

# sabermás

Revista de Divulgación  
de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Año 15 / Número 87/ 2026  
Morelia, Michoacán, México

U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



UNIVERSIDAD MICHOCANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*

ISSN-2007-7041



CONTENIDO



Imagen generada con IA. Gemini.google.com

El contraataque de la mosca: El gusano barrenador del ganado60

ARTÍCULOS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Arabitol: Una alternativa viable como edulcorante no calórico        | 23 |
| Descubriendo el cultivo de cebada maltera en México                  | 28 |
| La controversia de Bateson sobre Darwin y Mendel                     | 33 |
| La desmedida producción de documentos públicos y su desventaja       | 38 |
| ¿Qué comemos? La bioética detrás de nuestros alimentos               | 43 |
| Construir con tierra hoy en día. De la tradición a la modernidad     | 49 |
| El cine en nuestro cerebro. Entre neuronas y emociones               | 54 |
| El microbioma intestinal: Clave para regular nuestro metabolismo     | 68 |
| Esteroides: Los riesgos de ser un dios griego                        | 73 |
| ¿Deberíamos deshacernos de los virus?                                | 79 |
| ¿Qué exprimes en tus tacos: lima o limón?                            | 84 |
| ¿Los animales pueden escoger a la pareja después de la cópula?       | 90 |
| <i>Biol</i> : una alternativa a la fertilización química en forrajes | 95 |
| Los riesgos de los «lupitos» en México: El lobo fino de Guadalupe    | 99 |





**ENTÉRATE**

Nuestra alimentación, ¿determina la función de nuestros músculos? 6

Dietas crudas para mascotas, ¿riesgo o beneficio? 10

**TECNOLOGÍA**

Rayos de esperanza. ¿Cómo puede transformar la energía solar a México? 104

**UNA PROBADA DE CIENCIA**

Storytelling, o por qué los datos ya no bastan... 108

**CIENCIA EN POCAS PALABRAS**

Conocer la diabetes: tu mejor defensa 111

**LA CIENCIA EN EL CINE**

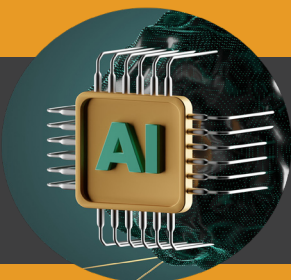
Cabo de miedo 116

**NATUGRAFÍA**

Colibrí berilo (*Saucerottia beryllina*) 120

**QUEHACER CIENTÍFICO NICOLAITA**

Científicos Nicolaitas reciben Premios Estatales de Ciencia 2026 121



Entrevista  
Conversación con ChatGPT sobre divulgación y cultura científica

14



# DIRECTORIO



**Rectora**

Yarabí Ávila González

**Secretario General**

Javier Cervantes Rodríguez

**Secretario Académico**

Antonio Ramos Paz

**Secretario de Difusión Cultural**

Miguel Ángel Villa Álvarez

**Coordinador de la Investigación Científica**

Jaime Espino Valencia

**Secretario Administrativo**

César Macedo Villegas

**Secretario Auxiliar**

Jorge Alberto Manzo Méndez

**Abogado General**

Jesús Alfonso Guerra Cruz

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 15, No. 87, Mayo - Junio, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [sabermas.publicaciones@umich.mx](mailto:sabermas.publicaciones@umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Área de Tecnologías y Procesos de Información de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, Julio 2026. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



**Revista editada por la Coordinación de la Investigación Científica**

**Director**

Dr. Jaime Espino Valencia  
Coordinador de la Investigación Científica

**Director-Ejecutivo**

Dr. Rafael Salgado Garciglia  
Instituto de Investigaciones Químico Biológicas  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Editor en Jefe**

Dr. Horacio Cano Camacho  
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Comité Editorial**

**Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez**  
Instituto de Física y Matemáticas  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

**Dra. Adela Rendón Ramírez**  
Presidenta de la RED GLOBAL MX, Capítulo España,  
Sede Embajada de México en Madrid, España.

**Dra. Leonor Solis Rojas**

Contacto Institucional con medios masivos de comunicación y responsable de las redes sociales del IIES, UNAM, Campus Morelia.

