específicos de fructosa (*CmFSY1* y *CmFFZ1*) en *C. magnolia*, que muestran una alta homología con transportadores de fructosa conocidos de otras levaduras (Dae-Hee et al., 2014).

### Microorganismos con capacidad fructofílicas

Se ha reportado que levaduras del género *Zygosaccharomyces* sp. tiene propiedades osmófilas, que es la capacidad que tienen algunos microorganismos para crecer y que se pueden aislar de entornos, con alta concentración de azúcar, como frutas deshidratadas, así como exudados de árboles frutales, jugos de Agave. Se han identificado 12 especies de *Zygosaccharomyces* sp. (Kurtzman et al., 2001). De las especies reconocidas, *Z. bailii*, *Z. bisporous*, *Z. rouxii* y *Z. florentinus* se han aislado de mosto de uva, concentrado y vinos endulzados.

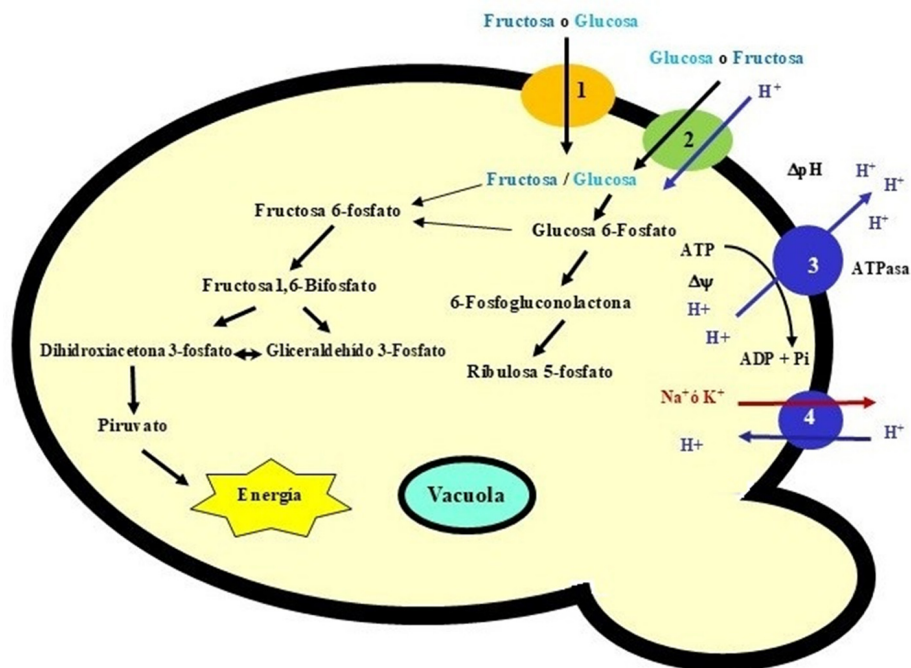


Figura 2. Transporte de glucosa y fructosa en las células de levaduras y su transformación hasta el piruvato el cual sufre otras reacciones para generar energía necesaria para la levadura: 1 y 2) Proteínas que realizan el transporte de glucosa y fructosa en la célula por una diferencia del gradiente de concentración. 3y 4) Proteínas transportadoras de protones (Tomado y modificado de González-Hernández y Peña, 2000).

En algunas publicaciones, *Z. bailii* se caracteriza como una levadura que deteriora los alimentos debido a su resistencia anormal a conservantes comunes como el dióxido de azufre, el ácido sórbico, el ácido benzoico, el etanol y el ácido acético (Fugelsang, 1998) y también por su potencial para la síntesis de subproductos no deseados y sabores desagradables como el ácido acético o el acetaldehído.

Otro miembro común de las poblaciones tempranas de levaduras en el mosto de uva es la levadura fructófila *Candida stellata*. En general, *Candida* sp. es un género heterogéneo de levaduras, que contiene endosimbiontes de huéspedes animales, comensales de la piel, del tracto gastrointestinal y genitourinario, patógenos vegetales, así como especies utilizadas en el refinamiento de alimentos y bebidas. Actualmente más de 150 especies están incluidas dentro de este género (Barnett *et al.*, 2001).

Para analizar la base molecular de las propiedades fructofílicas de la levadura *C. magnolia*, osmotolerante y productora de un azúcar alcohol (eritritol), Yu *et al.* (2008), describieron una estrategia diferente.

Una preparación eficiente de proteínas de membrana exploró los sistemas de suministro de azúcar mediante técnicas proteómicas, que incluyen electroforesis bidimensional, espectrometría de masas y búsqueda de homología. Se descubrió que un transportador de hexosa, regulado positivamente en condiciones suplementarias de fructosa, era altamente homólogo a Ght6p en *Schizosaccharomyces pombe*, que se conoce como un transportador predominante para la absorción de fructosa debido a su mayor afinidad por la fructosa que por la glucosa.

Debido a la información limitada sobre la secuencia del genoma de *C. magnolia*, los investigadores decidieron explorar el mecanismo fructofílico a nivel de proteína (Yu y cols., 2008). Datos adicionales, especialmente los parámetros cinéticos de la captación de hexosas por la permeasa aislada dieron evidencias de las propiedades fructofílicas de *C. magnolia*.

## Conclusiones

Los Agaves representan un recurso de gran importancia histórica, económica y biotecnológica. A lo largo de los años, estas plantas han sido empleadas de manera multifacética, destacando su utilización en la producción de bebidas tradicionales como el pulque, mezcal y tequila. Además, las partes esenciales del Agave, como la piña y el meyolote (corazón del maguey donde se almacena la salvia que libera la planta), ofrecen valiosos componentes bioquímicos que no solo son cruciales para estos procesos fermentativos, sino también presentan aplicaciones potenciales en otras industrias.

El estudio del metabolismo de la fructosa en microorganismos fructofílicos resalta la relevancia de estos azúcares en los procesos de fermentación. La capacidad de levaduras y bacterias para preferir y metabolizar la fructosa bajo condiciones específicas permite optimizar la producción de bebidas alcohólicas y otros metabolitos de interés. Los avances en el conocimiento de los sistemas de transporte y asimilación de azúcares, particularmente en microorganismos osmófilos como *Zygosaccharomyces* sp. y *C. magnoliae*, abren nuevas perspectivas para el desarrollo de procesos más eficientes y sostenibles.

Es fundamental continuar investigando las interacciones entre microorganismos y componentes del Agave para mejorar los rendimientos fermentativos y diversificar los productos derivados. Este enfoque no solo contribuirá al fortalecimiento de las tradiciones culturales y económicas relacionadas con el Agave, sino que también podrá impulsar innovaciones biotecnológicas en beneficio de diversas industrias.

## Agradecimientos

Se agradecen los donativos parciales al **Tecnológico Nacional de México** por los donativos parciales del proyecto titulado Caracterización molecular del microbioma del Tlachique empleado en la fermentación artesanal del pulque (19550.24-P).

## Referencias

- Aguilar-Pineda, M. & Vázquez-Chávez, E. (2018). Caracterización molecular y bioquímica de bacterias aisladas del Agave pulquero. Tesis Licenciatura (Instituto Tecnológico de Morelia).
- Barnett, J. A., Payne, R. W., & Yarrow, D. (2001). Yeasts: Characterization and Identification. Cambridge University Press.
- Dae-Hee, Lee., Soo-Jung, Kim., & Jin-Ho Seo. (2014). Molecular cloning and characterization of two novel fructose-specific transporters from the osmotolerant and fructophilic yeast *Candida magnoliae* JH110. Apply Microbiology Biotechnology, 98, 3569–3578.
- España-Ibarra, EL., Violante-González, J., Monks, S., Cadena, J., Araujo-Andrade, C., & Rössel-Kipping, E.D. (2007). The mezcal agaves of the Potosino and Zacatecano highlands. Estudios en Biodiversidad, 20, 227-245.
- Fugelsang, K.C. (1998). *Zygosaccharomyces*, a spoilage yeast isolated from grape juice. California Agricultural Technology Institute Publication #980902.
- González-Hernández, J.C., & Peña, A. (2002). Estrategias de adaptación de microorganismos halófilos y *Debaryomyces hansenii* (Levadura halófila). Revista Latinoamericana de Microbiología, 44(3-4), 137-156.
- Guillaume, C., Delobel, P., Sablayrolles, J.M., & Blondin, B. (2007). Molecular basis of fructose utilization by the wine yeast *Saccharomyces cerevisiae*: A mutated HXT3 allele enhances fructose fermentation. Apply Environmental Microbiology, 73, 2432–2439.
- Kurtzman, C.P., Robnett, C.J., & Basehoar-Powers, E. (2001). *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, a new ascosporogenous yeast from 'Kombucha tea'. FEMS Yeast Research, 1 (2), 133-138.
- Lazar, Z., Dobrowolski, A., & Robak, M. (2014). Fructose transporter in yeasts. Postepy Biochemii, 60(1), 94-101.
- Núñez Avila, R., Rivas Pérez, B., Hernández Motzezak, R., & Marluy, C. (2012). Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en *Agave cocui* Trelease. Multiciencias, 12(2), 129-135.
- Pérez-Hernández, E. (2016). Estudio cinético del proceso fermentativo de cultivos puros y mixtos de levaduras en la elaboración de mezcal. Tesis Doctorado (Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo).
- Xie, D., Lei, Y., Sun, Y., Li, X., & Zheng, J. Regulation of fructose levels on carbon flow and metabolites in yeast during food fermentation. Food Science and Technology International. 2025;31(1):69-82. doi:10.1177/10820132231179495
- Yu, J.H., Lee, D.H., Park, Y.C., Lee, M.G., Kim, D.O., Ryu, Y.W. & Seo, J.H. (2008). Proteomic Analysis of Fructophilic Properties of Osmotolerant *Candida magnoliae*. Journal Microbiology Biotechnology, 18(2), 248–254.
- Zott, K., Miot-Sertier, C., Claisse, O., Lonvaud-Funel, A. & Masneuf-Pomarede, I. (2008). Dynamics and diversity of non-*Saccharomyces* yeasts during the early stages in winemaking. International Journal Food Microbiology, 125(2), 197-203.



# ¿Me pueden afectar los virus de las plantas?

## *Can I be affected by plant viruses?*

Uber Isai Zarco-Ramírez, Andrés López-Bautista  
y Homero Reyes-de la Cruz

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

Contacto: homero.reyes@umich.mx

**Resumen.** Los virus que infectan a las plantas de las cuales se obtienen alimentos u otros productos de consumo humano, además de ser un problema importante para la producción agrícola a nivel global, se han descrito como agentes que pueden activar la respuesta inmunitaria. Lo anterior sugiere una interacción en la que el cuerpo humano los reconoce como potenciales patógenos, lo cual no necesariamente se puede traducir como que son capaces de enfermar, al menos eso es lo que siempre se ha creído. En este artículo se analizan los descubrimientos que la ciencia ha realizado sobre la interacción entre los virus presentes en los productos de origen vegetal que consumimos y nuestro cuerpo, así como sus posibles implicaciones.

**Palabras clave.** Fitopatógeno, Virus, Enfermedad.

**Abstract.** In addition to being a significant problem for agricultural production, plant viruses have been described as agents that can activate the immune response. This suggests an interaction in which the human body recognizes them as potential pathogens, which does not necessarily mean they are capable of causing illness. This article analyzes the discoveries that science has made about the interaction between plant viruses and our bodies, as well as their potential implications

**Resumen.** Phytopathogen, Virus, Disease.

### Relevancia de los virus en la producción agrícola

Los virus son parásitos intracelulares obligados, es decir, son microorganismos que necesitan de un ser vivo al cual infectar y utilizar para poder replicarse. Para facilitar su estudio, los virus se han clasificado de distintas maneras, una de ellas es la que los separa en función de qué grupo de organismos puede infectar, es decir, si ataca plantas, animales, hongos, bacterias e inclusive otros virus (Desnues et al., 2012; Simmonds & Aiewsakun, 2018).

Para lograr infectar a un huésped, los virus cuentan con proteínas codificadas en su genoma, las cuales les permiten evadir o contrarrestar las defensas de un huésped en particular y llevar a cabo su ciclo replicativo de manera exitosa (Atabekov & Dorokhov, 1984; Sasaki et al., 2021).

Los virus que infectan plantas son relevantes debido a que son una de las mayores problemáticas que limitan la producción de alimento a nivel mundial y representan un reto importante para la seguridad alimentaria (Krenz et al., 2024).



Figura 1. Plantas de papaya con frutos inmaduros sanos (izquierda) e infectados con la variante mexicana del virus meleira de la papaya (derecha).

## ¿Los virus de plantas presentes en mis alimentos me pueden enfermar?

Aunado a su importancia agrícola y sus repercusiones en las producción de alimento, existen diversas investigaciones que se han centrado en evaluar la interacción de los virus presentes en nuestros alimentos y nuestro sistema inmune, las cuales buscan responder preguntas tales como: ¿los virus pueden resistir nuestro tracto digestivo?, ¿son capaces de llegar a nuestro torrente sanguíneo o algunos órganos? y por último, ¿los virus de plantas pueden causarnos algún síntoma o alteración en nuestra salud? Producto de estas investigaciones han surgido datos interesantes y por supuesto, más preguntas.

En primera instancia, se ha descubierto que, por ejemplo, el virus del mosaico del tabaco (TMV) pueden ser detectado en células hepáticas de ratas hasta 15 días después de haber sido administrado vía intravenosa (Erickson et al., 1953, 1957), datos que llevan a la pregunta, ¿qué sucede cuando entran en contacto con el cuerpo humano?

En humanos, se ha reportado que el TMV puede llegar a generar anticuerpos, es decir, tiene la capacidad de activar la respuesta inmune, lo que afirma que el cuerpo humano lo percibe como un potencial patógeno (Liu et al., 2013).

El TMV fue el primer virus en ser descubierto y a la fecha se sabe que puede infectar más de 150 especies de plantas, incluidas algunas de importancia económica, como el jitomate, el pepino y el chile, entre otros (Hu et al., 2011). Lo anterior puede explicar el hecho de que en un estudio realizado en el 2013 con 60 voluntarios de los cuales eran 20 fumadores, 20 fumadores ocasionales y 20 no fumadores, todos presentaron anticuerpos contra el TMV (Liu et al., 2013), lo que sugiere que no solo mediante el consumo de tabaco se está en contacto con este virus.

Aunque es aceptado que los virus que atacan plantas no pueden atacar a humanos u otros animales (Balique et al., 2015), debido a que no cuentan con las proteínas necesarias para tal acto, existe por lo menos una investigación que ponen en entredicho esta suposición (Colson et al., 2010), al relacionar la presencia del virus del moteado suave del chile (PMMoV por sus siglas en inglés) con el desarrollo de fiebre, dolor abdominal y

prurito (Colson et al., 2010), sin embargo, no queda del todo claro si los síntomas referidos son ocasionados directa o indirectamente por el PMMoV o por algún otro factor no relacionado como el picor de los alimentos, por lo que se necesitan más investigaciones que puedan establecer de manera clara si existe o no una relación entre el virus y la aparición de síntomas.

Al igual que PMMoV, el virus mosaico del tabaco tiene una gran capacidad de resistir a condiciones extremas y durante largos periodos de tiempo (Caspar, 1964). Se sabe que puede permanecer infectivo durante años en los restos de plantas que alguna vez estuvieron enfermas, lo que lo convierte en un patógeno extremadamente difícil de eliminar. Además, se ha descrito la traducción de su material genético en células animales (Balique et al., 2013). Además de TMV, se ha demostrado la capacidad del virus mosaico del caupí (CPMV) para interactuar con proteínas de la membrana plasmática de células humanas y de murinos, lo que resulta en la internalización de cantidades significativas de partículas virales (Koudelka et al., 2007).

Actualmente se sabe que algunos virus de plantas, son capaces de mantener su integridad durante el proceso de digestión en el cuerpo humano (Kitajima et al., 2018; Villanova et al., 2021), inclusive de penetrar en ciertos tejidos (Shukla et al., 2013). Algunos investigadores han propuesto que dadas estas características, se puede utilizar estos virus como sistemas de entrega de fármacos u otras moléculas de manera precisa y eficiente (Koudelka et al., 2007).

Shukla et al., utilizando el virus de mosaico caupí probó su aplicación directa en el interior de distintos modelos de tumores cancerígenos tanto en ratas de laboratorio como en pacientes caninos, así lograron establecer que el CPMV puede inducir la respuesta inmune del huésped contra el tumor, por lo que se plantea como una terapia anticancerígena prometedora frente a distintos tipos de cáncer, siendo un precedente para el desarrollo de terapias virales.

## Conclusión

Los virus de plantas provocan pérdidas considerables en la agricultura, pero actualmente no son una amenaza

razonable para la salud humana a pesar de que algunos son detectados por el organismo como agentes extraños. Sin embargo, el hecho de que tengan la capacidad de ingresar a órganos y tejidos específicos los hace candidatos a ser utilizados como herramientas más o menos eficientes para entregar fármacos de manera precisa, siendo que pudieran ser utilizados en beneficio de la humanidad.

Finalmente, con el avance de las ciencias médicas, es muy probable que en un futuro cercano se puedan utilizar terapias virales como herramientas farmacológicas como vectores para diferentes sustancias, no sin antes corroborar que no existan respuestas inmunitarias que puedan llegar a afectar el organismo humano.

Con el constante desarrollo de las ciencias médicas y farmacéuticas no sorprendería que en los próximos años contemos con este tipo de herramientas farmacológicas, sin embargo, primero hemos de poder comprobar que no exista forma alguna en que generen un perjuicio a nuestra salud.

## Referencias

- Atabekov, J. G., & Dorokhov, Y. L. (1984). Plant virus-specific transport function and resistance of plants to viruses. *Advances in Virus Research*, 29(C). [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(08\)60412-1](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(08)60412-1)
- Balique, F., Colson, P., Barry, A. O., Nappez, C., Ferretti, A., Moussawi, K. Al, Ngounga, T., Lepidi, H., Ghigo, E., Mege, J. L., Lecoq, H., & Raoult, D. (2013). Tobacco Mosaic Virus in the Lungs of Mice following Intra-Tracheal Inoculation. *PLoS ONE*, 8(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054993>
- Balique, F., Lecoq, H., Raoult, D., & Colson, P. (2015). Can plant viruses cross the kingdom border and be pathogenic to humans? In *Viruses* (Vol. 7, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/v7042074>
- Caspar, D. L. D. (1964). Assembly and Stability of the Tobacco Mosaic Virus Particle. *Advances in Protein Chemistry*, 18(C). [https://doi.org/10.1016/S0065-3233\(08\)60268-5](https://doi.org/10.1016/S0065-3233(08)60268-5)
- Colson, P., Richet, H., Desnues, C., Balique, F., Moal, V., Grob, J. J., Berbis, P., Lecoq, H., Harlé, J. R., Berland, Y., & Raoult, D. (2010). Pepper mild mottle virus, a plant virus associated with specific immune responses, fever, abdominal pains, and pruritus in humans. *PLoS ONE*, 5(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010041>
- Desnues, C., Boyer, M., & Raoult, D. (2012). Sputnik, a Virophage Infecting the Viral Domain of Life. In *Advances in Virus Research* (Vol. 82). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394621-8.00013-3>
- Erickson, J. O., Armen, D. M., & Libby, R. L. (1953). The Persistence of Antigen in the Mouse. *The Journal of Immunology*, 71(1). <https://doi.org/10.4049/jimmunol.71.1.30>



Erickson, J. O., Hensley, T. J., Fields, M., & Libby, R. L. (1957). Intracellular Localization of Tobacco Mosaic Virus in Mouse Liver. *The Journal of Immunology*, 78(2). <https://doi.org/10.4049/jimmunol.78.2.94>

Hu, Q., Niu, Y., Zhang, K., Liu, Y., & Zhou, X. (2011). Virus-derived transgenes expressing hairpin RNA give immunity to Tobacco mosaic virus and Cucumber mosaic virus. *Virology Journal*, 8. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-8-41>

Kitajima, M., Sassi, H. P., & Torrey, J. R. (2018). Pepper mild mottle virus as a water quality indicator. In *npj Clean Water* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0019-5>

Koudelka, K. J., Rae, C. S., Gonzalez, M. J., & Manchester, M. (2007). Interaction between a 54-Kilodalton Mammalian Cell Surface Protein and Cowpea Mosaic Virus. *Journal of Virology*, 81(4). <https://doi.org/10.1128/jvi.00960-06>

Krenz, B., Niehl, A., & Büttner, C. (2024). Charting the course of plant virology: innovations in diagnostics and beyond—reports from the DPG meeting. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 131(1). <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00818-5>

Liu, R., Vaishnav, R. A., Roberts, A. M., & Friedland, R. P. (2013). Humans Have Antibodies against a Plant Virus: Evidence from Tobacco Mosaic Virus. *PLoS ONE*, 8(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060621>

Sasaki, M., Uemura, K., Sato, A., Toba, S., Sanaki, T., Maenaka, K., Hall, W. W., Orba, Y., & Sawa, H. (2021). SARS-CoV-2 variants with mutations at the S1/ S2 cleavage site are generated in vitro during propagation in TMPRSS2-deficient cells. *PLoS Pathogens*, 17(1). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009233>

Shukla, S., Ablack, A. L., Wen, A. M., Lee, K. L., Lewis, J. D., & Steinmetz, N. F. (2013). Increased tumor homing and tissue penetration of the filamentous plant viral nanoparticle potato virus X. *Molecular Pharmaceutics*, 10(1). <https://doi.org/10.1021/mp300240m>

Simmonds, P., & Aiewsakun, P. (2018). Virus classification – where do you draw the line? *Archives of Virology*, 163(8). <https://doi.org/10.1007/s00705-018-3938-z>

Villanova, F., Marcatti, R., Bertanhe, M., Morais, V. D. S., Milagres, F. A. de P., Brustulin, R., Lima Araújo, E. L., Tahmasebi, R., Witkin, S. S., Deng, X., Delwart, E., Sabino, E. C., Abreu-Junior, C. H., Leal, É., & da Costa, A. C. (2021). New variants of squash mosaic viruses detected in human fecal samples. *Microorganisms*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071349>

• Enviado: noviembre 28, 2024 • Aceptado: julio 24, 2025

# Conservar sin confundir: la importancia de conocer a nuestras abejas

## *Conservation without confusion: the importance of knowing our bees*

Venecia Quesada-Béjar

Universidad Autónoma de Yucatán, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”. Mérida, Yucatán, México.

Contacto: venecia.quesada@umich.mx

**Resumen.** Las abejas son el grupo de polinizadores más importante del planeta, por medio de ellas, el polen se transporta de las anteras de una flor al estigma de otra flor, lo que contribuye a la producción de frutos y semillas, sustentando así la biodiversidad de los ecosistemas y agroecosistemas. Existen más de 20,000 especies de abejas en el mundo, la mayoría son solitarias. *Apis mellifera*, es una especie de abeja domesticada utilizada para la producción de miel, polen, propóleos, jalea real, veneno de abeja y el servicio de polinización en la agricultura comercial. En los últimos años, se ha observado una disminución en el número de colonias en países como México, Estados Unidos y Gran Bretaña, causada por factores como la pérdida y fragmentación de hábitats naturales, el uso intensivo de pesticidas y herbicidas, cambio climático, la presencia de parásitos (hongos, bacterias y virus) y otras plagas. La disminución de las poblaciones de abejas y las consecuencias negativas en la seguridad alimentaria ha despertado un creciente interés social. No obstante, la mala interpretación de la información ha llevado a la creencia errónea de que la abeja melífera está en peligro de extinción. Solo en México existen aproximadamente 2.21 millones de colmenas. Hay especies de abejas que si están en peligro de extinción como *Bombus dahlbomii*. Al abordar temas relacionados con especies amenazadas, resulta fundamental identificar con precisión la especie en cuestión, ya que generalizar puede distorsionar la comprensión de la situación particular de las diversas especies de abejas.

**Palabras clave:** diversidad, peligro de extinción, producción

**Abstract.** Bees are the most important group of pollinators on the planet. They transfer pollen from the anthers of one flower to the stigma of another flower, which contributes to the production of fruits and seeds, thus sustaining the biodiversity of ecosystems and agroecosystems. There are more than 20,000 species of bees in the world, most of which are solitary. *Apis mellifera* is a domesticated bee species used for the production of honey, pollen, propolis, royal jelly, bee venom and pollination services in commercial agriculture. In recent years, a decline in the number of colonies has been observed in countries such as Mexico, the United States and Great Britain, caused by factors such as the loss and fragmentation of natural habitats, the intensive use of pesticides and herbicides, climate change, the presence of parasites (fungi, bacteria and viruses) and other pests. The decline of bee populations and the negative consequences on food security has aroused increasing social interest. However, misinterpretation of information has led to the erroneous belief that the honey bee is in danger of extinction. In Mexico alone there are approximately 2.21 million hives. There are bee species that are in danger of extinction, such as *Bombus dahlbomii*. When addressing issues related to endangered species, it is essential to precisely identify the species in question, as generalizations can distort the understanding of the particular situation of the various bee species.

**Keywords:** diversity, danger of extinction, production

## Diversidad de abejas en el mundo

Cuando se menciona la palabra “abeja”, lo primero que suele venir a la mente es *Apis mellifera*, conocida como la abeja melífera. La palabra abeja abarca un conjunto amplio de especies pertenecientes al orden Hymenoptera. Hasta ahora, se han descrito alrededor de 20,000 especies de abejas en el mundo (Michener, 2007).

Las abejas silvestres, es decir, aquellas que no pertenecen al género *Apis*, constituyen el 90% de todas las especies (Nates-Parra, 2005). Estas se agrupan en siete familias. En México, se distribuyen seis de estas siete familias, con aproximadamente 2,000 especies registradas. Las zonas con mayor diversidad de abejas son los desiertos Sonorense y Chihuahuense, compartidos con los Estados Unidos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) declaró el 20 de mayo como el Día Mundial de las Abejas. En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) estableció el 17 de agosto como el Día Nacional de las Abejas. Estas fechas conmemorativas buscan crear conciencia sobre la conservación de todas las especies de abejas. Sin embargo, gran parte de la información disponible para el público se centra en la abeja melífera, reconocida por sus características franjas negras y amarillas. Esto ha limitado el conocimiento sobre la relevancia de otras especies silvestres.

## Vulnerabilidad de especies de abejas

Documentar el nivel de riesgo que enfrentan las especies de abejas es un desafío complejo, porque se debe de

presentar evidencia sobre la desaparición de la especie a nivel nacional o global. Las especies con algún grado de vulnerabilidad en su estado de conservación se incluyen en las listas rojas para que puedan ser consideradas en la legislación para implementar medidas de conservación. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) proporciona información sobre el estado de conservación de diversas especies a nivel global, incluidos varios invertebrados presentes en México (Cuadro 1).

La imagen de *Bombus pensylvanicus* es ilustrada en el sitio web New York Natural Heritage Program, s.f; *Bombus dahlbomii* (u/AI\_DKE, s.f); Rusty patched Bumble Bee (s.f).




Apis mellifera

*Apis mellifera* es una especie domesticada con fines productivos, comparable a otros animales de explotación como las vacas o las gallinas (Henríquez et al., 2018). Su origen se encuentra en África y el sureste asiático, desde donde se ha distribuido a casi todos los continentes, con excepción de las regiones polares.

Esta especie es manejada por los apicultores para la producción de miel, cera, propóleos, jalea real, veneno de abeja. Además, es considerada el polinizador más valioso en la agricultura comercial para la polinización dirigida de cultivos. En México, más de 135,500 colmenas se destinan a la polinización de cultivos hortícolas y frutícolas, generando ingresos significativos tanto para los apicultores como para los agricultores de pepino, berenjena, calabacita, sandía, melón, cártamo, manzana, fresa, aguacate y cítricos, entre otros (SAGARPA, 2008; Fig. 1).

Sin embargo, el sector apícola enfrenta múltiples desafíos como el cambio climático, el uso intensivo de plaguicidas, la pérdida de hábitat, enfermedades, la adulteración de productos, y la inestabilidad de los precios de la miel. Ante esta situación, muchos apicultores han optado por rentar sus colmenas para la polinización de cultivos, para aumentar sus ingresos, pero también implica un riesgo alto debido al uso de insecticidas que pueden causar la

Cuadro 1. Especies incluidas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Imágenes	Especies	Ubicación	Estado de conservación	Causas principales	Fuente
	<i>Bombus pensylvanicus</i>	Estados Unidos	Vulnerable	Contracción de la distribución geográfica del 23%	Cameron et al., 2011
	<i>Bombus dahlbomii</i>	Chile y Argentina	Peligro de extinción	La presencia de patógenos no nativos y la pérdida del hábitat	Morales et al., 2016
	<i>Bombus affinis</i>	Estados Unidos	En peligro critico	Contracción de la distribución geográfica del 87%	Cameron et al., 2011

pérdida de colonias enteras. En México, las colonias de *A. mellifera* han disminuido a nivel nacional, afectando aproximadamente a la mitad de los estados por causas como: las temperaturas extremas y la agricultura intensiva. Las regiones más afectadas son el centro y norte del país, con reducciones entre -0.21% y -0.52%, mientras que el centro-oriente muestra una disminución menor (0.2%) (Balvino-Olvera et al., 2023).

¿Esta Apis mellifera en peligro de extinción?

La extinción de *Apis mellifera* es altamente improbable. Esta especie está distribuida por todo el mundo y su desaparición masiva a nivel global sería necesaria para considerarla extinta.

Conclusiones

El término “abejas” abarca cerca de 20,000 especies distintas en el mundo. Sin embargo, numerosos titulares sensacionalistas han difundido, de manera errónea, la idea de que todas las abejas están en peligro de extinción, centrándose en *Apis mellifera* y restando atención a las especies silvestres. Es fundamental evitar generalizaciones

sobre el estado de conservación de las abejas, ya que muchas especies presentan distintos niveles de vulnerabilidad. Por ello, se requiere un enfoque de conservación más amplio y preciso, que reconozca y valore la diversidad de especies de abejas, profundizando en el papel que cumplen en su ecosistema, las especies de plantas que visita y su modo de vida.

Referencias

American Bumble Bee guide - New York natural heritage program. (s/f). Nynhp.org. Recuperado el 9 de junio de 2025, de <https://guides.nynhp.org/american-bumble-bee/>  
Balvino-Olvera, F. J., Lobo, J. A., Aguilar-Aguilar, M. J., Ruiz-Guzmán, G., González-Rodríguez, A., Ruiz-Mercado, I., Ghilardi, A., del Coro Arizmendi, M. y Quesada, M. (2023). Long-term spatiotemporal patterns in the number of colonies and honey production in Mexico. Scientific Reports, 13(1), 1017. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25469-8>  
Cameron, S. A., Lozier, J. D., Strange, J. P., Koch, J. B., Cordes, N., Solter, L. F. y Griswold, T. L. (2011). Patterns of widespread decline in North American bumble bees. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(2), 662-667. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1014743108>  
Henríquez P., Schapheer C., y Villagra C. (2018). Abejas...Mucho más que *Apis mellifera*. CODECIAM.





Figura 1. a) Colmenas en un cultivo de aguacate para su polinización, b) bastidor con abejas, cría en estado de pupa, miel y pan de abeja, c) abejas obreras en las manos de una apicultora.

<https://www.codeciam.org/2018/04/24/abejas-mucho-mas-que-apis-mellifera/>  
 Michener, C. D. (2007). The bees of the world. The Johns Hopkins University Press. 913 p.  
 Morales, C., Montalva, J., Arbetman, M., Aizen, M.A., Smith-Ramírez, C., Vieli, L. y Hatfield, R. (2016). *Bombus dahlbomii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e. T21215142A100240441.  
<https://www.iucnredlist.org/search?query=Bombus%20dahlbomii&searchType=species>  
 Nates-Parra, G. (2005). Abejas silvestres y polinización. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). (75), 7-20. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5728>  
 Rusty patched Bumble Bee. (s/f). Fws.gov. Recuperado el 9 de junio de 2025, de <https://www.fws.gov/species/rusty-patched-bumble-bee-bombus-affinis?skip=50>  
 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2008). Situación Actual y Perspectiva la Apicultura en México. Claridades Agropecuarias, (199), 3-34. <https://atlas-bejas.agricultura.gob.mx/pdfs/ca199-3.pdf>  
 u/AI\_DKE. (s.f). Chilean bumblebee (*Bombus dahlbomii*) [Imagen]. Reddit. Recuperado el 9 de junio de 2025, [https://www.reddit.com/r/AIDKE/comments/1idd5lv/chilean\\_bumblebee\\_bombus\\_dahlbomii/](https://www.reddit.com/r/AIDKE/comments/1idd5lv/chilean_bumblebee_bombus_dahlbomii/)

• Enviado: enero 28, 2025 • Aceptado: septiembre 23, 2025

## Introducción

Las cucarachas son insectos extraordinarios cuya historia evolutiva se remonta a aproximadamente 300-350 millones de años. En la actualidad, se han descrito cerca de 4,700 especies, aunque se estima que este número podría duplicarse (Siddiqui et al., 2023) (Figura 1). Estos organismos desempeñan un papel esencial en los ecosistemas al participar activamente en la descomposición de materia orgánica, desde restos vegetales hasta animales en descomposición. A diferencia de los humanos, cuyos orígenes se remontan a aproximadamente 200 mil años, las cucarachas han demostrado una notable capacidad de adaptación, evolución y supervivencia a lo largo de milenios, sugiriendo que podríamos aprender mucho de su resiliencia.

Son, sin duda, organismos excepcionalmente resistentes: pueden sobrevivir hasta un mes sin alimento, permanecer sin aire por 45 minutos y soportar una inmersión total en agua por hasta 30 minutos. Además, presentan una sorprendente tolerancia a la radiación, resistiendo dosis hasta 15 veces superiores a las letales para los humanos (Guzman y Vilcinskis, 2020). Dado su éxito evolutivo, se ha planteado la hipótesis de que las cucarachas podrían ser una fuente valiosa de nuevas

# El potencial biotecnológico de las cucarachas

Víctor Manuel Chávez Jacobo

Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.  
 Cuernavaca, Morelos, México.

Contacto: victor\_mch@hotmail.com

**Resumen.** Las cucarachas son insectos fascinantes, han sobrevivido en el planeta por más de 350 millones de años y se pueden encontrar prácticamente en todas partes; además, se ha observado que pueden resistir condiciones extremas en donde otros organismos simplemente morirían. Debido a que se alimentan de nuestros desechos, las relacionamos con ambientes antihigiénicos y con la transmisión de enfermedades. Se cree que una de las razones por las cuales son tan exitosas es por la diversidad de bacterias que colonizan todo su cuerpo, especialmente sus intestinos, ya que estas les permiten alimentarse de desechos e incluso, de ciertos tipos de plástico. Por lo anterior ha resultado de interés biotecnológico analizar los metabolitos que se producen en las cucarachas y, en este artículo mencionamos algunos de los usos que se están investigando y que tienen un gran potencial para el beneficio de la salud humana, principalmente en el campo del desarrollo de nuevos antibióticos y los tratamientos contra el cáncer.

**Palabras clave.** Microbiota, insectos, antibióticos, cáncer.

**Abstract.** Cockroaches are fascinating insects that have survived on the planet for more than 350 million years and can be found nearly everywhere. Remarkably, they can withstand extreme conditions where other organisms would perish. Because they feed on our waste, we associate it with unhygienic environments and the transmission of diseases. One key to their success is the diversity of bacteria colonizing their bodies, particularly their intestines, which allows them to consume waste and even certain types of plastic. As a result, cockroaches have garnered biotechnological interest. Researchers are analyzing the metabolites produced by these insects, identifying potential benefits for human health. This article explores some of these uses, which show promise in developing new antibiotics and cancer treatments.

**Key words.** Microbiota, insects, antimicrobials, cancer.



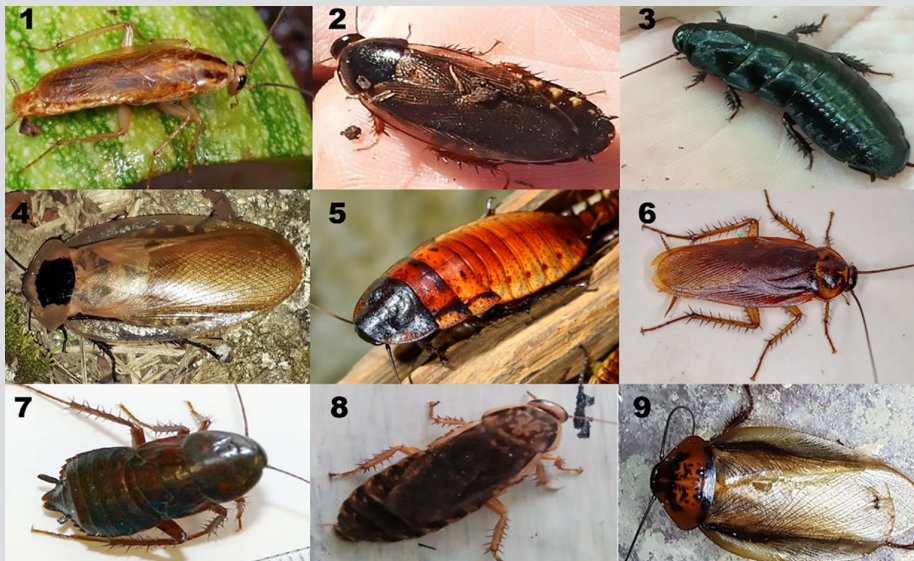


Figura 1. Podemos observar una imagen representativa de la diversidad que poseen las cucarachas. Es posible encontrar estos insectos en casi en cualquier parte, se han adaptado a climas sumamente calurosos y húmedos, así como a climas muy secos. (1) cucaracha alemana; (2) cucaracha de Surinam; (3) cucaracha de la madera; (4) cucaracha gigante del caribe; (5) cucaracha silbadora de Madagascar; (6) cucaracha americana; (7) cucaracha oriental; (8) cucaracha de la muerte; (9) cucaracha de cabeza naranja. Las imágenes fueron tomadas de <https://www.eol.org/>.

moléculas con actividad biológica, ya sea originadas en sus propios tejidos o en su microbioma, el complejo conjunto de microorganismos que habita en ellas y que contribuye a su salud y resiliencia (Guzman y Vilcinskis, 2020). En este artículo, exploramos los avances más recientes en la investigación de estos insectos y cómo su estudio podría aportar beneficios significativos para la mejora de nuestra calidad de vida.

### El papel del microbiota intestinal

Algunos estudios sugieren que la microbiota intestinal juega un papel sumamente importante en la salud y en la inmunidad de su huésped, así mismo, la composición de bacterias que colonizan el tracto gastrointestinal puede variar dependiente de múltiples factores, principalmente la alimentación (Tinker y Ottesen, 2020). Las cucarachas son omnívoras y se pueden alimentar de una gran variedad de cosas. Algo curioso es que las hembras requieren una dieta alta en proteína, esto puede deberse a la gran inversión en el desarrollo de los huevos, mientras que los machos prefieren un alto contenido de carbohidratos (Lauprasert y col., 2006). Estos insectos son capaces de alimentarse de cualquier alimento humano o animal, así como de sus desechos y de su materia fecal.

También se ha observado que se pueden alimentar de ciertos tipos de

plástico, que rompen fácilmente gracias a sus fuertes mandíbulas, y que posteriormente pueden digerir gracias a la presencia de microorganismos especiales en los intestinos (Por ejemplo; bacterias fermentadoras: *Bacteroides* spp y *Clostridium* spp; y bacterias productoras de enzimas digestivas: *Enterococcus* spp y *Lactobacillus* spp) (Figura 2) (Ali y col., 2017). Comúnmente se asocia a estos insectos con la transmisión de enfermedades y es que, debido a sus hábitos antes mencionados, están en constante contacto con bacterias que podrían ser dañinas tanto para ellas como para nosotros, tal es el caso de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* (Ali y col., 2017). Desde este punto de vista, son consideradas una plaga, debido a su capacidad para su establecimiento con éxito en los espacios en que habitan los humanos y a que potencialmente son capaces de transmitir estos patógenos y causar enfermedades. Sin embargo, este estrecho contacto con gérmenes también indica que las cucarachas han desarrollado la habilidad para sobrevivir y coexistir

Con ellos. Se ha identificado que para reconocer a bacterias potencialmente dañinas para su salud cuentan con unas proteínas llamadas lecitinas, las cuales realizan la identificación y posteriormente estimulan el sistema inmune para

responder rápidamente ante la posible infección.

Otro factor que contribuye con la inmunidad es un conducto complejo que las cucarachas poseen en una de sus cavidades, el cual está lleno de moléculas con actividad antibiótica que destruyen a las bacterias antes de que estos puedan llegar al hemocel, que es básicamente el sistema circulatorio de los insectos. Debido a que este sistema actúa como un filtro, la población bacteriana se mantiene bajo control y se confinan principalmente al sistema digestivo (Ali y col., 2017). A continuación, mencionaremos algunos ejemplos de los avances que se han realizado gracias al estudio de las cucarachas y su microbiota.

### Búsqueda de antibióticos

La resistencia a los antibióticos es un problema de salud pública de interés global, se estima que en la actualidad se pueden atribuir un total de 1.14 millones de muertes directas y 4.71 millones de muertes relacionadas con bacterias resistentes. Debido a estas cifras, la Organización Mundial de la Salud ha instado a la comunidad científica a buscar nuevas moléculas con actividad antibiótica en ambientes poco explorados y en este tenor, las cucarachas parecen un organismo perfecto para explorar (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2024).

Las bacterias que se han aislado de cucarachas y que presenta potencial biotecnológico incluyen a *Serratia marcescens*, *Bacillus* sp. y *Streptococcus* sp. entre otras. Con ellas se han realizado experimentos donde se demuestra que son capaces de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, algunas de ellas resistentes a la mayoría de los antibióticos que podemos encontrar en la farmacia (Ali y col., 2017). Estos resultados son muy prometedores e indican que es posible desarrollar antibióticos o probióticos, microorganismos vivos que cuando se administran proporcionan beneficios para la salud, que serán útiles para aliviar la crisis de resistencia que estamos enfrentando hoy en día. Además, se ha encontrado que extractos de cerebro, así como la hemolinfa, que básicamente es la sangre en los insectos, presentan actividad antibiótica contra varias bacterias patógenas y de forma sorprendente, también se ha observado



que el extracto de cerebro es activo contra algunos virus (Ali y col., 2017). Debido a esto, las posibilidades de desarrollar medicamentos que mejoren nuestra calidad de vida es sumamente amplia y prometedora.

### Compuestos con actividad anticancerígena

El cáncer ha sido establecido como una de las enfermedades que causan la mayor cantidad de muertes al año, su tratamiento se basa principalmente en el uso de quimioterapia, radioterapia y recientemente en el uso de células madre. Sin embargo, la terapia tiene severos efectos adversos en los pacientes, por lo que la búsqueda de nuevos tratamientos es un área de especial interés (OMS. 2022). En algunas partes del mundo, los pacientes de cáncer han recurrido a la Medicina Tradicional China (MTC), principalmente debido a que promete los mismos resultados que la medicina occidental sin los efectos adversos. La MTC ha empleado secreciones de insectos, particularmente, las cucarachas han demostrado propiedades anticancerígenas. Algunas investigaciones justifican el efecto anticancerígeno con la habilidad para tolerar la radiación, pero aún se está analizando este aspecto tan notable (Soopramanien y col., 2019).

Las investigaciones que se han realizado sugieren que el extracto de cerebro y la hemolinfa tiene actividad contra cáncer de ovario, mama, pulmón

y próstata. Además, se ha analizado el quitosano, un componente del exoesqueleto de las cucarachas, y se ha encontrado que tiene actividad contra el cáncer de mama, hígado y laringe (Soopramanien y col., 2019). Adicionalmente, se ha demostrado que el quitosano también puede emplearse en el tratamiento de la leucemia mieloide. La explicación más aceptada sobre la actividad del quitosano es que está diseñado para proteger a las cucarachas de las amenazas del medio ambiente, que para estos insectos parece que siempre es adverso.

### Conclusión

Las infecciones causadas por bacterias resistentes a antibióticos y el cáncer se han convertido en las mayores preocupaciones de la salud humana y continuamente se están buscando nuevos tratamientos, más efectivos, específicos y con menos efectos adversos. Sin duda alguna, las cucarachas representan una fuente rica y diversa de compuestos con actividad biológica y no dudemos que en un futuro se comercialicen una gran cantidad de productos aislados en este peculiar grupo de insectos. En la actualidad, el único producto que podemos encontrar se llama “Kangfuxin”, un extracto de cucarachas que en la MTC se utiliza para tratar gastroenteritis, úlceras duodenales y problemas respiratorios (Tian y col., 2021). Curiosamente, en la ciudad de Xichang, en China, existen granjas

donde se calcula que se producen anualmente 6 000 millones de cucarachas adultas, con la única intención de fabricar este extracto (Suen y Woo. 2018). Estamos ante un gran abanico de oportunidades, sin embargo, se requiere de mucha investigación para que los metabolitos extraídos de las cucarachas sean completamente seguros para nosotros y no sean vistos como productos milagro, ya que, por el momento, no reemplazan los tratamientos convencionales de ninguna enfermedad.

### Bibliografía

- Ali SM, Siddiqui R, Ong SK, Shah MR, Anwar A, Heard PJ, Khan NA. 2017. Identification and characterization of antibacterial compound(s) of cockroaches (*Periplaneta americana*). *Appl Microbiol Biotechnol.* 101(1):253-286. DOI: 10.1007/s00253-016-7872-2.
- Antimicrobial Resistance Collaborators. 2024. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *Lancet.* 404(10459):1199-1226. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)01867-1.
- Guzman J, Vilcinkas A. 2020. Bacteria associated with cockroaches: health risk or biotechnological opportunity? *Appl Microbiol Biotechnol.* 104(24):10369-10387. DOI: 10.1007/s00253-020-10973-6.
- Lauprasert P, Sithicharoenchai D, Thirakhuat K, Pradatsudarasar AO. 2006. Food preference and feeding behavior of the German cockroach, *Blattella germanica* (Linnaeus). *J Sci Res Chula Univ.* 31:121-126.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2022. Cáncer. Revisado en línea: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>.
- Siddiqui R, Elmashak Y, Khan NA. 2023. Cockroaches: a potential source of novel bioactive molecule(s) for the benefit of human health. *Appl Entomol Zool.* 58(1):1-11. DOI: 10.1007/s13355-022-00810-9.
- Soopramanien M, Mungroo MR, Sagathevan KA, Khan NA, Siddiqui R. 2019. Invertebrates living in polluted environments are potential source of novel anticancer agents. *Marmara Pharm J.* 23:1079-1089. DOI: 10.35333/jrp.2019.72.
- Suen T, Woo R. 2018 (10 de diciembre). La mayor granja de cucarachas en el mundo: mira para qué sirve. *La Vanguardia (Natural)*. <https://www.lavanguardia.com/natural/20181210/453474411614/jinan-china-granja-produccion-cucarachas-reciclaje-residuos-alimentacion.html>.
- Tian M, Dong J, Wang Z, Lu S, Geng F. 2021 The effects and mechanism of Kangfuxin on improving healing quality and preventing recurrence of gastric ulcer. *Biomed Pharmacother.* 138:111513. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.111513.
- Tinker KA, Ottesen EA. 2020. Phyllosymbiosis across deeply diverging lineages of omnivorous cockroaches (Order Blattodea). *Appl Environ Microbiol.* 86(7): e02513-19. DOI: 10.1128/AEM.02513-19.