**Dra. Martha Eva Viveros Sandoval**  
Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas  
"Dr. Ignacio Chávez"  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

**Dra. Nandinii Barbosa Cendejas**  
Facultad de Ingeniería Eléctrica,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

**Diseño y Edición**

T.D.G. Maby Elizabeth Sosa Pineda  
M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

**Corrección de estilo**

Lourdes Rosangel Vargas

**Administrador de Sitio Web**

Fidel Anguiano Rodríguez

**Saber Más Media**

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar



# EDITORIAL

**H**ay preguntas que quizá nunca podremos responder. Algunas, porque plantean problemas tan complejos e inmensos que nuestro conocimiento resulta todavía insuficiente para enfrentarlos. Otras, porque sus protagonistas ya no están para responderlas. Es el clásico dilema de preguntarnos: ¿qué habría pasado si...?

Charles Darwin propuso un mecanismo extraordinariamente coherente para explicar el origen y la transformación de las especies: la evolución mediante selección natural. Una teoría que, lejos de debilitarse, no ha hecho sino ponerse a prueba, fortalecerse y ampliarse con las investigaciones realizadas desde entonces hasta nuestros días.

Pero Darwin no conocía los procesos que operan en el nivel más básico para que los cambios evolutivos pudieran presentarse. No existía todavía la genética y mucho menos la biología molecular. Un contemporáneo suyo, Gregor Mendel, apenas comenzaba a comprenderlos. Mendel descubrió la naturaleza material de esos cambios y la manera en que se transmiten de generación en generación. Encontró, podríamos decir, la información que cambia y puede ser seleccionada; Darwin, por su parte, describió el mecanismo mediante el cual ocurre esa selección... sin saber nada de genética, porque la genética aún no existía.

Una pregunta muy inquietante es si ambos científicos conocieron el trabajo del otro. ¿Supieron Darwin y Mendel de sus respectivos descubrimientos? Se ha especulado mucho al respecto, pero no lo sabemos con certeza. La cuestión medular, en

todo caso, es otra: aun si hubieran conocido sus trabajos, ¿habrían podido comprender plenamente sus implicaciones? ¿Estaban preparados —como tampoco lo estuvo su época— para entender el concepto de información genética y su papel como sustrato de la evolución?

Para lograrlo se necesitaban cambios profundos en las concepciones científicas de aquel tiempo. Uno de los artículos de este número aborda precisamente este tema apasionante.

Como siempre, presentamos un número muy completo, con temáticas diversas y todas ellas interesantes para comprender mejor el fascinante mundo del conocimiento científico. Incluso incluimos una entrevista con una entidad muy debatida en la actualidad, pero que puede convertirse en una herramienta sumamente valiosa para apoyar tanto la investigación como su divulgación. No te la pierdas.

Y, por supuesto, regresan nuestras esperadas secciones fijas.

En tus manos tienes un nuevo número de *Saber más*: diverso, provocador y lleno de preguntas que vale la pena explorar.

Horacio Cano Camacho  
*Editor en Jefe*



COORDINACIÓN  
DE LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA



DEPARTAMENTO  
DE COMUNICACIÓN  
DE LA CIENCIA



ANUIES - TIC



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



Dialnet

MIAR

latindex



LatinREV

# ENTÉRATE

## Nuestra alimentación, ¿determina la función de nuestros músculos?

\*Jessica Ortega Pérez y Rocío Montoya Pérez



<https://pixabay.com/es/photos/comida-sana-alimentaci%C3%B3n-sana-1348464/>

### Resumen

La función de nuestro sistema muscular va más allá de la apariencia física; es decir, vernos bien gracias a nuestros músculos no es su finalidad principal, sino brindar soporte y movilidad al cuerpo, además de desempeñar un papel fundamental en la absorción, utilización y almacenamiento de sustratos energéticos, como la glucosa y los lípidos. El músculo esquelético representa entre el 40 y el 50 % del peso corporal de un individuo sano, por lo que conservar este sistema en óptimas condiciones es indispensable para mantener un buen estado de salud.

**Palabras clave:** Alimentos, músculo esquelético, músculos

RECIBIDO: 07/11/2024; ACEPTADO: 20/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

El músculo esquelético es un sistema heterogéneo y muy complejo, conformado por fibras lentas (tipo I) y fibras rápidas o «explosivas» (tipo II). Las fibras lentas presentan una coloración rojiza debido a su elevado suministro sanguíneo y a sus altos niveles de mioglobina (proteína exclusiva del tejido muscular, similar a la hemoglobina, encargada de transportar y almacenar oxígeno). Estas características les permiten generar energía de manera constante y eficiente en forma de ATP, mediante la oxidación de carbohidratos y lípidos. Además, las fibras tipo I se consideran resistentes a la fatiga, por lo que desempeñan un papel fundamental en ejercicios aeróbicos y de larga duración, como el maratón o el ciclismo.



Por otro lado, las fibras rápidas presentan una coloración pálida debido a su bajo contenido de mioglobina. Su velocidad de contracción es de tres a cinco veces mayor que la de las fibras tipo I; sin embargo, su resistencia a la fatiga es menor. Por ello, estas fibras desempeñan un papel importante en deportistas de potencia, como los levantadores de pesas y los velocistas.

Aunado a esto, la conformación fibrilar está compuesta principalmente por agua y proteínas, y en menor proporción por minerales y vitaminas. Por tanto, la conservación de nuestra masa muscular se asocia directamente con el equilibrio entre la formación y la degradación de proteínas, proceso que se ve influenciado principalmente por el ejercicio físico y la alimentación.

### ¿Qué pasa si consumo alimentos con alto contenido calórico?

Las dietas con alto contenido calórico, mantenidas a largo plazo, favorecen el desarrollo de obesidad, condición definida como una acumulación

excesiva o anormal de tejido adiposo, comúnmente conocido como «grasa». Cuando este estado patológico se presenta en un individuo, afecta tanto la estructura como la función del músculo esquelético.

En primer lugar, el exceso de lípidos obtenido a través de la alimentación desencadena una disfunción del tejido adiposo, promoviendo la liberación ectópica de lípidos; es decir, estos comienzan a acumularse en tejidos distintos al adiposo, como el músculo esquelético. Los lípidos pueden infiltrarse en las fibras musculares —conocidos como lípidos intramiocelulares— o almacenarse entre ellas —lípidos extramiocelulares—. En ambos casos, esta acumulación se asocia con la disminución en el número y diámetro de las fibras musculares, la reducción de la fuerza de contracción y el incremento de la fatiga, lo que disminuye significativamente el rendimiento ante el ejercicio físico y la calidad de vida de las personas.

Asimismo, una alimentación con alto contenido calórico limita la función de las fibras musculares, afectando inicialmente a las fibras tipo I y,



<https://pixabay.com/es/photos/huevos-hervidos-huevos-4873882/>

posteriormente, a las fibras tipo II. En segundo lugar, y de manera más específica, la acumulación de lípidos dentro del músculo conlleva una disfunción mitocondrial, organelos celulares encargados de producir energía en forma de ATP. Entonces, ¿qué ocurre si nuestros músculos no reciben suficiente energía? Evidentemente, no responderán de manera adecuada.

El músculo esquelético es un sistema que se mantiene continuamente activo debido a su alta demanda energética. Por ello, cuenta con un gran número de mitocondrias encargadas de sostener de manera constante su principal función: la contracción muscular. Las mitocondrias son orgánulos esenciales para la producción de energía, ya que participan en la oxidación de ácidos grasos y en el aprovechamiento de la glucosa mediante dos procesos fundamentales que ocurren en su interior: el ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa. Ambos procesos están altamente regulados y contribuyen a la descomposición total de los sustratos energéticos previamente mencionados.

Durante la obesidad, los niveles de glucosa y lípidos aumentan drásticamente, lo que provoca un desequilibrio entre la entrada de nutrientes y la producción de ATP, derivando finalmente en una «disfunción mitocondrial».

La disfunción mitocondrial asociada con la obesidad se relaciona con una menor producción de energía y con la generación de moléculas altamente tóxicas conocidas como especies reactivas de oxígeno (ERO). Estas moléculas reaccionan con compuestos de gran importancia biológica, como proteínas, carbohidratos, lípidos e incluso el ADN. Además, las ERO pueden dañar el ADN mitocondrial, comprometiendo diversas funciones esenciales de este orgánulo celular.

Como mecanismo para limitar el daño, las mitocondrias recurren a procesos como la fisión mitocondrial, que consiste en la división de una mitocondria en dos organelos de menor tamaño, así como a la mitofagia, proceso mediante el cual las mitocondrias dañadas son degradadas. Como

consecuencia, el número de mitocondrias disminuye significativamente con el fin de evitar más daños futuros.