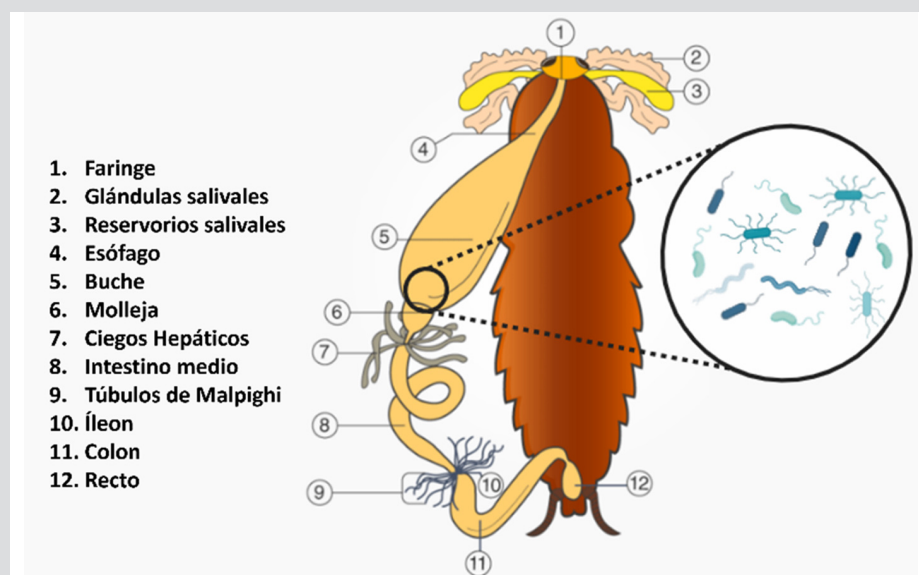


Figura 2. Imagen representativa de la anatomía básica del tracto gastrointestinal de una cucaracha. Podemos encontrar diversas bacterias que contribuyen con el estilo de vida de estos insectos y que se están aprovechando hoy en día en el área de la biotecnología, buscando nuevos antibióticos y anticancerígenos. (Imagen editada de: <https://byjus.com/biology/morphology-and-anatomy-of-cockroach/>).

# La batalla química en los cultivos de hongos de las hormigas

## *The chemical battle in ants' fungus gardens*

Edgar Manuel Villa-Villa<sup>1</sup>, Soledad Vázquez Garcidueñas<sup>1,2</sup>  
y Gerardo Vázquez Marrufo<sup>1,2</sup>

1. Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", UMSNH. Morelia, Michoacán, Mexico.

Contacto: gerardo.marrufo@umich.mx

**Resumen.** Millones de años antes de que la humanidad iniciara el cultivo de plantas, las hormigas ya practicaban la agricultura. En una cámara especial del hormiguero, las hormigas cultivan el micelio de un hongo al que alimentan con fragmentos de hojas frescas. Gracias a esta biomasa vegetal el hongo crece y como recompensa produce estructuras ricas en azúcares llamadas gongilidios, con las que las hormigas alimentan a sus larvas. El micelio cultivado no está libre de amenazas, ya que tiene como enemigos a otros hongos que intentan alimentarse de él. Para defender a su cultivo, las hormigas cuentan con bacterias aliadas que producen metabolitos secundarios, moléculas orgánicas que eliminan al hongo invasor. En el jardín de las hormigas se libra una auténtica batalla química. Mientras que el hongo patógeno produce metabolitos para colonizar el cultivo, las bacterias aliadas de las hormigas producen compuestos para combatirlo. La agricultura humana moderna ha imitado este modelo, incorporando el uso de bacterias y hongos para proteger a sus cultivos de microorganismos patógenos. Este modelo natural que no causa daño a la salud de las hormigas, ni a otras especies o al entorno ecológico, nos inspira a desarrollar prácticas agrícolas más armoniosas con el medio ambiente.

**Palabras clave.** metabolitos, micelio, mutualismo

**Abstract.** Millions of years before humans began cultivating plants, ants were already practicing agriculture. In a special chamber of the anthill, ants cultivate the mycelium of a fungus, which they feed with fresh leaf fragments. Thanks to this plant biomass, the fungus grows and, as a reward, produces sugar-rich structures called gongylidia, which the ants feed their larvae. The cultivated mycelium is not free from threats, as its enemies are other fungi that try to feed on it. To defend their crops, the ants rely on bacterial allies that produce secondary metabolites, organic molecules that eliminate the invading fungus. In the ant garden, a real chemical battle is waged. While the pathogenic fungus produces metabolites to colonize the crop, the ants' bacterial allies produce compounds to combat it. Modern human agriculture has imitated this model, incorporating the use of bacteria and fungi to protect its crops from pathogenic microorganisms. This natural model, which does not harm the health of ants, other species, or the ecological environment, inspires us to develop more environmentally friendly agricultural practices.

**Keywords.** metabolites, mycelium, mutualism

### Relaciones entre los hongos y los insectos

Los hongos establecen relaciones ecológicas positivas y negativas con distintos grupos de insectos, como el parasitismo, en donde el hongo infecta al insecto y lo mata o el mutualismo, donde ambos organismos se

benefician. Una forma de visualizar estas relaciones es pensar que el parasitismo equivale a una enemistad, mientras que el mutualismo representa una amistad entre los organismos. Los ejemplos de mutualismo entre hongos e insectos son fascinantes y diversos, como resultado de procesos evolutivos de millones de años. Por ejemplo, las avispas que perforan

troncos para construir galerías, los mosquitos y avispas que generan agallas en las hojas de las plantas, y los escarabajos que viven en la madera, han mantenido asociaciones mutualistas con distintas especies de hongos durante aproximadamente 150 millones de años. La evidencia más confiable del tiempo que tiene una asociación mutualista entre un hongo y un insecto es la relación entre los gorgojos perforadores de madera en la subfamilia Platypodinae y sus mutualistas fúngicos del grupo Ascomycota (Ophiostomatales), cuya asociación se estima en al menos 90 millones de años (Biedermann y Vega, 2020).

### Las hormigas, inventoras de la agricultura

Desde hace aproximadamente 50 millones de años, distintas especies de hormigas de la tribu Attini cultivan hongos como fuente de alimento, en una relación mutualista muy particular. Estas hormigas pueden considerarse las verdaderas inventoras de la agricultura, ya que los seres humanos comenzaron a cultivar plantas de manera sistemática hace apenas alrededor de 10,000 años. Más de 240 especies de hormigas Attini cultivan alguna especie de hongo; entre ellas, algunas son "forrajeras" que colectan fragmentos de hojas frescas de distintas plantas y los transportan al interior del hormiguero (Schultz *et al.*, 2015). Las hormigas no consumen directamente las hojas que recolectan. En cambio, cultivan en uno de los compartimentos del hormiguero el micelio de un hongo, con aspecto de una red de hilos, al que alimentan con esos fragmentos. Como respuesta, el hongo produce en ciertas zonas del micelio unas estructuras llamadas gongilidios, ricas en azúcares, que las hormigas cosechan para alimentar a sus larvas (Fig. 1).

Es importante aclarar que lo que las hormigas cultivan es el micelio vegetativo del hongo, no el cuerpo fructífero. A diferencia de la agricultura humana, cuyo objetivo es obtener el basidiocarpio, la estructura que consumimos como champiñones o setas. Las hormigas mantienen activa una colonia de micelio, que es el responsable de producir el cuerpo fructífero bajo condiciones adecuadas.

### La batalla química en el jardín de las hormigas

En el "jardín" del hormiguero se lleva a cabo una verdadera batalla química en la que organismos de distintos grupos

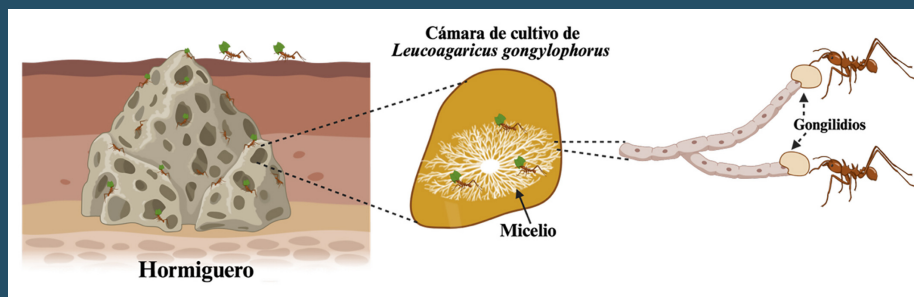


Figura 1. Cultivo del micelio del hongo basidiomicete *Leucoagaricus gongylophorus* por hormigas Attini. Las hormigas llevan forraje al hormiguero y en una cámara se lo dan al micelio del hongo. El micelio produce estructuras llamadas gongilidios ricas en azúcar, que las hormigas cosechan para alimentar a sus larvas. Creado en BioRender. Vázquez-Marrufo, G. (2025) <https://BioRender.com/ywia6gc>



biológicos producen metabolitos secundarios, que utilizan como verdaderas armas químicas para atacarse entre sí, o bien para proteger al hongo cultivado o a las propias hormigas. Una de las especies de hongos cultivadas por las hormigas Attini es el basidiomicete *Leucoagaricus gongylophorus*, cuyo principal enemigo son hongos del género *Escovopsis*.

Las especies de *Escovopsis* también se alimentan del micelio de *Leucoagaricus gongylophorus* y, para invadirlo, crecen sobre él e inhiben su desarrollo mediante la producción de metabolitos secundarios con actividad antifúngica. Los metabolitos secundarios, esas armas químicas que se utilizan en la batalla, son moléculas orgánicas de bajo peso molecular. Estos compuestos son diversos y pertenecen a distintos grupos químicos como terpenos-alcaloides, policétidos y piperazina. Sin embargo, las hormigas cuentan con aliados microbianos para defender a su cultivo. Uno de los más importantes es una bacteria del género *Pseudonocardia*, capaz de producir varios metabolitos de los grupos químicos péptidos y macrólidos, que tienen la capacidad de inhibir al intruso *Escovopsis* (Fig. 2).

Además, bacterias del género *Streptomyces* también producen metabolitos contra *Escovopsis* del mismo tipo que los producidos por *Pseudonocardia*, pero que son moléculas diferentes (Batey *et al.*, 2015; Elliot *et al.*, 2025). Estos dos géneros bacterianos pertenecen al grupo de las Actinobacterias, cuyas células son filamentos alargados.

Se han descrito otros grupos bacterianos y de hongos, incluidas levaduras, asociados a los jardines de las hormigas, que son aliados para mantener el cultivo de *Leucoagaricus gongylophorus*. Algunas de estas bacterias son transportadas en el cuerpo de las hormigas (Elliot *et al.*, 2025). También se ha documentado que las hormigas pueden realizar un tipo de “deshierbe” similar al que se realiza en la agricultura humana, que consiste en remover físicamente otras plantas que afectan al cultivo de interés. En su caso, las hormigas identifican el micelio de *Leucoagaricus gongylophorus* gracias a los metabolitos volátiles que este produce y libera al ambiente, por lo que genera un olor característico que permite que lo distingan del micelio de los hongos patógenos, los cuales remueven

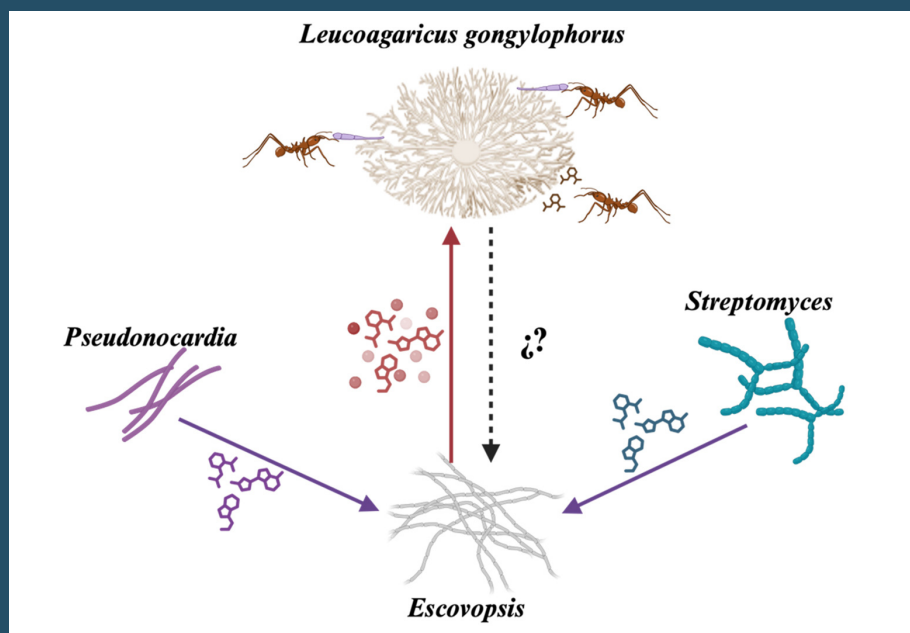


Figura 2. La batalla química en el cultivo del hormiguero. Los hongos patógenos del género *Escovopsis* producen metabolitos secundarios para atacar al cultivo de *Leucoagaricus gongylophorus*. A su vez, las actinobacterias de los géneros *Pseudonocardia* y *Streptomyces* producen metabolitos secundarios para atacar a *Escovopsis*. Las hormigas “deshierban” el cultivo quitando el micelio de los hongos que no son su alimento, al que reconocen por el olor de los metabolitos que produce. Los signos de interrogación indican que no se sabe si el micelio del cultivo produce metabolitos para defenderse del hongo patógeno. Creado en BioRender. Vázquez-Marrufo, G. (2025) <https://BioRender.com/mosk6tx>

eficientemente del jardín (Goes *et al.*, 2020).

## Lecciones de la agricultura de las hormigas

Las hormigas inventaron la agricultura muchos millones de años antes que las sociedades humanas. Ambas formas de cultivo enfrentan retos similares, como el control de plagas y patógenos. En este contexto se libra una “guerra química”, comparable a la que ocurre en la agricultura moderna, donde se utilizan compuestos químicos para controlar a hongos patógenos, que a su vez producen metabolitos para atacar los cultivos. Mientras que las prácticas agrícolas de las hormigas y sus microorganismos aliados se han conservado con éxito por millones de años, la agricultura humana ha experimentado una transición significativa en un periodo corto. En la segunda mitad del siglo pasado, el ser humano cuidó a sus cultivos casi exclusivamente con agroquímicos, pero en las últimas décadas se ha incorporado el uso de bacterias y hongos benéficos que no solo protegen a las plantas de plagas y enfermedades, sino que también promueven su crecimiento. Este cambio aumenta el parecido entre la agricultura humana y la de las hormigas, ya que al utilizar aliados naturales se evita dañar a los organismos que rodean al cultivo.

Esperamos que este cambio en la agricultura humana nos permita continuar alimentándonos de nuestros cultivos durante muchos años más, como lo han logrado las hormigas a lo largo de su historia.

## Referencias

- Batey, S. F., Greco, C., Hutchings, M. I. & Wilkinson, B. (2020). Chemical warfare between fungus-growing ants and their pathogens. *Current Opinion in Chemical Biology*, 59: 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2020.08.001>
- Biedermann, P. H. & Vega, F. E. (2020). Ecology and evolution of insect-fungus mutualisms. *Annual Review of Entomology*, 65(1): 431-455. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-024910>
- Elliot, S. L., Montoya, Q. V., Caixeta, M. C. S. & Rodrigues, A. (2025). The fungus *Escovopsis* (Ascomycota: Hypocreales): a critical review of its biology and parasitism of attine ant colonies. *Frontiers in Fungal Biology*, 5: 1486601. <https://doi.org/10.3389/ffunb.2024.1486601>
- Goes, A. C., Barcoto, M. O., Kooij, P. W., Bueno, O. C. & Rodrigues, A. (2020). How do leaf-cutting ants recognize antagonistic microbes in their fungal crops? *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8: 95. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00095>
- Schultz, T. R., Sosa-Calvo, J., Brady, S. G., Lopes, C. T., Mueller, U. G., Bacci Jr, M. & Vasconcelos, H. L. (2015). The most relictual fungus-farming ant species cultivates the most recently evolved and highly domesticated fungal symbiont species. *The American Naturalist*, 185(5): 693-703. <https://doi.org/10.1086/680501>

# “De los hongos a la medicina: el ascenso de los peptaiboles como potenciales tratamientos del futuro”

## “From mushrooms to medicine: the rise of peptaiboles as potential treatments of the future”

Ricardo Giovanni Soria Herrera<sup>1</sup>, Vianey Olmedo Monfil<sup>2</sup>  
y Carlos Cortés Penagos<sup>1</sup>

1. Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. 2. Departamento de Biología. Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Gto. México.

Contacto: carlos.cortes@umich.mx

**Resumen.** Los peptaiboles son pequeños péptidos naturales producidos por hongos filamentosos. Hasta la fecha, se han identificado más de 1.000 de estos compuestos. Lo que distingue a los peptaiboles es su estructura inusual ya que contienen aminoácidos no proteínogénicos, que es un tipo de aminoácido que no se incorpora habitualmente en las proteínas durante la síntesis ribosomal, a diferencia de los 20 aminoácidos estándar que el cuerpo utiliza para construir proteínas. Con una longitud de entre 5 y 20 aminoácidos, estos pequeños péptidos son producidos principalmente por hongos de los géneros *Trichoderma*, *Hypocrea*, *Clonostachys* y *Emericellopsis*. Estas moléculas poseen la capacidad de formar poros en las membranas celulares lo que los hace eficaces para combatir bacterias, hongos, virus, parásitos e incluso células cancerosas. Esta amplia gama de efectos biológicos los convierte en candidatos prometedores para nuevos tratamientos antibióticos, oncológicos antiparasitarios y otras aplicaciones en medicina, agricultura y biotecnología.

**Palabras clave.** Peptaibol, péptidos antimicrobianos, antibióticos.

**Abstract.** Peptaibols are small, naturally occurring peptides produced by filamentous fungi. To date, over 1,000 of these compounds have been identified. What distinguishes peptaibols is their unusual structure, as they contain non-proteinogenic amino acids, a type of amino acid that is not typically incorporated into proteins during ribosomal synthesis, unlike the 20 standard amino acids that the body uses to build proteins. With lengths ranging from 5 to 20 amino acids, these small peptides are primarily produced by fungi belonging to the genera *Trichoderma*, *Hypocrea*, *Clonostachys*, and *Emericellopsis*. These molecules have the ability to form pores in cell membranes, making them effective against bacteria, fungi, viruses, parasites, and even cancer cells. This broad range of biological effects makes them promising candidates for new antibiotic, anticancer, antiparasitic, and other treatments, with applications in medicine, agriculture, and biotechnology.

**Keywords.** Peptaibol, antimicrobial peptides, antibiotics.

### Introducción

La resistencia a los tratamientos contra infecciones causadas por bacterias, hongos y parásitos representa hoy en día uno de los mayores desafíos a la salud pública global. Las infecciones provocadas por organismos patógenos resistentes están en constante aumento, y su capacidad para desarrollar mecanismos de defensa evoluciona a

un ritmo que supera la capacidad de crear nuevos fármacos. A esta situación se suma la progresiva disminución de la inversión del sector farmacéutico en la investigación de tratamientos biocidas, motivada principalmente por los altos costos de desarrollo y el limitado retorno económico comparado con otra clase de medicamentos, lo que ha ralentizado significativamente la incorporación de nuevas opciones

terapéuticas (Akbarian *et al.*, 2022).

Este escenario contrasta profundamente con hitos históricos que transformaron la medicina, como el descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming en 1928. Aislada a partir del hongo *Penicillium*, esta molécula no solo marcó el inicio de la era moderna de los antibióticos, sino que también impulsó un florecimiento en la búsqueda de compuestos biocidas en fuentes naturales (bacterias, hongos y plantas).

Durante décadas, las bacterias fueron la principal fuente de estos fármacos: bacterias del género *Streptomyces*, pertenecientes al grupo de las Actinobacterias, dieron origen a numerosos tratamientos ampliamente utilizados contra hongos, parásitos y otras bacterias. Sin embargo, esto ha cambiado en las últimas décadas, ejemplo de ello es que hacia 1985, se contaba con 104 principios activos antimicrobianos disponibles y esta cifra lejos de expandirse, ha disminuido considerablemente.

Frente a esta declinación en el desarrollo de nuevos tratamientos y ante la creciente amenaza de la resistencia de los patógenos, la comunidad científica ha reenfocado su atención hacia moléculas biológicas con potencial terapéutico, entre las cuales destacan los péptidos antimicrobianos como una prometedora alternativa para el diseño de estrategias innovadoras contra patógenos multirresistentes (Huan *et al.*, 2020).

### Pequeños guardianes en forma de péptidos

Las proteínas en los seres vivos son estructuras en forma de cadenas, formadas por eslabones de aminoácidos que desempeñan un sinnúmero de funciones esenciales en los todos los organismos. Las cadenas cortas de aminoácidos se les denomina polipéptidos y dentro de este grupo existe una categoría especial conocida como péptidos bioactivos; se trata de moléculas pequeñas, generalmente formadas por menos de 50 eslabones de aminoácidos, que actúan en todos



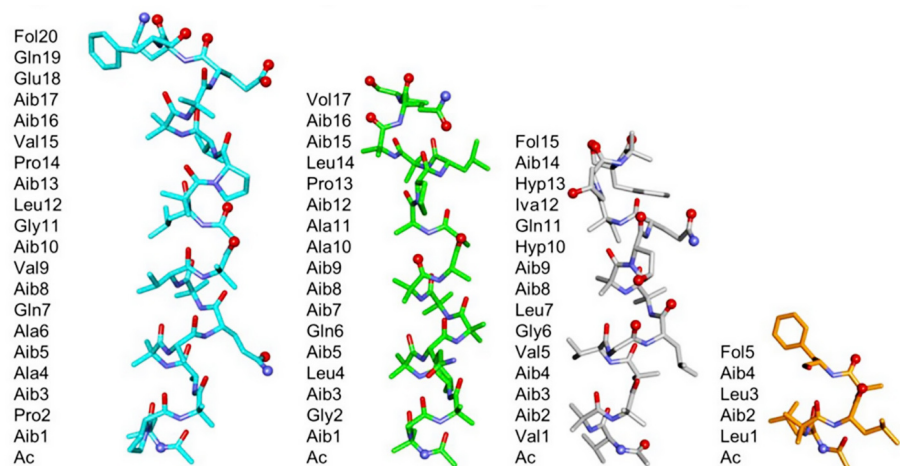


Figura 1. Estructura de peptaiboles con diferentes tamaños producidos por hongos filamentosos; A: Alameticina, B: Tricotoxina, C: Bergofungina A, D: Peptaibolina (Tomado y modificado de Das *et al.*, 2018).

los seres vivos en múltiples funciones como el crecimiento, el desarrollo, la reproducción y como mecanismo de defensa contra organismos invasores. Estos péptidos no tienen un solo origen; se han identificado en todos los organismos en la naturaleza, lo que demuestra su importancia evolutiva (De Mandal *et al.*, 2021).

Existen diversas formas de clasificar estos péptidos, y la mayoría se basan en su mecanismo de acción, su composición química o su estructura molecular. Pero no solo varían en forma y función, también se producen de maneras diversas. Algunos son sintetizados por la maquinaria ribosomal, es decir, mediante el proceso tradicional de traducción del RNA mensajero, como ocurre con muchas proteínas. Otros, en cambio, son ensamblados por enzimas especializadas, llamadas péptido sintetasas no ribosomales, que permiten incorporar aminoácidos poco comunes y crear estructuras más complejas. Finalmente, hay péptidos que se generan cuando proteínas más grandes son "cortadas" en fragmentos activos mediante un proceso conocido como escisión proteolítica; estos se llaman péptidos crípticos, porque permanecen ocultos dentro de la proteína original hasta que son liberados (Buda De Cesare *et al.*, 2020).

Existen bases de datos donde se documentan los péptidos con diversas actividades, una de estas bases de datos especializada se denominada DRAMP (Database of Research-Active

Antimicrobial Peptides), disponible en <http://dramp.cpu-bioinform.org/>

Esta plataforma reúne un total de **30,260** secuencias de péptidos con diferentes actividades, clasificadas según su origen y estado de desarrollo:

17,886 son péptidos patentados.

12,278 son naturales o sintéticos con actividad comprobada.

96 se encuentran en etapas clínicas o preclínicas como posibles nuevos fármacos.

En cuanto a su espectro de acción, 8,831 de estos péptidos tienen actividad antibacteriana, 3,518 son antifúngicos, 3,861 muestran efecto antiviral, y solo 151 han demostrado actividad antiparasitaria (Ma *et al.*, 2025).

### Peptaiboles: la artillería química de los hongos

Los peptaiboles fueron descritos por primera vez en 1967 en el hongo *Trichoderma viride*. Desde entonces, se han identificado más de mil variantes en diversos hongos filamentosos, como *Hypocrea*, *Clonostachys* o *Emericellopsis*. Se trata de péptidos pequeños (Figura 1), ¿qué los hace especiales?

Están compuestos por entre 5 y 20 aminoácidos, muchos de ellos no proteinogénicos, como el  $\alpha$ -aminoisobutírico (Aib), poco comunes en las proteínas estándar.

Se distinguen por la presencia del aminoácido  $\alpha$ -aminoisobutírico (Aib),

del cual derivan su nombre: péptido + Aib = Peptaibol.

Su biosíntesis ocurre mediante la vía no ribosomal, catalizada por enzimas especializadas llamadas péptido sintetasas, lo que permite incorporar residuos atípicos y generar estructuras únicas.

Según el Peptaibol Database (<https://peptaibol.cryst.bbk.ac.uk/home.shtml>), actualmente se documentan 317 secuencias con actividad contra bacterias, hongos, virus, parásitos y células cancerosas, destacando su versatilidad biológica.

Debido a su estructura única, muchos peptaiboles exhiben una fuerte actividad biocida (Hermosa *et al.*, 2014; Süssmuth & Mainz, 2017).

De los más de 1,000 peptaiboles descritos hasta la fecha, solo una fracción ha demostrado actividad contra microorganismos patógenos de humanos. El mecanismo de acción propuesto para los peptaiboles es la permeabilización de membranas celulares a través de la formación de poros dependientes del voltaje que permiten la fuga de iones, provocando así la muerte celular (Figura 2). Este efecto depende de sus características fisicoquímicas y de la presencia de aminoácidos no convencionales, como el Aib (Tornesello *et al.*, 2020).

Los peptaiboles destacan por su amplio potencial biotecnológico, gracias a su actividad contra bacterias, hongos filamentosos, parásitos e incluso células cancerosas. Un ejemplo de esta actividad es la Emerimicina IV, que mostró efecto contra bacterias Gram-positivas en forma de cocos, como *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina y *Enterococcus faecalis* resistentes a vancomicina, patógenos especialmente difíciles de tratar (Inostroza *et al.*, 2018). La septocilindrina B, aislada del hongo *Septocylindrium* sp., no solo actúa frente a *Escherichia coli*, sino que también tuvo efecto antifúngico contra *Candida albicans*, dos microorganismos frecuentes en infecciones humanas (Summers *et al.*, 2007).

En 2021, Woo Lee y colaboradores reportaron que peptaiboles como la

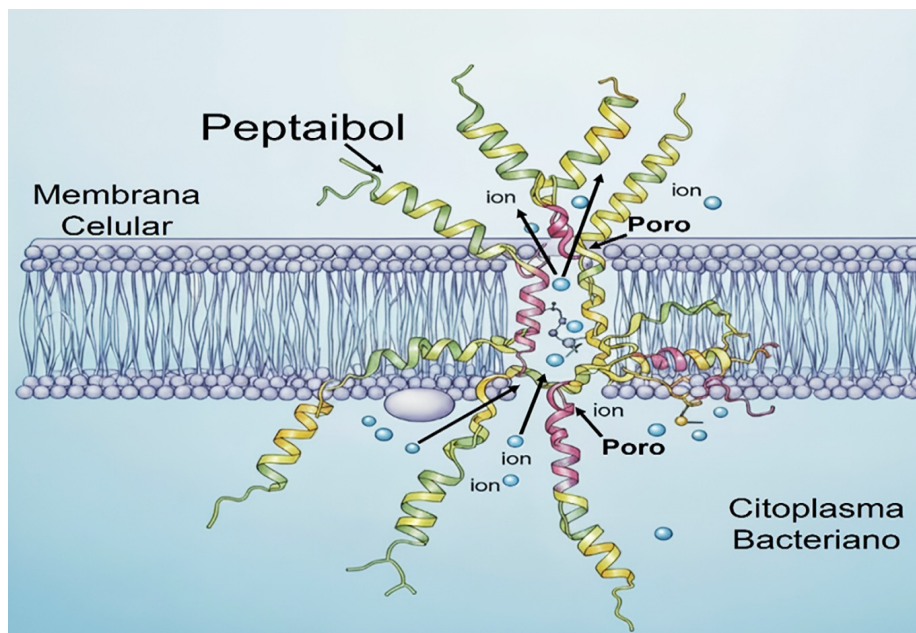
*Harzianina* NPDG I, producidos por los hongos *Trichoderma* spp. e *Hypocrea* spp., exhiben actividad frente a *Plasmodium falciparum*, el parásito responsable de la malaria más letal. Asimismo, estudios recientes han explorado su uso en oncología: Casagrande y colaboradores (2021) demostraron que análogos modificados de la *Trichoginina* GA IV pueden superar mecanismos de resistencia en tratamientos contra el cáncer, abriendo nuevas vías para terapias más efectivas en pacientes con tumores resistentes a los tratamientos (Lee *et al.*, 2021; Casagrande *et al.*, 2021).

A pesar de la promesa que representan los peptaiboles, la batalla aún continúa, los organismos patógenos humanos son ejemplos de supervivencia, continuamente desarrollan mecanismos que les permitan sobrevivir a nuestros tratamientos, modificando la superficie celular o bloqueando el acceso a los sitios de acción de estas moléculas, la evolución no se detiene y la guerra aún no termina (María-Neto *et al.*, 2015).

## Conclusión

Los peptaiboles son un ejemplo del ingenio molecular que la naturaleza ha desarrollado a través de la evolución. forman parte de un sofisticado arsenal químico para combatir bacterias, hongos y otros competidores.

Más allá de su papel en la defensa microbiana, su estructura única enriquecida con aminoácidos no convencionales como el Aib y modificaciones terminales, les confiere estabilidad y capacidad para interrumpir la integridad de membranas celulares, lo que los hace efectivos aun contra patógenos resistentes a otros antibióticos, pero su acción no se limita a combatir bacterias, estudios recientes revelan potencial antiparasitario, antiviral y antitumoral. Por ello, los peptaiboles emergen no solo como candidatos terapéuticos prometedores, sino también como modelos valiosos para diseñar péptidos sintéticos con aplicaciones en medicina, agricultura y salud pública.



**Figura 2. Modelo de interacción peptaibol-membrana celular y formación de poros (Imagen generada por un modelo de IA de Google Gemini).**

## Referencias

- Akbarian, M., Khani, A., Eghbalpour, S., & Uversky, V. N. (2022). Bioactive Peptides: Synthesis, Sources, Applications, and Proposed Mechanisms of Action. *International Journal of Molecular Sciences*, 23, 1445. <https://doi.org/10.3390/ijms23031445>.
- Buda De Cesare, G., Cristy, S. A., Garsin, D. A., & Lorenz, M. C. (2020). Antimicrobial Peptides: a New Frontier in Antifungal Therapy. *American Society for Microbiology*, 11:e02123-20. <https://doi.org/10.1128/mBio>.
- Casagrande, N., Borghese, C., Gabbatore, L., Morbiato, L., De Zotti, M., & Aldinucci, D. (2021). Analogs of a Natural Peptaibol Exert Anticancer Activity in Both Cisplatin- and Doxorubicin-Resistant Cells and in Multicellular Tumor Spheroids. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 8362. <https://doi.org/10.3390/ijms22168362>.
- Das, S., Salah, K. B. H., Djibo, M., & Inguibert, N. (2018). Peptaibols as a Model for the Insertions of Chemical Modifications. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 658, 16-30.
- De Mandal, S., Panda, A. K., Murugan, C., Xu, X., Kumar, N. S., & Jin, F. (2021). Antimicrobial Peptides: Novel Source and Biological Function With a Special Focus on Entomopathogenic Nematode/Bacterium Symbiotic Complex. *Frontiers in Microbiology*, 12:555022. doi: 10.3389/fmicb.2021.555022.
- Hermosa, R., Cardoza, R. E., Rubio, B. M., Gutiérrez, S., & Monte, E. (2014). Chapter 10 - Secondary Metabolism and Antimicrobial Metabolites of *Trichoderma*. *Biotechnology and Biology of Trichoderma*, Pp. 125-137 <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59576-8.00010-2>
- Inostroza, A., Lara, L., Paz, C., Perez, A., Galleguillos, F., Hernandez, V., & Silva, M. (2018). Antibiotic activity of Emerimicin IV isolated from *Emericellopsis minima* from Talcahuano Bay, Chile. *Natural Product Research*, 32(11), 1361-1364.
- Huan, Y., Kong, Q., Mou, H., & Yi, H. (2020). Antimicrobial Peptides: Classification, Design, Application and Research Progress in Multiple Fields. *Frontiers in Microbiology*, 11:582779 doi: 10.3389/fmicb.2020.582779.
- Lee, J. W., Collins, J. E., Wendt, K. L., Chakrabarti, D., & Cichewicz, R. H. (2021). Leveraging Peptaibol Biosynthetic Promiscuity for Next-Generation Antiplasmodial Therapeutics. *Journal of Natural Products*, 84, 503-517 <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jnatprod.0c01370>.
- Ma T, Liu Y, Yu B, Sun X, Yao H, Hao C, Li J, Nawaz M, Jiang X, Lao X, Zheng H. DRAMP 4.0: an open-access data repository dedicated to the clinical translation of antimicrobial peptides. *Nucleic Acids Research*, Volume 53, Issue D1, 6 January 2025, Pages D403-D410.
- María-Neto, S., de Almeida, K. C., Macedo, M. L. R., & Franco, O. L. (2015). Understanding Bacterial Resistance To Antimicrobial Peptides: From The Surface To Deep Inside. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1848(11), 3078-3088.
- Summers, MY, Kong, F., Feng, X., Siegel, MM, Janso, JE, Graziani, El y Carter, GT (2007). Septocylindrin A y B: Peptaiboles Producidos Por El Hongo Terrestre *Septocylindrium* sp. LL-Z1518. *Revista De Productos Naturales*, 70 (3), 391-396.
- Süssmuth, R. D., & Mainz, A. (2017). Nonribosomal Peptide Synthesis - Principles and Prospects. *Angewandte Chemie International - Journal of the German Chemical Society*, 56, 3770 – 3823 Doi: 10.1002/ange.201609079.
- Tornesello, AL, Borrelli, A., Buonaguro, L., Buonaguro, FM y Tornesello, ML (2020). Péptidos antimicrobianos como agentes anticancerígenos: Propiedades funcionales y actividades biológicas. *Molecules*, 25 (12), 2850. <https://doi.org/10.3390/molecules25122850>



# Impacto de la regulación epigenética durante las infecciones bacterianas

## Impact of epigenetic regulation during bacterial infections

Hortensia Patricia Cuéllar Mata y Marco Antonio Barajas Mendiola

Departamento de Biología, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México

Contacto: ma.barajasmendiola@ugto.mx

**Resumen.** La epigenética es el estudio de los mecanismos que regulan la expresión de los genes sin alterar la secuencia del ADN, los cuales pueden ser heredables, reversibles e influenciados por el medio ambiente. Entre estos mecanismos epigenéticos, las modificaciones químicas en las histonas y la expresión de micro ARNs (miARNs) son importantes reguladores de la respuesta inmunológica, debido a que pueden regular y controlar la magnitud de la respuesta durante una infección. Sin embargo, las bacterias han establecido estrategias que les permiten manipular estos mecanismos epigenéticos permitiéndoles evadir la respuesta inmune, sobrevivir y persistir de manera crónica en el hospedero. El presente trabajo muestra un panorama de las estrategias empleadas por las bacterias para modular los mecanismos epigenéticos que le permiten evadir la respuesta inmune y persistir en el hospedero. Un mejor entendimiento de la epigenética en las infecciones bacterianas puede establecer nuevas bases para el desarrollo de terapias minimizando el uso de antibióticos.

**Palabras clave:** respuesta inmune, infecciones bacterianas, epigenética.

**Abstract.** Epigenetics studies the mechanisms regulating the gene expression without altering the DNA sequence, which can be heritable, reversible, and influenced by the environment. Among these, epigenetic mechanisms such as chemical modifications in histones and the expression of micro RNAs (miRNAs) are important regulators of the immune response, since they can regulate and control the magnitude of the response during an infection. However, bacteria have established strategies that allow them to manipulate these epigenetic mechanisms, allowing them to evade the immune response, survive, and persist chronically in the host. This work focuses on the strategies used by bacteria to modulate the epigenetic mechanisms that allow them to evade the immune response and persist in the host. A better understanding of epigenetics in bacterial infections can establish new bases for the development of therapies that minimize the use of antibiotics.

**Keywords:** immune response, bacterial infections, epigenetics.

### Bases de la regulación epigenética

El término de epigenética fue primeramente propuesto y definido por Conrad Waddington en 1942 para explicar el cambio de un fenotipo (conjunto de rasgos observables de un individuo) sin modificaciones en el genotipo (conjunto de genes que definen a un individuo) (Noble, 2015).

Actualmente, se define como el estudio de los mecanismos que regulan la expresión de los genes, sin alterar la secuencia de ADN, los cuales son heredables, reversibles, e influenciados por el medio ambiente (Allis y Jenuwein, 2016). En general, los mecanismos involucrados en la regulación epigenética son: 1) modificaciones químicas en el ADN, 2) modificaciones químicas en los tallos de las histonas, y 3) expresión de ARNs no codificantes como los microARNs (miARNs) (Allis y Jenuwein, 2016; Yao *et al.*, 2019) (Figura 1).

### Epigenética durante infecciones bacterianas

Las enfermedades infecciosas son aquellas causadas por microorganismos patógenos (bacterias, hongos, protozoarios, virus), las cuales se caracterizan por ser altamente transmisibles. Hoy en día, siguen siendo una importante causa de morbilidad y mortalidad a nivel global, a pesar de la disponibilidad de vacunas y antibióticos (Elias *et al.*, 2021).

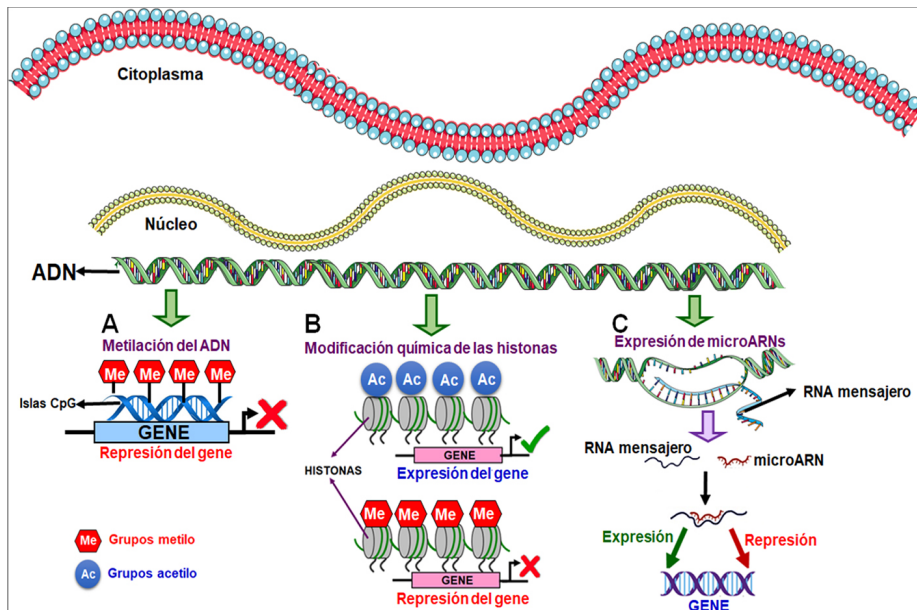


Figura 1. Mecanismos clave que contribuyen a la regulación epigenética. A) Metilación del ADN. Este mecanismo consiste en añadir un grupo metilo en regiones específicas del ADN llamadas islas CpG, marca asociada a la represión de genes, B) Modificación química de las histonas. Los tallos de las histonas, proteínas que empaquetan el ADN, contienen elementos que son susceptibles a modificaciones químicas como la acetilación y la metilación. La marca de acetilación en las histonas comúnmente está asociada a la activación de genes mientras que la marca de metilación en las histonas a menudo está asociada a la represión de genes, como se menciona antes. C) Expresión de miARNs. Los miARNs son fragmentos pequeños de ARN que son procesados en el núcleo de la célula. Una vez procesados, se dirigen hacia su blanco (otra molécula de ARN, llamada mensajero) lo que conduce a la represión de genes. Sin embargo, bajo ciertas condiciones establecidas por el microambiente celular, estas moléculas también pueden inducir la expresión de genes. Tomado y modificado de Allis y Jenuwein, 2016.

Tabla 1. Modificaciones químicas que son inducidas por los componentes de algunas especies bacterianas y su efecto sobre la respuesta inmune montada por nuestro cuerpo durante la infección. Tomado y modificado de Denzer *et al.*, 2020; Rajeev *et al.*, 2021.

Bacteria	Componente bacteriano	Modificación	Efecto
<i>Listeria monocytogenes</i>	LLO	Defosforilación y desacetilación	Represión de la respuesta pro-inflamatoria
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Rv1988	Metilación	Represión de la respuesta pro-inflamatoria
<i>Legionella pneumophila</i>	RomA	Metilación	Represión de la respuesta pro-inflamatoria
<i>Salmonella Typhimurium</i>	Spvc	Defosforilación	Represión de la respuesta pro-inflamatoria
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	QS-2AA	Desacetilación	Represión de la respuesta pro-inflamatoria
<i>Streptococcus pneumonia</i>	Pneumolisina	Defosforilación	Represión de la respuesta pro-inflamatoria

En el 2019 se reportaron 13.7 millones de muertes debidas a enfermedades infecciosas, de las cuales 3 millones de ellas ocurrieron en menores de 5 años de edad (Gray y Sharara, 2022), mientras que, en México, en el 2023, se registró una tasa de mortalidad de 310 personas por cada 100 000 individuos debidas a enfermedades infecciosas (www.inegi.org.mx).

Durante estas enfermedades, nuestro cuerpo activa una robusta respuesta inmunológica mediada por mecanismos epigenéticos para tratar de controlar y erradicar de manera eficiente a los microorganismos patógenos. Sin embargo, los patógenos han desarrollado estrategias sofisticadas para evadir esta respuesta; entre ellas, la manipulación de los mecanismos epigenéticos que ayudan a nuestro cuerpo a montar esa respuesta inmune eficiente y robusta, así pueden tener éxito en la infección y persistir de manera crónica (Denzer *et al.*, 2020; Rajeev *et al.*, 2021). Un ejemplo claro de esto es *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), bacteria que induce cambios químicos asociados a la disminución de la respuesta inmune, a esta respuesta se le conoce como respuesta pro-inflamatoria. Los efectos

sobre nuestras células inmunes se deben a un componente que es secretado por la bacteria durante las fases tempranas de la infección llamada listeriolisina (LLO). Importantemente, esto coincide con la expresión y la actividad de los catalizadores bilógicos, llamados enzimas, que regulan estos cambios químicos en las histonas (Denzer *et al.*, 2020). En la **tabla 1** se presentan algunos ejemplos de componentes bacterianos usados para inducir cambios químicos en las histonas, así como el efecto producido sobre la respuesta inmune montada por nuestro cuerpo.

Notablemente, las bacterias patógenas también modulan la expresión de miARNs que regulan la respuesta inmunológica de nuestro cuerpo con la finalidad de evadir esta respuesta y sobrevivir de manera crónica en nuestro cuerpo (Kimura *et al.*, 2023). En la **Tabla 2** se describen algunos miARNs que son alterados por microorganismos patógenos durante el proceso de infección, y su impacto en la respuesta inmunológica.

Esto refleja de manera importante que los microorganismos patógenos a través de la interacción de sus componentes de superficie o secretables pueden alterar la respuesta

inmunológica, y en parte, esto lo logran a través de la manipulación de los mecanismos epigenéticos involucrados en la regulación de la respuesta inmune montada por nuestro cuerpo, favoreciendo su persistencia crónica y por ende, su sobrevivencia (**Figura 2**).

**Terapia epigenética: una prometedora alternativa para el tratamiento de enfermedades infecciosas**

Anteriormente los medicamentos disponibles para el tratamiento de las enfermedades infecciosas (antibióticos) eran considerados ser seguros y bien tolerados. Sin embargo, las bacterias han desarrollado resistencia a estos medicamentos, lo cual limita su uso como tratamientos de primera elección; además, ahora ya no son tan bien tolerados debido a la toxicidad que presentan al ir incrementando las dosis actuales (Walsh *et al.*, 2023). Es importante mencionar que la resistencia antimicrobiana se debe, en parte, a que los microorganismos patógenos manipulan los mecanismos epigenéticos de las células inmunológicas de nuestro cuerpo para su beneficio (Wang *et al.*, 2023). De aquí que el desarrollo de fármacos dirigidos a los mecanismos epigenéticos manipulados por los microorganismos patógenos pueden ser un blanco atractivo para el desarrollo de nuevas alternativas terapéuticas (Wang *et al.*, 2023). En este sentido, recientes investigaciones han destacado una serie de compuestos farmacológicos que influyen en la respuesta inmunológica a través de la regulación de ciertos mecanismos epigenéticos. Estos compuestos son conocidos como fármacos epigenéticos (Fol *et al.*, 2020). Por ejemplo, vorinostat, un inhibidor de una enzima que regula la acetilación en las histonas, es un medicamento aprobado por la agencia de Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) para el tratamiento de linfoma cutáneo (Fol *et al.*, 2020) y se perfila como un promotor fármaco para el tratamiento de tuberculosis en fases preclínicas (Rao *et al.*, 2018). Asimismo, raloxifeno es usado como un antihipertensivo aprobado por la FDA y funciona como un inhibidor de la actividad de una enzima que regula la metilación en las histonas (Song *et al.*, 2022). Importantemente, este medicamento muestra propiedades antimicrobianas

Tabla 2. miARNs involucrados en la respuesta inmune que son alterados por algunas especies bacterianas durante la infección. Tomado y modificado de Denzer *et al.*, 2020; Rajeev *et al.*, 2021.

Bacteria	Micro ARN modificado	Efecto
<i>Listeria monocytogenes</i>	miR-155, miR-146a, miR-125a-3p/5p, miR-149	Suprime la respuesta pro-inflamatoria
<i>Salmonella Typhimurium</i>	miR-21, miR-155 y miR146a, Let-7	Suprime la respuesta pro-inflamatoria
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	miR-132 y miR26a, miR-125b. miR-155 y mir-99b Let-7a	Favorece la sobrevivencia dentro de células inmunológicas (macrófagos)
<i>Helicobacter pylori</i>	miR-155, miR-146a, Let-7b	Suprime la respuesta pro-inflamatoria



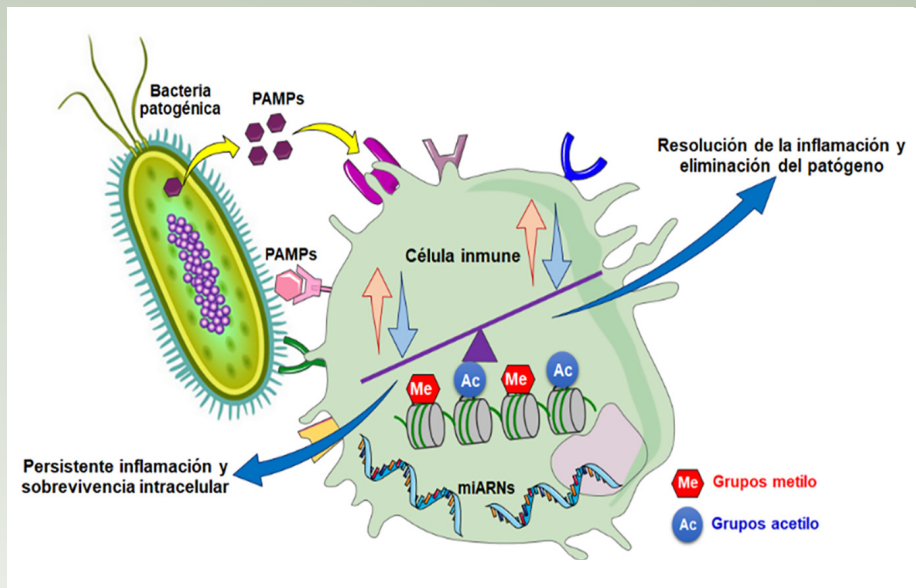


Figura 2. Acción de las bacterias patógenas sobre los mecanismos epigenéticos montados por el sistema inmune. Una vez que las bacterias entran en contacto con las células inmunológicas de nuestro cuerpo a través de receptores específicos que reconocen los componentes de superficie o secretados por las bacterias (Patrones moleculares asociados a patógenos, PAMPs), desencadenan múltiples estrategias para evadir la respuesta inmune. Una de estas estrategias consiste en cambiar la expresión de los genes de nuestras células inmunes manipulando sus mecanismos epigenéticos, lo que contribuye al desequilibrio de la respuesta inmunológica. De este modo las bacterias pueden persistir y sobrevivir de manera crónica. Tomado y modificado de Moradini *et al.*, 2016.

en contra de la bacteria *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), proponiéndolo como un buen candidato para ensayos preclínicos (Chang *et al.*, 2022). Por otra parte, los miARNs actualmente se usan como biomarcadores ideales para la detección de enfermedades infecciosas y algunos de ellos son usados en ensayos preclínicos como terapia antimicrobiana en infecciones ocasionadas por bacterias farmacorresistentes (Kimura *et al.*, 2023). Con las evidencias anteriores, el estudio de los mecanismos epigenéticos que controlan la respuesta inmunológica frente a infecciones ha arrojado hallazgos importantes. Estos avances han abierto nuevas posibilidades para el desarrollo de terapias farmacológicas más efectivas.

## Conclusión

Las bacterias patógenas han desarrollado mecanismos sofisticados para evadir la respuesta inmunológica del hospedero, manipulando los mecanismos epigenéticos que regulan esta respuesta. Esto les permite tener éxito en la infección y persistir de manera crónica. Existe evidencia concreta de que la reprogramación epigenética mediante compuestos llamados epifármacos, ayuda a aliviar enfermedades infecciosas ocasionadas

por estos microorganismos que presentan actualmente alta resistencia a los antibióticos. Por lo tanto, atender este tipo de enfermedades sigue representando un enorme desafío a nivel mundial. Ampliar el conocimiento sobre las bases moleculares de cómo la epigenética influye en la regulación de la respuesta inmunológica durante las infecciones bacterianas permitirá el desarrollo de terapias alternativas que eviten el uso de antibióticos.

## Referencias

- Allis, C. D., y Jenuwein, T. (2016). The molecular hallmarks of epigenetic control. *Nature Reviews Genetics*, 17(8), 487–500. <https://doi.org/10.1038/nrg.2016.59>
- Chang, J., Kim, J., y Lee, W. (2022). Raloxifene prevents intracellular invasion of pathogenic bacteria through modulation of cell metabolic pathways. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 77(6), 1617–1624. <https://doi.org/10.1093/jac/dkac069>
- Denzer, L., Schrotten, H., y Schwerk, C. (2020). From Gene to Protein—How Bacterial Virulence Factors Manipulate Host Gene Expression During Infection. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3730. <https://doi.org/10.3390/ijms21103730>

- Elias, C., Nkengasong, J. N., y Qadri, F. (2021). Emerging Infectious Diseases — Learning from the Past and Looking to the Future. *New England Journal of Medicine*, 384(13), 1181–1184. <https://doi.org/10.1056/nejmp2034517>
- Fol, M., Włodarczyk, M., y Druszczyńska, M. (2020). Host Epigenetics in Intracellular Pathogen Infections. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(13). <https://doi.org/10.3390/ijms21134573>
- Gray, A., y Sharara, F. (2022). Global and regional sepsis and infectious syndrome mortality in 2019: a systematic analysis. *The Lancet Global Health*, 10, S2. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(22\)00131-0](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(22)00131-0)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. Inegi.org.mx. <https://www.inegi.org.mx/>
- Kimura, M., Kothari, S., Gohir, W., Camargo, J. F., y Husain, S. (2023). MicroRNAs in infectious diseases: potential diagnostic biomarkers and therapeutic targets. *Clinical Microbiology Reviews*, 36(4), e0001523. <https://doi.org/10.1128/cmr.00015-23>
- Moradini AC, Santos CF, Yilmaz Ö. Role of epigenetics in modulation of immune response at the junction of host-pathogen interaction and danger molecule signaling. *Pathog Dis*. 2016 Oct;74(7):ftw082. doi: 10.1093/femspd/ftw082. Epub 2016 Aug 18. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftw082>
- Noble, D. (2015). Conrad Waddington and the origin of epigenetics. *Journal of Experimental Biology*, 218(6), 816–818. <https://doi.org/10.1242/jeb.120071>
- Rajeev, R., Dwivedi, A. P., Sinha, A., Agarwal, V., Dev, R. R., Kar, A., y Khosla, S. (2021). Epigenetic interaction of microbes with their mammalian hosts. *Journal of Biosciences*, 46(4). <https://doi.org/10.1007/s12038-021-00215-w>
- Rao, M., Valentini, D., Zumla, A., y Maeurer, M. (2018). Evaluation of the efficacy of valproic acid and suberoylanilide hydroxamic acid (vorinostat) in enhancing the effects of first-line tuberculosis drugs against intracellular Mycobacterium tuberculosis. *International Journal of Infectious Diseases*, 69, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.02.021>
- Song, Y., Zhang, H., Yang, X., Shi, Y., y Yu, B. (2022). Annual review of lysine-specific demethylase 1 (LSD1/KDM1A) inhibitors in 2021. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 228, 114042. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.114042>
- Walsh, T. R., Ana Cristina Gales, Ramanan Laxminarayan, y Dodd, P. C. (2023). Antimicrobial Resistance: Addressing a Global Threat to Humanity. *Antimicrobial Resistance: Addressing a Global Threat to Humanity*, 20(7), e1004264–e1004264. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004264>
- Wang, X., Yu, D., y Lu, C. (2023). Antimicrobial resistance and mechanisms of epigenetic regulation. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1199646>
- Yao, Q., Chen, Y., y Zhou, X. (2019). The roles of microRNAs in epigenetic regulation. *Current Opinion in Chemical Biology*, 51, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2019.01.024>
- Zhang, Q., y Cao, X. (2019). Epigenetic regulation of the innate immune response to infection. *Nature Reviews Immunology*, 19(7), 417–432. <https://doi.org/10.1038/s41577-019-0151-6>

# Encuentro de dos mundos: la microbiota intestinal y los probióticos

## Meeting of Two Worlds: Intestinal Microbiota and Probiotics

Diana García Ríos, Bárbara Mónica Lemus Loeza y Ruth Noriega Cisneros

Facultad de Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México

Contacto: ruth.noriega@umich.mx

**Resumen.** El conocimiento sobre la microbiota intestinal ha dejado de ser exclusivo del ámbito médico para convertirse en un tema de interés general. Cada vez es más común encontrar información sobre la importancia de mantenerla en equilibrio (eubiosis), evitar su alteración (disbiosis), y consumir productos con probióticos y prebióticos. Pero, ¿sabemos realmente qué implican estos términos? ¿Es seguro consumir estos productos? ¿Son una solución para problemas médicos aún sin explicación? Si estas preguntas te resultan familiares, continúa leyendo: este artículo te ayudará a comprender mejor este fascinante y actual tema.

**Palabras clave:** microbiota, probióticos, prebióticos

**Abstract.** Knowledge of the gut microbiota has transitioned from being an exclusive medical term to become a topic of general interest. Information about the importance of maintaining eubiosis, avoiding dysbiosis, and consuming probiotics and prebiotics is increasingly widespread. But do we truly understand what these terms mean? Are such products safe? Are they a solution for medically unexplained conditions? If you've asked yourself these questions, read on to learn more about this increasingly relevant subject.

**Key words:** microbiota, probiotics, prebiotics

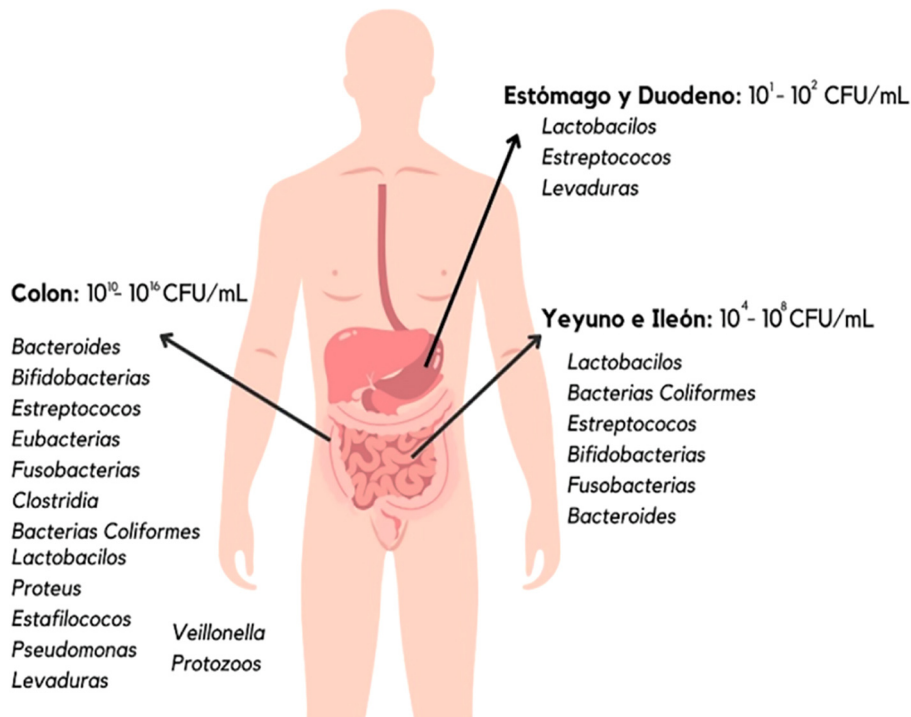


Figura 1. Composición de la microbiota intestinal. Se muestran los tipos de microorganismos que predominan en la microbiota de una persona sana. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. Tomado y modificado de Cresci & Bawden (2015).

### Introducción

En el cuerpo humano habitan billones de microorganismos: virus, bacterias y hongos. Estos se encuentran en sitios como la piel, vías respiratorias, tracto genitourinario y, sobre todo, en el tracto gastrointestinal, donde reside la mayor cantidad. Inicialmente, a estos microorganismos se les conoció como “flora intestinal”, término reemplazado por *microbiota* para referirse al conjunto de microorganismos que habitan un entorno específico. Posteriormente, se acuñó el término *microbioma* para integrar no sólo a estos microorganismos, sino también a sus genes y metabolitos, que pueden influir de forma positiva (por ejemplo, al mantener la integridad de la mucosa intestinal) o negativa (como favorecer la obesidad), dependiendo de su tipo y abundancia (Sebastián & Sánchez, 2018; Prieto, 2023).

### ¿De qué depende el tipo de microorganismos que cada persona tiene?

La microbiota intestinal es única en cada individuo. Desde el nacimiento diversos factores influyen en su composición: tipo de parto (natural o cesárea), tipo de alimentación (leche materna o fórmula), dieta, enfermedades, uso de fármacos o suplementos, estilo de vida y ambiente (Moreno et al., 2018). Incluso entre adultos sanos se han identificado enterotipos distintos influenciados por el tipo de dieta: uno con predominio de *Bacteroides* (asociado a dietas altas en proteínas y grasas) y otro con predominio de *Prevotella* (vinculado a dietas ricas en carbohidratos) (Sebastián & Sánchez, 2018).

### ¿Cómo es una microbiota intestinal saludable?

Pese a la dificultad de establecer la composición de una microbiota saludable, se han establecido términos para diferenciar si la presencia de bacterias (por ejemplo, en el intestino) resultan favorables o no para la salud del individuo. La relación que tenemos con las bacterias de nuestro intestino es una simbiosis, es decir, una relación donde ambos participantes pueden resultar beneficiados o no. Mientras haya un estado de equilibrio en la composición de la microbiota intestinal, se considera un estado de *eubiosis*. La **figura 1** muestra los



tipos de microorganismos que predominan en la microbiota de una persona sana. Estos se suelen medir en UFC (Unidades Formadoras de Colonias), que es una forma de contar cuántas bacterias vivas son capaces de crecer y formar colonias cuando se cultivan en el laboratorio. Sin embargo, cuando se pierde el equilibrio en la cantidad y composición de las bacterias intestinales, tenemos una *disbiosis*. Esta pérdida del equilibrio puede ser debida a un factor ambiental o propio de la persona y va a originar un cambio en la abundancia de alguno de los tipos de bacterias, también puede ser debido al consumo de antibióticos, alimentos, estrés, entre otros (véase, por ejemplo, WGO, 2023).

¿Cuáles son los beneficios de mantener el equilibrio de la microbiota?

Una microbiota en equilibrio cumple funciones vitales. *Digestión y metabolismo*: la microbiota fermenta carbohidratos y produce ácidos grasos de cadena corta como el butirato, que nutre las células intestinales y puede inducir la muerte de células malignas. También participa en la síntesis de vitaminas como la K (menaquinona), esencial para la coagulación y algunas vitaminas del complejo B (como B2, B3, B7/B8 y B12). *Neuroendócrinas*: se ha encontrado que ciertas bacterias sintetizan neurotransmisores como la serotonina (implicada en el estado de ánimo, sueño y apetito) y el GABA (que participa en el control del dolor, ansiedad y presión arterial), lo que muestra que la microbiota también influye en la conducta y en algunas funciones cognitivas como la memoria y el aprendizaje. *Sistema inmunológico*: la microbiota estimula la respuesta inmune y actúa como barrera, impidiendo que microorganismos patógenos se establezcan en el tracto digestivo, es decir, tiene una función protectora (Garza-Velasco et al., 2021).

¿Cómo se manifiesta la disbiosis?

La disbiosis puede contribuir al desarrollo de enfermedades tanto infecciosas como no infecciosas. Existen enfermedades que no han sido del todo comprendidas y que parecen estar relacionadas con alteraciones en la microbiota a través de la producción de metabolitos y la interacción de estos con la fisiología (funcionamiento) del cuerpo humano. Entre las más estudiadas están

el síndrome de intestino irritable (SII), enfermedad inflamatoria intestinal (EII), esteatohepatitis no alcohólica (EHNA), enfermedad celíaca, hepatocarcinoma y cáncer colorrectal, entre otras (Sebastián & Sánchez, 2018; Rodríguez et al., 2024).

¿Es recomendable el consumo de probióticos y prebióticos?

Definamos primero ambos términos. La Organización Mundial de Gastroenterología (WGO, por sus siglas en inglés, *World Gastroenterology Organisation*) define a los *probióticos* como “microorganismos vivos que, administrados en cantidades adecuadas, confieren beneficios a la salud del huésped”. Cabe mencionar que no especifica la cantidad exacta de microorganismos vivos que se deben consumir, pero se recomienda una ingesta diaria de alrededor de 1 a 10 mil millones de UFC.

Por otra parte, la WGO define el *prebiótico* como “aquel ingrediente fermentado selectivamente que produce cambios específicos en la composición y/o actividad de la microbiota gastrointestinal, confiriendo así beneficios a la salud del huésped”, es importante señalar que dicho ingrediente (fibra) no es digerible por el huésped. Por muchos años se han utilizado bacterias para la fermentación de alimentos. Sin embargo, la misma asociación, WGO,

sugiere que el término probiótico sea empleado para designar aquellos microorganismos que mediante estudios controlados han demostrado algún beneficio para la salud humana.

Con respecto a los suplementos dietéticos que contienen probióticos, si tendrán algún beneficio o no, dependerá de la cantidad viable y tipo de microorganismos que contengan y de cómo resulte la interacción con los microorganismos ya presentes en el intestino del huésped.

Es necesario considerar que existen productos disponibles en el mercado que han sido etiquetados como probióticos sin estar bien definidos ni respaldados por estudios controlados en humanos, o bien, productos que no cumplen con la información declarada en las etiquetas en cuanto al número y tipo de microorganismos viables que contienen. Lo anterior como resultado de que no existen lineamientos del todo definidos para la regulación de estos suplementos. Sin embargo, eso no significa que todos los productos que existan en el mercado sean deficientes, se recomienda revisar que el empaque especifique: cepa del microorganismo, cantidad de UFC, número de lote, fecha de caducidad y condiciones de almacenamiento.

En la **figura 2** se mencionan las especies de microorganismos que han







Figura 2. Microorganismos que han mostrado eficacia en el tratamiento de algunas patologías (WGO, 2023).		
	Diarreas infecciosas	<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i>
	Diarreas por antibióticos	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
	Enfermedad inflamatoria intestinal y Síndrome de intestino irritable	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus casei</i> <i>Bifidobacterium infantis</i>
	Erradicación de <i>Helicobacter pylori</i>	<i>Lactobacillus reuteri</i> <i>Bacillus clausii</i>
	Hígado graso no alcohólico	Combinaciones de <i>Lactobacillus</i> y <i>Bifidobacterium</i>
	Gastroenteritis aguda	<i>Saccharomyces boulardii</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i>

Figura 2. La tabla muestra los microorganismos que han probado ser eficaces en el tratamiento de varios trastornos intestinales (WGO, 2015).

mostrado eficacia en el tratamiento de diversas patologías. En cuanto a los prebióticos, como la lactulosa y la oligofructosa, se ha evidenciado su utilidad en el tratamiento del estreñimiento funcional y la encefalopatía hepática (WGO, 2023).

### ¿Existen riesgos al consumir probióticos y prebióticos?

No está garantizado un resultado beneficioso por el sólo hecho de consumirlos. Si una persona con una microbiota intestinal alterada consume probióticos, estos pueden ser más útiles, ayudando a restaurar el equilibrio, mejorar síntomas y fortalecer la barrera intestinal. Pero su eficacia depende de la cepa, dosis y causa de la disbiosis.

En cambio, si una persona con una microbiota intestinal sana consume probióticos, en general no ocurre nada negativo y en algunos casos, puede haber beneficios leves o definitivamente no notar ninguna diferencia real tras consumirlos. Sin embargo, en personas inmunocomprometidas o con ciertas condiciones médicas, sí puede haber riesgo de infecciones por probióticos, de allí la importancia de la asesoría médica. La Oficina de Suplementos Dietéticos (OFD, por sus siglas en inglés, *Office Of Dietary Supplements*) informa que no hay recomendaciones oficiales para el consumo de probióticos en personas sanas y sugiere sea un profesional del área de la salud quien oriente al paciente sobre su uso.

### Conclusión

La presencia y conservación de la microbiota intestinal es importante para mantener nuestra salud. Si bien se espera que cuando una persona consuma alguno de los probióticos o prebióticos manifieste efectos positivos, como mejorar la digestión o reforzar el sistema inmunológico, se deben tomar en cuenta otros factores, como la composición de la microbiota existente, la dieta habitual y si padece alguna patología.

Como se mencionó previamente, la microbiota de cada individuo es diferente, por lo que un efecto benéfico percibido por una persona al consumir estos productos puede no manifestarse en otra. Debemos ser conscientes y precavidos al consumir estos suplementos, ya que no todos los productos que dicen contener

probióticos han demostrado un beneficio real en la salud de quien los consume. Por ello, es recomendable elegir aquellos con respaldo científico y, en caso de duda, consultar con un profesional de la salud

### Referencias

- Al-Rashidi, H. E. (2021). Gut microbiota and immunity relevance in eubiosis and dysbiosis. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(3), 1628–1643. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.10.068>
- Cresci, G. A., & Bawden, E. (2015). Gut Microbiome: What We Do and Don't Know. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, 30(6), 734–746. <https://doi.org/10.1177/0884533615609899>
- Garza-Velasco, R., Garza-Manero, S. P., & Perea-Mejía, L. M. (2021). Microbiota intestinal: aliada fundamental del organismo humano. *Educación Química*, 32(1), 10–19. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75734>
- Gillingham, M. A. F., Prüter, H., Montero, B. K., & Kempnaers, B. (2024). The costs and benefits of a dynamic host microbiome. *Trends in Ecology & Evolution*, 40(3), 255–272. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2024.11.008>
- Moreno, M. C., Valladares-García, J., & Halabe-Cherem, J. (2018). Microbioma humano. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 61(6), 7–19. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2018.61.6.02>
- Office of Dietary Supplements. (s.f.). Probióticos: Datos en español. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Probiotics-DatosEnEspañol/#:~:text=Obesidad,peso%20y%20la%20grasa%20corporal>
- Prieto, P. A. (2023). Fundamentos de la microbiota y el microbioma. *Avances en investigación sobre el microbioma intestinal humano*. *Medicina*, 45(2), 229–246. <https://doi.org/10.56050/01205498.2234>
- Rodríguez, J., Hassani, Z., Silva, C. A. C., Betsou, F., Carraturo, F., Fasano, A., Israelsen, M., Iyappan, A., Krag, A., Metwaly, A., Schierwagen, R., Trebicka, J., Zwart, H., Doré, J., Cordaillat-Simmons, M., & Druart, C. (2024). State of the art and the future of microbiome-based biomarkers: A multidisciplinary Delphi consensus. *The Lancet Microbe*, 6, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lanmic.2024.07.011>
- Sebastián Domingo, J. J., & Sánchez Sánchez, C. (2018). De la flora intestinal al microbioma. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 110(1), 51–56. <https://doi.org/10.17235/reed.2018.4947/2017>
- World Gastroenterology Organisation (WGO). (2023). Global guideline: Probióticos y prebióticos. <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-spanish-2023.pdf>

### Introducción

En el año 2023 la Organización Mundial de la Salud (OMS) señaló las 10 principales muertes en el mundo, destacando las enfermedades crónico degenerativas, las cuales son padecimientos con un desarrollo muy lento, no contagiosas y en la mayoría de los casos incurables, pero sí tratables. Dentro de este grupo están las enfermedades neurodegenerativas (END), las cuales causan daños a la salud, economía y calidad de vida del paciente y familiares. Estas se caracterizan por una progresiva e irreversible muerte neuronal, produciendo alteraciones en las funciones cerebrales y en la coordinación de movimientos. La principal causa de estas enfermedades está relacionada con el envejecimiento y debido al aumento en la esperanza de vida en varios países y en México, existe un aumento en la población de adultos mayores y por lo tanto un incremento en la incidencia de estas enfermedades (En México un 14.2% de la población presenta algún tipo de demencia: 7.8% es Alzheimer, 4.3% demencia vascular y 2,1% demencias mixtas), convirtiéndose en un problema de salud pública (OMS, 2023).

### Principales causas y consecuencias de las enfermedades neurodegenerativas

Dentro de las principales causas de las END se encuentran: envejecimiento, alteraciones genéticas, enfermedades crónico degenerativas (hipertensión y diabetes), estrés oxidativo, mala alimentación, estilo de vida sedentario, entre otros. Lo cual tiene importantes consecuencias a nivel celular que van desde daños en la membrana celular, mitocondrias, proteínas/enzimas, hasta la muerte celular; que a nivel fisiológico se traducen en pérdida de memoria a corto y largo plazo, razonamiento, lenguaje, alteración de la conducta, pérdida en funciones motoras (movimiento, habla, deglución y respiración), postración y muerte (Figura 1) (Sienes *et. al.*, 2022).

### Principales enfermedades neurodegenerativas

Dentro de las principales END se encuentran: 1) Alzheimer, es la END



# Nutraceuticos en la prevención y tratamiento de enfermedades neurodegenerativas

**Katia López Torres, Josué Altamirano Hernández  
y Asdrúbal Aguilera Méndez**

Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán México

Contacto: asdrubal.aguilera@umich.mx

**Resumen.** Las enfermedades neurodegenerativas son un grupo de enfermedades cerebrales con manifestaciones clínicas muy diversas, que tienen en común el deterioro cognitivo por la muerte neuronal y cuya incidencia es mayor en adultos mayores, siendo un gran problema de salud pública en México y en el mundo. Actualmente, no existe una cura para estas enfermedades y los medicamentos disponibles son muy costosos y presentan efectos secundarios. Por esta razón, se han propuesto tratamientos no farmacológicos, entre los que destacan los nutraceuticos, los cuales son moléculas cuya función es la prevención de enfermedades y la mejora de las actividades fisiológicas del organismo. Se han categorizado, de acuerdo a sus composiciones, en probióticos, vitaminas/minerales y antioxidantes, donde diversos estudios han confirmado la disminución de la sintomatología durante la neurodegeneración, costos y efectos secundarios con grandes perspectivas de éxito.

**Palabras clave:** Enfermedades neurodegenerativas, nutraceuticos, prevención.

**Abstract.** Neurodegenerative diseases are a group of brain disorders with highly diverse clinical manifestations that share a common feature: cognitive deterioration due to neuronal death. These diseases have a higher incidence in older adults, posing a significant public health problem in Mexico and worldwide. Currently, there is no cure for these diseases, and available medications are very costly and have side effects. For this reason, non-pharmacological treatments have been proposed, with nutraceuticals standing out among them. Nutraceuticals aim to prevent diseases and enhance the body's physiological activities. They have been categorized, according to their composition, into probiotics, vitamins/minerals, and antioxidants. Various studies have confirmed a reduction in symptoms during neurodegeneration, as well as lower costs and side effects, presenting great potential for success.

**Keywords:** Neurodegenerative diseases, nutraceuticals, prevention.

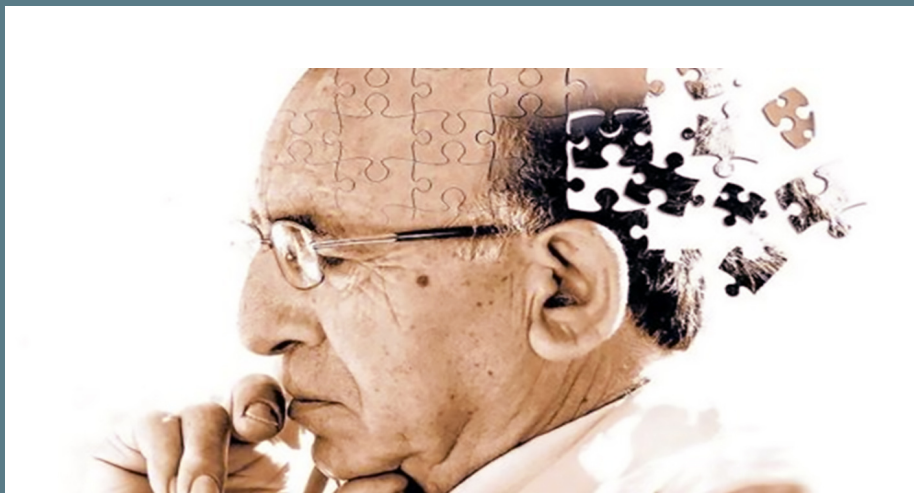


Figura 1. La pérdida de memoria es la principal asociación de las END.  
Obtenida de <https://annahealthylifestyle.com/que-son-los-nutraceuticos/>

con más prevalencia y muertes en el mundo, se caracteriza por alteraciones en proteínas  $\beta$ -amiloide y Tau, que a nivel neuronal generan daños irreparables provocando la pérdida de memoria; 2) El Parkinson, se

caracteriza por la presencia de agregados de la proteína  $\alpha$ -sinucleína, generando temblores involuntarios y pérdida en el control de la motricidad; 3) La Esclerosis Múltiple, se caracteriza por la degradación de la cubierta

protectora de las neuronas denominada mielina, lo que genera pérdida del movimiento; 4) El Huntington, se caracteriza por el daño en una enzima denominada huntingtina, lo que provoca el deterioro en la motricidad del paciente. Cabe mencionar que todas estas enfermedades llevan al paciente a la postración y muerte (Hernández *et al.*, 2019).

## Tratamiento farmacológico

Existen diversas alternativas farmacológicas para las END, pero sólo para su tratamiento, ya que hasta el momento no existe ninguna cura. Los fármacos utilizados (por ejemplo Levodopa tratamiento para Parkinson) si bien ayudan a aminorar la sintomatología, presentan una gran variedad de efectos secundarios, tales como: dolores abdominales, de cabeza, náuseas, dificultad para respirar, taquicardias, alucinaciones, depresión, ansiedad, apatía, delirios, insomnio, agitación, irritabilidad, alteraciones del comportamiento alimentario y sexual. Además, estos fármacos tienen un costo elevado. Por lo que se han buscado tratamientos alternativos eficaces, los cuales no generen efectos secundarios, sean de bajo costo y preferentemente, sean alternativas de prevención más que de tratamiento (Carapia *et al.*, 2014).

## Nutraceuticos como alternativas de prevención y tratamiento de las enfermedades neurodegenerativas

La palabra “nutraceutico” es un acrónimo de las palabras “nutrición” y “farmaceutico”. Son moléculas biológicamente activas (Esto significa que la molécula puede interactuar con sistemas biológicos de manera que altere, regule o apoye funciones celulares) que se encuentran en los alimentos y a concentraciones superiores a los requerimientos diarios tienen propiedades de prevención y mejoría de varias enfermedades, teniendo características similares a los productos farmacéuticos (Figura 2), pero sin la mayoría de sus efectos secundarios al ser compuestos presentes en los alimentos. En diversos estudios preclínicos (con células y animales) y clínicos (con personas) se ha demostrado que los nutraceuticos pueden prevenir o retardar la aparición de END. Además, en el tratamiento de



Figura 2. Los nutraceuticos como potenciales tratamientos preventivos.  
Obtenida de <https://annahealthylifestyle.com/que-son-los-nutraceuticos/>

estas enfermedades tienen efectos prometedores en varios de sus síntomas, mejorando la conducta social, ansiedad, depresión, memoria y aprendizaje, lo cual se ha relacionado con un incrementando en la actividad de enzimas antioxidantes y disminución del estrés oxidativo, de citocinas proinflamatorias, de formación de placa amiloide, de la proteína Tau y en la pérdida del volumen cerebral. Además, la mayoría de los nutraceuticos no presenta efectos secundarios o sus efectos son mínimos y su costo es menor a la de los fármacos utilizados actualmente para el tratamiento de estas enfermedades (Ahmad *et al.*, 2021).

Entre los nutraceuticos más usados en el estudio de END están los compuestos que tienen propiedades antioxidantes, vitaminas y probióticos.

**Antioxidantes:** son moléculas cuya función es la de bloquear la formación de radicales libres y especies reactivas de oxígeno, azufre y nitrógeno, previniendo así enfermedades cuyo causante son éstas, en donde se destacan el envejecimiento y las END. Entre las sustancias antioxidantes más estudiadas y utilizadas se encuentran la vitamina C (encontrándose en cítricos, fresa, guayaba, etc.), la vitamina E (siendo parte de los frutos secos, brócoli, col, pescado, etc), compuestos fenólicos (contenidos en café, vino tinto, té y

cacao), saponinas (se encuentran en frijol, soya, ajo y avena), ácidos grasos poliinsaturados (omega 3, 6, 9, contenidos en pescados, mariscos y aguacate) y fosfolípidos (encontrados en huevo y semillas de girasol) (Hernández *et al.* 2019). Por ejemplo, Talaverón y col. (2023) demostraron que el ácido lipoico (encontrado en espinacas, carnes rojas y papas) a concentraciones farmacológicas disminuyen el estrés oxidante y mejoraron la memoria a corto plazo, demostrando el potencial

terapéutico de los antioxidantes en enfermedades como el Alzheimer (Figura 3).

**Vitaminas:** son micronutrientes que el cuerpo requiere para su función óptima, ya que son cofactores de una gran variedad de enzimas. Se clasifican como liposolubles (Vitamina A, D, E, K1, entre otras) e hidrosolubles (Vitaminas B1, B2, B3, B6, B7, B9, entre otras) (Figura 4). La mayoría se encuentra presente en verduras, frutas, semillas, cereales, huevo, carnes, leche y sus derivados. Ejemplo de una hidrosoluble es la biotina (participa en el metabolismo de macronutrientes y está presente en carne, leche y huevo). Se ha demostrado que la administración de biotina (100 mg tres veces al día) en pacientes con esclerosis múltiple disminuía la fatiga, dolores de cabeza y temblores involuntarios (Birnbbaum *et al.*, 2017).

**Probióticos:** son microorganismos que favorecen a la salud intestinal, como *Lactobacillus* y *Bacillus* (contenidos en yogurts y fermentados como quesos)(Figura 5). Dentro de los cuales encontramos a los prebióticos y simbióticos: los prebióticos son alimentos que enriquecen a las colonias de probióticos presentes en el intestino (ajo, arándanos, cítricos, entre otros) y los simbióticos son preparaciones farmacéuticas o alimentarias (fibra, leche materna) que contiene probióticos



Figura 3. Los antioxidantes como potenciales tratamientos mejoran la memoria.  
Obtenida de: <https://www.gsinapsis.com/el-poder-de-los-antioxidantes-en-el-envejecimiento-cerebral/>



y prebióticos. Diversos estudios han demostrado que la microbiota tiene un efecto benéfico en pro del mejoramiento de los pacientes con END (Arora y Prakash, 2020), un ejemplo de ello es el uso de los probióticos de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* utilizados en pacientes con Alzheimer y Parkinson en donde se vió disminuida la inflamación tanto cerebral como intestinal, demostrando un potencial terapéutico contra estas enfermedades (Latorre, 2023).

### Conclusión

Las enfermedades neurodegenerativas son un gran problema de salud y no existe una cura, por lo que la implementación del uso de nutraceuticos como potenciales terapéuticos para END pueden disminuir los costos y efectos secundarios de los tratamientos actuales en pacientes propensos o con padecimientos diagnosticados.

### Referencias

- Ahmad, S. S., Khalid, M., Kamal, M. A., & Younis, K. (2021). Study of Nutraceuticals and Phytochemicals for managing Alzheimer's Disease: A Review. *Current neuropharmacology*, 19(11), 1884–1895 <https://doi.org/10.2174/1570159x19666210215122333>
- Arora, K., Green, M., & Prakash, S. (2020). The microbiome and Alzheimer's disease: potential and limitations of prebiotic, synbiotic, and probiotic formulations. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 8, 53784 <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.53784>
- Birnbaum, G., & Stulc, J. (2017). High dose biotin as treatment for progressive multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 18, 141–143. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2017.09.030>
- Carapia-Vega, N., Fonseca-Valtierra, R. E., de León, K. V. N. D., Saavedra-Triana, G. M., & Escobedo-Martínez, C. (2024). Alimentos funcionales y nutraceuticos. El papel que juegan en la salud. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 28. <http://dx.doi.org/10.15174/jc.2024.4490>
- Hernández Espinosa, D. R., Barrera Morín, V., Briz Tena, O., González Herrera, E. A., Laguna Maldonado, K. D., Jardínez Díaz, A. S., & Matuz Mares, D. (2019). El papel de las especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno en algunas enfermedades neurodegenerativas. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 62(3), 6–19. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.62.3.03>

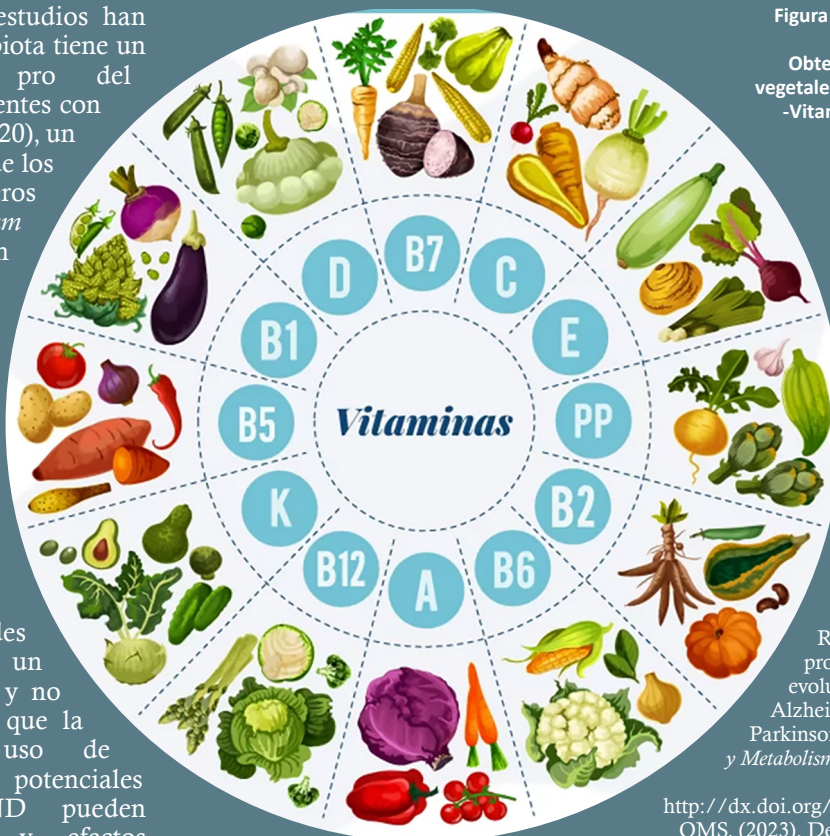


Figura 4. Alimentos fuentes de las diferentes vitaminas.  
Obtenida de: <http://signature-vegetale.com/vitaminas-de-frutas/Qu-Vitaminas-Tienen-Las-Frutas-Y-Verduras-14522940/>

<https://doi.org/10.1186/s13023-023-02687-5>  
Latorre, M. A. D. (2023). Rol de suplementación con probióticos en el desarrollo y la evolución de la Enfermedad de Alzheimer y Enfermedad de Parkinson. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*.

<http://dx.doi.org/10.35454/rncm.v6n3.504>  
OMS, (2023). Dementias.  
<https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/dementia#:~:text=La demencia es un síndrome que podría considerarse una consecuencia>  
Sienes Bailo, P., Llorente Martín, E., Calmarza, P., Montolio Brea, S., Bravo Gómez, A., Pozo Giráldez, A., ... & Fort Gallifa, I. (2022). Implicación del estrés oxidativo en las enfermedades neurodegenerativas y posibles terapias antioxidantes. *Advances in Laboratory Medicine/ Avances en Medicina de Laboratorio*, 3(4), 351–360. <https://doi.org/10.1515/almed-2022-0022>

Talaverón-Rey, M., Álvarez-Córdoba, M., Villalón-García, I., Povea-Cabello, S., Suárez-Rivero, J. M., Gómez-Fernández, D., Romero-González, A., Suárez-Carrillo, A., Munuera-Cabeza, M., Cilleros-Holgado, P., Reche-López, D., Piñero-Pérez, R., & Sánchez-Alcázar, J. A. (2023). Alpha-lipoic acid supplementation corrects pathological alterations in cellular models of pantothenate kinase-associated neurodegeneration with residual PANK2 expression levels. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 18(1).

### Probióticos

**Microorganismos vivos** (tales como bacterias y levaduras) que se encuentran en alimentos fermentados y ofrecen numerosos beneficios para la salud.

- Yogurt
- Kefir
- Chucrut
- Miso
- Tempeh
- Suero de leche
- Kombucha
- Kimchi

### Prebióticos

Un tipo especial de **fibra vegetal** (como inulina, pectina, y almidones resistentes) que sirve de **alimento para los probióticos**, promoviendo así su crecimiento.

- Manzanas
- Cebollas
- Ajo
- Espárragos
- Linaza
- Avena
- Cacao
- Cebada

**Probióticos y prebióticos: diferencias y fuentes naturales**

[www.herbazest.com](http://www.herbazest.com)

Figura 5. Diferentes fuentes de probióticos y prebióticos.  
Obtenida de: <https://www.herbazest.com/es/bienestar/probioticos-y-probioticos-diferencias-y-fuentes-naturales>

# Hígado Graso, dieta mexicana, genética y microbioma: de la Tradición a la Enfermedad

## *Fatty liver, Mexican diet, genetics and microbiome: from Tradition to Disease*

Alan Fabricio Cano Méndez<sup>1</sup>, José Rafael Fuentes Martínez<sup>2</sup> y Paola Berenice Mass Sanchéz<sup>3,4</sup>

1. Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 2. Laboratorio de Microbiología, Hospital General de Zona 8. IMSS, CDMX, México. 3. Centro de Bioquímica, Facultad de Medicina y Hospital Universitario de Colonia, Universidad de Colonia, Colonia, Alemania. 4. Departamento de Pediatría y Medicina Adolescente, Facultad de Medicina y Hospital Universitario de Colonia, Universidad de Colonia, Colonia, Alemania.

Contacto: beremass@gmail.com

**Resumen.** El hígado graso, también conocido como esteatosis hepática, es una condición en la que se acumula grasa en las células del hígado, lo que puede derivar en inflamación, resistencia a la insulina y enfermedades más graves como la cirrosis o el cáncer hepático. En México, el aumento de la prevalencia del hígado graso está estrechamente relacionado con los hábitos alimenticios, especialmente el consumo elevado de alimentos procesados, grasas saturadas y azúcares añadidos. La genética y la microbiota intestinal, también tiene una influencia significativa en la salud hepática por lo que entender mejor los mecanismos que se intercomunican en esta enfermedad es crucial para prevenir y tratar esta condición.

**Palabras clave.** Hígado graso, dieta, microbioma.

**Abstract.** Fatty liver, also known as hepatic steatosis, is a condition in which fat accumulates in liver cells, which can lead to inflammation, insulin resistance and more serious diseases such as cirrhosis or liver cancer. In Mexico, the increased prevalence of fatty liver is closely related to dietary habits, especially the high consumption of processed foods, saturated fats and added sugars. Genetics and intestinal microbiota also have a significant influence on liver health, so a better understanding of the mechanisms that intercommunicate in this disease is crucial to prevent and treat this condition.

**Key words.** fatty liver, diet, microbiome.

Este tipo de dietas, además de asociarse con obesidad, enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes o la hipertensión, son una piedra angular en el desarrollo del hígado graso. Conocida médicamente como esteatosis hepática, el hígado graso se refiere a la acumulación excesiva de grasa en los hepatocitos (las células del hígado), lo cual puede llevar a complicaciones graves si no se detecta y maneja a tiempo (Figura 1).

El hígado graso puede tener diferentes orígenes, dentro de los que destacan la dieta, el ejercicio, la genética y el consumo crónico de alcohol. Con base en esto, es posible identificar dos entidades: el hígado graso no alcohólico y el hígado graso alcohólico. Aunque es común que las personas con hígado graso no presenten síntomas evidentes en sus etapas iniciales, si no se controla adecuadamente, puede llevar a problemas más serios como la cirrosis, la insuficiencia hepática e incluso el cáncer de hígado.

### La Dieta Mexicana: de lo tradicional a lo comercial

La cocina tradicional mexicana fue reconocida por la UNESCO como patrimonio inmaterial de la humanidad y es mundialmente identificada por su sabor y variedad. Platillos que incluyen maíz, arroz, tortillas, huevo, legumbres como el frijol y las lentejas, semillas y una amplia variedad de frutas y vegetales le han valido el nombre de Dieta Tradicional Mexicana o Traditional Mexican Diet (TMexD) por sus siglas en inglés (Valerino-Perea et al., 2019) (Figura 2). Existen reportes en la literatura que confirman que mantener una dieta tradicional mexicana está directamente relacionada

México es un país culturalmente diverso, con una gastronomía envidiable; sin embargo, a lo largo de las últimas décadas, en la mesa de los mexicanos predomina la comida

altamente procesada. Y es que, durante los últimos años, a nivel mundial ha existido un "boom" en la elaboración y consumo de comida rápida, alimentos que son ricos en grasas y azúcares, y bajos en fibra y proteínas.