Sin embargo, esta reducción compromete la capacidad funcional del músculo, ya que la producción de energía deja de ser suficiente para satisfacer sus necesidades. En consecuencia, la obesidad fa-



vorece el deterioro muscular mediante la reducción del número de fibras musculares y mitocondrias, el aumento de la infiltración lipídica en el músculo y una menor resistencia a la fatiga.

**¿Qué puedo hacer para que mis músculos funcionen de manera adecuada?**

La alimentación y el ejercicio son factores que aportan grandes beneficios a nuestra salud muscular y mitocondrial. La alimentación es un elemento clave para prevenir el desarrollo de obesidad mediante una dieta balanceada. Si bien el consumo excesivo de carbohidratos y lípidos puede conducir a diversas complicaciones musculares y mito-



condriales, esto no significa que estos grupos de alimentos sean perjudiciales o deban eliminarse de la dieta. Por el contrario, forman parte fundamental de la producción de energía necesaria para llevar a cabo actividades como el ejercicio físico, lo que favorece un mejor rendimiento y una mayor resistencia a la fatiga. Aunado a ello, el consumo adecuado

jora la función muscular y favorece la formación de nuevas fibras musculares. Además, contribuye a la degradación de lípidos y carbohidratos, evitando su acumulación dentro de este tejido. Al mismo tiempo, estimula la formación de nuevas mitocondrias funcionales, lo que permite equilibrar la demanda y la producción de energía necesaria para los músculos, así como disminuir procesos como la fisión mitocondrial y la mitofagia.

De manera conjunta, el ejercicio y la alimentación contribuyen al control del peso corporal, reducen la producción de ERO y mejoran la salud muscular. Asimismo, ayudan a prevenir la pérdida de masa muscular a lo largo del tiempo, disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades como la sarcopenia, una pérdida muscular asociada con el envejecimiento.

En conclusión, mantenernos en constante movimiento y llevar una alimentación equilibrada nos permite reducir los riesgos asociados con la obesidad, mejorar nuestra salud muscular y mitocondrial, y conservar una mejor movilidad y calidad de vida sin limitaciones.



Imagen creada por IA. Gemini.google.com

de proteínas contribuye a la formación de nuevas fibras musculares y a la recuperación posterior al ejercicio.

Por otro lado, el ejercicio físico, entendido como una actividad estructurada y planificada, me-

**\*Jessica Ortega-Pérez.** Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Biología Experimental, Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[157784od@umich.mx](mailto:157784od@umich.mx)

**\*Rocío Montoya-Pérez.** Profesora e investigadora del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[rocio.montoya@umich.mx](mailto:rocio.montoya@umich.mx)



Magaña P.L., González H.R.Q. y Vázquez P.I.A. (2024). Actualidades de los efectos del ejercicio en la obesidad. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 35(3-4), 58-64. <https://www.medigraphic.com/pdfs/fisica/mf-2023/mf233d.pdf>

Solís D.M.F., Martínez M.D. y Vizcarra K.M.B. (2023). Implicación de la función mitocondrial en la obesidad sarcopénica. (2023). *Jóvenes en la Ciencia*, 21, 1-13.

<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4077>

Tang S., Hao D., Ma W., Liu L., Gao J., Yao P., Yu H., Gan L. y Cao Y. (2024). Dysfunctional Mitochondria Clearance in Situ: Mitophagy in Obesity and Diabetes-Associated Cardiometabolic Diseases. *Diabetes & Metabolism Journal*, 48(4), 503-517. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38356350/>



# ENTÉRATE

## Dietas crudas para mascotas, ¿riesgo o beneficio?

\*Mario Melo Hernández y Juan Manuel Pinos Rodríguez



### Resumen

El interés por las dietas crudas (BARF) para mascotas ha aumentado debido a la promesa de ofrecer una alternativa más natural y saludable. Sin embargo, este tipo de alimentación conlleva riesgos importantes, como la contaminación bacteriana por *Salmonella* o *E. coli*, lo que representa un peligro tanto para los animales como para los humanos. Además, estas dietas presentan una alta variabilidad en su contenido nutricional, lo que puede provocar desequilibrios minerales. Asimismo, las dietas BARF no son recomendables para animales en etapa de crecimiento ni para aquellos que padecen enfermedades crónicas, inmunitarias o endocrinas. Por ello, su implementación debe realizarse bajo estricta supervisión veterinaria, con el fin de garantizar la seguridad, el equilibrio nutricional y el bienestar de las mascotas.