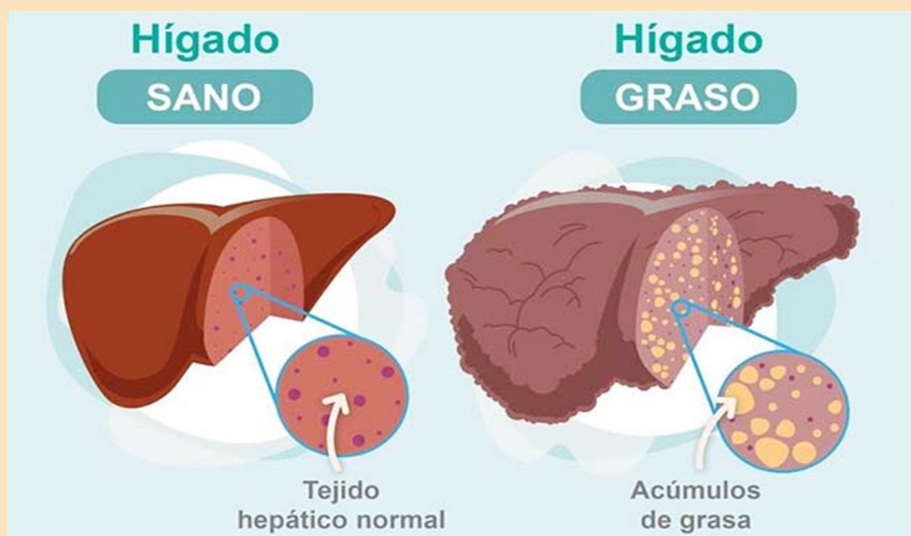


Figura 1. Hígado sano vs hígado graso. Imagen que muestra las diferencias entre un hígado sano y un hígado graso. Es notable la presencia de depósitos de grasa acumulados en los hepatocitos y evidente aumento en su tamaño. Tomado de: <https://www.umaza.edu.ar/higado-graso-de-que-se-trata-esta-problematica-que-sigue-aumentando>.



con una disminución en el riesgo de padecer hígado graso no alcohólico (López-Pentecost et al., 2023). Sin embargo, a lo largo de las últimas décadas y asociado a cuestiones sociales y culturales, la cocina mexicana ha transicionado hacia preparaciones altamente procesadas ricas en grasas saturadas y en fructosa. Se ha identificado que una dieta basada en alimentos altamente procesados afecta directamente al hígado y puede impactar negativamente la salud (Bernal-Reyes et al., 2023).

### ¿Cómo afecta la grasa a nuestro hígado?

La acumulación excesiva de grasa en los hepatocitos interfiere con la capacidad del organismo para degradar adecuadamente estos lípidos a través de la lipólisis. Como resultado, se crea un microambiente lipotóxico en el hígado, que es altamente perjudicial para los hepatocitos. Este ambiente desencadena una serie de alteraciones en la mitocondria, una estructura esencial para el funcionamiento de nuestras células. Las mitocondrias dañadas no solo reducen la capacidad energética de las células, sino que también provocan un aumento significativo en el estrés oxidativo que conlleva la generación de especies reactivas de oxígeno, exacerbando el daño celular y favoreciendo el proceso inflamatorio.

Paralelamente, el retículo endoplásmico, una red intracelular responsable de la síntesis de proteínas y lípidos, también experimenta estrés. El estrés promueve la activación de vías de señalización que inducen la producción de citocinas proinflamatorias. Estas citocinas, a su vez, agravan aún más la condición de hígado graso, perpetuando un ciclo de inflamación crónica que puede llevar, si no se controla, a la fibrosis hepática. La fibrosis es una etapa intermedia en la progresión de la enfermedad hepática, en la que el tejido hepático sano es reemplazado por tejido cicatricial, lo que puede evolucionar a una cirrosis irreversible y, en casos más graves,

año 15, No. 26 julio - diciembre del 2025



Figura 2: La dieta de la milpa. Alimentos típicos de la cocina tradicional mexicana, dieta rica en fibra, frutas, verduras y alimentos bajos en grasas saturadas. Tomada de: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/la-dieta-de-la-milpa-298617>

cáncer hepático (Buzzetti et al., 2016).

Si bien la dieta juega un papel crucial en el desarrollo del hígado graso, los factores genéticos y epigenéticos también tienen una influencia significativa. Se ha demostrado que diversas variantes genéticas, conocidas como polimorfismos de un solo nucleótido, un tipo de mutación del ADN, influyen en los procesos biológicos que favorecen la acumulación y el metabolismo de los ácidos grasos en el hígado. Un ejemplo particularmente relevante es el gen PNPLA3, conocido también como adiponutrina, cuya variante I148M altera el metabolismo lipídico en el hígado, facilitando la acumulación de grasa en las células hepáticas. Esta variante se ha identificado en la población mexicana (Chinchilla-López et al., 2018).

Además de los factores genéticos, los mecanismos epigenéticos juegan un papel fundamental en la regulación de la

expresión génica relacionada con el hígado graso (Buzzetti et al., 2016). La metilación del ADN, proceso que implica la adición de grupos metilo a las bases nitrogenadas del ADN, lo que puede alterar la expresión de los genes sin cambiar la secuencia genética subyacente. La metilación del ADN está influenciada por nutrientes que proporcionan grupos metilo, como la betaína, la colina y los folatos, lo que sugiere que la dieta puede tener un impacto directo en la regulación epigenética del hígado.

### Dieta, microbioma intestinal y su relación con la progresión a hígado graso

En el intestino habitan trillones de bacterias con funciones esenciales en el mantenimiento de la homeostasis y el metabolismo, formando el microbioma intestinal. Según análisis genómicos las especies que predominan son las del género *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Fusobacteria*, *Spirochaetae* y *Verrucomicrobia*. Así mismo es bien conocida la relación anatómica y funcional que tiene el intestino con el hígado, los cuales están conectados por la vena porta. Por lo que la disregulación del microbioma intestinal o disbiosis también ha sido asociada con complicaciones metabólicas como el hígado graso. Estas alteraciones en el microbioma intestinal pueden ser causadas por una dieta rica en grasas saturadas, productos animales y azúcares. Los análisis del microbioma intestinal en pacientes con hígado graso no alcohólico presentan una disminución en la heterogeneidad de las especies de bacterias, predominando aquellas bacterias Gram negativas, como *Escherichia* y *Enterobacter* (Campo, 2018). En la población mexicana se ha reportado una baja prevalencia de *Firmicutes*, *Actinobacteria* y *Fusobacteria* así como un aumento de las familias *Campylobacter* y *Gemella* en pacientes con cirrosis hepática. (Pérez, 2018)

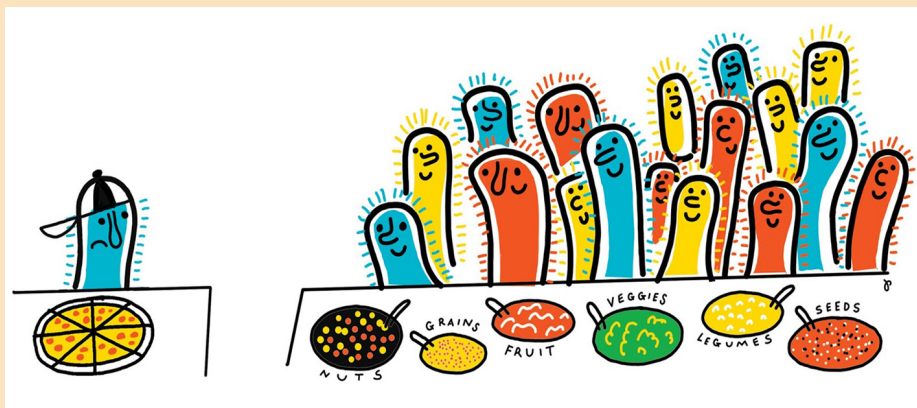


Figura 3: Entre más diversa la dieta, más diversa la microbiota y más beneficios para el hígado. Tomado de: <https://microbioblog.es/proposito-para-el-nuevo-ano-renueva-tu>

Se ha observado que la acumulación de grasas saturadas genera cambios en el microbioma intestinal y dichos microorganismos pueden activar a los hepatocitos haciendo que produzcan enzimas lipogénicas, aumentando la síntesis de grasas en el hígado. Asimismo, se ha observado que la microbiota puede favorecer la absorción de azúcares simples y la acumulación de triglicéridos lo que favorece el desarrollo de hígado graso (Dong, 2019).

Por lo anterior, es posible afirmar que las dietas ricas en vegetales, granos, frutas y legumbres son benéficas para la salud del hígado (López-Pentecost., 2023) (Figura 3).

## Conclusión

El desarrollo del hígado graso no alcohólico y su progresión hacia condiciones más graves es un proceso complejo y multifactorial que involucra factores genéticos, epigenéticos, la dieta y la microbiota. El consumo de alimentos ricos en fibra, proteínas y bajos en carbohidratos refinados y grasas saturadas, similares a la dieta tradicional mexicana, se asocia con una buena microbiota y un buen metabolismo hepático, disminuyendo el riesgo de padecer hígado graso.

## Referencias

Bernal-Reyes, R., Icaza-Chávez, M. E., Chi-Cervera, L. A., Remes-Troche, J. M., Amieva-Balmori, M., Priego-Parra, B. A., Martínez-Vázquez, S., Méndez-Guerrero, I. O., Martínez-Rodríguez, L.,

Barranca-Enríquez, A., Palmeros-Exsome, C., Cano-Contreras, A. D., & Triana-Romero, A. (2023). Prevalence and clinical-epidemiologic characteristics of a Mexican population with metabolic (dysfunction) associated fatty liver disease: An open population study. *Revista de gastroenterología de México (English)*, 88(3), 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.rgmex.2022.04.001>

Buzzetti, E., Pinzani, M., & Tsochatzis, E. A. (2016). The multiple-hit pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Metabolism: clinical and experimental*, 65(8), 1038–1048. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2015.12.012>

Campo, L., Eiseler, S., Apfel, T., & Pysopoulos, N. (2019). Fatty Liver Disease and Gut Microbiota: A Comprehensive Update. *Journal of clinical and translational hepatology*, 7(1), 56–60. <https://doi.org/10.14218/JCTH.2018.00008>

Chinchilla-López, P., Ramírez-Pérez, O., Cruz-Ramón, V., Canizales-Quinteros, S., Domínguez-López, A., Ponciano-Rodríguez, G., Sánchez-Muñoz, F., & Méndez-Sánchez, N. (2018). More Evidence for the Genetic Susceptibility of Mexican Population to Nonalcoholic Fatty Liver Disease through PNPLA3. *Annals of hepatology*, 17(2), 250–255. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.8644>

Dong, T. S., & Jacobs, J. P. (2019). Nonalcoholic fatty liver disease and the gut microbiome: Are bacteria responsible for fatty liver?. *Experimental biology and medicine (Maywood, N.J.)*, 244(6), 408–418. <https://doi.org/10.1177/1535370219836739>

Lopez-Pentecost, M., Tamez, M., Mattei, J., Jacobs, E. T., Thomson, C. A., & Garcia, D. O. (2023). Adherence to a Traditional Mexican Diet Is Associated with Lower Hepatic Steatosis in US-Born Hispanics of Mexican Descent with Overweight or Obesity. *Nutrients*, 15(23), 4997. <https://doi.org/10.3390/nu15234997>

Pérez-Monter, C., Escalona-Nandez, I., Estanes-Hernández, A., Noriega-López, L. G., & Torre-Delgadillo, A. (2019). Intestinal microbiota assessment in cirrhotic patients from a Mexican mestizo population. Determinación de la microbiota intestinal en pacientes cirróticos de población mestizo-mexicana. *Revista de gastroenterología de México (English)*, 84(1), 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.rgmex.2018.02.010>

Valerino-Perea, S., Lara-Castor, L., Armstrong, M. E. G., & Papadaki, A. (2019). Definition of the Traditional Mexican Diet and Its Role in Health: A Systematic Review. *Nutrients*, 11(11), 2803. <https://doi.org/10.3390/nu11112803>

## Importancia de las Microalgas

Las microalgas son organismos unicelulares que contienen clorofila, lo que les otorga la capacidad de realizar fotosíntesis, como las plantas; esto les confiere una relevancia en investigación. Las microalgas de manera natural se encuentran en cuerpos de agua en combinación con otros microorganismos como bacterias, cianobacterias, levaduras y otros tipos de microalgas, a esta combinación de especies se le conoce como consorcios.

Los consorcios de microalgas han sido estudiados por varios autores debido a su supervivencia, producción de biomasa y su capacidad para la remoción de nutrientes. Las microalgas se utilizan en diversas áreas de interés comercial y de investigación (Tambat, *et al.*, 2023), debido a su alto potencial biotecnológico y a la generación de productos de alto valor añadido. Cada parte de su composición, como proteínas, carbohidratos, lípidos, pigmentos y biomasa, ha sido estudiada y utilizada (Albarelli, *et al.*, 2018; Wayne-Chew, *et al.*, 2017). Las diversas aplicaciones industriales de las microalgas se encuentran en los campos de la química, la farmacia, la cosmética, la biorremediación, los suplementos dietéticos, la alimentación convencional, los biocombustibles y los fertilizantes (Vázquez-Romero, *et al.*, 2022; Tambat, *et al.*, 2023).

Para reducir los costos de la producción de los cultivos de consorcios de microalgas es necesario utilizar efluentes residuales que aporten nutrientes, los efluentes altamente estudiados son: aguas residuales de la industria textil, láctea, porcina y agua residual domiciliar. Pero la variación en la composición de los efluentes residuales puede limitar o favorecer el crecimiento de algunas microalgas.

Por lo tanto, es esencial seleccionar consorcios con la capacidad de crecer



# Producción de Lípidos de un consorcio de Microalgas suplementado con agua residual porcina

## *Lipid production from a Microalgae consortium supplemented with porcine wastewater*

<sup>1</sup>Micael Gerardo Bravo Sánchez; <sup>2</sup>Omar Surisadai Castillo Baltazar;  
<sup>3</sup>Christian Ariel Cabrera Capetillo.

Contacto: d2203012@itcelaya.edu.mx

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México (TecNM); Instituto Tecnológico de Celaya (ITC), Departamento de Ingeniería Bioquímica e Ingeniería Ambiental; <sup>2</sup>Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Departamento de Ingeniería en Biotecnología; Celaya, Guanajuato, México. <sup>3</sup> TecNM, ITC, Departamento de Posgrado e Investigación (DEPI); Celaya, Guanajuato, México.

**Resumen.** Las microalgas son microorganismos muy estudiados para la producción de productos de alto valor debido a su alto contenido en proteínas, lípidos, carbohidratos y clorofila. En este trabajo se evalúa de manera técnica y económica la producción de lípidos a partir de un consorcio de *Chlorella sp.*, considerando 18 escenarios para su producción, siendo 9 de ellos parcialmente suplementados con aguas residuales porcinas. Se consideró un área de 1 ha para el cultivo de la biomasa, la recolección de biomasa primaria y secundaria, y la extracción de lípidos. Mediante simulación en el software *SuperPro Designer v10*, se evaluaron parámetros de consumo y producción. Los resultados muestran que el costo de producción es elevado, oscilando entre 836,9 US \$/kg y 1131,5 US \$/kg de lípidos producidos. El uso de aguas residuales reduce el costo de producción en aproximadamente un 10%. La evaluación de los parámetros técnicos y económicos permite aplicar estrategias para reducir los costos de producción.

**Palabras Clave:** Lípidos, Simulación, Biorrefinería.

**Abstract.** Microalgae are microorganisms studied for the production of high value products due to their high content of proteins, lipids, carbohydrates and chlorophyll. In this work, the production of lipids from a consortium of *Chlorella sp.* is evaluated technically and economically, considering 18 scenarios for their production, 9 of them partially supplemented with swine wastewater. An area of 1 ha was considered for biomass cultivation, primary and secondary biomass collection, and lipid extraction. Through simulation in *SuperPro Designer v10* software, consumption and production parameters were evaluated. The results show that the production cost is high, ranging from 836.9 US \$/kg to 1131.5 US \$/kg of lipids produced. The use of wastewater reduces the production cost by approximately 10%. The evaluation of technical and economic parameters allows the implementation of strategies to reduce production costs.

**Key words:** Lipids, Simulation, Biorefinery.

en ciertos efluentes residuales, y que puedan sobrellevar los cambios en las condiciones ambientales, mismas que definirán el éxito del proceso.

Los consorcios de microalgas pueden desarrollarse mejor en efluentes residuales, debido a que, si existe la pérdida de una especie, esta será compensada por otra.

Las especies nativas pueden ser utilizadas sin una aclimatación estacional, de esta manera sería posible optimizar las condiciones de crecimiento y así maximizar la producción de biomasa, a fin de que el escalamiento a nivel industrial sea viable. Se debe tomar en cuenta que, al ser recolectados de un cuerpo natural, el consorcio microalgal está

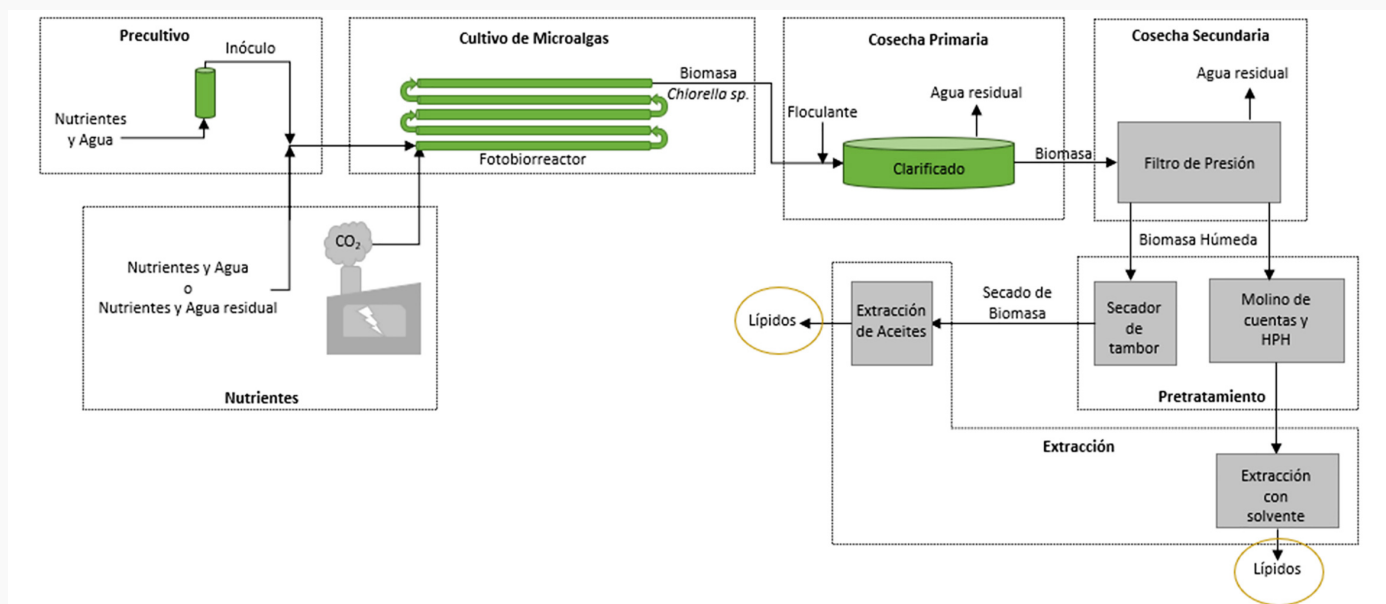


Figura 1. Diagrama de flujo para la simulación de la producción de lípidos a partir de biomasa de microalgas *Chlorella sp.*

Tabla 1. Escenarios para la producción de aceite microalgal.

Cultivo	Escenario	Cosecha	Cosecha Secundaria	Pretratamiento (Ruptura Celular o secado)	Extracción
		Primaria (floculación)			
Agua (B1)	1	NaOH	Filtro Prensa	Molino de Cuentas	Extracción
	2	FeCl <sub>3</sub>			
	3	Quitosano			
Agua Residual (B2)	4	NaOH	Filtro Prensa	Molino de Cuentas	Extracción
	5	FeCl <sub>3</sub>			
	6	Quitosano			
Agua (B1)	7	NaOH	Filtro Prensa	Homogeneizador a alta presión	Extracción
	8	FeCl <sub>3</sub>			
	9	Quitosano			
Agua Residual (B1)	10	NaOH	Filtro Prensa	Homogeneizador a alta presión	Extracción
	11	FeCl <sub>3</sub>			
	12	Quitosano			
Agua (B1)	13	NaOH	Filtro Prensa	Secador de Tambor	Prensa
	14	FeCl <sub>3</sub>			
	15	Quitosano			
Agua Residual (B1)	16	NaOH	Filtro Prensa	Secador de Tambor	Prensa
	17	FeCl <sub>3</sub>			
	18	Quitosano			

acompañado de otros microorganismos endémicos del mismo cuerpo de agua, por lo tanto, es posible que exista una cooperación y/o interacción entre ellas.

Lípidos de Microalgas

Todos los componentes valiosos de las microalgas se han manipulado para desarrollar productos refinados para diversas aplicaciones. Sin embargo, los lípidos han sido los más estudiados para la producción de biodiésel (Kholssi, *et al.*, 2021).

Cuando los lípidos se refinan mediante procesos de transesterificación, pueden convertirse en biocombustibles como biodiesel, bioetanol, glicerol, bio-butanol, entre otros; estos compuestos son altamente utilizados en la industria energética, como energía para el transporte, como lubricantes y como solventes sea el caso (Figueroa-Torres & Theodoropoulos 2023; Wang, *et al.*, 2022).

En la biomasa microalgal, estos lípidos oscilan entre el 2% y hasta el 84% (peso) de la composición, siendo la especie *Chlorella ellipsoidea* la que presenta la mayor concentración

reportada, según lo documentado por Menetrez M. en 2012 y reafirmado por Babi *et al.* en 2022. Los lípidos microalgales se consideran productos de bajo valor ya que su uso común es la conversión en biodiésel, y la producción de biodiésel aún no compite económicamente con el diésel derivado del petróleo.

Esto representa una de las limitaciones significativas para el desarrollo de procesos y tecnologías rentables para la producción de biodiésel derivado de algas (Safi, *et al.*, 2017; Aslam *et al.*, 2020).

La contribución de las microalgas a la bioeconomía verde requiere la producción sostenible de biomasa microalgal, la protección del medio ambiente, la reducción de los residuos de recursos y el uso de tecnologías verdes durante las etapas de procesamiento (Yen, *et al.*, 2012), esto incluye el uso de medios de cultivo suplementados con aguas residuales en las primeras etapas de cultivo para la producción de biomasa microalgal, lo que reduce significativamente los costos de producción de lípidos (Cheirsilp, *et al.* 2023) y otros derivados.

Simulación a Nivel Industrial

La simulación se realizó en el programa *SuperPro Designer*, se utiliza para diseñar, simular, evaluar y optimizar procesos industriales, principalmente en las áreas de bioingeniería, biotecnología, química, ingeniería industrial, farmacobiología y bioenergía. En el presente estudio, se establecieron y evaluaron 18 escenarios de producción de lípidos a partir de biomasa microalgal de *Chlorella sp.* en modo de funcionamiento continuo. Estos escenarios se crearon combinando el precultivo de microalgas, la producción de biomasa en fotobiorreactores tubulares horizontales, la cosecha de biomasa, el pretratamiento de biomasa y la extracción de lípidos, como se muestra en la Figura 1 y Tabla 1.

Los resultados de la simulación muestran que las producciones de lípidos oscilarían entre 13,2 toneladas/ha/año (escenario 13) y 18,3 toneladas/ha/año (escenarios 11 y 12), como se muestra en la Figura 2. En general, se puede observar que los escenarios que incluían aguas residuales tenían una mayor



producción de lípidos (escenarios 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17 y 18). Esto se debe a la mayor productividad de biomasa en aquellos escenarios que consideran aguas residuales porcinas.

Existe un gran número de estudios techno-económicos sobre procesos de biorrefinería que utilizan biomasa de microalgas. Sin embargo, esta diversidad ha dado lugar a un amplio abanico de evaluaciones de costos porque no existe una estandarización en los análisis.

Algunos estudios diseñan un proceso basado en valores medios de producción de biomasa o lípidos, mientras que otros omiten el cultivo de la biomasa y todos los procesos necesarios para la recolección y, en su lugar, diseñan su proceso partiendo de la biomasa, entre otras muchas configuraciones de proceso. Además, la gran variedad de especies de microalgas disponibles también contribuye a los requisitos y variaciones específicos del proceso.

## Conclusiones

La elección del mejor escenario dependerá del objetivo que se quiera alcanzar. Si el interés principal es conseguir la mayor producción al menor coste, entonces los escenarios 11 y 12 son los mejores para cumplir este objetivo (836,9 US \$/kg).

El uso de aguas residuales permite ahorrar en el consumo de nutrientes y agua dulce, lo que se refleja en el coste unitario de producción, con un ahorro aproximado del 10,33% en todos los escenarios.

Con la ayuda de herramientas de simulación de procesos, pudimos ahorrar tiempo en la evaluación, conocer en profundidad la funcionalidad de cada equipo implicado en cada etapa del proceso, identificar variables críticas para el diseño y poner de relieve el potencial de aplicación de estos procesos a escala industrial.

## Referencias

- Albarelli, J. Q.; Santos, D. T.; Ensinas, A. V.; Maréchal, F.; Cocero, M. J.; Meireles, M. A. (2018), Comparison of extraction techniques for product diversification in a supercritical water gasification-based sugarcane-wet microalgae biorefinery: Thermoeconomic and environmental analysis. *Journal of Cleaner Production*, 201, 697-705. doi:10.1016/j.jclepro.2018.08.137.
- Aslam, A.; Fazal, T.; Zaman, Q.; Shan, A.; Rehman, F.; Iqbal, J.; Rashid, N.; Rehman, M. S. (2020), Chapter 13 - Biorefinery of Microalgae for Nonfuel Products, Editor(s): Abu Yousuf, Microalgae Cultivation for Biofuels Production. *Academic Press*, 197-209. doi: 10.1016/B978-0-12-817536-1.00013-8.
- Babi, F.; Jamal, A.; Huang, Z.; Urynowicz, M.; Ali, M. I. (2022), Advancement and role of abiotic stresses in microalgae biorefinery with a focus on lipid production. *Fuel*, 316, 123192. doi: 10.1016/j.fuel.2022.123192.
- Cheirsilp, B.; Maneechote, W.; Srinuanpan, S.; Angelidaki, I. (2023), Microalgae as tools for bio-circular-green economy: Zero-waste approaches for sustainable production and biorefineries of microalgal biomass. *Bioresource Technology*, 387, 129620. doi: 10.1016/j.biortech.2023.129620.
- Figuerola-Torres, G.M.; Theodoropoulos, C. (2023), Techno-economic analysis of a microalgae-based biorefinery network for biofuels and value-added products. *Bioresource Technology Reports*, doi:10.1016/j.biteb.2023.101524.
- Kholssi, R.; Ramos, P.V.; Marks, E. A. N.; Montero, O.; Rad, C. (2021), 2Biotechnological uses of microalgae: A review on the state of the art and challenges for the circular economy. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36, 102114. doi:10.1016/j.bcab.2021.102114.
- Menetrez, M. Y. (2012), An overview of algae biofuel production and potential environmental impact. *Environmental science & technology*, 46(13), 7073-7085. doi:10.1021/es300917r.
- Safi, C.; Olivieri, G.; Campos, R. P.; Engelen-Smit, N.; Mulder, W. J.; van den Broek L. A. M.; Sijtsma, L. (2017), Biorefinery of microalgal soluble proteins by sequential processing and membrane filtration. *Bioresource Technology*, 225, 151-158. doi: 10.1016/j.biortech.2016.11.068.
- Tambat, V. S.; Patel, A. K.; Singhanian, R. R.; Vadrale, A. P.; Tiwari, A.; Chen, C. W.; Dong, C. D. (2023), Sustainable mixotrophic microalgae refinery of astaxanthin and lipid from *Chlorella zofingiensis*. *Bioresource Technology*, 387, 129635. doi:10.1016/j.biortech.2023.129635.
- Vázquez-Romero, B.; Perales, J. A.; de Vree, J. H.; Böpple, H.; Steinrücken, P.; Barbosa, M. J.; Kleinegris, D. M. M.; Ruiz, J. (2022), Technoeconomic analysis of microalgae production for aquafeed in Norway. *Algal Research*, 64, 102679. doi:10.1016/j.algal.2022.102679.
- Wang, S.; Mukhambet, Y.; Esakkimuthu, S.; Abomohra, A. E. (2022), Integrated microalgal biorefinery – Routes, energy, eco-nomic and environmental perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 348, 131245. doi:10.1016/j.jclepro.2022.131245.
- Wayne-Chew, K.; Ying-Yap, J.; Loke-Show, P.; Hui-Suan, N.; Ching-Juan, J.; Chuan-Ling, T.; Lee, D. J.; Chang, J. S. (2017), Microalgae biorefinery: high value products perspectives. *Bioresource Technology*. doi:10.1016/j.biortech.2017.01.006.
- Yen, H. W.; Hu, I. C.; Chen, C. Y.; Ho, S. H.; Lee, D. J.; Chang, J. S. (2012), Microalgae-based biorefinery – From biofuels to natural products. *Bioresource Technology*. doi:10.1016/j.biortech.2012.10.099.

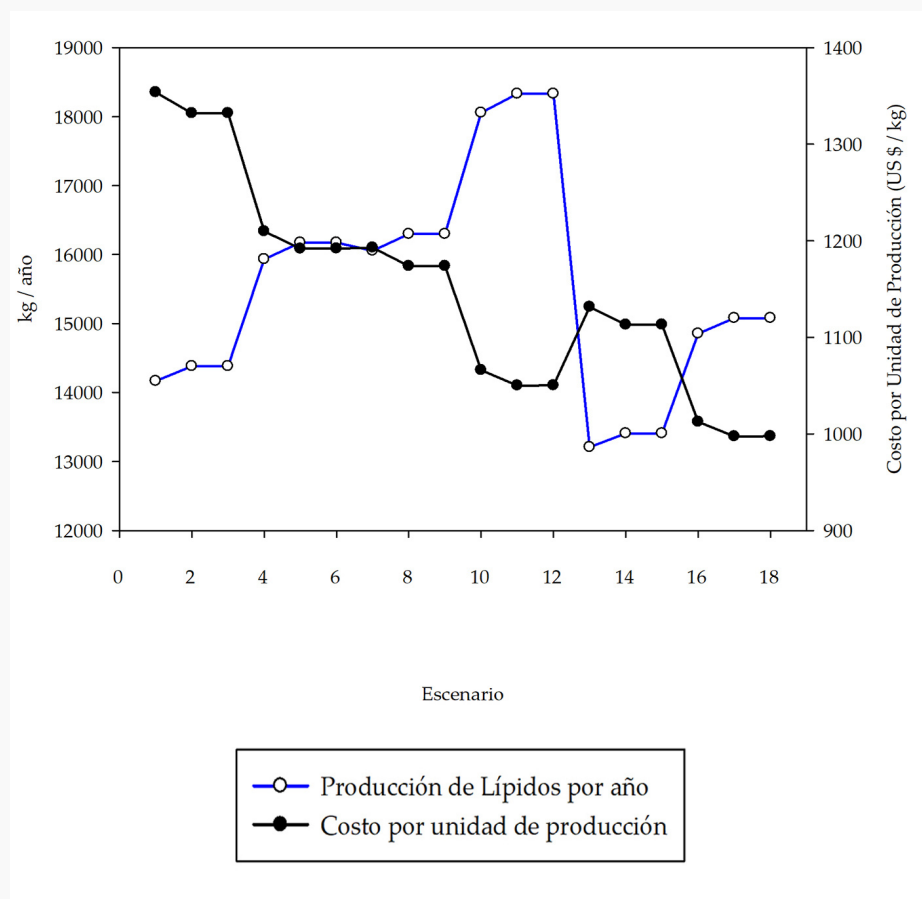


Figura 2. Kilogramos de lípidos producidos y costo anualmente por cada escenario.

## Introducción

La relación del estrés laboral y el aumentar el consumo de tabaco dentro de los trabajadores de la salud, es la respuesta ante exigencias que sobrepasan los conocimientos y habilidades del trabajador para desempeñarse de forma óptima. El aumentar el consumo de tabaco dentro de los trabajadores de la salud genera un desafío y una amenaza conocida para la salud pública, se considera una epidemia a nivel mundial basado en las tasas de morbilidad es una problemática que han tenido que enfrentar los sistemas de salud del mundo entero. Cada minuto mueren diez personas en el mundo debido a las enfermedades provocadas por el tabaquismo (WHO 2021).

La Organización Internacional del trabajo (OTI,2022) menciona que el tabaquismo es una problemática muy investigada pero muy poco tratada en los ámbitos laborales. Ya se ha demostrado a lo largo de los años, que existen factores externos que contribuyen a desarrollar el hábito de fumar. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 035 (NOM-035-STPS-2018) se deben analizar y evaluar los factores de riesgo psicosocial en el entorno laboral y las condiciones en la que se desarrollan las actividades profesionales, con el objetivo de prevenir, promover, reducir y eliminar todos aquellos factores dentro del centro de trabajo que impacten negativamente la salud de los trabajadores.

México ocupa el sexto país con más fumadores señala el nuevo Informe sobre el Control del Tabaco en la Región de las Américas 2022, de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2022).

La prevalencia de adultos consumidores de tabaco en México es de 13.1% lo que supera en fumadores a países como Canadá (13%), Brasil (12.8%) y Bolivia (12.7%) mientras que se mantiene por debajo del promedio de la región que se coloca en 16.3% de países como Cuba (17.9%), Uruguay (21.5%) y Chile (29.2%) el cual se posiciona como el país con mayor consumo de tabaco en el continente.

En tanto, los datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2022) señalan que, en México, son los hombres adultos los que más consumen tabaco,

# Estrés laboral y consumo de tabaco en el personal del Hospital General de Calpulalpan, Tlaxcala

## Work stress and tobacco consumption in the staff of the General Hospital of Calpulalpan, Tlaxcala

Juana Guadalupe Balleza Calderón<sup>1</sup>, Pablo Méndez Hernández<sup>2</sup>,  
Alejandro Adolfo Granados Espejel<sup>3</sup>

1. Centro de Salud Urbano de Calpulalpan Tlaxcala.

2. Universidad Autónoma de Tlaxcala. 3. Hospital General de Calpulalpan Tlaxcala.

Contacto: vesalius222@gmail.com

**Resumen.** El estrés laboral es la respuesta ante exigencias identificado como reacciones psicológicas y/o física que sobrepasan los conocimientos y habilidades del trabajador para desempeñarse de forma óptima, el presente estudio se llevó a cabo en el Hospital General de Calpulalpan Tlaxcala, identificando si el estrés laboral se relaciona con el consumo de tabaco en el personal de salud. El consumo de tabaco se considera una amenaza para la salud pública y una epidemia a nivel mundial.

**Palabras clave:** Estrés Laboral, consumo de tabaco, personal de salud.

**Abstract.** Work stress is the response to demands identified as psychological and/or physical reactions that exceed the knowledge and skills of the worker to perform optimally. The present study was carried out at the General Hospital of Calpulalpan Tlaxcala, identifying whether work stress it is related to tobacco consumption in health personnel. Tobacco consumption is considered a threat to public health and an epidemic worldwide.

**Keywords.** Work-related stress, tobacco use, healthcare workers.

Tabla. 1 población fumadora. Por genero

Sexo	n
Femenino	25
Masculino	40
Total	65



con un 19.9% mientras que la prevalencia entre las mujeres es de 6.2%.

El 31 de mayo del 2021, la Organización Mundial de la salud y la Organización Panamericana de la Salud (OMS-OPS) reportó que, en México, el fumar mata anualmente a 63,200 personas, las principales causas identificadas son; Enfermedades cardiovasculares, riesgo clave para la hipertensión, la enfermedad coronaria (angina o infarto de miocardio) y los accidentes cerebrovasculares (trombosis, hemorragias o embolias). Cáncer; el de pulmón es el principal, y está relacionado con otros tipos de cáncer, como el de boca, faringe, laringe, esófago, estómago, páncreas, cérvix, riñón y vejiga. Enfermedades respiratorias crónicas; la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la más común, incluye bronquitis crónica y enfisema. Otras enfermedades; enfermedad periodontal (enfermedad de las encías), puede causar alteraciones psicoemocionales como ansiedad, depresión, irritabilidad y dificultad para concentrarse. Además, puede afectar la calidad de vida y la respuesta a los tratamientos de enfermedades mentales (SOM, Salud Mental, 2021).

**Análisis**

Los datos obtenidos en la presente investigación, se realizaron mediante la herramienta de ROMERO- URÉA 2019, a partir de una encuesta en Google forms, a 315 trabajadores del Hospital General de Calpulalpan. Lo que identifica que 65 trabajadores son fumadores activos, donde la prevalencia en el sexo femenino es del 38.5% y el 61.5% pertenece al sexo masculino *Tabla.1.*

Los médicos son los más vulnerables a presentar el mayor hábito de fumar con el 32.3% seguido por el personal de limpieza con el 18.5% *Tabla. 2.*

El sexo masculino fuma de 1 y 2 cigarrillos al día lo que equivale al 33% el sexo femenino fuma de 1 y 2 cigarrillos al día lo que corresponde al 27%. La frecuencia con la que fuman diariamente ambos sexos es del 44% y ocasionalmente es del 42%.

Los tres primeros servicios que generan mayor alteración psicoemocional (estrés) es el área médica con el 40% el personal de limpieza ocupa el 24%

Tabla 2. Fumadores por servicio. Fuente propia.

Servicio	Fuma Si
Administrativo	12.3%
Camillero	10.8%
Enfermería	16.9%
Laboratorio	1.5%
Limpieza	18.5%
Médico	32.3%
Nutrición	4.6%
Psicología	0.0%
Ryos X	3.1%

Tabla. 3. Estrés relacionado al servicio. Fuente propia.

Servicio	Ansiedad	Estrés
Administrativo	11.1%	16.0%
Camillero	13.9%	8.0%
Enfermería	16.7%	12.0%
Laboratorio	2.8%	0.0%
Limpieza	11.1%	24.0%
Médico	30.6%	40.0%
Nutrición	8.3%	0.0%
Psicología	0.0%	0.0%
Ryos X	5.6%	0.0%

Tabla. 4. Turno con mayor ansiedad. Fuente propia.

Causa	T.Matutino	T. Vespertino	T. Nocturno	T. Jornada Acumulada
Ansiedad	61.1%	50.0%	57.7%	45.5%
Estrés	27.8%	50.0%	38.5%	45.5%
Perdida Afectiva	0.0%	0.0%	3.8%	9.1%
Tristeza	11.1%	0.0%	0.0%	0.0%

seguido de los administrativos con el 16% *Tabla.3.*

El turno con mayor estrés corresponde al vespertino seguido de

jornada acumulada, el vespertino con el 50% y jornada acumulada con el 45.5%. La ansiedad también se identifica como un detonante importante en el ámbito laboral que genera un desequilibrio social

Tabla 5. Servicio con mayor Presión laboral. Fuente propia.

Servicio	Intranquilo	Ninguno	Presión
Administrativo	35.3%	8.3%	0.0%
Camillero	0.0%	29.2%	0.0%
Enfermería	11.8%	8.3%	27.8%
Laboratorio	0.0%	4.2%	0.0%
Limpieza	11.8%	16.7%	22.2%
Médico	23.5%	25.0%	50.2%
Nutrición	5.9%	8.3%	0.0%
Psicología	0.0%	0.0%	0.0%
Ryos X	11.8%	0.0%	0.0%

y laboral, que se hace acompañar de las exigencias y la carga laboral dentro de un hospital. *Tabla.4.*

La presión que se puede ejercer al realizar una tarea compleja todos los días, puede llegar afectar de manera importante, tanto a la salud física como emocional, someter al cuerpo a un estado intranquilo se vuelve vulnerable para adquirir un hábito, como el fumar y a la vez genera dependencia. Por lo que los médicos son la combinación entre presión con el 50% y la intranquilidad con el 23.5% *Tabla.5.*

Los daños a la salud que identifica el personal de ambos sexos a la encuesta realizada son problemas respiratorios, segundo cardiovasculares, tercer lugar gástricos y cuarto dentales, (*Tabla.6*).

Conclusión

El estrés y la ansiedad en los trabajadores de la salud, son los principales factores identificados que

afectan al personal médico del sexo masculino y que se encuentran directamente relacionados para adquirir o incrementar un hábito, como es el de fumar, siendo este la principal causa de muerte prevenibles a nivel mundial. Seguido por las largas jornadas laborales con las que se vive día a día, así mismo la presión de realizar tareas complejas que pone al trabajador en desequilibrio psicoemocional, se vuelven vulnerables a pesar de que identifican que daños genera en la salud física y emocional el adquirir este hábito.

El hábito de fumar no solo daña la salud física, provocando enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer. Sino que también inflige un profundo daño emocional. La dependencia a la nicotina genera ansiedad, irritabilidad y depresión, creando un círculo vicioso donde el cigarrillo se convierte en un mecanismo de afrontamiento para lidiar con las propias emociones negativas. Este daño emocional a su vez, puede exacerbar los problemas de salud física,

creando un impacto devastador a la calidad de vida y el bienestar general del individuo.

Lo anterior nos hace reflexionar en la necesidad de instituir campañas preventivas permanentes dentro de la unidad hospitalaria; asimismo apoyo emocional con el propósito de sensibilizar a los trabajadores de la salud y reafirmar la importancia de prevenir el consumo de tabaco y, en su caso, abandonarlo por completo. El identificar el por qué pertenecer al género masculino es un detonante para incrementar este hábito sería un tema de investigación futura a desarrollar.

Referencias

Factores asociados al consumo de tabaco en estudiantes de la facultad ciencias e Ingeniería. Universidad estatal de milagro. Período 2019. Herramienta Romero Urrea.

Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018#gsc.tab=0).

OTI Organización Internacional del Trabajo, (2022). <https://www.ilo.org/es/acerca-de-la-oit>.

Organización Panamericana, (2022). <https://www.economista.com.mx/politic>.

Organización Mundial de la Salud / Organización Panamericana de la salud. (2014-2020). <https://www.paho.org/es/temas/salud-mental>.

WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000-2025, fourth edition. WHO, Geneva, 2021. Sitio Web Mundial. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>.

SOM Salud Mental 360, (2021). <https://www.som360.org/es/blog/como-afecta-tabaco-salud-mental>.

Tabla.6. Daños a la salud, identificados por el fumador. Fuente propia.

Daño	Femenino	Masculino
Dentales	0.0%	5.0%
Cardiovasculares	28.0%	2.5%
Gastricas	0.0%	10.0%
Oseas	0.0%	0.0%
Respiratorias	72.0%	82.5%



## Introducción

El dolor se define según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (por sus siglas en inglés IASP) como “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular real o potencial”; el cual es una causa común de consulta en medicina general. Existen diversas clasificaciones de dolor: según el tiempo de evolución, de acuerdo con su fisiopatología o según su localización, así mismo se puede subclasificar.

Por el tiempo, se puede dividir en dolor agudo y crónico, siendo un dolor agudo de corta duración, generalmente asociado a una lesión tisular, recordando que una lesión tisular es el daño que afecta la estructura o función de los tejidos, el cual puede ser ocasionado por diversos factores, como lo son físicos, químicos y térmicos; un ejemplo de esto es el daño que puede ser ocasionado por una quemadura, una mordedura de una araña o un golpe. Por otro lado, el dolor crónico persiste más del tiempo esperado ( $\geq 3-6$  meses) la mayoría de las veces se asocia a enfermedades degenerativas para las que no siempre hay una cura definitiva, sin embargo, existen tratamientos para control de la evolución o su sintomatología; un ejemplo de esta es la artritis reumatoide, la osteoartritis, el lupus o la diabetes que puede desencadenar en una neuropatía diabética, entre otras patologías crónico-degenerativas.

Según su fisiopatología lo podemos clasificar como: dolor nociceptivo, neuropático o mixto. Por su localización se puede clasificar como: somático y visceral, aunque estos también forman parte de la subclasificación del dolor nociceptivo.

Siendo el dolor somático bien localizado, puede afectar piel, músculos, articulaciones o huesos, un ejemplo de este tipo de dolor, puede ser que al sufrir una herida en la piel como cortarnos con una hoja de papel o sufrir una fractura al practicar algún deporte; en contra parte el dolor visceral es difuso y mal localizado, el cual es asociado a órganos internos, un ejemplo de este dolor pueden ser el ocasionado por pancreatitis o apendicitis, en donde los pacientes refieren un dolor en la zona

# Cuando el dolor no se ve: la importancia de detectar el dolor neuropático en el paciente con cáncer

## *When pain is invisible: the importance of detecting neuropathic pain in cancer patients*

Itzia Ileri Cerano Medina<sup>1</sup>, Héctor Eduardo Martínez Flores<sup>2</sup>  
y Osvaldo Álvarez Cortés<sup>2</sup>

1 Instituto Mexicano del Seguro Social, HGR1 Morelia- Charo, Michoacán. 2 Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: osvaldo.alvarez@umich.mx

**Resumen.** El dolor es una experiencia sensitiva y emocional desagradable, clasificada según su duración (agudo o crónico), fisiopatología (nociceptivo, neuropático o mixto) y localización (somático o visceral). Su fisiopatología inicia con la activación de nociceptores periféricos que transmiten señales a la médula espinal y luego al cerebro, donde se percibe el dolor. Existen sistemas moduladores descendentes que inhiben la transmisión del dolor mediante neurotransmisores como la serotonina y norepinefrina. En el cáncer, el dolor neuropático surge por daño nervioso debido al tumor, cirugía, quimioterapia o radioterapia, manifestándose como ardor, hormigueo o descargas eléctricas. Su manejo requiere un enfoque multimodal con opioides, antidepresivos, anticonvulsivantes y terapias adyuvantes para mejorar la calidad de vida del paciente.

**Palabras clave.** Dolor, cáncer, neuropatía.

**Abstract.** Pain is an unpleasant sensory and emotional experience classified by its duration (acute or chronic), pathophysiology (nociceptive, neuropathic, or mixed), and location (somatic or visceral). Its pathophysiology begins with the activation of peripheral nociceptors that transmit signals to the spinal cord and then to the brain, where pain is perceived. Descending modulatory systems inhibit pain transmission through neurotransmitters like serotonin and norepinephrine. In cancer, neuropathic pain arises from nerve damage caused by tumors, surgery, chemotherapy, or radiation, manifesting as burning, tingling, or electric shocks. Its management requires a multimodal approach with opioids, antidepressants, anticonvulsants, and adjuvant therapies to improve patient quality of life.

**Keywords.** Pain, cancer, neuropathy

del vientre, que se puede irradiar hacia otras zonas, no necesariamente en la localización anatómica del órgano afectado.

## Fisiopatología de dolor

Todo inicia con un estímulo que daña cualquier parte del cuerpo humano, ya sea exteriormente o interiormente como se muestra en la figura 1; en el cuerpo humano existen receptores en la periferia que se encargan de discriminar los potenciales daños, los cuales pueden ser químicos, térmicos o mecánicos.

Una vez que el daño se presenta y el nociceptor lo capta, este es transmitido a través de un axón perteneciente a la primera neurona que se encuentra en los ganglios simpáticos, este axón puede

contener dos tipos de fibras: el tipo A que son mielínicas y se encargan de la conducción rápida del mismo, también existen las fibras tipo C las cuales son amielínicas y conducen el dolor a velocidad más lenta.

Este proceso se denomina transducción y genera un potencial de acción que llega a la segunda neurona ubicada en las astas posteriores de la médula espinal en donde hace sinapsis, aquí se expresan moléculas que se llaman neurotransmisores excitatorios como es el glutamato y la sustancia P el cual es neuropéptido, posteriormente la información viaja a través del axón de la segunda neurona hacia el tálamo en donde se encuentra la tercera neurona y finalmente llega a la corteza cerebral en donde se lleva a cabo la percepción del dolor como tal. También existen

sistemas descendentes que se encargan de la modulación del dolor, como el sistema modulador descendente que se encarga de liberar sustancias como norepinefrina y serotonina que inhiben la liberación de los neurotransmisores aferentes nociceptores.

### Dolor neuropático oncológico

Hablar de dolor neuropático (DN) es un gran reto y más aún si lo enfocamos en el ámbito de los pacientes con cáncer ya que muchas veces este es infradiagnosticado, o mal clasificado. El cáncer es un desorden de células que se dividen anormalmente, lo que conduce a la formación de agregados que crecen dañando tejidos vecinos, se nutren del organismo y alteran su fisiología (Sánchez, 2013).

En México en el año 2020 se registraron 1,086,743 defunciones totales, de las cuales el 8% se debió a tumores malignos (Pérez et al. 2024). Las personas que están en la lucha contra el cáncer algunas pueden presentar dolor neuropático el cual es un daño en el sistema neurossensorial, donde habrá una liberación de factores como interleucinas o factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), que se encargarán de perpetuar la lesión y ocasionar algo que se llama “sopa inflamatoria”. Es decir, este tipo de dolor es un dolor crónico y en el cáncer puede estar ocasionado por compresión del tumor mismo sobre las estructuras nerviosas, que ocasionan un efecto en masa, por metástasis que es la extensión del cáncer hacia otras partes del cuerpo, diferentes a donde se originó el tumor primario; incluso debido a los tratamientos como la quimioterapia o la radioterapia.

La prevalencia de DN maneja un gran rango que va desde un 5% hasta un 39%, así mismo esta puede dividirse en los pacientes que se encuentran en casa u hospitalizados. Existen ciertos tipos de cáncer que se asocian más a la presencia del DN como es el cáncer de próstata que casi en el 99% de los casos va a estar presente, también depende de la edad en la que se presente, pues se ha visto que entre más joven sea el paciente, más susceptible será de presentarlo (Yanaizumi et al. 2021). La evaluación del DN es principalmente clínica, es decir se diagnostica con base

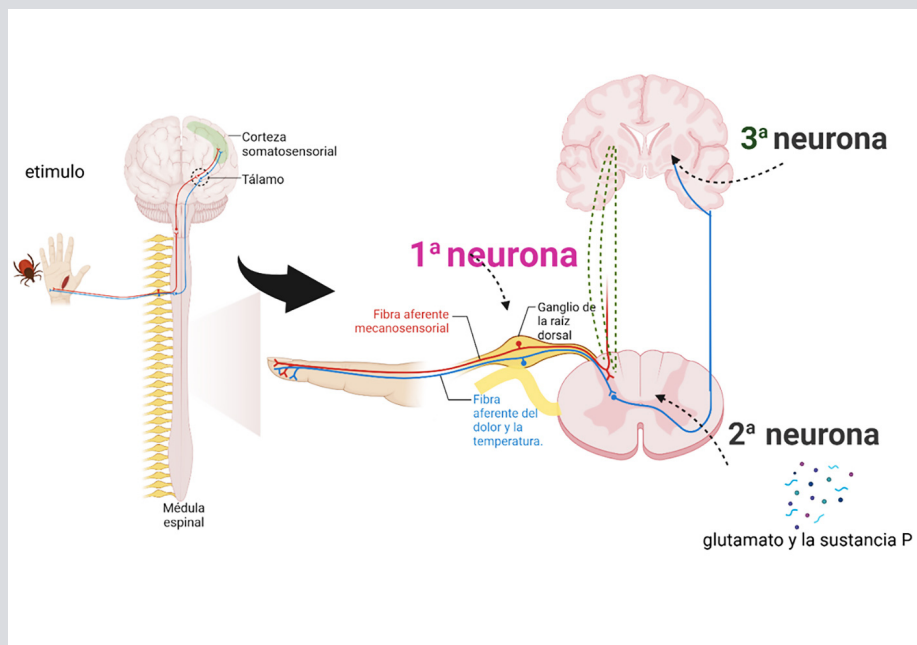


Figura 1. Vías de dolor

en el interrogatorio y exploración física del paciente. Existen diferentes criterios para sospechar de este padecimiento como es la presencia de síntomas positivos o negativos, como son la hiperalgesia que es un dolor excesivo esperado para un estímulo menor, o analgesia que es lo contrario. Además, existen ciertas escalas y cuestionarios que evalúan al paciente, en donde se dan puntuaciones y de acuerdo al punto de corte puede tratarse de dolor neuropático o no.

### Tratamiento del dolor neuropático oncológico

En general, podemos decir que el tratamiento para el DN es muy complejo, ya que pacientes que presentan el mismo cuadro clínico, responden de forma diferente incluso con el mismo tratamiento farmacológico.

Como ya se comentó anteriormente, en la mayoría de los casos se trata de un dolor tipo mixto, por lo que se necesita la combinación de diferentes fármacos con distintas dianas terapéuticas. Se da como primera línea de tratamiento, los analgésicos convencionales como AINES (antiinflamatorios no esteroideos), paracetamol, etc., éstos asociados a otros fármacos co-analgésicos como antidepresivos y anticonvulsivantes, así mismos tratamientos tópicos tales como la

lidocaína. Como segunda línea se tienen los analgésicos tipo opioides que de acuerdo a los requerimientos de los pacientes y al criterio del médico tratante, se decide el tipo, la potencia y la vía de administración. También existen tratamientos más avanzados, como las terapias intervencionistas (bloqueos nerviosos, neuroablación o estimulación medular), indicadas en pacientes con dolor refractario a medicamentos de primera línea (Paolini et al., 2022).

Estas intervenciones permiten un control más eficaz del dolor oncológico, mejorando significativamente la funcionalidad y calidad de vida cuando el manejo farmacológico convencional resulta insuficiente. Como ya se mencionó anteriormente, en caso de que el dolor neuropático de origen oncológico sea refractario a los primeros escalones de tratamiento, existe un tratamiento intervencionista que se puede realizar de manera quirúrgica, generalmente ejecutada por un médico neurocirujano, o de forma anestésica, siendo realizada por un médico anestesiólogo.

Sin embargo, el tratamiento quirúrgico cada vez se emplea con menor frecuencia, ya que se tienen resultados óptimos con técnicas solamente anestésicas. La elección del tratamiento será con base en las características del cáncer y la esperanza



de vida del paciente. Dentro de las técnicas más empleadas se tiene el uso de anestésicos locales de forma regional, ya sea instalados en el neuroeje o de forma periférica. Existen también técnicas ablativas en las que se emplea fenol para ocasionar neurolisis, tanto de forma neuroaxial como periférica (De Pinto M y Naidu, 2015). No obstante, es una técnica compleja que requiere entrenamiento específico, siendo útil en casos de dolor selectivo. Finalmente se recomienda que aunado a todo lo anterior, se de apoyo psicológico a la par.

## Conclusión

La identificación oportuna del dolor neuropático oncológico es esencial, ya que su adecuado control no solo mejora la calidad de vida del paciente, sino que también se asocia con una mejor supervivencia y respuesta al tratamiento. El dolor persistente afecta profundamente el estado emocional del paciente oncológico, generando un círculo vicioso de sufrimiento físico y deterioro psicológico que puede comprometer la eficacia del abordaje terapéutico. Aunque las técnicas

intervencionistas han demostrado ser alternativas efectivas en casos de dolor refractario, su uso aún está limitado por la disponibilidad de recursos, la capacitación especializada y la variabilidad en los resultados clínicos. A pesar de los avances logrados con técnicas anestésicas regionales y neuroablativas, “es imperativo realizar más estudios para poder mejorar la terapia o encontrar una alternativa para tratar el dolor oncológico”, especialmente en poblaciones con tipos de cáncer poco estudiados o con condiciones clínicas complejas. La evidencia actual aún no es concluyente respecto a la superioridad de una técnica sobre otra en ciertos contextos oncológicos, lo que subraya la necesidad de ensayos clínicos robustos y multicéntricos. Finalmente, un enfoque terapéutico verdaderamente integral debe incluir el apoyo psicológico como eje complementario, reconociendo la profunda interdependencia entre el dolor físico y el bienestar emocional del paciente. Solo mediante una visión multidisciplinaria, centrada en la evidencia y en la persona, será posible optimizar el manejo del dolor oncológico.

## Referencias

- Sánchez, N. C. (2013). Conociendo y comprendiendo la célula cancerosa: Fisiopatología del cáncer. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(4), 553-562. DOI: 10.1016/S0716-8640(13)70659-X
- Pérez-Irigoyen, N., Roque-Flores, A., Vadillo-Alvarado, A. E., Gutiérrez-Quiroz, C. T., Anaya-Ruiz, M., & Maycotte-González, P. (2024). Cancer epidemiology in pathology of a hospital in eastern Mexico. *Revista medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 62(2), 1-8. DOI: 10.5281/zenodo.10711749
- Yanaizumi, R., Nagamine, Y., Harada, S., Kojima, K., Tazawa, T., & Goto, T. (2021). Prevalence of neuropathic pain in terminally ill patients with cancer admitted to a general ward: A prospective observational study. *Journal of International Medical Research*, 49(1), 0300060520987726. <https://doi.org/10.1177/0300060520987726>
- Paolini, F., Ferini, G., Bonosi, L., Costanzo, R., Brunasso, L., Benigno, U. E., & Maugeri, R. (2022). Spinal cord stimulation to treat unresponsive cancer pain: a possible solution in palliative oncological therapy. *Life*, 12(4), 554. <https://doi.org/10.3390/life12040554>
- De Pinto M, Naidu RK. Peripheral and Neuraxial Chemical Neurolysis for the Management of Intractable Lower Extremity Pain in a Patient with Terminal Cancer. *Pain Physician*. 2015 Jul-Aug;18(4):E651-6. PMID: 26218956t

• Enviado: agosto 18, 2024 • Aceptado: febrero 12, 2025

# Violencia en la pareja: un problema de salud mental prioritario

Daniela Pricila Cruz, Gustavo Alonso Méndez Pedraza y Perla Jacaranda De Dienheim Barriguete

Facultad de Salud Pública y Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México.

Contacto: perladb7@yahoo.com.mx

**Resumen.** La violencia de pareja actualmente representa un problema prioritario de Salud Pública y mental, la presente investigación se realizó con el propósito de identificar las diversas formas de violencia en la pareja mexicana, para lo cual se realizó un estudio descriptivo y transversal, de corte cuali-cuantitativo, a través de una encuesta de google form, a 217 personas, los datos fueron procesados y analizados en Excel. El 78.9% fueron del sexo femenino, con una edad media de 25 años, en donde a pesar de que la mayor parte de los encuestados niegan violencia en la pareja, existe un porcentaje de alrededor del 30% en los cuales han existido actitudes violentas en sus diversas formas, siendo la violencia psicológica la de mayor predominio en los encuestados, lo cual coincide con los datos de la media nacional proporcionados por INDREH (2021) Dada la situación de violencia que se vive actualmente en nuestro país es importante incidir sobre la importancia de mantener relaciones de pareja respetuosas y evitar cualquier forma de violencia en este tipo de interacciones, además resulta fundamental crear programas de concientización y prevención de la violencia en las relaciones de pareja, haciendo hincapié en el impacto de la violencia de pareja en la salud mental.

**Palabras clave:** Salud mental, violencia de pareja, violencia psicológica.

## Introducción

La presente investigación aborda la violencia de pareja, según la OMS la violencia en la pareja se refiere a cualquier momento dentro de una relación íntima, que cause o pueda causar daño físico, psíquico o sexual a los miembros de la relación.

Una de las características principales de la violencia en la pareja es que puede ser expresada de distintas formas; violencia sexual, violencia física, violencia económica, violencia psicológica. Siendo la violencia psicológica la que presenta mayor prevalencia según el material de consulta.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus orígenes, diversos autores ponen el punto de partida en el hogar argumentando que es de ahí de donde se obtienen los valores y principios que se practicarán a lo largo de la vida, por lo tanto, individuos expuestos a situaciones de violencia en la pareja dentro del hogar tienen una tendencia a en el futuro repetir estos

**Abstract.** Partner violence currently represents a priority public and mental health problem, with the purpose of identifying the various forms of violence in the Mexican couple, for which a descriptive and transversal study, qualitative-quantitative, was carried out through a Google form survey of 217 people, data processed and analyzed in Excel. 78.9% were female, with an average age of 25 years, where although the older respondents deny violence in the couple, there is a percentage of around 30% in which violent attitudes have existed in their relationships. Various forms, with psychological-emotional being the most predominant in those surveyed, which coincides with the national average data provided by INDREH, 2021. It is essential to create awareness programs about healthy relationships and the impact of violence couple in mental health.

**Keywords.** Mental health, intimate partner violence, psychological violence.

comportamientos en sus propias relaciones de pareja.

La investigación de esta problemática de salud mental surgió del interés de identificar las diversas formas de violencia en la pareja mexicana y cuál es su prevalencia.

La metodología utilizada consta de estudio descriptivo y transversal, de corte cuali-cuantitativo, a través de una encuesta de Google Form, a 217 personas, los datos fueron procesados y analizados en Excel.

## Definición

La violencia en la pareja es un problema de salud mental que se puede presentar en cualquier tipo de relación de pareja, sin importar género u orientación sexual, raza, edad, ubicación geográfica, etc. Se trata de un patrón de violencia manifestada por conductas coercitivas en sus relaciones de pareja o expareja, que generalmente pueden ser observadas desde el principio de la relación, estas aumentan su intensidad con el paso del tiempo. Los agresores demuestran ser

individuos poco tolerantes a la frustración, altamente hostiles, con creencias equivocadas sobre los roles sexuales y con problemas de adicción. Los efectos de la violencia en pareja se observan en la salud mental, sexual, reproductiva y física, llegando incluso a la muerte, sin embargo, no solo observamos efectos nocivos en las víctimas directas de la violencia, estos efectos también se observan en las víctimas indirectas de la violencia, que son aquellos que están expuestos a manifestaciones de violencia por parte de parejas que forman parte de su familia.

## Violencia contra la mujer en México.

En México, las mujeres de 15 años y más, que tienen relaciones de pareja, en los últimos 12 meses muestran una prevalencia alarmante. Según la Encuesta Nacional sobre la Dinámica de las Relaciones en los Hogares (ENDIREH) 2021, el 39.9% de las mujeres encuestadas reportó haber sufrido algún tipo de violencia, distribuyéndose de la siguiente manera: 35.4% violencia psicológica, 16.8% violencia física, 6.9% violencia sexual y 19.1% violencia

económica. Los estados con mayor prevalencia de violencia son Guerrero (47.6%), Hidalgo (45.6%) y Yucatán (45.1%).

Cabe destacar que a pesar de sufrir violencia 78.3% no solicitó apoyo y no presentó una queja o denuncia, 8.3% no solicitó apoyo y no presentó una queja o denuncia, 7.4% solo solicitó ayuda, 4.8% solicitó apoyo y presentó una queja o denuncia, 1.2 no especificado.

Como se observa, de acuerdo a estos resultados, la mayoría de las personas que sufren de violencia en la pareja en cualquiera de sus formas, casi no denuncian, por lo que el impacto que genera en la salud mental de las personas es al no recibir atención oportuna y eficaz sobre dicho problema.

Un estudio reciente llevado a cabo en Morelia por los autores de este artículo, con una muestra de 217 personas reveló que un significativo porcentaje de las parejas mexicanas han experimentado algún tipo de violencia en sus relaciones. Aunque la mayoría de los encuestados niega haber sido víctima de violencia, alrededor del 30% reportó haber experimentado actitudes violentas, siendo la violencia psicológica-emocional la más prevalente.

Entre los hallazgos del estudio, se encontró que:

**Control en la pareja:** Un 15% de los encuestados afirmó que su pareja a veces los controlaba, mientras que un 7.5% aseguró que este control era frecuente.

**Aislamiento social:** Un 14.9% de los participantes reconoció haber perdido contacto con su círculo social debido a su relación de pareja.

**Violencia física:** Aunque un 87.4% afirmó no haber sido violentado físicamente, un 6.1% reportó haber sufrido violencia física en algún momento.

**Presión sexual:** El 5.1% de los encuestados dijo haberse sentido presionado sexualmente por su pareja.

## Factores culturales y sociales

La investigación resalta la importancia de los factores culturales y sociales en la perpetuación de la violencia en la pareja. Desde la infancia, los roles de género tradicionales refuerzan la desigualdad

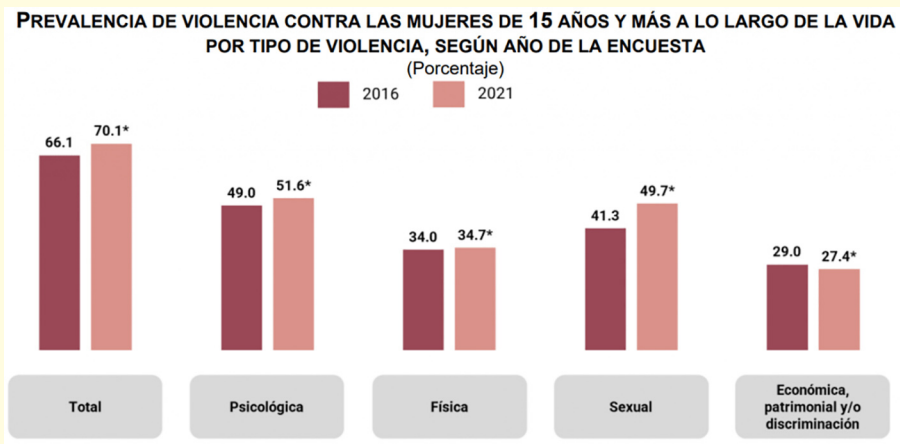


Figura 1. Prevalencia de violencia contra las mujeres de 15 años o más a lo largo de la vida. Fuente: ENDIREH 2021. Tomado de: <https://cimacnoticias.com.mx/2022/08/31/70-de-cada-100-mujeres-en-mexico-han-sido-violentadas-centro-del-pais-la-zona-mas-insegura-para-nosotras/>



entre hombres y mujeres. Los niños son socializados para ejercer la fuerza física como parte de su rol masculino, mientras que a las niñas se les enseña a asumir roles pasivos y subordinados, lo que contribuye a una dinámica de poder desigual en las relaciones de pareja.

### Impacto en la salud mental

La violencia en la pareja tiene un impacto devastador en la salud mental de las víctimas. Quienes sufren violencia psicológica, por ejemplo, no solo ven reducida su autoestima, sino que también pueden experimentar trastornos físicos como problemas de sueño, enfermedades gastrointestinales y otros problemas de salud derivados del estrés emocional. La violencia física, además de las lesiones visibles, puede dejar secuelas emocionales duraderas.

### Necesidad de intervención y prevención

Dada la prevalencia y el impacto de la violencia en la pareja, es fundamental implementar programas de concientización y prevención que promuevan relaciones sanas y equitativas. Además, se necesita un enfoque integral que considere los aspectos culturales y sociales que perpetúan la violencia y que ofrezca apoyo adecuado a las víctimas para romper el ciclo de abuso.

La violencia en la pareja es, sin duda, un problema de salud pública que requiere atención urgente y acciones coordinadas desde diferentes sectores de la sociedad para garantizar el bienestar y la seguridad de todos los individuos.

### Conclusiones

A través de una encuesta en línea, se obtuvieron respuestas con un resultado amplio y favorable. La violencia en las relaciones de pareja en México existe, requiere atención y acción con sensibilidad y comprensión. Situaciones tan específicas como estas no pueden seguir existiendo y es necesario atenderlas.

Reconocer que la violencia en la pareja puede manifestarse de diferentes maneras y en una amplia variedad de escenarios plausibles, dichos contextos abarcan situaciones tan complejas que engloban una atención poco frecuente.



Figura 2. Infografía sobre violencia de pareja. Autoría propia

Es crucial que los individuos expuestos a situaciones de violencia en la pareja reciban apoyo, educación y recursos para salir de situaciones peligrosas. Dar solución a la problemática desde su raíz, que la sociedad en su conjunto se comprometa a crear un entorno seguro y compasivo para todas las personas, esto con el fin de prevenir y detener este ciclo de violencia dejando en claro que la violencia en la pareja no tiene cabida en nuestra sociedad.

### Referencias

- Saldaña Ramírez, HS, & Gorjón Gómez, G. de J. (2020). "Causas y consecuencias de la violencia familiar: caso Nuevo León". *Justicia*, 25 (38), 189–214. <https://doi.org/10.17081/just.25.38.4002>
- Amar J, Abello R, Kotliarenko M. (2004) Resiliencia

- en niños víctimas de violencia intrafamiliar. *Ensayos en desarrollo humano*. Ediciones Uninorte. Barranquilla.
- Caba E, Torres C, Zapata R, Bretones C, Alarcón R. (2019) Depresión y ansiedad en mujeres víctimas de violencia en la relación de pareja. *Rev Argent Cienc Comport*. [acceso: 01/06/2021]; 11(1): 1-8. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7012102>
- INEGI. 2022b. «Encuesta Nacional sobre la Dinámica de las Relaciones en los Hogares (ENDIREH) 2021». INEGI. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/endireh/En\\_Alegría\\_del\\_Angel\\_M.\\_\(2016\)\\_Violencia\\_en\\_el\\_noviazgo:\\_prevalencia\\_y\\_perfil\\_psicosocial\\_victima-victimario\\_en\\_universitarios.\\_Tesis doctoral.\\_Universidad\\_Veracruzana.\\_Teyssier\\_Perez,\\_M.\\_\(2020\).\\_Violencia\\_en\\_el\\_noviazgo.\\_Tesis\\_para\\_obtener\\_el\\_diploma\\_de\\_Especialidad\\_en\\_Medicina\\_Familiar.\\_Benemérita\\_Universidad\\_Autónoma\\_de\\_Puebla.\\_OMS.\\_2013.\\_"Comprender\\_y\\_abordar\\_la\\_violencia\\_contra\\_las\\_mujeres.\\_Violencia\\_infligida\\_por\\_la\\_pareja."\\_García\\_Moreno,\\_C.\\_https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2014/20184-ViolenciaPareja.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/endireh/En_Alegría_del_Angel_M._(2016)_Violencia_en_el_noviazgo:_prevalencia_y_perfil_psicosocial_victima-victimario_en_universitarios._Tesis doctoral._Universidad_Veracruzana._Teyssier_Perez,_M._(2020)._Violencia_en_el_noviazgo._Tesis_para_obtener_el_diploma_de_Especialidad_en_Medicina_Familiar._Benemérita_Universidad_Autónoma_de_Puebla._OMS._2013._)

# Tensiones éticas en la terapia génica en seres humanos: desafíos morales y límites

Raquel Santillán Galván<sup>1</sup>, Fernando Cruz Contreras<sup>2</sup> y Fernanda Michelle Cruz Santillán<sup>3</sup>

1. Facultad de Químico Farmacobiología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. Facultad Popular de Bellas Artes, UMSNH, Morelia, Michoacán, México.

3. Facultad de Medicina Universidad Anáhuac, Querétaro, Querétaro, México.

Contacto: raquel.santillan@umich.mx



Figura 1. Terapia génica. Tomado de: <https://cercal.cl/wp-content/uploads/2023/07/DNA-pana-1536x1536.png>

La terapia génica es un campo revolucionario de la medicina que resulta muy prometedor para el tratamiento de trastornos genéticos. Sin embargo, también plantea importantes desafíos éticos que deben considerarse cuidadosamente. La manipulación del material genético humano suscita interrogantes sobre la naturaleza de la vida y la identidad humana, y la posibilidad de utilizar la terapia génica con fines no terapéuticos despierta preocupaciones sobre los límites de la intervención humana en el mundo natural. Por lo tanto, una reflexión sobre las tensiones éticas que esta técnica genera, así como sobre la importancia de dichas tensiones como garantía para su uso exclusivamente terapéutico, resulta indispensable.

La terapia génica, como su nombre lo indica, es una técnica que busca modificar un gen dañado, defectuoso o ausente con el propósito de tratar o prevenir enfermedades o trastornos médicos (Terapia Génica, 2023). Esta innovación representa un avance significativo en la medicina, ya que ofrece la posibilidad de corregir condiciones genéticas desde su origen.

**Resumen.** La terapia génica es una técnica revolucionaria en medicina, que ofrece esperanzas para tratar trastornos genéticos en los seres humanos, pero también plantea desafíos éticos. Manipular material genético, plantea preguntas sobre la vida, identidad humana y la posibilidad de uso no terapéutico, despierta preocupaciones sobre la vida y la intervención humana sobre esta. La falta de una regulación completa y actualizada, los posibles y complicados efectos secundarios son preocupaciones importantes. Es esencial considerar cuidadosamente las implicaciones éticas para garantizar un uso responsable de esta tecnología. Los profesionales de la salud deben mantenerse comprometidos con valores éticos fundamentales para garantizar su uso ético en entornos clínicos. El objetivo de este artículo por lo tanto es examinar la terapia génica como un campo en medicina para tratar trastornos genéticos, al tiempo que resalte los desafíos éticos asociados con su uso.

**Palabras clave.** bioética, genética, medicina

**Abstract.** Gene therapy is a revolutionary technique in medicine, offering hope for treating genetic disorders in humans, but also poses ethical challenges. Manipulating genetic material raises questions about life, human identity, and the possibility of non-therapeutic use, and raises concerns about life and human intervention. The lack of comprehensive and up-to-date regulation and the potential for complicated side effects are major concerns. Careful consideration of the ethical implications is essential to ensure responsible use of this technology. Healthcare professionals must remain committed to fundamental ethical values to ensure the ethical use in clinical settings. The aim of this article is therefore to examine gene therapy as a field in medicine for treating genetic disorders, while highlighting the ethical challenges associated with its use.

**Keywords:** bioethics, genetics, medicine

No obstante, al intervenir directamente en el material genético humano, surgen cuestionamientos éticos sobre los límites de esta manipulación. Uno de los principales debates gira en torno a la autonomía y la toma de decisiones, especialmente en el caso de menores de edad que no pueden dar su consentimiento. Al respecto, Linares Salgado et al. (2020) señalan:

“(…) los aspectos éticos por resolver seguirán centrados en el derecho de los padres a la intervención técnica en sus hijos (que no pueden decidir), o en la responsabilidad por los efectos negativos o no esperados (indeseados), que además pueden ser transferidos a sus descendientes (...)”.

Al momento de decidir la modificación de otro ser humano desde





Figura 2. **Orden natural de la vida.** Tomado de: <https://definicion.de/wp-content/uploads/2009/07/ciclo-de-vida.png>

una etapa tan temprana y con posibles efectos secundarios, se interferiría en el orden natural de la vida. Además, la llamada “terapia génica” puede utilizarse con fines no terapéuticos, lo que en realidad corresponde a la manipulación génica. En estos casos, no se busca corregir una patología o restaurar una función biológica alterada, sino alterar características genéticas con otros propósitos, como la mejora de rasgos físicos o cognitivos.

Desde una perspectiva bioética, la terapia génica pone en tensión los cuatro principios fundamentales. Se compromete la autonomía cuando los pacientes no pueden consentir por sí mismos, como ocurre en intervenciones prenatales o pediátricas. La beneficencia y la no maleficencia se enfrentan al riesgo de efectos secundarios que podrían causar más daño que beneficio, especialmente cuando los resultados aún no son completamente controlables. Finalmente, la justicia se ve implicada en el debate sobre el acceso equitativo a estas terapias, dado su elevado costo inicial, lo que podría agravar la desigualdad ya existente en el ámbito de la salud al estar disponibles solo para ciertos sectores sociales.

A pesar de los beneficios potenciales de la terapia génica, existen límites respecto a lo que puede lograr. Esta puede tener consecuencias indeseadas, como efectos adversos o reacciones inmunitarias. Al manipular material genético, pueden aparecer mutaciones en blancos inespecíficos, lo que implica que, al mismo tiempo que se modifica el

gen deseado, pueden generarse mutaciones accidentales en otras regiones, culminando en enfermedades graves como el cáncer (Rivera, 2023).

La terapia génica aún carece de marcos regulatorios completos y actualizados que equilibren el avance científico con la seguridad de los pacientes y sus descendientes. Ejemplo de ello es la demora en la aprobación de la terapia génica Casgevy en España, que, pese a contar con autorización

europea, sigue sin aplicarse debido a procesos regulatorios y negociaciones de precio, afectando a pacientes con enfermedades raras (Cadena SER, 2025). Asimismo, el caso de las gemelas modificadas genéticamente en China en 2018 evidenció la falta de normativas claras, lo cual permitió la manipulación genética sin supervisión adecuada. Esto llevó a China a establecer nuevas regulaciones para prohibir la edición en líneas germinales y mitigar sus riesgos impredecibles (Huffington Post, 2024). Es por este tipo de situaciones que, como señalan Cifuentes et al. (2022), la falta de regulación en genómica debe ser compensada con criterios éticos sólidos, especialmente en lo relacionado con el consentimiento informado.

Las consideraciones éticas son esenciales para garantizar que la terapia génica se utilice únicamente con fines terapéuticos. Dado que se trata de una tecnología relativamente reciente, no solo los médicos, sino también investigadores, financiadores, legisladores y otros actores involucrados enfrentan el reto de actuar conforme a principios éticos sin comprometer valores fundamentales como la excelencia, el altruismo, el sentido del deber, la responsabilidad, la integridad y la honestidad (Sanz, 2014).



Figura 3. **Consecuencias secundarias de la terapia génica.** Tomado de: <https://thangguide.org/wp-content/uploads/2021/01/after-laryngectomy-recovery-Artboard->



Figura 4. **Futuro de la medicina.** Tomado por:  
[https://miro.medium.com/v2/format:webp/1\\*DQdOFYBiAgcW5Xre6flyKg.png](https://miro.medium.com/v2/format:webp/1*DQdOFYBiAgcW5Xre6flyKg.png)

En conclusión, la terapia génica es un campo prometedor de la medicina que tiene el potencial de revolucionar el tratamiento de los trastornos genéticos. Sin embargo, también plantea importantes desafíos éticos que deben ser cuidadosamente considerados. La manipulación del material genético humano genera interrogantes sobre la naturaleza de la vida y la identidad humana, y la posibilidad de su uso con fines no terapéuticos plantea preocupaciones sobre los límites de la intervención humana en el mundo natural. Por lo tanto, es esencial tener

presentes las consideraciones éticas al implementar la terapia génica, garantizando que su aplicación se limite a fines terapéuticos y esté debidamente regulada.

#### Referencias

Cifuentes O., Lucía, Oyarzún G., Manuel, Yarmuch G., Karima, & Bascuñán R., María Luz. (2022). Aspectos éticos y recomendaciones para investigación en seres humanos en la era genómica. *Revista chilena de infectología*, 39(5), 640-648. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182022000500640>

Huffington Post. (2024). La comunidad científica manda un contundente mensaje al creador de humanos modificados genéticamente. <https://www.huffingtonpost.es/planeta/la-comunidad-cientifica-manda-contundente-mensaje-creador-humanos-modificados-geneticamente.html?utm>

Libro Homenaje al Doctor Luis Cova Arria - Tomo III (Parte B) -Academia de Ciencias Políticas y Sociale. (2020, 12 noviembre). Issuu. [https://issuu.com/ramon.rivero.blanco/docs/tomo\\_iiiib](https://issuu.com/ramon.rivero.blanco/docs/tomo_iiiib)

Linares Salgado, J. E. L. S., Tafoya Ledesma, E. T. L., & Arriaga Arrellano, E. A. A. (2020). *TRANSHUMANISMO Y TECNOLOGÍAS DE MEJORAMIENTO HUMANO* (1.ª ed.) [Libro electrónico].

Martínez, J. R. (2025, 13 enero). Cadena SER. *Cadena SER*. <https://cadenaser.com/nacional/2025/01/13/medicos-e-investigadores-reclaman-a-sanidad-mas-agilidad-para-aprobar-terapias-genicas-para-enfermedades-raras-cadena-ser/?utm>

Rivera, F. (2023, 18 julio). Los límites de la manipulación genética. *Radio Pauta 100.5*. <https://www.pauta.cl/entretencion/2019/02/02/los-limites-de-la-manipulacion-genetica.html#:~:text= Cuando utilizas manipuacion genica puedes,pueden aparecer otras enfermedades impredecibles.>

Sanz José Emilio (2014) Estudio: valores del médico y su carácter. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 17(Supl. 1), S23-S37. Recuperado en 14 de diciembre de 2023, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2014-98322014000500003&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2014-98322014000500003&lng=es&tlng=es)

*TERAPIA GÉNICA*. (2023, 4 diciembre). National Human Genome Research Institute. Recuperado 12 de diciembre de 2023, de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Terapia-genica>

• Enviado: julio 22, 2025 • Aceptado: agosto 30, 2025

## A PROPOSITO DE FÍSICA CUÁNTICA... “si no se marea... es que no ha entendido”

AN INTENT OF QUANTUM PHYSICS  
 “If quantum mechanics hasn’t  
 profoundly shocked you, you haven’t  
 understood it yet”

Lada Domratcheva-Lvova<sup>1</sup>, Luis Fernando Ortega-Varela<sup>2</sup>,  
 Carmen Judith Gutiérrez-García<sup>3</sup>

1. División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). 2. Facultad de Salud Pública y Enfermería UMSNH. 3. División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia.

Contacto: carmen.gg@morelia.tecnm.mx

**Resumen.** Este texto ofrece una mirada accesible de la física cuántica, una ciencia que ha revolucionado nuestra forma de ver el universo y es en gran parte responsable del avance a pasos agigantados de la tecnología que hoy nos rodea; a propósito de que en 2025 se conmemoran los 100 años desde su desarrollo inicial y para hacer conciencia de su impacto en nuestro día a día.

**Palabras clave:** fotón, ciencia, mecánica cuántica, Max Planck.

**Abstract.** An accessible look at quantum physics, a science that has revolutionized our way of viewing the universe and it is responsible for the leaps of technological advancement that surrounds us today. This text is intended to commemorate the 100th anniversary of its initial development in 2025 and to raise awareness of its impact on our daily lives.

**Keywords:** photon, science, quantum mechanics, Max Planck.



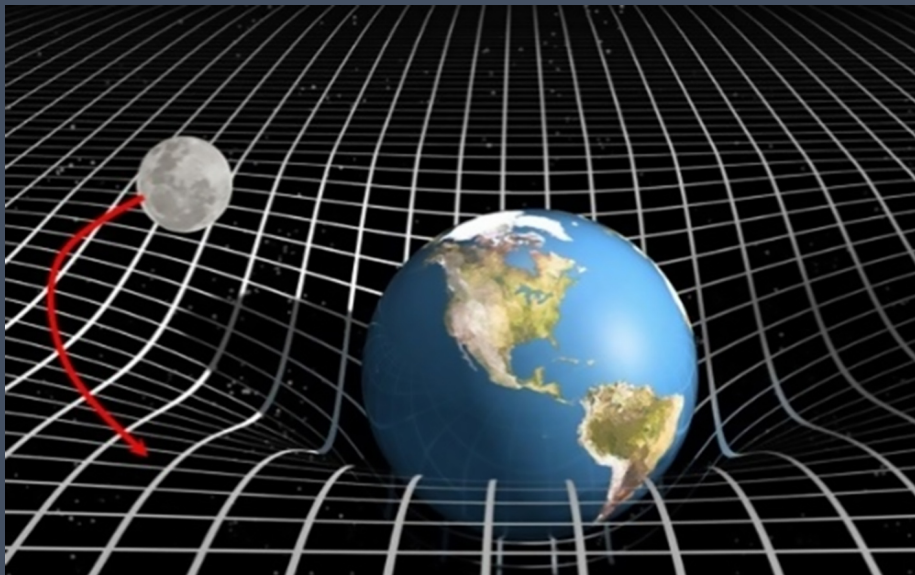


Fig. 1. *Espacio-tiempo* (Manuel Nieves, 2019).

Este año seguramente en más de una ocasión has escuchado el término “Física Cuántica” y esto se puede deber a que 2025 fue proclamado como el “Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas” por las Naciones Unidas (ONU), para reconocer los 100 años transcurridos desde el desarrollo inicial de la mecánica cuántica y para hacer conciencia del impacto de la ciencia y la tecnología cuánticas en diversos campos, como la salud, la tecnología, la sostenibilidad y la innovación. Pero, cómo surgió este campo, este texto abordará el cómo, qué y quiénes hicieron que hoy todos hayamos escuchado el término cuántico al menos una vez y podamos hacer uso directo de sus aplicaciones.

Antes del año 1900 la idea del espacio se limitaba a un enorme agujero lleno de estrellas y galaxias, hoy en día sabemos que el espacio y el tiempo se deforman por influencia de la gravedad, lo que coloquialmente se conoce como “espacio-tiempo elástico” (Fig.1) y fue el físico Max Planck (Fig. 2) quien comenzó con esta concepción del universo, utilizando el término “*quantum*” asociado a la ciencia por primera vez, a la par del descubrimiento de un nuevo postulado (Ley de Planck), que explica el espectro de emisión de un cuerpo negro y es una de las bases de la mecánica cuántica (Ron, 2001).

*Quantum* proviene del latín y significa “cantidad” o “cuánto”, en física hace referencia a la “cantidad más pequeña de

una forma de energía” como la luz (González de Alba, 2000).

El mundo cuántico describe “extraños fenómenos” que ocurren a nivel subatómico, es decir el nivel más pequeño de materia que podemos imaginar, y muchas veces contradicen lo que aprendimos en la escuela. La física cuántica detalla lo que ocurre cuando relacionamos a la materia con la luz. De las clases de física de secundaria recordaremos que materia es todo lo que tiene masa y ocupa un volumen. La materia está constituida por átomos; un átomo a su vez está formado por

partículas subatómicas: electrones, neutrones y protones; podemos imaginar al átomo como un sistema solar pequeñísimo, donde existe un núcleo (sol), lleno de protones (partículas con carga positiva) y neutrones; alrededor del núcleo orbitan los electrones (planetas), partículas con carga negativa, es importante conocer al átomo para comprender mejor al mundo cuántico, cabe mencionar que esta concepción del átomo es previa a la física cuántica.

### Física cuántica, el origen

El origen de la Física cuántica data de 1900 con el postulado de Planck, no obstante muchos años atrás se sembraba este concepto sin saber que se llegaría a él, científicos como Newton (1642-1727) o Barrow (1630-1677) abordaron un “fenómeno de colores” el cual surgía a partir de la descomposición de la luz (blanca e invisible al ojo humano) y cómo al pasar por un prisma y ser refractada, el resultado era una luz visible formada de la combinación de diferentes colores elementales (Fig. 3) como la que se puede observar en un arcoíris (Ron, 2001). Michael Faraday quien desde muy joven realizaba estudios sobre la luz y la electricidad, encontró que la electricidad en movimiento genera un campo magnético (1936), éste entre otros aportes cambiaron la forma de ver al mundo, Faraday además es conocido por ser uno de los primeros Divulgadores de las ciencias, al instituir en 1826 las “Charlas vespertinas de los Viernes” en la

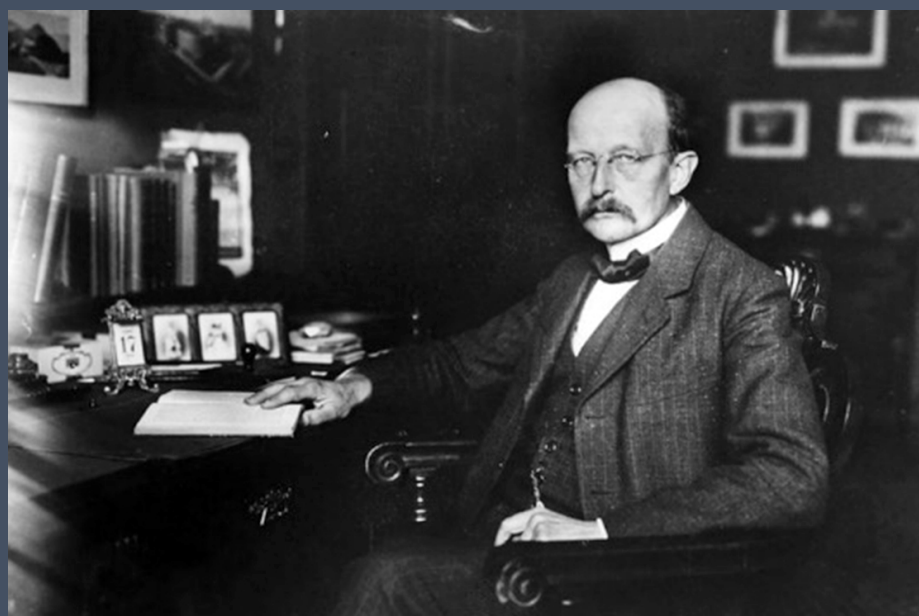


Fig. 2. *Max Planck, el padre de la teoría cuántica* (Ciucas Chamú, 2017)

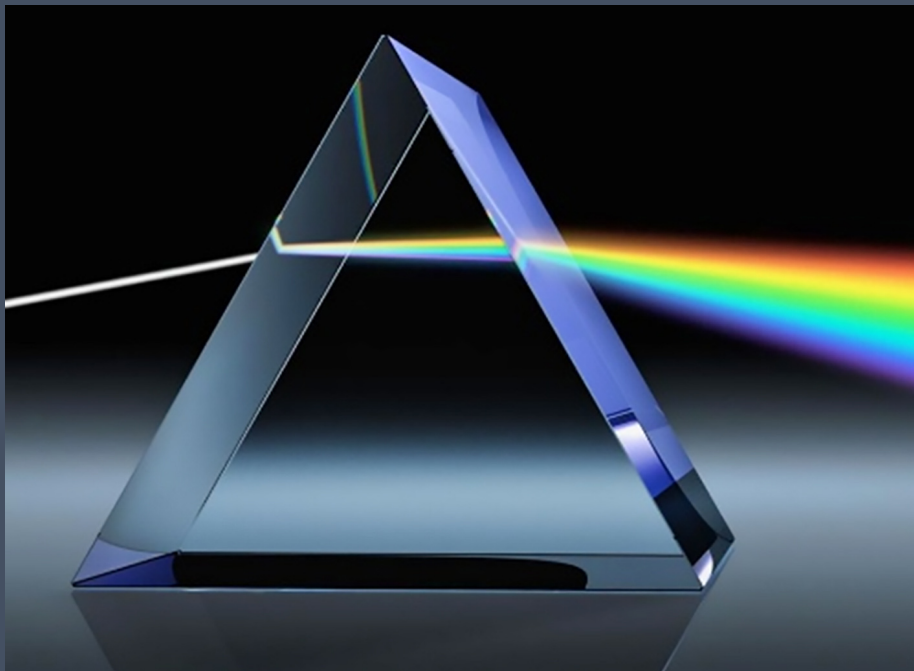


Fig. 3. *Descomposición de un haz de luz* (© 2023 GLAShern)

*Royal Institution de Londres*, las cuales se siguen efectuando hasta el día de hoy (Beléndez, 2015). Otro descubrimiento que generó una contribución importante a la Física cuántica fue el de la radiación térmica por parte de Gustav Kirchoff (1863), la cual habla de la capacidad de relacionar la emisión y la absorción de un cuerpo que se encuentra en equilibrio térmico. Hay un par de teorías de 1877 de Ludwig Boltzmann relativas al sistema físico de los estados de energía (teoría de gases) y el desarrollo de la Mecánica Estadística; Boltzmann es considerado un puente entre una física que aún no lograba zafarse de las ataduras clásicas y de su pensamiento mecanicista con una nueva forma de ver las cosas, una “nueva física”. Finalmente en 1887, Heinrich Hertz, seguramente te suena, y es que en honor a él tenemos la medida de la frecuencia “los hertzios o hertz (Hz)”; él observó el efecto fotoeléctrico que consiste en la emisión de electrones por un material debido a la incidencia de un haz de luz visible o ultravioleta, y descubrió que la emisión era más intensa al ser expuesta a la luz ultravioleta, indicando que la luz se comporta como partícula; este descubrimiento le dio el Nobel de Física en 1921 (González, 2007, Rodríguez-Meza & Cervantes-Cota, 2006).

La física hoy en día la conocemos como una física clásica que inicio con Galileo y abarca todos fenómenos en los

cuales la velocidad es muy pequeña en comparación con la velocidad de la luz (299, 792, 458 m/s) y una Física Moderna que estudia aquellos fenómenos producidos a la velocidad de la luz o con valores cercanos a ella y los fenómenos que ocurren a nivel subatómico.