**Palabras clave:** Alimentación, BARF, dieta, perro.

RECIBIDO: 11/09/2025; ACEPTADO: 18/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

El surgimiento de las dietas crudas, popularmente conocidas como Alimentación Cruda Biológicamente Apropriada (BARF, por sus siglas en inglés *Biologically Appropriate Raw Food*), responde al deseo de muchos dueños de mascotas de ofrecer una alimentación más «natural», alineada con la dieta que los ancestros de perros y gatos —como los lobos— habrían consumido en la naturaleza. Los defensores de este tipo de alimentación argumentan que se adapta mejor a las necesidades fisiológicas de estos animales y que puede ofrecer «beneficios» como una mejor salud dental, pelajes más brillantes, mayor energía y una mejor digestión.

Sin embargo, el uso de dietas BARF no está exento de controversias. Diversos estudios científicos han evidenciado riesgos asociados con la



contaminación bacteriana, los desequilibrios nutricionales y la posible transmisión de enfermedades zoonóticas, es decir, enfermedades que pueden transmitirse de los animales a los humanos. Por ello, la decisión de adoptar una dieta cruda debe tomarse bajo la orientación de profesionales de la medicina veterinaria, con el fin de garantizar la seguridad, el equilibrio nutricional y el bienestar de las mascotas.

La demanda de este tipo de dietas ha aumentado en los últimos años, a medida que los tutores de mascotas buscan alternativas a los alimentos comerciales procesados, los cuales algunos perciben como poco naturales o poco saludables. Esta tendencia se refleja en el creciente número de patentes y publicaciones relacionadas con alimentos para mascotas desde mediados del siglo XX.

Anteriormente, se consideraba que los lobos y los felinos salvajes poseían características anatómicas y fisiológicas adaptadas al consumo de dietas crudas, como el tipo de dentadura que presentan. Sin embargo, actualmente se sabe que los cánidos han evolucionado para digerir mejor los alimentos con mayor contenido de almidones y carbohidratos que sus ancestros. Por ello, resulta indispensable complementar su alimentación con suplementos nutricionales adecuados, en lugar de ofrecer exclusivamente opciones consideradas «naturales».

Las dietas BARF consisten principalmente en productos de origen animal crudos, como carne o músculo, huesos y órganos, y en ocasiones incluyen huevos crudos o leche no pasteurizada. Estas dietas suelen dividirse en dos categorías: comerciales y caseras. Las comerciales pueden presentarse frescas o congeladas y buscan cumplir con estándares nutricionales específicos para cada especie. En contraste, las dietas caseras varían ampliamente en su composición y contenido nutricional, dependiendo en gran medida del conocimiento del tutor sobre nutrición animal y de los ingredientes utilizados.

### Implicaciones para la salud

Entre los beneficios atribuidos a las dietas BARF se encuentra la posible mejora de la función inmunológica, debido a que una gran parte del sistema inmune se localiza en el intestino. Algunos estudios han mostrado un aumento en la producción de glóbulos blancos en gatos alimentados con dietas crudas; sin embargo, estos beneficios aún no cuentan con un consenso científico sólido. Asimismo, este tipo de alimentación puede ser útil en mascotas diagnosticadas con alergias alimentarias, como aquellas asociadas con proteínas de pollo o carne de res.



Imagen creada por IA. Gemini.google.com

Sin embargo, la presencia de bacterias como *Salmonella*, *Campylobacter* y *E. coli* en la carne cruda representa un riesgo significativo para la salud de las mascotas. Estas bacterias pueden causar enfermedades tanto en las mascotas como en sus dueños, especialmente cuando los alimentos crudos no se manipulan de manera adecuada.

**Implicaciones sobre la nutrición**

El contenido nutricional de estas dietas constituye otro aspecto de gran relevancia. Diversos estudios han demostrado que muchas dietas caseras presentan deficiencias de nutrientes esenciales, como calcio y fósforo. Por ejemplo, un estudio realizado en 2022 encontró que un número significativo de dietas BARF comerciales contenía niveles de grasa superiores a los declarados en sus etiquetas, además de cantidades inadecuadas de calcio y fósforo, minerales fundamentales para la salud ósea.

A largo plazo, estos desequilibrios nutricionales pueden ocasionar problemas graves de salud, como alteraciones en el crecimiento de cachorros, trastornos hormonales o el agravamiento de enfermedades crónicas en animales geriátricos.