### La nueva Física

Con apenas 16 años, el Joven Albert Einstein se preguntó “cómo se vería un rayo de luz si uno va montado sobre otro rayo de luz”, él mismo respondió que se vería como un campo electromagnético en reposo y oscilatorio, 10 años después, este joven publicaría la Teoría especial de la Relatividad (1905), Einstein contribuyó a estudiar la luz como un conjunto de “cuantos de luz”. Mientras que Louis De Broglie propuso que las partículas subatómicas no solo eran partículas sino que también podían comportarse como ondas, lo que conocemos hoy como “dualidad” este aporte le dio el título de Príncipe de la cuántica; Gilbert N. Lewis toma la idea de De Broglie y formaliza a la dualidad dándole el nombre de “fotón” que hace referencia a su vez a los “cuantos de Luz” de Einstein (Savall-Alemany et al., 2013, Rocha, 1988). Es en esta etapa donde científicos como J. J. Thomson (Nobel 1906 por el descubrimiento del electrón) E. Rutherford (1910), y Niels Bohr (1913), entre otros, trabajaron arduamente

tratando de comprender y explicar cómo estaba constituido el átomo a partir de las bases de la física clásica. Destaca el trabajo realizado por Bohr, él planteó un modelo atómico que describía al átomo como un núcleo con carga positiva rodeado de electrones que orbitan en niveles de energía (orbitales) y explicaría los espectros de emisión de los distintos elementos, este modelo se conoce como modelo cuántico y toma las ideas de Einstein y de Max Planck, lo que lo hizo ganar el Nobel de Física en 1922 (Roca, 2003). Otra contribución fundamental fue el principio de incertidumbre, formulado por el físico alemán Werner Heisenberg en 1927, seguramente conoces su nombre derivado de una serie televisiva, el principio afirma que no es posible especificar con exactitud y simultáneamente la posición y el momento lineal de una partícula subatómica, lo que significa que es imposible conocer su masa y velocidad, esto le hizo ganar el Nobel de Física en 1932 y pensarás cuál es la importancia de este postulado, bueno cambió por completo la forma de estudiar las cosas, de pasar de una teoría exacta a un conocimiento basado en probabilidades y en la imposibilidad teórica de superar nunca un cierto nivel de error (Klein, 2003). Cerraremos con Erwin Schrödinger, si el del gato, seguramente lo conoces por esa famosa paradoja. Schrödinger abraza la idea de De Broglie y se plantea que tratando al electrón como una onda puede entender la “cuantización” de los orbitales de Bohr y desarrolla la teoría ondulatoria que incluye su famosa ecuación de onda en 1926, la cual describe la probabilidad de encontrar a los electrones en un lugar y en un momento dado. Se puede decir que en 1927 se consuma la Física cuántica, en la Conferencia de Solvay en Bruselas, la cual giró en torno a electrones y fotones; y nos lleva a ver al átomo más allá de un mini sistema solar, hoy sabemos que los electrones pueden existir en muchos lugares al mismo tiempo dentro del átomo, y pueden tener propiedades tanto de partículas como de ondas (dualidad) y su comportamiento está guiado por la probabilidad.

### La teoría cuántica y sus aplicaciones en la vida cotidiana

Todas las cosas que nos rodean y nosotros mismos estamos constituidos por átomos, y el uso que les damos a los



objetos tiene que ver con su constitución interna o su funcionamiento a nivel subatómico, por ejemplo usamos metales como el cobre, la plata o el oro como materiales conductores de electricidad a diferencia de un plástico o un trozo de madera y tiene que ver con su estructura atómica interna. La teoría cuántica ayudó a entender el funcionamiento interno de los átomos y eso ha permitido un sinnúmero de aplicaciones (Fig. 4); la mayoría de los dispositivos u objetos que utilizamos hoy en día se basan en algún principio o fenómeno de la física cuántica, por ejemplo, el funcionamiento del láser, el cual tiene fundamento en la emisión estimulada de radiación (luz); el láser solía utilizarse en reproductores de cd y dvd, y que hoy se usa en los escáneres de códigos de barras en los centros comerciales, en herramientas de corte y soldadura utilizadas en la industria o en los bisturís de láser utilizados en el campo de la medicina (Daniel et al. 2020). Otra aplicación es en los termómetros digitales que se volvieron populares en la pandemia, los cuales provechan las propiedades eléctricas de los materiales para medir la temperatura de manera precisa. Las celdas solares con las que hoy en día obtenemos energía eléctrica a partir de la radiación solar trabajan con el efecto fotoeléctrico. La resonancia magnética un equipo que aprovecha ciertas propiedades de átomos de

hidrógeno en presencia de campos magnéticos para obtener imágenes del interior de un ser humano y permite obtener diagnósticos médicos más certeros o el microscopio electrónico que permite ver y analizar objetos pequeños en alta resolución. Gracias a la física cuántica podemos entender cómo funcionan los materiales conductores y semiconductores siendo una de sus principales aplicaciones los transistores (chips) que usamos en todos los dispositivos electrónicos como celulares, computadoras, tabletas, relojes inteligentes y que cada vez son más pequeños y precisos.

### Conclusión

La física cuántica suele ser un tema atemorizante, podríamos decir que esto radica en que rompe abiertamente con el sentido común y con analogías o metáforas que son intuitivas, no es fácil de explicar, frases como la popularizada por Niels Bohr “si no se marea... es que no ha entendido” o la frase acuñada al premio Nobel de física Richard Feynman “si crees que entiendes mecánica cuántica es porque no entiendes mecánica cuántica” nos dan razón de lo complejo que es, sin embargo, los beneficios que trajo consigo el entender cómo están constituidas las partículas subatómicas han sido enormes; es claro

que la física cuántica no es solo para científicos, está presente en nuestra vida diaria.

Esta solo es una breve versión de la teoría cuántica; si te ha llamado la atención y quieres conocer más del tema de una manera muy divertida te recomiendo visitar la página de youtube “Date un Vlog (@dateunvlog)” del físico y divulgador Javier Santaolalla o leer el libro “El burro de Sancho y el gato de Schrödinger” de Luis Gonzáles de Alba entre otros que se mencionan en las referencias.

### Referencias

- Beléndez, A. (2015). Faraday y la teoría electromagnética de la luz. *OpenMind*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://rua.ua.es/server/api/core
- Caleb. (2008). ¿Qué es un prisma de vidrio? Aprenda la refracción de la luz. Tomado de <https://customglassmfg.net/es/blog/what-is-glass-prism/>
- Ciucas Chamú, J. L. (2017). Max Planck, fundador de la teoría cuántica y revolucionario de la física. Difusión educativa. Tomado de <https://www.seg.gob.mx/difusioneducativa/?p=963>
- Daniel, S. P. D., Andrés, S. Z. W., José, R. V. R., Justin, P. B. J., & Bravo, P. J. C. P. (2020). Origen de la mecánica cuántica. <https://www.researchgate.net/publication/346801656>
- González de Alba, L. (2000). El burro de Sancho y el gato de Schrödinger. Editorial Paidós. Primera Edición, México.
- González, J. G. (2007). Ludwig Boltzmann. Pionero de la ciencia del siglo XX. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 38(1), 254-261.
- Klein, É. (2003). *La física cuántica*. Siglo XXI edit. Primera Edición en Español.
- Manuel Nieves, J. (2019). ¿Y si el espacio tiempo no es continuo, sino que está dividido en pequeñas «piezas»? ABC ciencia. Tomado de [https://www.abc.es/ciencia/abci-y-si-espacio-tiempo-no-continuo-sino-esta-dividido-pequenas-piezas-201911211955\\_noticia.html#](https://www.abc.es/ciencia/abci-y-si-espacio-tiempo-no-continuo-sino-esta-dividido-pequenas-piezas-201911211955_noticia.html#)
- Roca, M. (2003). Cien años de Física Cuántica: su impacto en ciencia y tecnología. *La física y la química: Del descubrimiento a la intervención*, 39-100.
- Rocha, A. M., & México. Secretaría de Educación Pública. (1988). *El discreto encanto de las partículas elementales*. Fondo de Cultura Económica.
- Rodríguez-Meza, M. A., & Cervantes-Cota, J. L. (2006). El efecto fotoeléctrico. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 13(3), 303-311.
- Ron, J. M. S. (2001). *Historia de la física cuántica* (Vol. 1). Crítica.
- Savall Alemany, F., Domènech Blanco, J. L., & Martínez Torregrosa, J. (2013). La introducción del concepto de fotón en bachillerato. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35, 2404.



Fig. 4. Algunas aplicaciones de la física cuántica (elaboración propia).

# La Contabilidad y los impuestos en la Vida Cotidiana

Jesús Alberto Montalvo Morales, Osiris María Echeverría Ríos y Francisco Javier García Rincón

Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

Contacto: franciscogarcia@uadec.edu.mx

**Resumen.** La contabilidad se ha conceptualizado como una disciplina rígida, privativa de las empresas y de los especialistas. Sin embargo, esto no puede estar más lejos de la realidad. Por lo tanto, mediante ejemplos prácticos de la vida cotidiana se explica qué es la contabilidad, para qué nos sirve, por qué existe, quienes nos obligan a utilizarla como una herramienta formal en las empresas por más pequeñas que estas sean y, la delgada línea que existe entre la obligación de llevar contabilidad y pagar impuestos en México.

**Palabras clave:** Contabilidad, México, Cotidianidad, empresas

**Abstract.** Accounting has been conceptualized as a rigid discipline, exclusive to companies and specialists. However, this couldn't be further from the truth. Therefore, through practical examples from everyday life we explain what accounting is, what it is for, why it exists, who forces us to use it as a formal tool in companies, no matter how small they may be, and the fine line that exists between the obligation to keep accounting and pay taxes in Mexico.

**Key words:** Accounting, Mexico, everyday life, companies

## Hagamos un poco de historia

Hablando de la contabilidad, tiene sus inicios en 1494 en Venecia, donde el fray Luca Pacioli fue el creador del método de la partida doble usado por los comerciantes venecianos, por tal

motivo es conocido como el padre de la contabilidad (Taya, 2021).

En México el 25 de mayo de 1907 marca el nacimiento de la contabilidad y la profesión contable debido a que ese día don Fernando Díez Barroso sustenta el examen para

recibir el primer título de Contador de Comercio, revalidado más tarde en 1923 con el título de Contador Público por el Instituto de Contadores Públicos Titulados de México, que hoy es el Instituto Mexicano de Contadores Públicos (IMCP, 2022).

## ¿Cómo definimos la contabilidad?

Para algunas personas, la contabilidad la entienden como acción y efecto de contar, mientras que la Real Academia Española (RAE, 2024) la define como “hecho o actividad de llevar las cuentas de un negocio u oficina” (párr. 1). Es entonces que la contabilidad es un sistema de información, y como tal está encargada del registro, la elaboración de la información de naturaleza económica (Alcarria Jaime, 2009).

Se entiende como la técnica que nos ayuda a comprobar, medir, analizar el patrimonio de una empresa para tomar decisiones. Por lo tanto, la empresa actual no puede competir si no cuenta con un sistema de información eficiente de todo tipo, incluyendo el sistema de contabilidad, el cual proporciona la información para tomar decisiones como:

¿A qué precio vender los productos?, ¿cuánto cuesta lo que



Figura 1. Contabilidad. Tomado de Pexels.com



vendo?, ¿qué capacidad de pago tengo o puedo tener?, ¿cuál es la situación financiera de la empresa?, etc.

Lo anterior, es tan solo una breve muestra de los diferentes tipos de decisiones que se pueden tomar basándose en la información proporcionada por la contabilidad, cuyo fin, no es solamente generar la información, sino que esta sea aprovechada para lograr la misión del negocio y para realizar los objetivos de los diferentes usuarios de esta.

Y surge aquí la gran incógnita ¿por qué tengo que llevar contabilidad?, si soy una simple tiendita de la esquina, una tortillería, papelería, puesto de tacos, entre otras muchas y luego me viene la pregunta del millón ¿por qué tengo que pagar impuestos?

Pues resulta que el Código de Comercio en su artículo 33 establece que “el comerciante está obligado a llevar y mantener un sistema de contabilidad adecuado. Este sistema podrá llevarse mediante los instrumentos, recursos y sistemas de registro y procesamiento que mejor se acomoden a las características particulares del negocio” (Código de Comercio, 2018).

### ¿Y qué pasa con los impuestos?

De igual manera, la respuesta del porqué debemos de pagar los impuestos tiene su inicio en las diferentes civilizaciones como fueron los Aztecas, Egipto, Grecia, Roma, los Fenicios, el imperio Bizantino, la India, entre otros. En este sentido, la constante es que en estas civilizaciones antiguas los impuestos servían para obtener dinero y poder construir, por ejemplo, las pirámides de Guiza o para pagar servicios, como las legiones de Roma (National Geographic, 2024, párr.6), que es lo que equivalía a pagar los gastos públicos.

En un principio las personas contribuían en especie con su trabajo y bienes como pieles, parte de sus cosechas, terrenos y animales. Más adelante comenzaron a recaudarse



Figura 2. Regímenes para personas. Los regímenes de personas físicas se muestran conforme al portal del Servicio de Administración Tributaria de México (2025). Recuperado de <https://www.sat.gob.mx/portal/public/personas-fisicas>

metales como el oro, la plata y el cobre. Sin embargo, al detectarse que mediante el pago en especie se engañaba al fisco, se optó por utilizar monedas y billetes, lo que llevo a un uso generalizado y sistematizado del área fiscal en los distintos países (National Geographic, 2024, párr.15).

Es entonces que en Latinoamérica y en específico en México, el tributo se cobraba en la Nueva España y se basaba en el ingreso, pero su aplicación encontró resistencia entre las personas con mayores ingresos. No obstante, tiempo después se estableció una contribución que sustituyó a los tributos que se aplicó en la Península de Yucatán (Pollack, 2016).

Después de la independencia se aplicaron diferentes formas de contribuciones directas con tasas graduadas dependiendo del ingreso o tipo de oficio (Pollack, 2016). Es en este sentido que en 1857 aparece en el proyecto de Constitución en el entonces artículo 36 la obligación de pagar impuestos (Romero Jiménez, 2013).

Finalmente, la obligación de pagar impuestos se traslada y nace en el artículo 31 constitucional en su fracción IV, que menciona, son obligaciones de los mexicanos “contribuir para los gastos públicos, así de la Federación, como de los

Estados, de la Ciudad de México y del Municipio en que residan, de la manera proporcional y equitativa que dispongan las leyes” (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2024).

En consecuencia, en el artículo 1 del Código Fiscal de la Federación menciona que, “las personas físicas y las morales, están obligadas a contribuir para los gastos públicos conforme a las leyes fiscales respectivas” (Código Fiscal de la Federación, 2021).

Pero, ¿para qué me sirve pagar impuestos?; con los recursos recaudados son destinados para educación, salud, infraestructura, programas sociales, entre otros gastos de carácter público. Y para poder cumplir con los impuestos, se debe determinar cuántos ingresos, cuántos gastos, qué tasa aplicar se necesita de la contabilidad, la aleada inquebrantable del área fiscal.

Por tal motivo la importancia y presencia de la contabilidad en el mundo de los negocios actuales se convalida siempre y cuando se ofrezca un servicio de calidad a sus clientes o empleadores, teniendo como objetivo generar información útil para la toma de decisiones de los usuarios tales como Administradores, Banqueros, Inversionistas, dueños, etc.

## La Contabilidad en nuestra vida cotidiana

Como se pudo observar, la contabilidad la usamos en nuestra vida cotidiana desde el momento que iniciamos nuestra vida productiva y la denotamos con el simple hecho de percibir el salario que nos dan cuando trabajamos para algún patrón, lo cual es el ingreso y después resulta que tenemos que satisfacer nuestras necesidades básicas como la alimentación, educación, vestido, casa, esparcimiento, servicios, atención médica, lo que se convierte en los egresos o gastos.

Luego resulta que inconscientemente la aplicamos en nuestros hogares, al convertirse la madre en la mejor administradora, un ejemplo de ello es al momento de abastecer la despensa de su casa, se puede aplicar la administración de los inventarios, lo que de otra forma son las primeras entradas, primeras salidas (PEPS), ya que ella sabe cuál es la existencia que debe tener en su alacena, cuando hay un desabasto y cuando es el momento para poder abastecerlo.

Ahora bien, la señora de la tienda...

Así como, el bienestar social se ve afectado por enfermedades nuevas, lo que motiva el continuo perfeccionamiento de la medicina general hasta llegar a la época contemporánea en donde es necesario y ya es una realidad la especialización, también las empresas para solucionar los problemas cada vez más complejos, requieren de información oportuna y completa.

Toda profesión nace primero como oficio. Empieza a evolucionar y la presencia de dicha actividad en la sociedad, reviste de un estatus cada vez más elevado hasta que adquiere el rango de profesión

Es de esta manera que vemos que el oficio de curandero evolucionó a la profesión de médico; en el caso de la profesión contable, nace como un intento práctico de registrar las operaciones comerciales, que sirven para el análisis en el área financiera y

fiscal tanto de empresas, como de personas.

Por lo que, a lo largo de la historia ha ido evolucionando la profesión o aplicación de la contabilidad en la micro, pequeñas, medianas y grandes empresas y tiene que adaptarse al cambio si no mueren, sin embargo, las más afectadas han sido las micro y pequeñas empresas, que han tenido que subirse a este cambio, recordemos a los Régimen de Pequeños Contribuyentes que hace años no tenían tantas obligaciones fiscales porque no realizaban facturas, tenían una cuota fija de contribución en proporción a sus ingresos, que el propio contribuyente manifestaba.

Luego en 2014 pasamos al Régimen de Incorporación Fiscal y a partir de aquí se pagaban impuestos de acuerdo a sus utilidades, es decir, restando de sus ingresos las deducciones o gastos realizados dentro de su actividad, además teniendo la obligación fiscal de facturar ingresos y solicitar las facturas de sus egresos y en consecuencia de realizar la contabilidad.

Cuál fue la sorpresa que las personas de las micro y pequeñas empresas, que muy apenas se dedican a su oficio y sabían hacer cuentas con sus calculadoras, ahora tenían que contar con una computadora o contratar a un contador para poder realizar las facturas. En la figura 2 se muestran los regímenes para personas de acuerdo al Servicio de Administración Tributaria (2025).

## Conclusiones

La contabilidad, al formar parte de nuestra vida, es más que una disciplina que las empresas o los ejecutivos en traje deben entender para tomar decisiones, la contabilidad por sí misma forma parte de nuestro estilo de vida e impacta en todos los aspectos desde el punto de vista económico, por lo que necesitamos comprenderla como ajena a nosotros, debe ser inherente, ya que ocupa un

puesto principal en cada una de nuestras casas y empresas.

## Referencias

- Alcarria Jaime, J. J. (2009). Contabilidad Financiera I. Universitat Jaume. [https://books.google.com.mx/books?id=6m42LTDkhzoC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=6m42LTDkhzoC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Código de Comercio. (2018, 03 28). Cámara de Diputados, Reformado, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 28 de marzo de 2028, (México). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CCom.pdf>
- Código Fiscal de la Federación. (2021,12 11). Cámara de Diputados, Reformado, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 12 de noviembre de 2021, (México). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CFF.pdf>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2025, 04 15). Cámara de Diputados, Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 15 de abril de 2025, (México). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- IMCP. (19 de enero de 2022). Instituto Mexicano de Contadores Públicos. Instituto Mexicano de Contadores Públicos: Recuperado de: <https://imcp.org.mx/historia-imcp/#:~:text=El%20de%20mayo%20de,que%20se%20expidi%C3%B3%20en%20M%C3%A9xico>.
- National Geographic (25 de abril de 2025). Breve cronología del pago de impuestos a lo largo de la historia: Recuperado de: <https://www.nationalgeographic.es/historia/im-puestos-origen-historia-cronologia>
- Pollack, A. (2013). Hacia una historia social del tributo de indios y castas en Hispanoamérica. Notas en torno a su creación, desarrollo y abolición. Historia mexicana, 66(1): Recuperado de: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-65312016000100065](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-65312016000100065)
- RAE. (2024). Real Academia de la Lengua. <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/contabilidad>
- Romero Jiménez, J.A. (2013). Análisis de los elementos del artículo 31 fracc. IV de la Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos. Revista Exlege, 3(16): Recuperado de: [https://www.lasallebajio.edu.mx/delasalle/contenidos/revistas/derecho/numero\\_7/docentes\\_analisisdelos\\_elementos.html](https://www.lasallebajio.edu.mx/delasalle/contenidos/revistas/derecho/numero_7/docentes_analisisdelos_elementos.html)
- SAT (25 de abril de 2025). Servicio de Administración Tributaria. Regimenes para personas: Recuperado de: <https://www.sat.gob.mx/portal/public/personas-fisicas>
- Taya, S. (2021). El Padre de la Contabilidad: Fray Luca Pacioli. Contabilidad Básica. Recuperado de: <https://escuelacontable.com/contabilidad-basica/el-padre-de-la-contabilidad-luca-pacioli/>



# El precio del descuido: México y su crisis en turismo internacional

## *The Price of Carelessness: Mexico and its Crisis in International Tourism*

Juan Manuel Medina Infante

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Michoacán, Morelia, Michoacán, México.

Contacto: jmimi210901@outlook.com

**Resumen.** México, con su riqueza natural, cultural y gastronómica, ha sido durante años una potencia turística y un motor económico clave en América Latina. Sin embargo, hoy enfrenta una realidad preocupante: el turismo, la inversión extranjera y el comercio internacional —tres pilares fundamentales de su economía— muestran señales de debilitamiento. La violencia, la percepción de inseguridad y la falta de estrategias efectivas han frenado su crecimiento, mientras destinos como República Dominicana avanzan con fuerza. Este texto analiza cómo estos desafíos están redefiniendo el panorama económico de México y qué se necesita para evitar una pérdida de liderazgo en la región.

**Palabras clave:** Inseguridad, turismo, inversión

**Abstract.** Mexico, with its natural, cultural, and gastronomic wealth, has long been a tourism powerhouse and a key economic driver in Latin America. However, it now faces a troubling reality: tourism, foreign investment, and international trade —three fundamental pillars of its economy— are showing signs of weakening. Violence, perceptions of insecurity, and a lack of effective strategies have stalled its growth, while destinations like the Dominican Republic are gaining strength. This text analyzes how these challenges are reshaping Mexico's economic landscape and what is needed to prevent the loss of regional leadership.

**Keywords.** Insecurity, tourism, investment

México, históricamente considerado una potencia emergente en turismo, inversión extranjera directa (IED) y comercio internacional, enfrenta actualmente un periodo de marcado declive en estos tres pilares económicos. Aunque el turismo contribuyó con aproximadamente el 8.7 % del PIB en 2019 (OECD, 2020) y posicionó al país como el séptimo destino más visitado del mundo con cerca de 45 millones de turistas internacionales (WorldMetrics, 2024), esta cifra cayó drásticamente durante la pandemia de COVID-19. En 2020, la llegada de turistas internacionales disminuyó un 46 %, y la contribución del turismo al PIB cayó a cerca del 6.3% (OECD, 2022). A pesar de la recuperación parcial en años recientes, la percepción de inseguridad ha impactado negativamente con advertencias de viaje de distintos países.

En 2023, el Departamento de Estado de EE. UU. clasificó a seis estados (Colima, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas) bajo alerta de “No viajar”, y emitió niveles de precaución o reconsideración para numerosos otros estados, citando violencia del crimen organizado, secuestros, robos y extorsión como las principales razones (U.S. Department of State, 2023).

Esta clasificación refleja una realidad preocupante: la inseguridad sigue siendo uno de los mayores obstáculos para el desarrollo y la percepción internacional de México.

Durante años, México ha sido un referente turístico mundial gracias a su vasto patrimonio natural, cultural e histórico. Sin embargo, en los últimos años ha enfrentado una pérdida paulatina de liderazgo en este sector clave de su economía. Las razones de este retroceso son múltiples, estructurales y, en su mayoría, ajenas a debates político-partidistas.

Uno de los factores más relevantes es la percepción de inseguridad. La violencia asociada al crimen organizado y los frecuentes reportes de incidentes en zonas turísticas han generado desconfianza entre los visitantes internacionales.



Figura 1: Zócalo de la CDMX. Tomado de: <https://mexicolibertario.org/la-inseguridad-el-factor-mas-preocupante-para-el-crecimiento-en-2024/>



Figura 2: **Maletas listas en el aeropuerto.**

Tomado de: <https://www.argelia.org.mx/blog/Autonomia-Economica-clave-para-combatir-la-violencia-de-genero>

Según CICOTUR, al cierre del segundo cuatrimestre de 2023, el 94 % de los prestadores del sector turístico afirmó que la inseguridad les afecta, mientras que 36 % consideró que el impacto fue “en gran medida” (Mendoza Rojas, 2023). Asimismo, directivos del sector en distintas regiones identificaron que la percepción de robos, secuestros y violencia ha limitado la llegada de turistas, especialmente de Estados Unidos y Canadá (El Economista, 2024).

Por otro lado, tras la desaparición del Consejo de Promoción Turística de México (CPTM), se perdió una herramienta fundamental de promoción internacional. Especialistas han señalado que su eliminación podría impactar negativamente en los ingresos y la competitividad frente a otros destinos más proactivos como República Dominicana (EICEO.com, 2023; Morales, 2023).

Gracias al turismo low cost, República Dominicana se ha consolidado como una alternativa fuerte al turismo mexicano, lo que tiene consecuencias económicas importantes para México. En 2023, República Dominicana superó su meta de 10 millones de visitantes, con un crecimiento de aproximadamente 21.6% frente a 2022 y un aumento de 36.5 % respecto a 2019 (Mitur, 2023).

En 2024, alcanzó un nuevo récord histórico al recibir más de 11.19 millones de turistas, consolidando su posición como líder turístico regional (EFE, 2025). Además, ha captado una proporción

significativa de inversiones hoteleras: Wyndham Hotels & Resorts comenzó a vender participación en dos hoteles principales en Punta Cana (Paradisus Palma Real y ZEL Punta Cana), transacción realizada por 60 millones de euros con el Grupo Popular Dominicano, lo que representa un impulso importante a su expansión en la región (Cinco Días / El País, 2024). En esta operación, el Banco Popular Dominicano actuó como socio comprador clave en el sector (Cinco Días / El País, 2024). Este crecimiento ha sido posible gracias también a la diversificación turística más allá de Punta Cana, con nuevos polos como Miches, Samaná y Santiago, que promueven el ecoturismo, la cultura y el lujo responsable (El País, 2025). Hoteles innovadores como ZEL Punta Cana han redefinido el concepto de “todo incluido”,

ofreciendo experiencias sostenibles, bienestar y gastronomía local (Cinco Días / El País, 2024).

En 2024, República Dominicana experimentó un notable crecimiento en el turismo de cruceros, registrando más de 2.6 millones de pasajeros, lo que representa un aumento del 18 % respecto a 2023, alcanzando aproximadamente 2,626,529 visitantes, frente a los 2,258,941 del año anterior (The Rio Times, 2025).

Aunque no se localizó la cifra de ingresos específicos por cruceros, informes del WTTC indican que el turismo general aportó USD 20.5 mil millones al PIB en ese año, con una participación del 16.1 % y más de 876,000 empleos relacionados (WTTC/ABC Mundial, 2025).

República Dominicana ha implementado estrategias contra el sargazo, incluyendo barreras antialgas e investigación para su aprovechamiento industrial, como parte de una agenda de turismo sostenible (The Rio Times, 2025). Las reservas aéreas hacia el país mostraron crecimiento en 2024, con ForwardKeys reportando aumentos comparativos superiores a los proyectados para México, aunque no se hallaron exactamente los porcentajes de 6.6 % y 16.5 % por mes (RT Staff, 2025).

En conjunto, el turismo representó en 2024 cerca del 16% del PIB dominicano, generando alrededor de USD 20.5 mil millones y más de 876,000 empleos, consolidando su relevancia en la economía nacional (WTTC, 2025).



Figura 3: **Playas de Cancún militarizadas.** Tomado de: <https://www.google.com/amp/s/expansion.mx/planetacnn/2010/10/22/el-ejercito-estara-a-cargo-de-la-seguridad-de-la-cop-16-en-cancun>.





Figura 4: **Banderas de República Dominicana y México.** Tomado de: [https://imagenes.eleconomista.com.mx/files/image\\_1000\\_900/uploads/2018/06/06/66e4e3b5738f7.jpeg](https://imagenes.eleconomista.com.mx/files/image_1000_900/uploads/2018/06/06/66e4e3b5738f7.jpeg)

## Conclusión.

México, históricamente considerado una potencia turística mundial, enfrenta hoy una encrucijada alarmante. La pérdida progresiva de liderazgo en uno de sus pilares económicos más sólidos no solo es evidente en las estadísticas, sino también en la percepción internacional. Mientras el país se ve atrapado entre alertas de viaje, inseguridad y la desaparición de instituciones clave como el Consejo de Promoción Turística, otras naciones, particularmente República Dominicana, están capitalizando esa parálisis estratégica para posicionarse como líderes indiscutibles en la región. El avance dominicano no es casual ni pasajero: es el resultado de una política turística enfocada, sostenida y con visión de largo plazo. En solo dos años, República Dominicana no solo superó los 10 millones de turistas internacionales

sino que en 2024 rompió la barrera de los 11 millones, mientras que México, con mayor territorio, conectividad y diversidad natural, ha visto una desaceleración evidente en su crecimiento.

Más grave aún, México está perdiendo terreno frente a sus propios vecinos del Caribe. Más allá del debate político, los datos son irrefutables: México está perdiendo competitividad turística mientras República Dominicana la fortalece. Esta tendencia amenaza un sector que representa más del 8 % del PIB nacional. El turismo no se mantiene solo con paisajes espectaculares o herencias culturales milenarias. Si México no rectifica el rumbo pronto, el país no solo quedará relegado del liderazgo regional, sino que enfrentará una pérdida estructural de uno de sus motores económicos más vitales. Y entonces, ya no se tratará de una advertencia: será una crisis en toda forma.



Figura 5: **Crucero en el Caribe**

Tomado de: <https://travelfine.mx/cruceros-por-el-caribe-2025-las-9-mejores-rutas-con-salida-desde-mexico/>



Figura 6: **Sargazo en las playas.**

Tomado de: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/el-alga-color-cafe-que-cubre-las-playas-que-es-el-sargazo-y-cuales-son-sus-consecuencias/>

## Referencias

- OECD. (2020). OECD Tourism Trends and Policies 2020 (México: turismo contribución al PIB ~8.7 %).
- OECD. (2022). OECD Tourism Trends and Policies 2022 (descenso del turismo internacional ~46 % en 2020).
- Statista / WorldMetrics. (2024). Indicadores: México recibió ~45 millones de turistas internacionales en 2019, posicionamiento global.
- Travel Advisory Reports / U.S. Department of State (2023). Estados con alerta Do Not Travel: Colima, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Tamaulipas, Zacatecas; otros en niveles de precaución.
- Mendoza Rojas, M. (2023, 22 de octubre). Inseguridad pega a nueve de cada 10 negocios del sector turismo. Publimetro México.
- Ayala Espinosa, C. (2024, 3 de enero). Inseguridad, principal limitante para el turismo de los estados. El Economista.
- El Economista. (2024, marzo 19). Inseguridad reduce rendimiento de empresas locales en regiones del país. El Economista.
- El CEO. (2023). Los impactos de eliminar el Consejo de Promoción Turística de México ya comienzan a sentirse. EICEO.com.
- Morales, J. T. (2023, 29 de septiembre). La OMT ve a México como "lugar para invertir", pero con problemas de inseguridad. Expansión.
- Ministerio de Turismo República Dominicana (Mitur). (2023). RD rompe récord con más de 10 millones de visitantes en 2023 [Comunicado oficial].
- EFE. (2025, 15 de enero). El turismo dominicano logra un nuevo récord: 11 millones de visitantes [Agencia de noticias].
- Cinco Días / El País. (2024, 16 de diciembre). Meliá vende el 25 % de dos hoteles en República Dominicana por 60 millones de euros al grupo Popular Dominicano.
- El País. (2025, 24 de enero). República Dominicana: el destino vacacional que se reinventa [Informe turístico].
- The Rio Times (2025, 17 de enero). Dominican Republic Tourism Soars to New Heights in 2024.
- The Rio Times (2025, 28 de abril). Tourism Surge Reshapes Dominican Economy and Attracts Major Investors.
- WTTC / ABC Mundial (2025, 26 de junio). Tourism poised to contribute over USD 21 billion to Dominican economy by 2025.

# Subculturas mexicanas: identidad y apropiación cultural

## *Mexican subcultures: identity and cultural appropriation*

Jorge Alejandro Trejo Alarcón

Universidad Jean Piaget. Veracruz, México.

Contacto: jorge.trejo.alarco@gmail.com

**Resumen.** La apropiación cultural en las representaciones sociales mexicanas se ha convertido en una constante; ante ello, el artículo tiene como objetivo comprender las causas que han propiciado el cambio cultural en los fenómenos mexicanos a través de la influencia cultural extranjera.

La globalización ha favorecido que las culturas nativas se apropien de elementos: simbólicos, líricos, gastronómicos, etc., no propios. Como resultado, diversos grupos culturales modifican sus prácticas o las adaptan. Ante lo expuesto, el artículo exalta el concepto de apropiación cultural y la relación con diversos grupos sociales y como éstos han ido cambiando y adaptando sus acciones por medio de la influencia cultural, el cine, las tradiciones y costumbres etc.

**Palabras clave:** apropiación cultural, antropología, cultura mexicana.

**Abstract.** Cultural appropriation in Mexican social representations has become a constant; in light of this, the article aims to understand the causes that have led to cultural change in Mexican phenomena through foreign cultural influence. Globalization has encouraged native cultures to appropriate elements that are not their own: symbolic, lyrical, gastronomic, etc. As a result, various cultural groups modify or adapt their practices. Given the above, this article highlights the concept of cultural appropriation and its relationship with various social groups, and how these groups have changed and adapted their actions through cultural influence, cinema, traditions, customs, etc.

**Keywords:** cultural appropriation, anthropology, Mexican culture.

### Introducción

Hablar de apropiación cultural se ha vuelto muy recurrente a nivel internacional, esto principalmente por las prácticas monopolizadoras de los países hegemónicos. Antes de continuar, ¿Qué es apropiación cultural? “Apropiación cultural al fenómeno de tomar elementos de una cultura minoritaria y emplearlos sin sus significados originales en un contexto ajeno, casi siempre con fines comerciales” (González, 2020, p.312). “Cuando alguien de afuera representa a miembros o aspectos de otra cultura” (Young, 2005, p. 136). “Puede condenarse moralmente por diversas razones: al adoptar una cultura ajena



### Directrices para autores/as

La Revista Milenaria recibe propuestas originales de Divulgación, relacionadas con la Ciencia y el Arte, de temática libre. Los trabajos deberán tratar sobre hallazgos científicos, expresiones artísticas o presentar reflexiones sobre temas sociales, en un lenguaje claro y sencillo.

Los textos que deseen publicar, podrán postularse a través de la plataforma de Milenaria, Ciencia y Arte en la siguiente dirección: <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/about/submissions>

El autor debe registrarse en el portal de la revista para obtener su clave de usuario y contraseña, con las cuales podrá ingresar y subir a la plataforma su manuscrito, así como continuar el proceso editorial, revisando el estatus del mismo.

Los manuscritos recibidos estarán sujetos a un proceso editorial que se desarrolla en etapas, donde los autores deberán atender cada una de las observaciones y sugerencias que se le indiquen durante las revisiones. Los trabajos serán revisados por pares evaluadores, miembros del comité editorial de la Revista Milenaria y por revisores externos.

La extensión de los manuscritos tendrá un máximo de 6 cuartillas (incluyendo referencias), deberán estar escritos en formato Word de

12 puntos e interlineado de 1.5 y tener tres autores como máximo (al menos uno con clave ORCID). Deberá incluir figuras numeradas con un pie descriptivo adecuado. Revise los trabajos previos en: [www.milenaria.umich.mx/ojs](http://www.milenaria.umich.mx/ojs)

Cada texto debe incluir: Título (con su traducción al Inglés), identificación de los autores, resumen (de hasta 250 palabras), 3 palabras clave, traducción al inglés del resumen y palabras clave (abstract, key words), cuerpo del texto (en el que se podrán incluir subtítulos relacionados al tema) conclusión y referencias. Redactar en Formato de Divulgación para el público en general, evitando la estructura de textos de investigación.

Al existir más de un autor, la misma persona no podrá ser primer autor y autor de correspondencia. En cada número no se publicará más de un texto con el mismo autor.

La lista de referencias deberá incluir únicamente las obras que fueron citadas en el texto y que hayan sido publicadas, señaladas en el sistema de la American Psychological Association (APA). Las referencias se presentarán en orden alfabético, sin enumeración ni viñetas, y en caso de más de una referencia del mismo autor(es) deberán registrarse en orden cronológico, agregando DOI o URL de acuerdo a lo que corresponda. Evitar las notas al pie de página.

No se publicarán los textos donde se transcriban citas de otros autores o propias publicadas en otras fuentes, sin hacer el señalamiento preciso. El uso de Inteligencia artificial (IA) solo será permitido para la creación de figuras y los autores deberán indicarlo. Cuando la IA sea detectada en la creación de contenidos, los textos serán descartados.

Una vez emitido el dictamen, se notificará al autor el resultado del proceso correspondiente.

**Comité Editorial Facultad de Salud Pública y Enfermería, UMSNH.**



para su uso en un contexto diferente puede ocasionar que el mensaje o el simbolismo encontrado en el objeto de la apropiación termine siendo despojado de su sentido” (Cristiá, 2022, p.76).

Como fue mencionado por los autores en el párrafo anterior, la apropiación cultural es a grandes rasgos la adjudicación de elementos culturales no propios del país y la posible pérdida de representaciones nativas. Resultado que se puede ejemplificar con las nuevas celebraciones, en la música, el cine y grupos subculturales y contraculturales en México.

Ante lo expuesto, se debe analizar a la cultura mexicana desde dos enfoques, el primero que incluye a distintos grupos sociales que han incorporado a sus representaciones culturales elementos no propios del país, un ejemplo de ello son las barras bravas. El segundo se vincula con los cambios en la cultura nativa a través de la inmersión de fenómenos extranjeros, como por ejemplo la celebración de Halloween.

### La cultura extranjera en territorio mexicano

En la actualidad se presentan distintas celebraciones no propias del país, mismas que se destacan por la música, gastronomía y caracterizaciones, estas que han sido asumidas como propias por distintos grupos sociales, forjando una identidad representativa de cada uno de ellos. El replicar y utilizar, por ejemplo, la música se vincula con la oportunidad que da el Internet para su acceso.

Como si fuera poco, mediante la adquisición de ideales no nacionales y relacionados con el fenómeno eurocéntrico, se han creado estereotipos socialmente correctos. Rescatando que “cada tribu o nación produce, invariablemente, estereotipos de sus vecinos y de otras tribus más o menos familiares” (Kolakowski, 2001, p.106) cosa parecida sucede también con la celebración de Halloween.

En relación con la idea que se argumentó en el párrafo anterior, me cuestiono si ¿realmente los grupos sociales han creado una identidad propia o solamente copian y adaptan lo que otros hacen y lo marcan como



Figura 1. Las barras bravas son un ejemplo de fenómeno subcultural introducido en México (tomado de: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/2013/aficionado-compone-cancion-para-los-tiburones-rojos.html>).

propio?, para responder a la pregunta recurro a lo que Guillermo Bonfil Batalla denominó la desindianización y significa la “pérdida de la identidad colectiva original como resultado del proceso de dominación colonial” (Bonfil, 2012, p.13).

Siguiendo con la idea del autor, simultáneamente Latinoamérica atravesó por este proceso, no obstante, en la época contemporánea, no se puede encontrar mejor ejemplo que la colonización por medio de las redes sociales o canales televisivos.

Otro ejemplo acerca del concepto de Bonfil se puede encontrar en algo tan banal como el estatus social que se asume al tomar café en Starbucks por encima de muchas cafeterías nacionales, aun cuando en México se produce café de alta gama, según los estándares nacionales e internacionales.

### Nuevos grupos sociales y su identidad

Para comenzar, es forzoso hacer mención de los cambios culturales que se presentan en la realidad social actual que se ven presentes desde las festividades hasta la gastronomía; los que en conjunto han dado como resultado nuevos grupos sociales, como lo son las barras bravas, tribus urbanas, grupos musicales y colectivos artísticos. Entiéndase por grupo social al conjunto de personas que comparten ideales y

objetivos en común en su actuar cotidiano.

Estos grupos sociales se ven influenciados principalmente por la cultura extranjera, para ejemplificar, se puede escuchar el canto llamado “Señores yo tengo huevos” que entonaban las barras bravas del ex equipo de fútbol Tiburones Rojos del Veracruz, modificando la letra, pero manteniendo el ritmo de la canción Matador del grupo argentino Los Fabulosos Cadillacs.

Las subculturas en las que sus integrantes comparten gustos y actividades distintas a la mayoría de la población y donde se ve una notoria influencia extranjera, por ejemplo, lo que pasa en el histórico tianguis cultural el Chopo de la Ciudad de México en donde la mayoría de la música que se consume es en idioma inglés, además de encontrar ropa con estampados de bandas como The Doors, The Rolling Stones, Misfits y Pink Floyd.

Por otro lado “Los grafitis (como los carteles y los actos políticos de la oposición) expresan la crítica popular al orden impuesto” (García, 2009, p.281) y se acompañan de distintos símbolos que no son propiamente de la cultura mexicana, pero si asumidos por las subculturas.

Es importante hablar sobre las diferencias entre grupos, subculturas y

contracultura. Del primero, nos referimos a pequeños grupos de personas que comparten algunas características, por ejemplo, el tipo de música que escuchan, la ideología que profesan, forma de vestir, por mencionar algunas y por lo regular son minorías en la cultura, un ejemplo de estos grupos son las barras bravas en el fútbol, del cual se hablará más adelante.

Por otro lado, los grupos contracultura son más “radicales” que las subculturas, esto se debe principalmente a la idea de cambio en la cultura hegemónica, distinguiéndose básicamente por el rechazo a la ideología dominante, aquí vale la pena incluir al movimiento punk.

Para tener un mayor panorama de estos conceptos, se recomienda consultar los trabajos de Brito García, 1984; Arce Cortés, 2008; Aguilar Ramírez, 2022.

Investigaciones, que cuentan con distinta temporalidad, pero que concuerdan en que las subculturas y contracultura nacen a partir del dominio de la realidad sociocultural manejada por los que tienen el poder.

Al mismo tiempo que nacen a partir de los distintos problemas sociales, económicos, políticos y culturales que se viven en México; tomando como estandarte diferentes manifestaciones de fondo ritual y simbólico para expresar las inconformidades que aquejan.

Otro punto importante sobre las subculturas, son los símbolos que utilizan como distintivo, ante ello, se considera que el capital cultural es importante a la hora de designar cada uno. Un ejemplo que se puede usar ante tal afirmación es la imagen icónica del Che Guevara y su popularidad en este tipo de grupos, otorgando una interpretación simbólica iconológica, basada en el capital cultural al relacionarse con la ideología del personaje y objetivo del grupo, así mismo, el capital cultural incorporado por la relación social de los mismos grupos con personas que tienen un concepto acerca del Che.

Para concluir, Victor Turner en su obra *La selva de los símbolos*, menciona que los símbolos son “una marca, un mojón, algo que conecta lo desconocido

con lo conocido” (Turner, 2007, p. 53), afirmación que se mezcla con las manifestaciones de tipo ritual, donde el proceso de acción está siempre acompañado de un símbolo, que en muchas ocasiones se convierte en sello distintivo del grupo, esto se puede notar en la máscara del luchador en los aficionados al deporte llamado lucha libre y del que se hablará en el siguiente apartado.

### **El ritual desde los grupos subculturales**

Uno de los grupos subculturales que se utilizó para este apartado son las barras bravas, las cuales son grupos de aficionados al fútbol que apoyan de manera “diferente” a su equipo y en el que, el aguante; calificativo dado a la acción de cantar con mayor fuerza que la barra adversaria, se convierte en un momento significativo.

Algo revelador dentro de estos grupos de animación es el capital cultural incorporado de cada integrante, en otras palabras, conocimientos adquiridos, agregando a lo anterior nace el capo de cada barra brava, hay que tener en cuenta que este apodo se le otorga al líder del grupo de animación y se gana a través de diferentes hechos de los cuales se hablará en el siguiente párrafo.

Además, en el caso del sobrenombre antes mencionado y que originalmente es utilizado en Argentina y posteriormente usado por los aficionados mexicanos, esto se muestra como un caso típico de apropiación cultural.

Si bien el capital de estos cabecillas debe ser diferente al promedio de los integrantes y alcanzado a través de acciones relacionadas y no con el ámbito barrista, esto se puede notar en la gestión de boletos, causas altruistas, batallas ganadas contra rivales y asociación con partidos políticos, etc. lo llevan a ocupar ese cargo. De igual forma hay ocasiones que esa posición se logra por medio de las amistades que hacen con otras barras y que especialmente son extranjeras.

En conclusión, el capital dentro del entorno barra “permite ocupar la posición del superior o del dominio, en cambio, la falta de este ofrece lo

inverso” (Vargas, 2021, p.336) y se logra gracias a distintos factores.

Por consiguiente, estos aficionados tienen distintas formas de expresarse por medio de símbolos y rituales que emplean en primer lugar antes de ingresar al estadio, en segundo lugar durante su estadía inmueble y por último a la salida del mismo, agregando a lo anterior los cánticos y trapos como componentes distintivos en el proceso ritual y que en su mayoría son copia fiel de las demostraciones barras en Argentina y Colombia.

Es necesario considerar que los trapos que son pedazos de tela en el que se pinta el nombre del barrio, facción barrista o integrante fallecido principalmente a manos de otro grupo y se convierten en un símbolo muy importante tanto para los dueños como para los rivales, puesto que son considerados trofeos de guerra, además de otorgarle reconocimiento al o los aficionados que los obtuvieron.

Al hablar de los cánticos, es importante recalcar que en su mayoría son adaptados de letras que se utilizan en Argentina o Colombia, añadiendo a ello las pistas musicales de las que hacen uso y las cuales casi nunca son de origen mexicano.

Al respecto conviene decir que dentro del ambiente barrista los cánticos y trapos se convierten en el principal símbolo de poder, ya que el aguante se refleja no solo en el recinto futbolístico, también en las inmediaciones; sobre el trapo, queda afirmar que el obtener uno del rival es considerado un logro que por consiguiente eleva el capital cultural dentro del campo barra.

Agregando a lo anterior, este elemento simbólico ha sido un generador de la violencia entre barras por culpa de las acciones que realizan para el robo o confiscación del trapo, tal como se pudo ver en el partido del 20 de agosto de 2025 entre Independiente de Argentina y la Universidad Católica de Chile, encuentro suspendido por las acciones violentas entre las barras, de lo anterior resulta que la barra de Independiente presumió los trapos obtenidos en la pelea.