**Patógenos y riesgos de contaminación en dietas crudas**

Como se mencionó anteriormente, los riesgos de contaminación bacteriana son elevados cuando no se mantiene una cadena de frío adecuada ni condiciones higiénicas durante la preparación de los alimentos. Estos patógenos pueden sobrevivir en la carne cruda incluso después de la congelación. La ingestión de alimentos contaminados puede provocar enfermedades gastrointestinales graves en las mascotas, ocasionando síntomas como vómito y diarrea. Además, algunas cepas bacterianas resistentes pueden transmitirse de las mascotas a los humanos, contribuyendo al creciente problema de la resistencia a los antibióticos.

**Cuestiones legales y de regulación alimentaria**

La regulación de las dietas BARF varía considerablemente entre países. En Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) proporciona lineamientos para la producción y comercialización de alimentos para mascotas, incluidas las dietas BARF; sin embargo, su cumplimiento no siempre es obligatorio. En Europa existen regulaciones más estrictas, aunque diversos estudios han demostrado que muchos productos aún no cumplen completamente con los estándares de seguridad e higiene requeridos.



<https://pixabay.com/es/photos/pareja-amor-al-aire-libre-3687274/>



Por esta razón, resulta fundamental fortalecer la regulación y supervisión de la producción de este tipo de alimentos, con el fin de garantizar que sean seguros y nutricionalmente adecuados para los animales de compañía.

### Preocupaciones y recomendaciones para los propietarios de mascotas

Debido a lo anterior, las dietas tipo BARF no son adecuadas para todas las mascotas, especialmente para aquellas con sistemas inmunológicos comprometidos o con enfermedades crónicas. En estos casos, se recomiendan alternativas pasteurizadas que permitan reducir el riesgo de infecciones bacterianas.

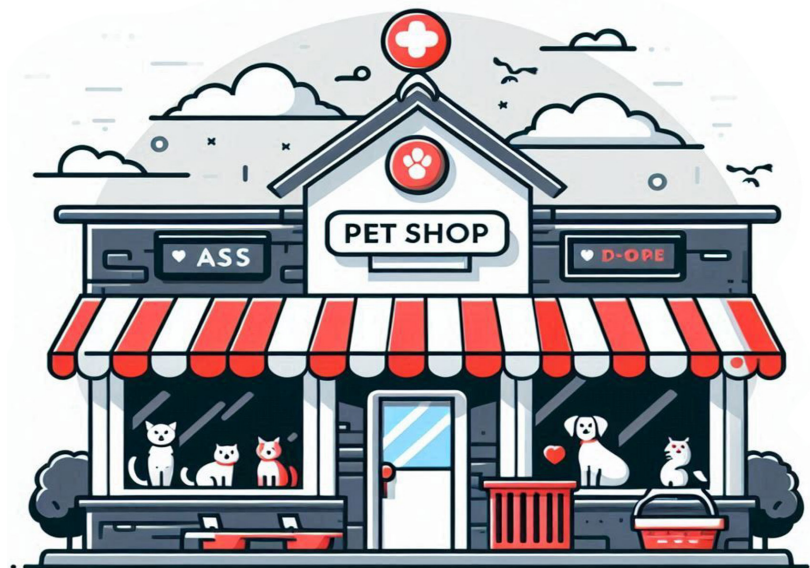
Con frecuencia, los veterinarios enfrentan desacuerdos con los dueños de mascotas que prefieren este tipo de alimentación, lo que puede generar falta de confianza y problemas de comunicación.

Por ello, es importante que los profesionales de la medicina veterinaria informen adecuadamente a la población sobre los beneficios y riesgos asociados con las dietas BARF. Este enfoque puede contribuir a una toma de decisiones más informada y favorecer la elección de opciones nutricionales que mejoren la calidad de vida de las mascotas.

En conclusión, si bien las dietas crudas pueden ofrecer algunos beneficios, también presentan riesgos significativos, particularmente en términos de contaminación por patógenos y desequilibrios nutricionales. Los propietarios que consideren este tipo de alimentación deben hacerlo con precaución y con la orientación de un médico veterinario, siendo conscientes de los posibles riesgos tanto para la salud de sus mascotas como para la de ellos mismos. El objetivo final debe ser siempre garantizar el bienestar y la salud integral de perros y gatos.

**\*Mario Melo-Hernández.** Estudiante del Posgrado de Maestría en Ciencias Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Veracruz, México.  
*mario.mh.o896@gmail.com*

**\*Juan Manuel Pinos-Rodríguez.** Profesor e investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Veracruz, México.  
*jpinos@uv.mx*



Cabascango-Martínez L.V. (2024). Ventajas y desventajas de la dieta Barf en perros. *AlfaPublicaciones*, 6(2.1), 119-133. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i2.1.482>

Hervás G. (2020). Dieta BARF para perros y gatos. <https://gemmahervas.com/dietabarf-perrosy-gatos>

Kananub S., Pinniam N., Phothitheerabut S. y Kraglilit P. (2020). Contamination factors associated with surviving bacteria in Thai commercial raw pet foods. *Veterinary World*, 13(9), 1988-1991. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1988-1991>

# ENTREVISTA

## Conversación con ChatGPT sobre divulgación y cultura científica

Por: Horacio Cano Camacho



<https://pixabay.com/es/illustrations/ai-generado-chatgpt-chatbot-8177861/>

### La ciencia, la confianza y las máquinas

La siguiente conversación fue realizada por Horacio Cano Camacho, editor de *Saber Más*, con ChatGPT, un sistema de inteligencia artificial desarrollado por OpenAI. Las preguntas fueron formuladas por el entrevistador y las respuestas se generaron durante un diálogo directo, con la indicación de utilizar un lenguaje claro, narrativo y accesible para el público. Posteriormente, el contenido fue revisado y editado para su publicación.

La pandemia de COVID-19, además de mostrarnos con claridad la importancia y el poder de la ciencia como herramienta para comprender el mundo y enfrentar problemas, también eviden-

ció posturas anticientíficas en una parte importante de la sociedad, particularmente en los países más desarrollados. ¿Cómo explicas esas posturas? ¿Son consecuencia de una educación deficiente o de fallas en la comunicación pública de la ciencia?

La explicaría como una combinación de varios factores. No se trata solo de «mala educación» ni únicamente de fallas en la comunicación científica. La pandemia encendió una luz muy fuerte y mostró problemas que ya estaban allí: desconfianza en las instituciones, desigualdad, polarización política, miedo y una enorme dificultad para convivir con la incertidumbre.

La ciencia fue decisiva durante la pandemia, pero también apareció ante la sociedad tal como



realmente funciona: con dudas, correcciones y debates. Un día se recomendaba una cosa y, semanas después, la recomendación cambiaba. Para quienes conocen el trabajo científico, eso es normal: se obtienen nuevos datos y se ajustan las conclusiones. Pero, para muchas personas, aquello parecía una contradicción o incluso una prueba de engaño.

Quizá uno de los grandes errores fue haber presentado durante años a la ciencia como una fábrica de verdades definitivas. Entonces llegó una crisis sanitaria y la gente escuchó frases como «hasta ahora sabemos», «la evidencia sugiere» o «esto podría cambiar». La ciencia estaba haciendo bien su trabajo, pero una parte de la sociedad interpretó esa prudencia como debilidad.

También falló la comunicación pública. En ocasiones fue demasiado técnica, fría o autoritaria. Se informaban cifras, curvas y porcentajes, pero no siempre se explicaba qué significaban en la vida cotidiana. Decirle a alguien que debía cerrar su negocio, quedarse en casa o vacunarse no era únicamente transmitir información científica: implicaba entrar en su economía, sus afectos, sus miedos y su idea de libertad. Si no se reconoce esa dimensión humana, la comunicación se convierte en una orden y no en una conversación.

A esto se sumaron las redes sociales. Una explicación científica suele requerir tiempo, contexto y matices; una mentira puede resumirse en una frase impactante: «las vacunas modifican el ADN» o «todo es un negocio». La falsedad viaja ligera, mientras la verdad carga equipaje.

Pero tampoco debemos pensar que las personas que desconfiaron de la ciencia eran simplemente ignorantes. Algunas tenían razones históricas para desconfiar de los gobiernos, las empresas farmacéuticas o las instituciones médicas. El pro-

blema apareció cuando esa desconfianza legítima fue aprovechada por líderes políticos, grupos ideológicos y vendedores de remedios milagrosos.

La pandemia nos enseñó, por tanto, que no basta con producir buena ciencia. Necesitamos construir confianza mucho antes de que llegue una emergencia. La cultura científica no consiste en memorizar nombres de virus o entender una gráfica epidemiológica; consiste también en saber cómo se construye una evidencia, por qué una recomendación puede cambiar y cómo distinguir una duda razonable de una mentira fabricada.