Aquí vale la pena decir que la Federación Mexicana de Fútbol



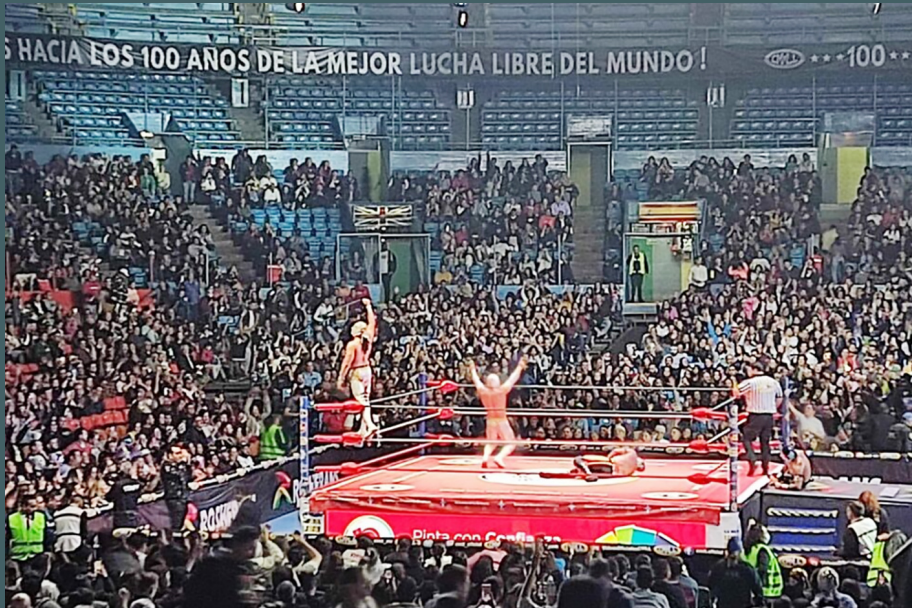


Figura 2. El fenómeno subcultural de la lucha libre mexicana (tomado de: <https://neotraba.com/postales-recientes-del-pancracio-contemporaneo-a-dos-de-tres-caidas-en-la-cdmx/>).

(FEMEXFUT) ha prohibido el ingreso de los trapos a los estadios con el objetivo de evitar eventos apasionados como el que se mencionó, sin embargo, esta decisión no ha dado los resultados esperados, se puede incluir aquí lo sucedido el 5 de marzo de 2022 en el encuentro entre Querétaro contra Atlas en el que se dio uno de los incidentes más violentos en la historia del fútbol mexicano.

Hay que mencionar el enfrentamiento entre la barra Resistencia Albiazul del Querétaro contra la 51 del Atlas, al respecto conviene decir que el parte oficial asegura que no existieron víctimas mortales mientras que las declaraciones de los asistentes al partido expresan todo lo contrario.

Pero ¿Por qué es tan importante?, básicamente por el simbolismo del que hace uso, ya que representa a la barra con sus trapos insignia, una facción con el trapo del barrio o un integrante caído.

El siguiente párrafo trata del ritual, que es el punto medular del apartado en cuestión, se puede distinguir el preparativo que realizan previo al partido, donde se da una integración entre barristas jóvenes y capos, se trabaja en el material que usarán para el partido como banderas o bengalas y se ensayan los cánticos en conjunto con la orquesta.

Este ritual se torna significativo por el hecho de que se fomentan lazos de

amistad y compromiso con su grupo de animación, forjando una identidad propia y a la vez influenciada por los extranjerismos, pero rescatando en su minoría elementos originarios del lugar de procedencia.

Para tener mayor claridad acerca del ritual que realizan las barras bravas, mismas que hacen uso de actividades diseñadas previamente, las cuales comienzan al inicio del encuentro de fútbol, dentro del estadio y al finalizar el partido.

### Fenómenos culturales en México, subculturas y la influencia extranjera

Hoy en día la sociedad mexicana busca identificarse con aspectos lejanos a lo que la identidad mexicana ha buscado rescatar, preservar y conservar. Pongamos por caso la lucha libre, deporte que buscó desaparecer el concepto de clases sociales y unificarlas, al contrario de otros deportes que suelen estar diseñados y practicados por la alta sociedad, un ejemplo de esto último es el golf.

Un elemento importante en la identidad del pancraccio como se le conoce cotidianamente al cuadrilátero en el que luchan, es la máscara, con ella el luchador representa su familia, creencias, tradiciones mexicanas, legado histórico y como lo menciona el autor “para triunfar, un luchador necesita una personalidad vistosa” (Monsiváis, 2012, p.125).

Por lo general, la tradición por este deporte se hereda de padres a hijos, se puede ver a lo largo de la historia de los luchadores, tal como Dr. Wagner Jr. o Hijo de Mil Caras. A partir de esta idea, el concepto de habitus de Bourdieu aparece y se distingue que la estructura principal es el padre, éste, fomenta el gusto por la lucha en su hijo que a su vez lo hace con su descendencia, lo que más adelante, probablemente, dé como resultado que el nieto desarrolle ese gusto; creando así otra estructura estructurante, recordemos que el autor menciona que el habitus “es una estructura, estructurante que estructura nuevas estructuras” (Bourdieu, 2009, p. 43).

Tal como se mencionó en el párrafo anterior la influencia del padre fue lo que predominó y motivó al hijo para continuar con la tradición de la lucha libre y se ve reflejada en el nombre, la máscara o en algunas llaves luchísticas entendiéndose por castigos y movimientos que un luchador usa en contra de su rival para derrotarlo. Es por ello, que en el caso de la herencia deportiva el habitus se crea desde la cabeza familiar, reproduciendo lo que en un pasado experimentó y se convierte en una “tendencia a la reiteración de la misma manera de actuar, en la medida en que tiende a reproducir las regularidades immanentes a las condiciones objetivas de la producción de su principio generador” (Capdevielle, 2011, p.p. 35-36).

Continuando con el ejemplo de la herencia luchística, misma que pertenece al campo familiar y que se desarrolla por medio de reglas culturales establecidas entre los participantes, en este caso son el padre e hijo, siendo el habitus el puente entre la tradición deportiva y la continuación de ésta a través de las vivencias históricamente presentes.

Sin embargo, es importante hacer mención que el campo se transforma y esto se debe a que “están constantemente cambiando debido a una propiedad fundamental, su dinamismo” (Bustamante, 2016) y no solo se nutre de experiencias particulares del campo ya que “no se limita a espacios, ni sociedades ni estratificaciones” (Vargas, 2021, p.330).

Ante lo expuesto anteriormente acerca del habitus, se puede explicar que

un luchador se ve influenciado directamente por la historia del padre o familia, el contexto en el que se desenvuelve y las vivencias individuales, forjando con todo ello una identidad propia.

Por otro lado, antes de finalizar me gustaría que se reflexionara sobre como el fenómeno cultural de la celebración de Halloween ha logrado posicionarse de forma importante en la actual cultura mexicana a través de las campañas de marketing que realizan los centros comerciales, las películas norteamericanas que mayormente se proyectan en las salas de cine o plataformas de streaming y por último en las instituciones de educación que buscan “innovar”.

Esto último ha dado como resultado distintas consecuencias, como por ejemplo el nacimiento de diferentes grupos subculturales y contraculturales que buscan rescatar la tradición de día de muertos y con ello la identidad mexicana.

Para terminar, encuentro significativo que, como ciudadano mexicano, se sigan preservando las tradiciones, fomentar la identidad nacional desde una perspectiva crítica y fundamentada en una consciencia histórica. Si bien, en un mundo globalizado, las manifestaciones culturales nativas, no han sido beneficiadas; principalmente por el uso de Internet, esto debido a que las nuevas generaciones están cercanas a música, celebraciones, actividades, películas que favorecen lo que se da en otros países.

## Conclusión

Tras el análisis podemos establecer que el aplicar los conceptos antropológicos y sociológicos en la realidad contemporánea ayuda a conocer al otro y su comportamiento, principalmente desde el colectivo. Entender por qué se dan acciones que para el resto de la sociedad son inexplicables, prestar atención al contexto y mediante el análisis crear políticas culturales desde la visión de identidad, resaltando la imagen de ser mexicano y en conjunto: Estado, familia, sistema educativo y grupos sociales, redirigir el rescate de lo hecho en México.

Gracias a todo lo anterior, podemos interpretar que el concepto de apropiación cultural es un constante en los grupos subculturales y contraculturales, mismos que de manera voluntaria o involuntaria hacen uso de elementos no propios, con la finalidad de ir forjando una identidad propia como grupo social.

## Referencias

- Arce Cortés, T. (2008) Subcultura, contracultura, tribus urbanas y culturas juveniles: ¿homogenización o diferenciación? *Revista Argentina de Sociología*, 6(11), 257-271. <https://www.redalyc.org/pdf/269/26911765013.pdf>
- Aguilar Ramírez, H.D. (2022). ¿De qué hablamos cuando hablamos de contracultura? Algunas consideraciones sobre su concepto, periodización y localización. *El Hilo Rojo*, (3), 18-27. [https://revistaehr.iberro.mx/pdf/numeros/EHR\\_3\\_Ciudad\\_y\\_contracultura\\_compressed.pdf](https://revistaehr.iberro.mx/pdf/numeros/EHR_3_Ciudad_y_contracultura_compressed.pdf)
- Brito García, L. (1984). Cultura, contracultura y marginalidad. *NUEVA SOCIEDAD*, (73), 38-47. [https://static.nuso.org/media/articles/downloads/1188\\_1.pdf](https://static.nuso.org/media/articles/downloads/1188_1.pdf)
- Bonfil, G. (2013). *México Profundo una Civilización Negada*. Debolsillo.
- Bourdieu, P. (2009). *El sentido práctico*. Siglo XXI.
- Bustamante-Zamudio, G. (2016). Sobre el concepto de campo en Bourdieu. *Magis, Revista Internacional De Investigación En Educación*, 9(18), 49-66. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m9-18.sccb>
- Capdevielle, J. (2012). EL CONCEPTO DE HABITUS: “CON BOURDIEU Y CONTRA BOURDIEU”. *ANDULI, Revista Andaluza De Ciencias Sociales*, (10), 31-45. <https://revistascientificas.us.es/index.php/anduli/article/view/3664>
- Cristiá Batista, F. A. (2022). Apropiación cultural como injusticia epistémica. Sobre el problema de hablar por otros. *Revista Filosofía UIS*, 21(1), 65-81. <https://doi.org/10.18273/revfil.v21n1-2022004>
- García, N. (2009). *Consumidores y ciudadanos. Conflictos multiculturales de la globalización*. Debolsillo.
- García, N. (2009). *Culturas Híbridas*. Debolsillo.
- González Tostado, F. (2020). Sobre el dilema de la apropiación cultural: arte, diseño y sociedad. *Estudios sobre Arte Actual*, 8, 311-320. <https://estudiosobrearteactual.com/wp-content/uploads/2020/10/24.-Francisco-Javier-Gonzalez.pdf>
- Kolakowski, L. (2001). *Libertad, Fortuna, Mentira y Traición. Ensayos sobre la Vida Cotidiana*. Paidós.
- Monsiváis, C. (2012). *Los Rituales del caos*. Era.
- Turner, V. (2007). *La selva de los símbolos*. Siglo XXI.
- Young, J. (2005). Profound Offense and Cultural Appropriation. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 63(2), 135-146. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8529.2005.00190.x>
- Vargas Huanca, G. (2021). Aproximación a los conceptos de campo, habitus, capital y violencia simbólica de Bourdieu. *PURIQ*, 3(2), 327 - 344. <https://doi.org/10.37073/puriq.3.2.166>

## Introducción

Muchas investigaciones clínicas se han realizado casi exclusivamente en hombres y la subrepresentación de mujeres podría originar datos con sesgo e implicaciones para la salud humana (Barattini et al., 2023), como se evidencia en el caso de los opioides, que se prescriben más a mujeres que a hombres a pesar de que los estudios se realizaron principalmente en hombres (Joel & McCarthy, 2017). Los investigadores argumentan los posibles riesgos durante la lactancia, el embarazo y, en general, durante la edad reproductiva como justificación para la exclusión de mujeres en estudios clínicos (CIOMS, 2016). Sin embargo, estos argumentos válidos para estudios clínicos en humanos no justifican la exclusión de hembras en investigaciones con modelos animales.

Para la exclusión de mujeres en estudios clínicos, se justifica el riesgo en la lactancia, el embarazo y en general durante la edad reproductiva (CIOMS, 2016). Sin embargo, debido a las diferencias anatómicas y fisiológicas evidentes, estos argumentos válidos para estudios clínicos en humanos, no justifican la exclusión de hembras en investigaciones con modelos animales.

Solo recientemente se ha señalado la relevancia de la existencia de las diferencias entre sexos (dimorfismo sexual) en ratas (Becker & Koob, 2016), fenómeno que está sometido a procesos de selección y evolución (Gamble & Zarkower, 2012). Actualmente, algunos estudios ya reconocen la propensión diferencial entre los sexos a diferentes padecimientos, aunque este campo de estudio aún presenta resultados contradictorios.

## Diferencias y semejanzas sexuales en ratas y otros animales

El sexo se determina mediante diversos mecanismos que varían según las especies, como la influencia del ácido ribonucleico (ARN) (Vedanayagam, 2025) o la temperatura durante el desarrollo (en reptiles) Rivera-Rincón et al., 2024) que se conoce como sexo determinado ambientalmente (ESD por sus siglas en inglés). En mamíferos, que es el ejemplo más común, el sexo lo determina la presencia de cromosomas sexuales (XX hembra y XY macho), mientras que en



algunos insectos, la determinación es más compleja. Puede ser un esquema como en los mamíferos, pero también XX (hembra) X (macho) entre otras formas. En cualquier caso, estas diferencias cromosómicas hacen diferentes a los sexos morfológica y fisiológicamente lo que se conoce como dimorfismo sexual.

Se han reportado evidencias contradictorias sobre los efectos farmacológicos y respuestas conductuales dependientes del sexo en animales, lo que ejemplifica que los dimorfismos sexuales, aunque presentes, no se manifiestan en todos los fenómenos o casos. Existen estudios (Fournier et al., 2023) que demuestran la ausencia de diferencias entre ratas macho y hembra respecto a la abstinencia a opioides, las recaídas y las recompensas, así como a la autoadministración de cocaína (Murphy et al., 2023), de oxicodona o cannabinoides (Manke et al., 2023).

En contraste, Manke et al. (2023) señalan que las hembras muestran una respuesta más fuerte a los efectos gratificantes de la cocaína, mientras que presentan menor aversión al sabor inducida por la 3,4-metilendioxiptovalerona (MVPD) en comparación con los machos. Por otra parte, el alcohol tiene efectos diferenciales según el sexo y la dulaglutida muestra una mayor eficacia para reducir el consumo de alcohol en machos que en hembras (Aranäs et al., 2023).

En cuanto a la susceptibilidad a enfermedades y diferencias neurobiológicas entre sexos, se ha reportado que las hembras son más susceptibles a desórdenes anímicos (Tanelien et al., 2023) y osteoporosis (Cheng et al., 2022; Fan et al., 2023), pero presentan una menor propensión a daño cerebral traumático (Minchew et al., 2022).

McElroy et al. (2023) mostraron diferencias en la autoadministración en consumo de etanol inducido por el estrés entre sexos, tanto en ratas como en humanos, debido a que, de acuerdo con Zhou et al. (2023) las mujeres son más sensibles a los estresores y tienen niveles más altos de estrés.

Además, las ratas hembra responden más activamente de manera motora en condiciones ansiogénicas (Shanazz et al.,

# Investigación en salud ¿sexo inclusiva o no sexo inclusiva?

Luis Mauricio Rodríguez Salazar<sup>1</sup> y Blanca Estela Gutiérrez Barba<sup>2</sup>

1. Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, Instituto Politécnico Nacional (IPN).
2. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN. CDMX, México.

Contacto: bgutierrezb@ipn.mx

**Resumen.** Muchas investigaciones clínicas se han realizado casi exclusivamente en hombres y la sub-representación de mujeres podría generar tanto datos sesgados como implicaciones negativas para la salud humana. Se argumentan los posibles riesgos durante la lactancia, el embarazo y, en general, durante la edad reproductiva como justificación para la exclusión de mujeres en estudios clínicos. Pasando de los estudios con personas a estudios en animales y a nivel celular, no hay una razón científica válida que justifique que la investigación preclínica en modelos animales o líneas celulares no tome en cuenta las diferencias sexuales. Solo recientemente se ha señalado la relevancia de las diferencias sexuales (dimorfismo sexual) en ratas documentando diferencias de propensión al dolor crónico, estados anímicos, estrés, osteoporosis, resistencia al castigo, así como variaciones cíclicas en hembras de mamíferos que no presentan los machos. Sin embargo, otros estudios muestran que no hay diferencias entre machos y hembras respecto a la respuesta a drogas. Estos resultados justifican la inclusión del sexo como variable en estudios en salud tanto en humanos, animales y a nivel celular, lo cual no solo entraña incluir hombres y mujeres o machos y hembras en las investigaciones, sino tomar en cuenta genes, hormonas, ambiente y comportamiento para el planteamiento metodológico, el análisis y las conclusiones.

**Palabras clave.** Dimorfismo sexual, equidad de género, ciencia médica

**Abstract.** Many clinical trials have been conducted almost exclusively in men, and the underrepresentation of women could generate both biased data and negative implications for human health. Researchers argue that potential risks during lactation, pregnancy, and, in general, during reproductive age are justifications for excluding women from clinical trials. Moving from human studies to animal and cellular studies, there is no valid scientific reason to justify preclinical research in animal models or cell lines ignoring sex differences. Only recently the differences among sexes (sexual dimorphism) in rats have been highlighted, documenting differences in susceptibility to chronic pain, mood, stress, osteoporosis, resistance to punishment, as well as cyclical variations in female mammals that are not present in males. However, other studies show no differences between males and females in response to drugs. These results justify the inclusion of sex as a variable in health studies on humans, animals, and at the cellular level. This not only entails including men and women or males and females in research, but also taking into account genes, hormones, environment, and behavior for the methodological approach, analysis, and conclusions.

**Keywords.** Sexual Dimorphism, Gender Equity, Medical Science



Figura1. Investigadores e investigadoras en formación. Foto tomada del acervo del Laboratorio 4, de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria, FES-Cuautitlán, UNAM con autorización de Misael Rubén Oliver González





Figura 2. Investigadoras e investigadores en discusiones metodológicas. Foto tomada del acervo del Laboratorio 4, de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria, FES-Cuautitlán, UNAM con autorización de Misael Rubén Oliver González

2022) son más resistentes al castigo en condiciones de riesgo, tienen una mayor tendencia a buscar la autoadministración de drogas y muestran una menor sensibilidad psicomotora (Murphy et al., 2023). También se sabe que las ratas macho, tanto con traumatismo craneal como sin él tienen un desempeño menos preciso que las hembras, exhibiendo déficits de atención cognitiva en tareas operantes (Kutash et al., 2023).

Adicionalmente, una diferencia importante entre sexos es que las hembras de mamíferos (en este caso, ratas y seres humanos) presentan variaciones hormonales cíclicas ausentes en los machos, que tienen influencia farmacológica; por ejemplo, las ratas hembra durante la fase folicular presentan mayores efectos de la cocaína que en la fase lútea (Zakariaeiz & Potenza, 2018). Dicho de otra manera, estos efectos dimórficos, en gran medida se deben a la presencia diferencial de hormonas sexuales (estradiol y testosterona) entre sexos y que en las hembras además tienen variación cíclica (ciclo estral en mamíferos, ciclo menstrual en mujeres).

La formación de investigadoras e investigadores en salud, deben tener presente las diferencias entre los sexos a

fin de hacer más asertivos los estudios (figuras 1 y 2).

### Epílogo

A pesar de que existen trabajos que documentan la ausencia de diferencias entre sexos, el sexo es una variable y conviene tomarla en cuenta. Considerar el sexo como variable no solo significa incluir machos y hembras, sino que implica tomar en cuenta genes, hormonas, ambiente y comportamiento en el planteamiento metodológico, el análisis y las conclusiones.

### Agradecimientos

Este artículo se deriva del proyecto SIP20241419 “las cuestiones de género en las organizaciones” y del proyecto SECTEI 3234c24 “Efectos de los analgésicos no opioides en la salud y el ambiente”

### Referencias

Aranäs, C., Edvardsson, C.E., Shevchouk, O.T., Zhang, Q., Witley, S., Sköldheden, S.B., Zentveld, L., Vallöf, D., Tufvesson-Alm, M. & Jerlhag, E. (2023). Semaglutide reduces alcohol intake and relapse-like drinking in male and female rats. *eBioMedicine* 93: 104642.

<https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104642>

Barattini, A. E., Montanari, C., Edwards, K.N., Edwards, S., Gilpin, N.W. & Pahng, A.R. (2023). Chronic inflammatory pain promotes place preference for fentanyl in male rats but does not change fentanyl self-administration in male and female rats. *Neuropharmacology* 231:109512. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2023.109512>

Becker, J.B. & Koob, G. F. (2016). Sex difference in Animal Models: Focus on Addiction. *Pharmacological Reviews* 68: 242-263, <http://dx.doi.org/10.1124/pr.115.011163>

Cheng, C.H., Chen, L.R. & Chen, K.H., 2022. Osteoporosis due to hormone imbalance: an overview of the effects of estrogen deficiency and glucocorticoid overuse on bone turnover. *Int. J. Mol. Sci.* 23. <https://doi.org/10.3390/ijms23031376>

CIOMS-Council for International Organization of Medical Science (2016). *International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans*, Geneve

Fan, J., Dalong, Z., Jiang, Y., Yu, L., Han, B. & Qian, Z. (2023). The effects of PPARγ inhibitor on bones and bone marrow fat in aged glucocorticoid-treated female rats. *Experimental gerontology* 181: 112281. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112281>

Fournier, A. F., Barba-Vila, O. & Le Moine, C. (2023) Male and female rats show opiate withdrawal-induced place aversion and extinction in a Y-maze paradigm, *Behavioural Brain Research* 437: 114122, <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2022.114122>

Gamble, T., & Zarkower, D. (2012). Sex Determination. *Current Biology* 22(8): R257-R262, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.02.054>

Joel, D. & McCarthy, M.M. 2017. Incorporating Sex As a Biological Variable in Neuropsychiatric Research: Where Are We Now and Where Should We Be? *Neuropsychopharmacology* 42: 379-385. doi:10.1038/npp.2016.79

Kutash, L.A., Moschonas, E.H., O'Neil, D.A., Craine, T.J., Iouchmanov, A. L., Sunleaf, C.R., Nicholas, M.A., Grobengieser, K. O., Patel, A. K., Toader, M., Ranellone, T.S., Rennelfeldt, P.L., Cheng, J.P., Race, N.S., Kline, A.E., & Bondi, C.O. (2023). Sustained attention performance deficits in the three-choice serial reaction time task in male and female rats after experimental brain trauma. *Brain research* 1808: 148336, <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2023.148336>

Manke, H. N., Nunn, S.S., Jones, R.A., Rice, K.C. & Riley, A. L. (2023). Male and female C57BL/6 mice display drug-induced aversion and reward in the combined conditioned taste avoidance/conditioned place preference procedure. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 222:173562, <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2023.173562>

McElroy, B.D., Li, C., McCloskey, N.S., & Kirby, L. G. 2023. Sex differences in ethanol consumption and drinking despite negative consequences following adolescent social isolation stress in male and female rats. *Physiology and Behavior* 271:114322. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2023.114322>

Murphy, Z. D., Mulugeta, R., Tran, A. & Ferguson, S.M. (2023). DREADD activation of the lateral orbitofrontal increases cocaine-taking and cocaine-seeking in male and female rats during intermittent access self-administration under risky conditions.



Addiction Neuroscience 8:100122,  
<https://doi.org/10.1016/j.addicn.2023.100122>

Rivera-Rincón, N., Altindag, U.H., Amin, R., Graze, R.M., Appeal, A.G. & Stevison, L.S. 2024. Journal of Insect Physiology 153: 104616.  
<https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2024.104616>

Shanazz, K., Dixon-Melvin, R., Nalloor, R., Thumar, R. & Vazdarjanova, A.I. (2022). Sex Differences In Avoidance Extinction After Contextual Fear Conditioning: Anxiogenic Behavior In Female Rats. Neuroscience 497: 146-156.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2022.06.031>

Tanelian, A., Nankova, B., Hu, F., & Sabban, E. (2023). Microbiome as a Potential Mediator of Susceptibility or Resilience to Traumatic Stress in Male and Female Rats. Biological Psychiatry, May 1, 93:195-S296. DOI: 10.1016/j.ynstr.2022.100461

Vedanayagam, J. (2025). Small RNA-mediated suppression of sex chromosome meiotic conflicts during *Drosophila* male gametogenesis. Biochemical Society Transactions, 53: 281-291.  
<https://doi.org/10.1042/BST20240344>

Zakiniæiz, Y. & Potenza, M.N. (2018). Gender-related differences in addiction: A review of human studies. Current Opinion of Behavioral Sciences 23: 171-175.

<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.08.004>

Zheng, C., Wei, L., Liu, B., Li, X., Gong, H. & Wang, Z. (2023). Dorsal BNST DRD2+ neurons mediate sex-specific anxiety-like behavior induced by chronic social isolation. Cell Reports 42:112799,  
<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2023.112799>

Zhou, S.-F., Li, Z.-J., Zhao, T.-S., Liu, Y., Li, C.Q., Cui, Y.-H. & Li, F. (2023). Female rats prefer to forage food from males, an effect that is not influenced by stress. Behavioural Brain Research 452: 114597,  
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2023.114597>

• Enviado: enero 20, 2025 • Aceptado: julio 22, 2025

# Uso del espacio escolar de niñas y niños: mapeo mediante cartografía participativa

## *Use of school space by girls and boys: mapping through participatory cartography*

<sup>1</sup>Fausto Plutarco Figueroa Gutiérrez, <sup>2</sup>Salvador García Espinosa

<sup>1</sup>Secretaría de Desarrollo Urbano y Movilidad del Estado de Michoacán.

<sup>2</sup>Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México.

Contacto: [salvador.garcia.espinosa@umich.mx](mailto:salvador.garcia.espinosa@umich.mx)

**Resumen.** Este artículo analiza cómo las infancias perciben y utilizan los espacios comunes según su vivencia en contextos de igualdad formal, empleando cartografía participativa. Mediante un taller donde intervenían un croquis de su escuela, niñas y niños identificaron sus espacios preferidos y aquellos que evitan. Los hallazgos revelaron: 1) la importancia transversal de las canchas de fútbol, tanto para unas como otros; y 2) diferencias significativas en las formas de comprender y apropiarse del espacio según el sexo.

**Palabras clave.** cartografía participativa; espacio escolar; comunidades escolares.

**Abstract.** This article analyzes how girls and boys perceive and use shared spaces based on their lived experiences in contexts of formal equality, employing participatory mapping. In an interactive activity where they intervened a blueprint of their school, girls and boys identified their preferred spaces and those they avoid. The findings revealed: (1) the universal importance of soccer fields for both girls and boys alike, and (2) significant differences in how space is understood and appropriated depending on sex.

**Keywords.** participatory cartography; school space; school communities.

cara, las costumbres y las tradiciones son muy importantes” (Boisier, 2001).

De forma complementaria, se retoma la noción de tolerancia desarrollada por Gustavo Bueno (2004), donde la convivencia requiere ejercer una tolerancia que, no implica renunciar al espacio propio para cederlo a otros, sino permitir la coexistencia de visiones diversas sin eliminar la crítica ni el debate. Condiciones que pueden eventualmente conducir al consenso y como Bueno señala: “la tolerancia es tolerancia hacia un contrario, que a veces es adversario, o, simplemente, discrepante, pero no siempre enemigo”.

En el contexto de este estudio, estaríamos hablando específicamente de lo que Bueno denomina tolerancia de tercer orden, como aquella que ocurre entre individuos en condiciones de igualdad o simetría, distinguiéndola de la pseudotolerancia, en tanto que “cada una de ellas pueda, en un momento dado, no tolerar la conducta de otra, basándose en la posibilidad de apelar a la institución que protege el contexto en el que aparece la igualdad” (Bueno, 2004).

Para analizar estas dinámicas y considerando que la población de

### Introducción

La presente investigación surge de la necesidad de comprender cómo se espacializan las dinámicas infantiles y cómo estas se interpretan según el sexo dentro de uno de los espacios fundamentales para el desarrollo humano: la escuela. Al tratarse de un entorno regulado, con restricciones de uso destinadas exclusivamente al alumnado, la escuela permite observar cómo se configuran formas de pensamiento espacial abstracto en las interacciones cotidianas, así como las diferencias que emergen en la experiencia del espacio en

función de características individuales y colectivas.

Esta investigación se fundamenta teóricamente en el concepto de Capital Sinérgico, propuesto por Sergio Boisier (1999), entendido como “la capacidad societal (como expresión más totalizante) de promover acciones en conjunto, dirigidas a fines colectiva y democráticamente aceptados, con el conocido resultado de obtenerse así un producto final que es mayor que la suma de los componentes”. Este autor señala que dicho capital se favorece particularmente en “espacios sociales y territoriales pequeños, de naturaleza proxémica, en que los contactos, cara a

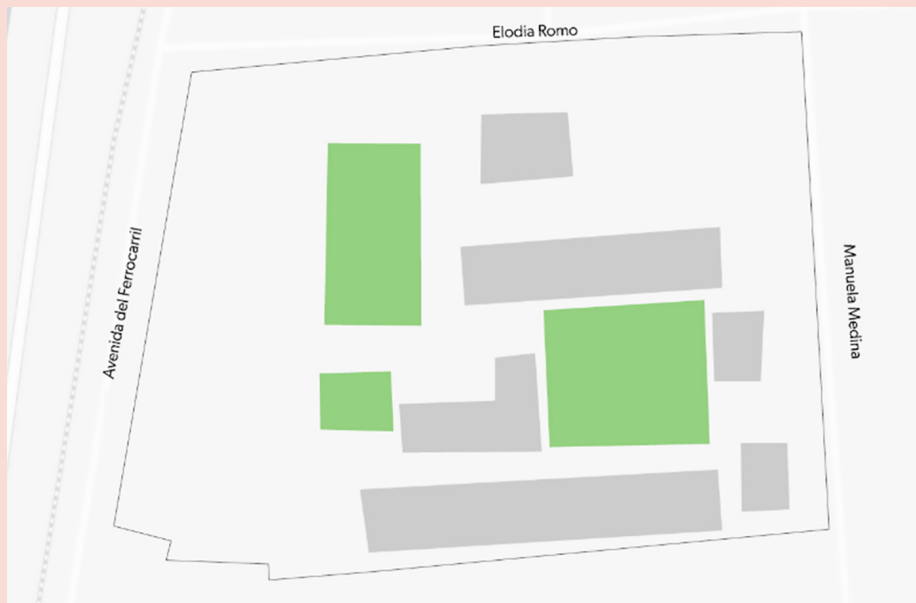


Figura 1. Croquis de la Escuela Primaria Mariano Jiménez en Morelia, Michoacán. Los polígonos grises corresponden a las aulas y los verdes a las planchas de concreto de las canchas de básquetbol, voleibol y el patio cívico.

análisis son niños, se optó por emplear la cartografía participativa (Bracerías, 2025) como método de recolección de información desde la perspectiva infantil. Esta aproximación metodológica permitió acceder a las percepciones cotidianas de los niños, sus patrones de interacción y las relaciones que establecen tanto entre ellos como con su entorno inmediato.

### Contexto de la Escuela

El estudio se realizó en la escuela primaria Mariano Jiménez, ubicada en la colonia Jacarandas al poniente de la ciudad de Morelia, Michoacán; en una zona limítrofe con la vía férrea y el Río Chiquito. La institución cuenta con doce grupos en su turno matutino (dos por cada uno de los seis grados), con una matrícula promedio de 16 alumnos por grupo y una población total cercana a los 200 estudiantes. El plantel ocupa un terreno de 1.1 hectáreas, destacando por su amplia área no construida: el 80% de su superficie (aproximadamente 0.9 hectáreas) corresponde a espacios verdes y áreas abiertas.

### Ejercicio de cartografía participativa

Se empleó cartografía participativa para: 1) analizar cómo niñas y niños perciben los espacios comunes; 2) verificar hipótesis sobre convivencia y uso escalable de estos espacios; y 3) probar herramientas replicables a mayor escala.

El ejercicio se llevó a cabo con los doce grupos que integran el turno matutino de la escuela. La actividad consistió en que niñas y niños intervinieran un croquis del plantel (Figura 1), con la consigna de señalar los lugares que utilizan, dónde juegan, dónde no lo hacen, dónde comen, así como aquellos espacios a los que no pueden acceder o simplemente no usan.

Fue notoria la mención recurrente de las canchas de fútbol, ausentes en el croquis original (Dicha ausencia se pensó con doble intención: por un lado, no generar un sesgo en su percepción

del espacio por parte del investigador, y; por otro, que sirviera como parte del ejercicio de su percepción espacial y capacidades de mapeo), como espacios preferidos pero conflictivos por su alta demanda, lo que ha derivado en reglas específicas para su uso).

Contrario a lo que sugieren autoras como Valdivia (Borraz, 2017), no se identificó una división estereotípica en el uso de los espacios escolares. En particular, no se observó que los niños monopolizaran áreas amplias para jugar fútbol mientras las niñas se limitaban a actividades pasivas. Por el contrario, tanto niñas, como niños, mostraron una marcada preferencia por este deporte, apropiándose incluso de zonas no diseñadas para ello o con menor accesibilidad. Este fenómeno parece derivar, en parte, de la competencia por los espacios más aptos para actividades dinámicas. Se observó que, aquellos niños que prefieren juegos tranquilos ven reducidas sus opciones espaciales.

Llama la atención que ciertas áreas consideradas marginales por los adultos, como es el caso del extremo sur de la escuela, donde se acumulan residuos vegetales o, una zona al norte del predio, restringida por su uso como estacionamiento; generan interés entre el alumnado, como espacios con potencial lúdico. Paralelamente, la infraestructuras diseñadas para el deporte, como la cancha de básquetbol, ha quedado subutilizada debido a la falta de mantenimiento; una evidencia



Figura 2. Ejercicio de cartografía participativa con niñas (acervo fotográfico personal).





Figura 3. Croquis intervenido por niñas de 5to. Grado. Fuente: acervo fotográfico personal

clara es el hecho de que las raíces de los árboles ha deformado el piso de concreto, imposibilitando su uso adecuado.

La decisión de dividir los grupos por sexo surgió inicialmente para organizar mejor a los estudiantes según su número y garantizar que todos tuvieran la oportunidad de participar, como se observa en la Figura 2. Esta división resultó beneficiosa, ya que permitió identificar diferencias en la percepción del espacio y la convivencia, influenciadas por sus experiencias como niñas o niños.

En primer lugar, se notó que las niñas tendían a incluir más detalles en sus representaciones, mostrando interés por plasmar los espacios con mayor precisión, independientemente de su uso. En cambio, los niños, se centraban más en destacar los lugares donde jugaban. Además, las niñas demostraron un enfoque minucioso que plasmaron en sus dibujos, así como en sus narrativas. Incluso, aquellas que optaron por utilizar simbología complementaban en sus representaciones para hacer más explícitas y detalladas sus reflexiones sobre los espacios y pequeñas anécdotas.

Por otro lado, la actividad del taller, reveló diferencias en los procesos de consenso entre niñas y niños. En ambos grupos se dieron liderazgos, pero con dinámicas contrastantes: entre las niñas, estos tendían a surgir de manera orgánica y colaborativa, mientras que en los niños predominaron enfoques más

impositivos. Fue notorio que en aquellos casos en los que no hubo una figura líder definida, los niños enfrentaron mayores dificultades para organizarse, lo que sugiere patrones de convivencia diferenciados que podrían trascender el ámbito escolar.

## Conclusión

La escuela es un ámbito vital para las niñas y niños, ya que en ella desarrollan gran parte de su ser social, aprenden normas de convivencia tácitas, gracias al propio uso del espacio y les da la oportunidad para el desenvolvimiento físico. Sin embargo, las dinámicas sociales se van modificando, lo que lleva a nuevos desafíos para las diversas instituciones.

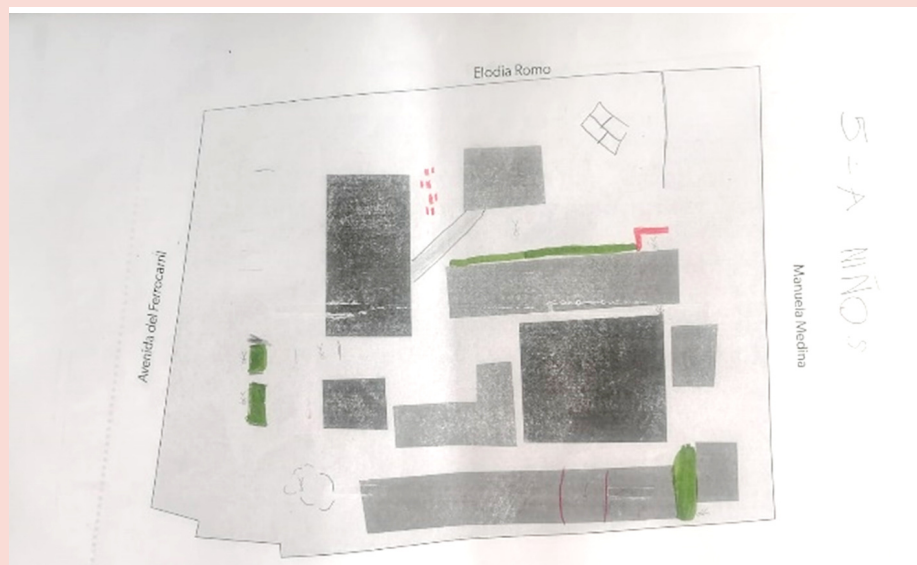


Figura 4. Croquis intervenido por niños de 5to. Grado. Fuente: acervo fotográfico personal.

Si bien, en algún momento del desarrollo de la sociedad mexicana, a las niñas se les restringía su participación en algunas actividades estereotípicamente consideradas para "niños". Si bien, no se descarta que estas prácticas sigan existiendo, en la actualidad cada vez son menos frecuente. Como se aprecia en las ilustraciones 3 y 4, tanto niñas como niños, hacen un uso plural y diverso del espacio, lo que supone un reto para las escuelas en tanto que se incrementa la demanda por espacios abiertos donde el deporte pueda ser practicado por todas y todos.

## Referencias

- Boisier, S. (1999). El desarrollo territorial a partir de la construcción de capital sinérgico. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 39-53. Pág: 42
- Boisier, S. (2001). Desarrollo (local): ¿De qué estamos hablando? (versión digital disponible en [https://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFT/P/1245948918.Desarrollo\\_Local\\_De\\_que\\_estamos\\_hablando\\_2\\_.pdf](https://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFT/P/1245948918.Desarrollo_Local_De_que_estamos_hablando_2_.pdf)). En O. Madoery, & A. V. Barquero, *Transformaciones globales, Instituciones y Políticas de desarrollo local* (págs. 2-22). Rosario: Homo Sapiens. Pág: 22
- Borraz, M. (18 de diciembre de 2017). *Los niños a la pista, las niñas a las orillas: el machismo de patio de colegio*. Obtenido de elDiario.es: [https://www.eldiario.es/sociedad/centro-periferia-machismo-colegios-intentan\\_1\\_2997217.html](https://www.eldiario.es/sociedad/centro-periferia-machismo-colegios-intentan_1_2997217.html)
- Bracerías, I. (15 de enero de 2025). *Cartografía participativa: herramienta de empoderamiento y participación por el derecho al territorio*. Obtenido de Repositorio de documentos de Geoactivismo.org: [https://geoactivismo.org/wp-content/uploads/2014/10/Tesina\\_n\\_2\\_Iratxe\\_Bracerías.pdf](https://geoactivismo.org/wp-content/uploads/2014/10/Tesina_n_2_Iratxe_Bracerías.pdf)
- Bueno, G. (2004). *Panfleto contra la democracia realmente existente*. Madrid: Fundación Gustavo Bueno; La Esfera de los Libros, S. L. Pág: 248 y 266

## Introducción

El mundo aún guarda secretos en sus rincones más remotos y nosotros, impulsados por nuestra curiosidad innata, queremos explorarlos. No queremos perdernos y sí anhelamos regresar y contar lo que hemos visto, lo que hemos descubierto. Para moverse, cualquier especie migrante, incluidos nosotros, necesita utilizar todos sus sentidos para saber dónde está y hacia dónde dirigirse (Baumgardt, 2009).

Para entender la importancia de los sentidos, imaginemos a un animal cualquiera viviendo en una esfera de cristal en donde nada cambia, es decir, las condiciones alrededor del animal son siempre las mismas, incluso la luz es la misma todo el tiempo. Si todo cambia, que nada cambie es extraño. En este escenario hipotético, no serviría tener receptores activos pues no hay cambio en los estímulos.

La realidad es que todos vivimos en sitios que cambian espacial y temporalmente. Sin entrar en detalles complejos, todo ser vivo que se desplaza lo hace apoyándose de un conjunto de estímulos, como la luz, el calor, la gravedad el magnetismo, los sonidos, las señales químicas, por mencionar los más comunes. Para responder adecuadamente a estos estímulos, es importante contar con los receptores adecuados, como los ojos (vista), la nariz (olfato), y los oídos (audición). Si unimos la lista de los estímulos con la lista de los causantes de los estímulos podemos llegar a entender que los receptores (órganos de los sentidos) y los generadores de los estímulos (el entorno) son los que jugarán un papel importante para mantener la orientación correcta.

Todos estos elementos trabajan en conjunto para determinar la dirección y mantener la orientación durante el tiempo que dure el desplazamiento (Baumgardt, 2009). Los seres humanos confiamos principalmente en la vista y el oído para movernos en el espacio, aunque también utilizamos el tacto y el equilibrio para mantener la orientación. Estos sentidos nos permiten interpretar estímulos externos, como la luz, el sonido y las

# De la orientación natural a la orientación asistida: como nos aseguramos de no perdernos

*From natural to assisted orientation:  
how we ensure we don't get lost*

Victor Aguirre-Hidalgo<sup>1</sup>; Raquel Hernández-Meneses<sup>2</sup>;  
Ricardo Clark-Tapia<sup>1</sup>

1. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Avenida Universidad S/N, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. 2. Escuela Nacional Preparatoria No 8, Miguel E. Schulz, Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México.

Contacto: rclark@unsij.edu.mx

**Resumen.** El proceso que ha seguido el hombre para poder saber con precisión donde está y qué ruta seguir tiene una historia que va muy ligada al avance tecnológico que hemos vivido. Es una historia que vale la pena trazar, más, si uno desea recorrer el camino de manera segura. Para poder hacerlo, es necesario asegurar que la dirección que seguimos nos llevará exactamente a donde queremos. Alcanzar el destino es como la música de una sinfonía, es decir: uno debe saber dónde iniciar, con qué fuerza tocar, hasta donde tocar y en qué momento detenerse. ¿Quieres saber cómo se ha logrado? Sigue leyendo, que lo explicaremos muy sencillamente.

**Palabras clave.** Orientación, desarrollo tecnológico, viajes.

**Abstract.** The journey humans have taken to determine their exact location and the best route to follow is closely tied to technological advancements. This history is worth exploring, particularly for those who wish to travel safely. To reach our destination, we need to ensure that we are heading in the right direction. Achieving our goals is much like performing a symphony; each person must understand where to start, how forcefully to contribute, the distance to travel, and when to pause. Are you curious about how this has been accomplished? Keep reading, and we will explain it in simple terms; that is, each one must know where to start, with what force to play, how far to play, and when to stop. Do you want to know how it was achieved? Keep reading, we will explain it very simply.

Keywords: Orientation, technological development, travel.



Figura 1. “Ubicar al flojo”, la estrella polar es la punta de la cola de “La Osa Menor” (tomado de: <https://www.boletinpatron.com/la-estrella-polar/>).



texturas para construir una representación mental del mundo que nos rodea y así iniciar el viaje. Pero también hemos desarrollado herramientas y tecnologías, como mapas, brújulas y sistemas de navegación por satélite, que complementan nuestros sentidos (Kanas, 2009; Galison, 2004).

### Estímulos y Migración

Si crees que en la actualidad ya no hay procesos migratorios humanos porque todos vivimos en casas difíciles de mover, te presentamos ejemplos de pueblos —no individuos o pequeños grupos que dejan sus casas buscando un lugar más seguro para vivir— que aún mantienen un estilo de vida nómada, moviendo constantemente su lugar de residencia. En América, por ejemplo, encontramos a los Nukak, quienes habitan en campamentos estacionales en la selva colombiana. En el Sahara Occidental, los Tubu y Tuareg se orientan utilizando el sol, los colores de la arena, las estrellas y la luna. Mientras que, en el Polo Norte, los Esquimales siguen las migraciones de los animales que cazan para sobrevivir. Cada uno de estos pueblos ha desarrollado mecanismos de orientación que se han transmitido de generación en generación. ¿Te imaginas perderte en la selva, en el desierto o en el Polo? Este tipo de conocimiento puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte, particularmente en ambientes con condiciones extremas y recursos limitados.

Los viajes están en la mente de muchos y disfrutamos, enormemente, cuando alguien nos los cuenta; cuando los leemos en un libro o los vemos en el cine. La pasión por la aventura es tal que nos podemos imaginar acompañando a Ulises en su odisea al regresar a Ítaca O viviendo los riesgos de los astronautas que viajaron a la luna en el Apolo 13 y que tuvieron que resolver muchos problemas para poder regresar vivos. Hay leyendas, que, por creerse reales, han despertado el interés de exploradores: como es el caso Percy Fawcett, quien decidió buscar la Ciudad perdida de Z y que acabó desapareciendo en 1925. Perderse no es algo que uno quiere vivir, pero que



Figura 2. Los servicios de navegación global por satélite, son la base de las aplicaciones de GPS portátil que nos ayudan actualmente a llegar a nuestros destinos (tomado de: <https://rastrack.com/como-funciona-un-gps/>).

seguramente le ha sucedido a más de uno de los presentes lectores ¿Lo pueden negar?

Muchas personas, incluidos varios de los que están leyendo, saben que la exploración no siempre es una aventura gloriosa. Hace 20 años mi esposa y yo nos perdimos mientras en la Estación de Investigación, Experimentación, y Difusión Chamela, ubicada en la costa de Jalisco. Fueron los siete días más horribles de nuestras vidas; no fuimos lo suficientemente sensibles para detectar la falta de señales y corregir nuestro rumbo. Como se habrán dado cuenta, sobrevivimos para contarlo y aprendimos una valiosa lección: en pocas palabras, “para poder vivir hay que saber orientarse” y para ello nada mejor que ser receptivo a las marcas propias del lugar; en nuestro caso fue el sonido de una bomba de agua la que nos marcó el camino. Si se sabe aplicar este principio, se puede evitar perderse en un lugar desconocido, donde las condiciones climáticas son opuestas a las que uno está acostumbrado y donde no se sabe con certeza como obtener alimento y agua. Estos son detalles que todo explorador aprende, porque no hay mayor frustración ni

mayor peligro que saberse perdido y no tener idea de cómo retomar el rumbo.

Previo a todo el desarrollo cognitivo y tecnológico en que nos encontramos, el desplazamiento de la mayoría de la gente solo era de unos cuantos kilómetros alrededor de su residencia, entre otras limitantes estaba el no saber con claridad cómo llegar ni qué condiciones (ambientales y geográficas) tendría que afrontar, nuestro gran desarrollo tecnológico nos ha permitido orientarnos más fácilmente. Para lograrlo se ha requerido mucha imaginación, esfuerzo, equivocaciones, y mucha perseverancia.

### Oriéntate y persiste o improvisa si te desorientas

Una ayuda importante para la orientación son referencias visuales (una montaña), las estrellas celestes y los mapas cartográficos; siendo muy útil la estrella polar (en el hemisferio norte) ya que siempre apunta hacia el norte, mientras en sur los navegantes usan la Cruz del Sur. De manera particular, la estrella polar es reconocida en diversas culturas y nombrada de diferentes formas; por

ejemplo, los cazadores nocturnos en Oaxaca la llaman “el flojo”, por ser la última en perderse en el horizonte, así que ya sabes, ubica al flojo, quien te ayudará a orientarte. Históricamente, las estrellas han servido como un buen punto de referencia, lo que propició la invención de instrumentos para determinar su posición, como el astrolabio (Aguirre-Hidalgo et al., 2023). Antes del astrolabio se usó la brújula (inventada en China), la cual fue muy usada en el siglo XI y XII, cuando se posicionó una aguja imantada que se movía libremente en el agua. Este invento ayudó a los marinos a navegar sin preocuparse de no ver tierra firme ya que les ayudaba a orientarse hacia el norte y el sur del campo terrestre. Los vikingos, reconocidos por ser feroces guerreros y formidables navegantes, usaron ‘la piedra del sol o solarsteinn’ para orientarse en el mar, pues les permitía localizar la posición del sol aún con niebla al rotar el cristal y trazando una línea hacia el punto donde brillara más. Actualmente, la humanidad ha logrado saber con mucha precisión como llegar a su destino gracias a la disponibilidad de diversos equipos de orientación.

### Orientarse es más fácil

Hoy en día, el GPS (Global Positioning System), es una de las herramientas más usadas para determinar la ubicación de un punto a partir de las señales emitidas por los satélites artificiales que circundan la Tierra (National Coordination Office for Space-Based PNT, 2023). A la fecha hay aproximadamente 7500 satélites activos, de los cuales unos 150 se destinan a proporcionar servicios de navegación global por satélite (GNSS), por sus siglas en inglés (European Global Navigation Satellite Systems Agency, 2022). En un inicio, para entender la información enviada por los satélites era necesario, tener conocimientos técnicos y habilidades para interpretar correctamente la información enviada y saber cómo asociar las coordenadas obtenidas (latitud y longitud) con los mapas físicos; es decir, había que invertir mucho tiempo y esfuerzo. No te preocupes, sigue leyendo y te diremos, si no es que ya lo sabes. No necesitas

estudios especializados para interpretar los mapas.

Con la popularización de la ciencia y la tecnología ahora tenemos una amplia variedad de equipos y mapas con diferente precisión que nos permiten encontrar la ruta optima con facilidad. ¡Qué gran ayuda es el Waze, Maps o cualquier otra aplicación que disponible en nuestros teléfonos actuales! Por ejemplo, con un equipo que tenga un sistema intuitivo de georreferenciación como un teléfono o GPS portátil, y conexión a internet, es posible tener un mapa al alcance de la mano.

Si te preguntas, ¿Cómo es que funcionan las aplicaciones de los teléfonos como: Google Maps, Apple Maps, Here; o Waze? sigue leyendo que te lo diremos. Los teléfonos inteligentes se apoyan de las señales emitidas por las torres de telefonía móvil más cercanas para mejorar la precisión de la ubicación deseada, la manera en que se hace es midiendo la diferencia de tiempo que llega la señal al teléfono de cada torre y usar dicha información para calcular la posición; es como tener un amigo chismoso que se sabe orientar en todo momento. Además, cuando el teléfono está en un área con muchas redes Wi-Fi, puede usar cada una de esas redes para generar una mayor precisión de la ubicación, al comparar la posición del teléfono con la información que se obtiene de esas bases de datos (Bray, 2014). Actualmente, los teléfonos inteligentes ya incluyen sensores de brújula digital, acelerómetro y giroscopio los cuales ayudan a determinar la dirección en que está orientado el teléfono, su movimiento mientras el dueño del teléfono se desplaza y la rotación del teléfono permite ajustar la orientación en tiempo real. Más aún, el teléfono puede valerse de las balizas Bluetooth para determinar la ubicación de los aparatos cuando están en el interior de los edificios, donde las señales GPS no son confiables. No te preocupes si crees que es demasiada información, solo hazle caso a tu celular y llegarás a donde quieras. Mas si estás en una ciudad con muchas torres de internet. Hoy en día, perderse es menos común, pero no imposible.

El siglo XX, pero más el presente (XXI), están marcados por el amplio apoyo tecnológico en el día a día. En este tiempo, los hombres y mujeres con espíritu aventurero siguen explorando en el borde de lo desconocido, hay mucho impulso para llegar más lejos de lo que nadie ha llegado jamás. Todos seguimos, de alguna manera viajando y disfrutando lo que nos toca vivir, lo que nos toca ver, lo que nos toca aprender; somos animales curiosos y aventureros por naturaleza. Así lo deja ver todo lo que conocemos y todo lo que queremos descubrir, pero cada viaje es más seguro con la ayuda de todo el arsenal tecnológico con el que contamos.

### Conclusión

Es muy probable que nuestros ancestros voltearan los ojos al cielo, trataran de ubicar un punto y de ahí decidir hacia donde moverse. Ahora, uno puede hacer lo mismo, es decir: voltear los ojos al cielo, y comenzar nuestro andar. Sabemos que vivimos en algún punto de la Tierra, que los límites exploratorios que ahora tenemos se encuentran en el universo y que vamos al infinito y más allá, claro que sí, feliz retorno, ahora que sabemos en dónde estamos y adónde vamos.

---

### Referencias.

- Aguirre-Hidalgo, V; Hernández-Meneses, R; Clark-Tapia, R. (2023). “Al infinito y más allá: Viajes extraplanetarios. Vortice.
- Baumgardt, E. (2009). “Algunas ideas acerca de la orientación a distancia de los animales”. *Elementos*. 74: 15-22.
- Bray, H. (2014). *You are here: from the compass to GPS, the history and future of how we find ourselves*. USA: Basic Books.
- European Global Navigation Satellite Systems Agency. (2022). GNSS Market Report (Issue 6). *European Union Agency for the Space Programme*. <https://www.euspa.europa.eu/european-space/gnss-market-report>
- Galison, P. (2004). Einstein’s compass”. *Scientific American*. Número especial. 67-78.
- Kanas, N. (2009). *Star maps: History, artistry and cartography*. UK: Springer-Praxis.
- National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing. (2023). What is GPS?. <https://www.gps.gov/systems/gps/>



# Estrategias metacognitivas para el aprendizaje de una lengua extranjera

Claudia Acuña Neave

Departamento de Idiomas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Contacto: claudia.acuna@umich.mx

**Resumen.** En la actualidad, nos vemos inmersos en un contexto en el que la comunicación alrededor del mundo es indispensable para poder desarrollarnos plenamente en diferentes aspectos de nuestra vida, de manera principal en el ámbito académico y laboral; en la mayoría de los casos, dichas redes de comunicación nos han llevado a la necesidad de aprender una lengua extranjera para ampliar nuestras capacidades integrales y tener mayores herramientas al enfrentar la vida. El desarrollo de procesos metacognitivos como parte del aprendizaje de una lengua extranjera favorece en los alumnos su autonomía cognitiva, alcanzar con mayor facilidad sus objetivos, autoevaluar los pasos realizados y reflexionar si las estrategias empleadas son apropiadas o no para aprender, de esta forma potenciará sus capacidades y compensará las áreas de oportunidad que presenta con el fin de mejorar en sí mismo.

**Palabras clave.** Estrategias metacognitivas, aprendizaje, lengua extranjera.

**Abstract.** Nowadays, we are immersed in a context where the communication around the world is indispensable to develop entirely on different aspect in our life, principally in the academic and workplace area; most of the time, these communication networks have produced the necessity of learning a foreign language to increase our capacity and to have more equipment to confront the life. The development to metacognitive process as part of learning a foreign language promote in the students their cognitive autonomy, reaching easier their objectives, self-evaluating the steps done and considering if the strategies used are appropriate or not to learn, on this way will potentiate his capacity and compensate the areas of opportunity that have with the purpose to be better in self.

**Key words.** Metacognitive strategies, learning, foreign language.

resultados. Dicha competencia brinda al ser en sí mismo la autonomía de su propio aprendizaje conduciendo el proceso de acuerdo a sus metas, empleando las estrategias que considera más eficaces hacia su persona (CVC, 2024).

La importancia de que los estudiantes de una lengua extranjera reflexionen y desarrollen la metacognición en ellos mismos es que tomen conciencia de las estrategias y tareas que hace de manera cotidiana, como parte de sus hábitos de estudio, para así planificar, organizar, monitorear y evaluar sus acciones y desempeño en relación a las diferentes competencias comunicativas del idioma, con el propósito de identificar qué puede ser modificado para potenciar sus habilidades lingüísticas (Bonilla y Díaz, 2018).

Cada Ciencia o disciplina académica es estudiada y comprendida a través de procesos diversos dado que el objeto de estudio posee características particulares; por ello, el sujeto que en calidad de estudiante desea aprender más sobre el área, debe autogenerar, regular el modo y los pasos para poder alcanzar aprendizajes significativos en sí mismo; de esta manera, puede usarlo a su favor para desarrollarse en cualquier área, por ejemplo, si el alumno a través de organizadores gráficos comprende mejor la información, puede emplearlo para comprender ejercicio matemáticos a través de diagramas, rectas numéricas, tablas, entre otros; y a su vez emplear el mismo recurso para comprender hechos históricos realizando líneas del tiempo, mapas conceptuales, diagramas multifactoriales o mapas mentales, por mencionar algunos, de ahí que radique la importancia de desarrollar la metacognición en cada uno de los estudiantes.

## Lengua extranjera

Se entiende por “lengua extranjera” a aquella que se adquirió después de la lengua materna (también llamada “lengua primera”) en un contexto geográfico, cultural y social en el que la lengua no es oficial u autóctona, sino que pertenece a un lugar fuera del entorno próximo del individuo que la aprende (Pato y Fantechi, 2012), por ejemplo, si una persona nace en México de padres de la misma nacionalidad, su lengua materna tenderá a ser la Lengua Española, tiempo



Figura 1. La metacognición incluye procesos de pensamiento que conducen a un aprendizaje autónomo (imagen tomada de pexels.com).

## Aprender a aprender

De acuerdo con el Centro Virtual Cervantes (2024), la metacognición es la capacidad para reflexionar sobre los procesos de

pensamiento y manera en la que se aprende, con el propósito de que la persona conozca y regule el desarrollo mental básico que forma parte de su cognición e incluya la planificación, aplicación intelectual y evaluación de los

después decide aprender dentro del territorio mexicano, la lengua italiana, por lo que ésta última se convertirá en una lengua extranjera al no tener contacto directo con el lenguaje dentro del contexto sociocultural.

La construcción de un mundo globalizado, ha repercutido en los seres humanos de manera significativa en el ámbito personal, laboral, académico, escolar, mercantil, político, entre muchos más, debido al sinfín de redes de comunicación para establecer vínculos e innovar nuestra vida cotidiana; como parte de lo anterior, surge la necesidad de aprender una segunda lengua que, en la mayoría de los casos es aprendida como lengua extranjera, pues el conocimiento y aplicación de dos o más idiomas ayuda a desenvolverse con mayor facilidad dentro de la sociedad.

Con base en lo anterior, es importante que el estudiante de una lengua extranjera descubra en sí mismo las estrategias a emplear sobre él, con el propósito de desarrollarse en las competencias lingüísticas referentes a la comprensión auditiva y lectora, así como la expresión oral y escrita. Recordar que cada individuo tiene mayor facilidad o dificultad para desarrollar de manera general y particular en sus habilidades lingüísticas.

### Estrategias de estudio para el aprendizaje de una lengua extranjera.

En siglo XIX, el enfoque de enseñanza aprendizaje de una segunda lengua se basaba en traducir la gramática entre una lengua y otra para comprender los textos escritos que se consideraban relevantes; a principios del siglo XX, los enfoques buscaban que los alumnos emplearan la gramática y la diversidad de vocabulario para conocer nuevos entornos y contextos sociales; mientras que en la segunda mitad del mismo siglo, los enfoques que se originaron tienen como prioridad el desarrollar en los estudiantes, habilidades que les permitieran comunicarse de forma escrita y oral con la finalidad de socializar, intercambiar experiencias o puntos de vista, ampliando así los frutos del aprendizaje de una segunda lengua (Martín, 2009).

Desde los años 70 del siglo pasado hasta la actualidad, el enfoque que aun predomina para la enseñanza y aprendizaje de una lengua extranjera

lleva por nombre “Comunicativo” dado que su propósito consiste en brindar al aprendiz la forma de comunicarse en la lengua extranjera en diversas situaciones, siendo el estudiante el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, para ello, es importante desarrollar diversas competencias en los alumnos, tal como lo describe Soria y Luzón (1999):

- **Gramatical:** Dominio del código lingüístico, principalmente de la gramática, el sistema fonológico y léxico.
- **Sociolingüística:** Conocer las propiedades de los enunciados de acuerdo al contexto social y a la situación en los que son producidos.
- **Discursiva:** Conocer las relaciones de los elementos en un mensaje y al dominio de normas de combinaciones de acuerdo a la diversidad de tipos de texto.
- **Estratégica:** Dominio de estrategias de comunicación verbal y no verbal para tener el control de la comunicación reforzando la eficacia del estado comunicativo y de la carencia de las otras competencias.

El enfoque comunicativo considera cuatro habilidades lingüísticas (auditiva, lectora, oral y escrita) que pueden ser punto de partida para estudiar y desarrollar las diferentes áreas del alumno; mismas que se pueden clasificar en orales (hablar y escuchar) o escritas (leer y escribir), o también pueden ser organizadas en receptivas (leer y escuchar) y productivas (hablar y escribir) (García, 2015). Para ampliar el potencial de cada una de las habilidades que el enfoque propone, se pueden hacer uso de estrategias de estudio que sean de agrado y utilidad para el alumno, entre ellas se encuentran las siguientes:



**Auditiva.** Escuchar videos, películas, caricaturas, audios, estaciones de radio, canciones o programas de televisión en el que se emplee un lenguaje estándar, es decir, sin tecnicismo y comprensible para la mayor parte de la población a pesar de que contenga un registro un poco informal.



**Lectora.** Resaltar las palabras que dentro del texto se desconocen, para que por medio de la investigación en el momento o al término de

la lectura, sea posible utilizar algún sinónimo en la misma lengua extranjera o equivalentes (en los casos en que sea posible) en la lengua materna del lector, siempre y cuando tenga congruencia con el contexto de la situación de lectura; además de elaborar organizadores gráficos que ordenen la información leída para relacionar conceptos básicos e ideas de manera estructurada.



**Oral.** Entablar conversaciones cortas, de la vida cotidiana o del ámbito en el que se desarrolla la persona principalmente, teniendo como receptor a alguien que pueda comprender la naturaleza los errores verbales o carentes de claridad dado que el emisor aún no culmina el proceso del aprendizaje de una segunda lengua. Igualmente, hacer uso del sistema fonético como auxiliar a una mejor pronunciación, entonación y comprensión verbal.



**Escrita.** Elaborar fichas de trabajo que describan de manera breve o ejemplifiquen el uso de reglas gramaticales o de redacción que puedan ser de ayuda al momento de escribir un texto, para así poder formular oraciones simples que posteriormente sean unidas por medio de nexos o conjunciones formando párrafos y completándose ideas mutuamente.

Existen infinidad de estrategias de estudio que pueden ponerse en práctica para aprender una lengua extranjera, cada alumno es capaz de elegir aquellas que le sean funcionales y adaptarlas a sí mismo, por ello, el proceso de aprendizaje es único e irrepetible entre las personas.

### Autoevaluación para alcanzar la metacognición

A lo largo del tiempo de la vida académica de un alumno, hace uso de diferentes estrategias para estudiar y poner en práctica lo aprendido de un tema desde el más sencillo hasta aquél que considera más complejo, mas no siempre el estudiante crea conciencia del proceso que realizar al haber alcanzado o no dicho aprendizaje de manera significativa. Por ello, cuestionarse y reconocer la forma en la que adquirió los conocimientos y habilidades, son el primer ejercicio a realizar para comenzar el proceso de la metacognición.



Una manera de organizar el proceso metacognitivo es a través de grados y siguiendo la analogía de una escalera, en la que poco a poco, la persona asciende los escalones hasta alcanzar la metacognición. Swartz y Perkins (1990) proponen los siguientes cuatro peldaños:

- **Uso tácito:** Carecer de conciencia al estar utilizando un tipo de pensamiento concreto sin hacer un mayor esfuerzo.

- **Uso consciente:** Refiere a un mayor nivel de conciencia que el uso tácito, aunque de una forma limitada, como es el reconocer cuando se toma una decisión o que alguna idea es irreal.

- **Uso estratégico:** Pensamiento en que se analizan con mayor cuidado las consecuencias de los actos propios, por lo que se piensa de manera estratégica y de catalogación al valorar las diferentes opciones.

- **Uso reflexivo:** Evaluar y criticar las prácticas llevadas a cabo en sí mismo para así poder reflexionar, examinar y reinventar su idea principal en busca de encontrar otras opciones.

Cada uno de los escalones pueden ser acompañados por una pregunta guía que facilita el uso y análisis de cada etapa dentro del proceso metacognitivo.

Para alcanzar los niveles más altos de metacognición, es indispensable realizar

una autoevaluación y con base en ella tomar decisiones para facilitar el aprendizaje de una lengua extranjera, aunado con reforzar el aprendizaje sobre la lengua materna del individuo para tener un método de autoestudio capaz de generar aprendizajes significativos.

## Conclusión

Cada persona, en su misma naturaleza tiene la capacidad de desarrollar con mayor facilidad una habilidad lingüística más que otras, de ahí que radique la importancia de reconocer en sí mismo el proceso de aprendizaje de una lengua extranjera llevado a cabo, con el propósito de que las habilidades fuertes sean la base que ayuden a compensar a las débiles, trabajando sobre ésta última haciendo uso de estrategias de estudio útiles para aprender a aprender.

No existe una manera única de aprender, ni estrategias de estudio perfectas que puedan ser aplicables a todas las personas del mundo, dado que cada uno tenemos un esquema de aprendizaje inigualable a otro.

Por lo anterior que el estudiante reconozca en su persona qué le es útil y qué no lo es tarea de sí mismo, siendo sus profesores solamente un guía en el camino para brindarle algunas opciones entre las cuales pueda elegir.

## Referencias

- Bonilla, M. y Díaz, C. (2018). La metacognición en el aprendizaje de una segunda lengua: Estrategias, instrumentos y evaluación. *Revista Educación*, 42(2), 2215-2644. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v42n2/2215-2644-edu-42-02-00629.pdf>
- CVC. Centro Virtual Cervantes (2024). *Metacognición*. [https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/diccio\\_ele/diccionario/metacognicion.htm](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/metacognicion.htm)
- García, E. (2015). *Visión práctica del enfoque comunicativo de la lengua*. [Trabajo Fin de Grado]. [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/47686/1/Vision\\_practica\\_del\\_enfoque\\_comunicativo\\_de\\_la\\_lengua\\_GARCIA\\_LOPEZ\\_ELENA.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/47686/1/Vision_practica_del_enfoque_comunicativo_de_la_lengua_GARCIA_LOPEZ_ELENA.pdf)
- Martín, M. (2009). Historia de la metodología de enseñanza de lenguas extranjeras. *Tejuelo: Didáctica de la Lengua y la Literatura. Educación*, (5), 54-70. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2983568.pdf>
- Pato, E. y Fantechi, G. (2012). Sobre los conceptos de Lengua Extranjera (LE) y Lengua Segunda (L2). *Relingüística aplicada*, (10) <https://relinguistica.azc.uam.mx/no010/a11.htm>
- Soria, I. y Luzón, J. (1999). El enfoque comunicativo en la enseñanza de lenguas, Un desafío para los sistemas de enseñanza y aprendizaje abiertos y a distancia. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. 2(2), 40-58. <https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/2077/1952>
- Swartz, R. y Perkins, D. (1990). *The Nine Basics of Teaching Thinking*. [https://www.academia.edu/18468371/The\\_Nine\\_Basics\\_of\\_Teaching\\_Thinking](https://www.academia.edu/18468371/The_Nine_Basics_of_Teaching_Thinking)
- Swartz, R., Costa, A., Beyer, B. Reagan, R. y Kallick, B. (2008). Thinking-based Learning: Promoting Quality Student Achievement in the 21<sup>st</sup> Century. *Critical Questions in Education*, 3(1), 50-51. [https://academyforeducationalstudies.org/wp-content/uploads/2014/12/morstad\\_book\\_review\\_final.pdf](https://academyforeducationalstudies.org/wp-content/uploads/2014/12/morstad_book_review_final.pdf)

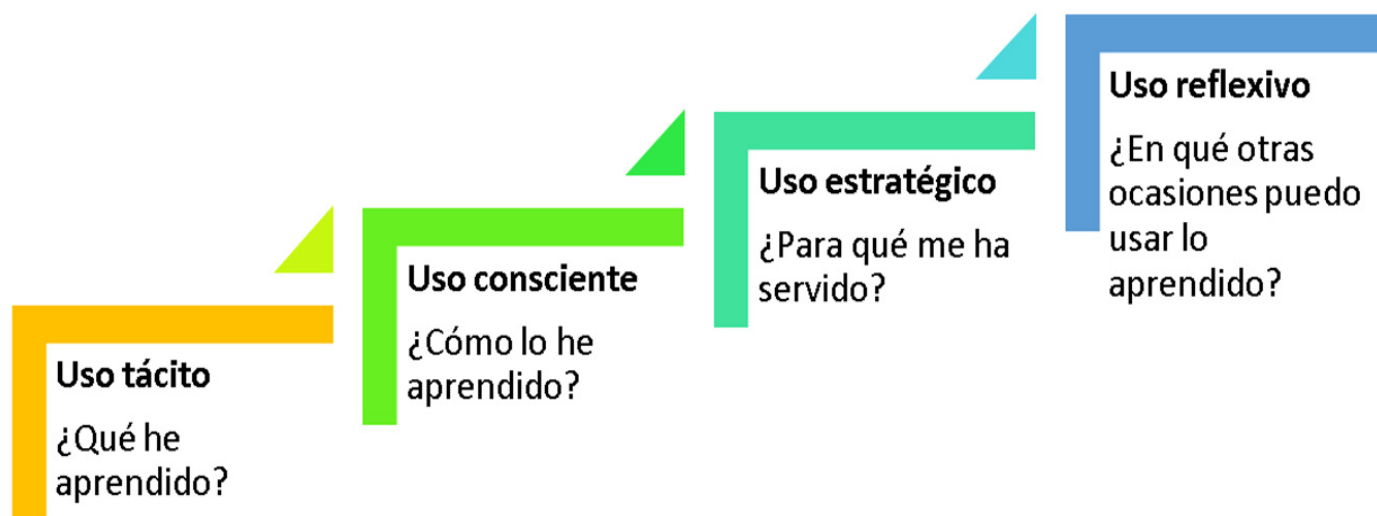


Figura 2. Elaboración propia con base en la información de Swartz, Costa, Beyer, Reagan y Kallick (2008).

# Era solo un sueño

Mariel Anahí Pérez Rodríguez

**Resumen.** ¿Qué convierte un sueño en lo que se separa de la realidad? Una escritora comienza a redactar el cuento de una paciente en la clínica, desdibujando la franja de la realidad y el ensueño, hasta fundirlos en un relato irreal. En este pequeño universo se explora la belleza, la profundidad, lo efímero, la sombra de la muerte y los ecos que el viento había recogido. Al final, como un bucle entre lo que fue y será se despliega la existencia misma de la paciente en su mundo interno.

**Palabras clave:** Cuento, realidad, sueño, ilusión, escritura.

En la sala común de aquella clínica, ella se sentaba en un sofá, acomodaba su libreta sobre sus piernas y su mirada parecía encontrar las letras que yacían sobre su imaginación. En sus manos delgadas y frías sostenía su bolígrafo, y aunque su cuerpo parecía inerte en la habitación, sus pensamientos y alucinaciones se deslizaban libres más allá de las paredes.

Con los años, aprendí a reconocerla sumergida en su escritura, como si ésta fuera un puente entre lo que se encuentra en su interior y se proyecta hacia el exterior. A veces he llegado a pensar que no está del todo aquí; su cuerpo parece ser el contenedor de lo que sus palabras la invaden. Mientras me asomo con discreción sobre sus hojas escritas, logro leer un poco de lo siguiente:

*“Quería escribir algo para ti, pero es más difícil de lo que pensaba, porque la escritura no solo implica el pensamiento, sino la acción de romper con la linealidad con la que los pensamientos emergen. Quizá es más complejo por leerme a través de mi escritura y saber que cada letra llegará a ti, o quizá porque la letra filtra acortando los pensamientos, las emociones o los deseos”*

Sus letras fluían con su delicada caligrafía. Luchaba para crear sus personajes imperfectos, abruptos, fugaces, cargados de sentido que solo ella conoce, invisibles para

todos. Sé que para ella esos cuentos habían sido fragmentos de diversas novelas hilvanadas en su propia historia.

*“Si un sueño se censura, o pequeños eventos son reprimidos, la escritura traspasa las censuras, las defensas y las barreras. Por eso quizá, y solo quizá, me sea más fácil escribirte. Aunque con temor de que quede en un simple cuento de fantasías, dragones y hadas mágicas...”*

Desde fuera, la observaba. Allí en su escritura ella se desplegaba, luchaba contra la realidad y el caos para habitar su ilusión. Entre ese mundo que solo logra expresarse a través de sus manos, de vez en cuando asomaba los ojos al filo de sus hojas, intentando llevar al exterior sus sueños. Sus palabras eran el reflejo de su mundo: no tenían voz, solamente letras.

*“Lejano era el cielo de aquel lugar, un poco seco y hostil. El viento era helado, pero al mismo tiempo lograba cobijar cada pequeña fibra. A pesar de su irracionalidad, te encontrabas tú. Como un sutil respiro, un soplo que vale más que la propia vida, que te hace consciente de la propia existencia, que calman, abrigan y dan la fuerza necesaria para disfrutar la vida. Como si en el borde del delirio aparecieras tú.*

*Tú de alguna manera habías logrado no solo estar, sino permanecer en mi oído. Como las voces que parecen llegar del exterior, pero se sienten en el interior, o las alucinaciones visuales que se perciben con los ojos, pero*

*nadie más logra ver, con la única diferencia que tu no era ni voz, ni imagen, tú eras su personaje principal.*

*Como el viento frío que acariciaba la piel, por un instante tu mirada reflejaba calidez. El tiempo avanzaba de una manera exacta, no se podía recuperar una palabra del pasado, ni tampoco un abrazo. Las ausencias se presentaban tajantemente, tanto que por un instante me encontraba sola. Tu voz parecía desvanecerse; tu silueta empezaba a fusionarse con la oscuridad impidiendo que se delineara con exactitud. Comenzó a crecer un vacío, aunque cargado de ilusiones”*

Su personaje principal había logrado no solo estar, sino permanecer en su oído. Sus párrafos me helaban porque conocía su historia: su expediente, su vida antes del ingreso. Intuyo que ese personaje principal no es más que un eco, quizá una de esas voces que habitaban en su mente.

Entre la cordura y la discordia ella y su mundo interno se fusionaban en sus letras; ella se aferraba a sus cuentos y se rehusaba a la medicación, como si la escritura fuera una vía de escape para abrazarse a sí misma, donde el dolor podía contener una forma y un sentido. Los días en la clínica pasaban y ella continuaba escribiendo, a veces sin pasar de la misma hoja, como si por medio de la repetición aprehendiera cada detalle o se afirmara que la historia le pertenecía.



Aunque hay sueños que jamás se olvidan, algunos se cumplen y otros quedan enterrados en el pasado. Probablemente, ella conocía el rostro del personaje principal, su voz y sus palabras. Quizá creía que esas historias habrían de convertirse en realidad.

Él era esa dulce caricia, que no solo se sentía en su piel, sino que brotaba de su pasado doloroso, de sus sueños marchitados. Su cuento y su escritura eran ese sueño que ninguna vez se olvida. Que, a pesar de cualquier situación, seguiría siendo aquel anhelo de su alma.

Entre las paredes de la clínica que contienen su cuerpo, ella escribe para existir, aunque sea para muchos solamente una alucinación más, para ella sus cuentos son la única realidad que alivia. Donde el dolor se transforma en belleza. Donde la realidad distorsiona su sufrimiento.

Sus manos pausaron para redactar la última frase. El silencio podía escucharse en la sala. Respiró profundamente, intuyendo que esa exhalación sería la última dentro del mundo que había construido con sus letras.

Cerró la libreta con una precisión delicada, acercando sus manos al pastillero cercano. Tomó su medicación y aquel personaje principal jamás volvió a presentarse en sus cuentos. Las ausencias en sus cuentos no fueron enterradas, sino transformadas, como si en cada párrafo se liberara de ella misma, de sus voces, de aquello que regresaba en ecos y necesitaban plasmarse en cuentos.

Hoy, en la clínica, ella sigue escribiendo. Ya no sobre él, quizá sobre nadie en especial. Allí permanece: sentada, solitaria, escribiendo para no dejar de existir, porque cuando la realidad no alcanza, los cuentos logran sostenerla.



# Aspirinas para el alma

## Medusa

Las serpientes que llevas por cabellos  
son temidas, sí, por todos aquellos  
que de valentía no dan destellos.  
Se rumora que los vuelves de piedra  
infundiendo más temor que la hiedra,  
no obstante, como yo no tengo miedo,  
mi compañía a ti yo te concedo.  
Por favor no huyas, no soy Perseo,  
soy el hombre que te ama, mi Medusa;  
puedo mirarte sin mirada intrusa,  
sin reflejarte en escudo espejo,  
ni petrificarme por ser yo ciego...

**Ricardo Cruz Medel**  
ricardomedel02@gmail.com

## Pensar en ti

Pensar en ti,  
oh dulce noche mía  
fría de otoño y hermosa como los cerezos.

Si, has escuchado bien, como los cerezos,  
que suavemente son arrullados al ritmo del viento,  
así llegaste a mi vida.

¡Oh, precioso momento!  
en que tus pétalos recorrieron mis mejillas  
y acariciaron mi alma.

¿Puedes sentirlo?  
aterciopelados, delicados y vibrantes,  
penetraron cual río en mi interior.,  
pero esta vez teñido de rosa como tú,  
que embelleces los jardines en primavera.

¡Oh! Si contara de mi amor por ti,  
bastaría con elevar mi mirada al oscuro firmamento.,  
y luego de perderme, podrías sentir,  
su inmensidad envolviéndome,  
ese instante donde me desvanezco y soy cautiva.

Cautiva de su majestuosidad,  
solo entonces...  
quedarían las estrellas como testigo de mi amor.

**Janine Marlenne Tapia Alcaraz**  
tapiajane4@gmail.com

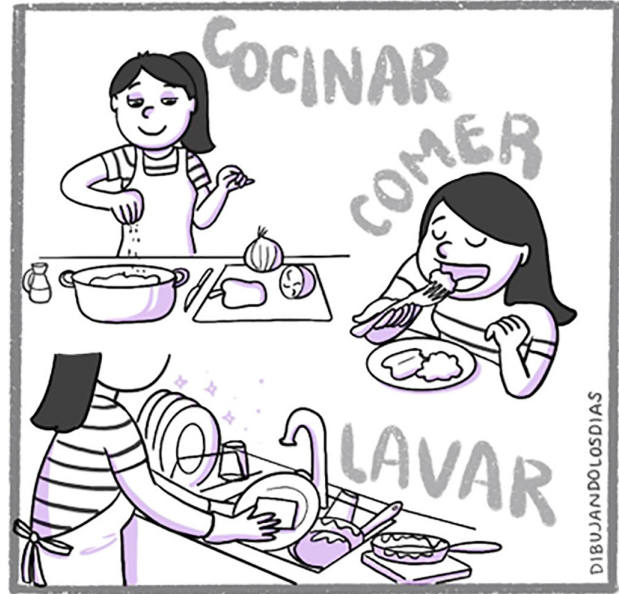
**Fotografía: Samuel Correa**



# Dibujando los días

Webcómic para comer aquí y para llevar comiendo

<https://dibujandolosdias.tumblr.com/>



# Marion Greenwood y su legado en el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo

## Marion Greenwood and her legacy at the Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo

Oscar José Villagómez Zaragoza y Mariana Chávez Martínez

Escuela Preparatoria Isaac Arriaga, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: mariana.chavez@umich.mx.

**Resumen.** El muralismo mexicano surgió en el siglo XX tras la Revolución Mexicana, transformó los muros de edificios públicos en lienzos monumentales que narraban la historia, cultura y valores de una nación en busca de identidad. Este movimiento artístico no solo fue protagonizado por figuras como Diego Rivera, José Clemente Orozco o David Alfaro Siqueiros, sino también por mujeres pioneras como Marion Greenwood, una artista estadounidense que dejó una huella imborrable en la ciudad de Morelia, Michoacán.

**Palabras clave.** Muralismo, mujer pionera, Michoacán.

**Abstract.** The muralism movement in Mexico, which flourished in the 20th century, played a pivotal role in shaping national identity and uniting the country post-Revolution. This movement, recognized for its monumental style and focus on historical, social, and political themes, was not limited to renowned male artists like Diego Rivera and José Clemente Orozco. It extended to female pioneers such as Marion Greenwood, an American artist who created the mural "Paisaje y economía de Michoacán" at the Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo in Morelia. Greenwood's work depicted the traditional rural life of the Purépecha people, showcasing their economic activities and cultural essence. Despite facing gender and political challenges, Greenwood's efforts reflected her humanist vision and her commitment to portraying indigenous communities authentically. Her mural remains a significant artistic contribution to Mexican muralism and a testament to the cultural heritage of Michoacán.

**Key words.** Muralism, women Pioneer, Michoacán.

### El muralismo como expresión de identidad nacional

El muralismo no era un simple adorno para edificios; era un medio educativo y político. Los murales retrataban episodios históricos, exaltaban a los héroes revolucionarios y mostraban la cotidianidad del pueblo mexicano, buscando unir a una sociedad fragmentada por la guerra. En el estado de Michoacán, este movimiento tuvo un impacto significativo con obras como las de Alfredo Zalce en el Palacio de Gobierno, último muralista de su época debido a su longevidad y su continuo



Figura 2. Parte del Mural "Paisaje y economía de Michoacán", Marion Greenwood, Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo, 2024, Morelia, Michoacán. Fotografías: Emiliano Terrazas Chávez.





Figura 3. Fragmento del Mural "Paisaje y economía de Michoacán", Marion Greenwood, Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo, 2024, Morelia, Michoacán. Fotografías: Emiliano Terrazas Chávez.

compromiso con el arte social y político. Sin embargo, una contribución singular vino de Marion Greenwood, quien se convirtió en la primera extranjera en pintar un mural en un edificio público de México: el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo.

Esta destacada artista estadounidense es reconocida por su talento en el muralismo, una expresión artística que, durante el siglo XX, se convirtió en una herramienta poderosa para contar historias sociales y culturales en grandes formatos (Dugan, 1982). Marion Greenwood fue mucho más que una artista extranjera interesada en el muralismo mexicano. Fue una pionera, una mujer comprometida con su tiempo y su entorno, que supo usar el arte como medio de denuncia y expresión social.

#### **Marion Greenwood: una mujer pionera**

Marion Kathryn Greenwood nació el 6 de abril de 1909 en Brooklyn, Nueva York, Estados Unidos de América. Desde muy joven, Greenwood mostró un fuerte interés por el arte, lo que la llevó a estudiar en la Art Students League de

Nueva York. Su carrera dio un giro crucial cuando viajó a México en la década de 1930, involucrándose en el vibrante movimiento muralista mexicano, convirtiéndose en una de las pocas mujeres extranjeras que dejó una huella en esta corriente artística (Oles, 2002). Greenwood fue una artista comprometida con los temas sociales y políticos; su obra se caracterizó por retratar la vida del pueblo,

especialmente de las clases trabajadoras y comunidades indígenas (García Rojas, 2010). Vivió en distintos países y trabajó en murales públicos, retratos y grabados. Fue una viajera incansable que absorbía las realidades culturales de los lugares que visitaba y las plasmaba con fuerza en su arte. También participó en proyectos artísticos en China e India, y más tarde en Estados Unidos durante la Segunda



Marion Greenwood y Diego Rivera, tomado de: <https://cultura.nexos.com.mx/marion-greenwood-la-primer-muralista-norteamericana-del-mexico-posrevolucionario/>



Marion y Grace Greenwood durante su trabajo en el mural *Paisaje y economía de Michoacán* en el Primitivo y Nacional Colegio de San Nicolás de Hidalgo en 1933, tomado de: <https://cultura.nexos.com.mx/marion-greenwood-la-primera-muralista-norteamericana-del-mexico-posrevolucionario/>

Guerra Mundial como artista oficial del ejército (Dugan, 1982).

Marion Greenwood no fue la única artista en su familia. Su hermana, Grace Greenwood Ames, también fue muralista y tuvo una participación destacada en el movimiento mexicano. Grace colaboró con Diego Rivera y compartió con Marion la visión de que el arte debía estar al servicio del pueblo (Oles, 2000). Aunque su trayectoria fue menos extensa, su participación ayudó a abrir espacios para las mujeres dentro del muralismo, un campo dominado por hombres (MNE, 2028). La obra de Grace, junto con la de Marion, representa una doble aportación femenina y extranjera al arte público en México.

Marion llegó a México en 1932, atraída por el auge del muralismo, aprendió la técnica del fresco bajo la guía de Pablo O'Higgins, quien la ayudó a recibir su primer encargo en Taxco, Guerrero. Su pasión por el arte público y su compromiso con la representación cultural la llevaron a Morelia, donde el

rector Gustavo Corona Figueroa le encomendó un mural en el Colegio de San Nicolás. El mural, titulado *"Paisaje y economía de Michoacán"*, retrata la vida de los purépechas, incluyendo actividades como la pesca, la siembra de maíz y la elaboración de artesanías. Greenwood pasó tiempo en Pátzcuaro documentando las tradiciones y paisajes locales, asegurándose de capturar la esencia de la cultura michoacana.

### Los desafíos de una artista extranjera y mujer

Greenwood enfrentó múltiples retos al realizar esta obra, desde dificultades técnicas hasta resistencias sociales. Utilizó arena de río negra en lugar de la arena tradicional, lo que provocó un oscurecimiento prematuro del mural. A pesar de corregir este problema, la obra quedó marcada por este incidente.

Además, el diseño del mural tuvo que adaptarse al espacio arquitectónico del Colegio, con sus arcos y puertas, lo que complicó la narrativa visual. Sin

embargo, los mayores obstáculos fueron sociales. En una época en la que pocas mujeres asumían roles destacados en el muralismo, Greenwood enfrentó prejuicios por su género y su condición de extranjera. Su forma de trabajar —vistiendo overoles y utilizando andamios— rompía con las normas de la época, lo que generó críticas y tensiones, especialmente entre los estudiantes simpatizantes del cardenismo. A pesar de recibir amenazas y hostilidad, Greenwood perseveró, completando su obra con dedicación y compromiso.

### El apoyo de Lázaro Cárdenas

Un momento clave en el proceso de Greenwood fue la llegada de Lázaro Cárdenas al Colegio durante su campaña presidencial. Cárdenas, admirador de la cultura purépecha, elogió el mural de Greenwood, destacando su representación de las tradiciones locales. Su respaldo influyó en la percepción de los estudiantes, quienes suavizaron su rechazo hacia la artista, permitiéndole concluir su trabajo en un ambiente más favorable.

### Un legado artístico y cultural

El 31 de enero de 1934, Marion Greenwood completó *"Paisaje y economía de Michoacán"*. Este mural no solo es una representación de las actividades económicas y culturales de los purépechas, también es un símbolo de la perseverancia y talento de una mujer que rompió barreras en un campo dominado por hombres. Hoy en día, el mural sigue siendo una pieza invaluable en el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo, más allá de su valor artístico, es un recordatorio de la riqueza cultural de Michoacán y del impacto del muralismo en la construcción de la identidad nacional mexicana.

Décadas después, su último mural en México también marcaría un hito: *"Los alimentos y el hombre"*, realizado en la Escuela de Nutrición de la UNAM en los años 50. Esta obra reflejaba un enfoque científico y humanista sobre la





Fragmento del mural de Greenwood en el Colegio de San Nicolás. Fotografía de: Samuel Herrera Jr., La Voz de Michoacán.

nutrición, vinculando arte y salud pública, lo que mostró su evolución temática y su vigencia como muralista. (García Rojas, 2010).

Greenwood, quien se describía como una humanista, utilizó el arte como un medio para conectar culturas y preservar la memoria colectiva. Su pasión por retratar a comunidades indígenas con autenticidad se refleja en cada detalle de su mural, que no solo embellece el Colegio de San Nicolás, sino que también invita a reflexionar sobre el papel del arte en la sociedad. Su legado trasciende su obra, inspirando a nuevas generaciones de artistas y demostrando que el arte público puede ser un vehículo para la educación, la resistencia y el cambio social. Marion Greenwood nos dejó un puente entre el pasado y el presente, una ventana a la diversidad cultural de México y un ejemplo del poder transformador del muralismo.

## Conclusión

La obra de Marion Greenwood en Morelia representa mucho más que un mural; es un testimonio de la función del arte en la construcción de identidad, memoria y resistencia. Su valentía y compromiso no solo plasmaron la esencia de Michoacán en las paredes

del Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo, también abrieron camino para otras mujeres en el ámbito del muralismo. Su legado nos recuerda que el arte no tiene fronteras ni género, y que sus muros narran historias que siguen resonando en el tiempo. Actualmente, se puede admirar el mural en el emblemático edificio del Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo, como proyecto artístico de nuestra universidad, así como contribución al muralismo mexicano y como parte de la historia del pueblo tarasco, indígenas en los que el obispo Don Vasco de Quiroga, propició el desarrollo de los oficios, la agricultura y las artesanías en su dedicación por el progreso del mismo, como parte del humanismo que lo caracterizó.

## Referencias

- Bartra, E. (1994). El muralismo en Michoacán: Historia y crítica. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Castillo, M. (2002). Arte y política: El muralismo en Morelia. Fondo de Cultura Económica. - Flores, T. (2011).
- Chávez J. Mujeres muralistas El muralismo desde la óptica y la mano de las creadoras en México, Colegio de San Ildefonso, México [https://www.sanildefonso.org.mx/docs/MM\\_MarionRina.pdf](https://www.sanildefonso.org.mx/docs/MM_MarionRina.pdf)
- Dugan, H. (1982). \*Marion Greenwood: A life in art\*. Hudson Hills Press.

García Rojas, L. A. (2010). \*El muralismo mexicano y su proyección internacional\*. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM.

González Mello, R. (2007). \*Grace Greenwood y el muralismo en Michoacán\*. Museo Regional Michoacano.

International Center for the Arts of the Americas at the Museum of Fine Arts, Houston, documents of latin American and Latino Art, El Nacional: Diario popular (Mexico City), February 7, 1934, <https://icaa.mfah.org/s/es/item/749027#?c=&m=&s=&cv=&xywh=-2001%2C-149%2C6551%2C3666>

Instituto Nacional de Bellas Artes. (2014). \*Marion Greenwood y la educación social del campesino\*. Catálogo digital del INBA.

López Orozco, L. (2010). Los murales de las hermanas Marion y Grace Greenwood. *Crónicas. El Muralismo, Producto De La Revolución Mexicana, En América*, (13). Recuperado a partir de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/cronicas/article/view/17283>

Lozano, L. (2008). El muralismo mexicano: Contexto histórico y legado cultural. Fondo de Cultura Económica.

MNE. Museo Nacional de la Estampa. (2008).

\*Mujeres en el muralismo mexicano\*. CONACULTA.

Oles, J. (2000) Las hermanas Greenwood en México, México, CONACULTA.

Pérez Aguirre, D.M. (2016) Los murales de Marion y Grace Greenwood en Taxco y Morelia (1933-1934) Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Oles, J. (2002). \*South of the Border: Mexico in the American Imagination, 1914-1947\*. Smithsonian Institution Press.

Rochfort, D. (1993). Mexican muralists: Diego Rivera, José Clemente Orozco, David Alfaro Siqueiros\*. Chronicle Books.

Schuessler, Michael K. (2017), Marion Greenwood: la primera muralista extranjera del México posrevolucionario, UAM, México <https://cultura.nexos.com.mx/marion-greenwood-la-primer-muralista-norteamericana-del-mexico-posrevolucionario/>

Marion Greenwood en 1940, tomado de: <https://jeronomomx.info/mujeres-muralistas-marion-y-grace-greenwood/>



# Marion Greenwood y su legado en el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo

## El muralismo como expresión de identidad nacional

El muralismo no era un simple adorno para edificios; era un medio educativo y político. Los murales retrataban episodios históricos, exaltaban a los héroes revolucionarios y mostraban la cotidianidad del pueblo mexicano, buscando unir a una sociedad fragmentada por la guerra. En el estado de Michoacán, este movimiento tuvo un impacto significativo con obras como las de Alfredo Zalce en el Palacio de Gobierno, último muralista de su época debido a su longevidad y su continuo compromiso con el arte social y político.



Figura 1. Marion Greenwood posa en frente de su *Paisaje y economía de Michoacán* en Morelia, 1933.

Tomada de: Michael K. Schuessler, (2017) Marion Greenwood: la primera muralista extranjera del México posrevolucionario.