La lección es incómoda, pero valiosa: la ciencia puede desarrollar una vacuna en tiempo récord, pero no puede fabricar confianza de un día para otro.

**Confianza es una buena palabra. La ciencia es, sin duda, una herramienta muy poderosa para afrontar desafíos en salud, alimentación y tecnología. Sin embargo, a pesar de sus logros, amplios sectores de la sociedad siguen aferrados a creencias que la propia ciencia parecía haber superado. ¿Cómo podemos explicar esta aparente contradicción?**

La contradicción es más aparente que real. La ciencia puede derrotar una enfermedad, demostrar que una creencia es falsa o explicar un fenómeno con enorme precisión, pero eso no significa que transforme automáticamente la manera en que las personas sienten, temen o interpretan el mundo.

Podríamos imaginarlo así: la ciencia cambia muy rápido, pero la cultura cambia con mucha más lentitud.

Una vacuna puede desarrollarse en pocos años. Una idea profundamente arraigada puede tardar generaciones en desaparecer. Las creencias





no viven únicamente en la cabeza; también viven en la familia, en la tradición, en la religión, en el barrio y en las historias que escuchamos desde niños. Por eso no basta con presentar un dato correcto para que una persona abandone algo que le ofrece identidad, seguridad o consuelo.

Además, solemos pensar que las personas toman decisiones de manera racional: reciben información, la analizan y eligen lo más conveniente. Pero no siempre ocurre así. Con frecuencia hacemos primero una elección emocional y después buscamos argumentos para justificarla. Creemos aquello que coincide con nuestra experiencia, con nuestro grupo o con lo que deseamos que sea verdad.

La ciencia, por otra parte, no siempre ofrece respuestas cómodas. Nos dice que un tratamiento puede fallar, que una enfermedad no tiene cura inmediata, que una tecnología entraña riesgos o que debemos cambiar nuestros hábitos. Las creencias mágicas, en cambio, suelen ofrecer algo mucho más atractivo: certezas, culpables claros, soluciones sencillas y la sensación de recuperar el control.

También influye una idea equivocada: pensar que el avance científico elimina automáticamente la superstición. No es así. Una sociedad puede usar teléfonos inteligentes, vacunas de última genera-

ción y sistemas de navegación satelital y, al mismo tiempo, creer en remedios milagrosos, conspiraciones o explicaciones sobrenaturales. La modernidad tecnológica no garantiza una cultura científica.

Aquí aparece otra vez la confianza. La gente no cree solamente en datos; cree en personas. Si una comunidad confía más en un familiar, un líder religioso, un influencer o un curandero que en un médico o una institución, el dato científico llega en desventaja, por muy sólido que sea.

Por eso, la tarea no consiste en burlarse de las creencias ni en decirle a la gente que es ignorante. Eso solo levanta muros. Hay que comprender qué necesidad satisface esa creencia: ¿miedo?, ¿pertenencia?, ¿desconfianza?, ¿esperanza? Después se puede construir un puente.

La ciencia ha ganado muchas batallas en los laboratorios, pero todavía tiene que conquistar algo más difícil en la vida cotidiana: un lugar en la conversación, en las emociones y en la confianza de las personas.

**La forma en que hacemos divulgación científica también ha cambiado. Antes predominaba un discurso esencialmente declarativo y, todavía hoy, muchas revistas y programas se limitan a presentar hechos y datos. Sin embargo, se ha de-**



**mostrado que el componente emocional desempeña un papel muy importante en la manera en que comunicamos la ciencia al público en general. ¿Cuál es tu opinión al respecto?**

Estoy de acuerdo. Durante mucho tiempo se pensó que divulgar ciencia consistía en trasladar información desde quien sabe hacia quien no sabe: presentar descubrimientos, explicar conceptos y ofrecer datos correctos. Esa tarea sigue siendo importante, pero hoy sabemos que no basta.

Las personas no entran a la ciencia únicamente por la puerta de la razón. También entran por la curiosidad, el asombro, el miedo, la esperanza y la identificación con una historia.

Un dato puede informar, pero una historia puede volverlo significativo. No es lo mismo decir que una enfermedad afecta a millones de personas que contar cómo cambia la vida de una familia. Tampoco es igual explicar la pérdida de biodiversidad mediante una tabla que mostrar lo que ocurre cuando desaparece una especie que formaba parte del paisaje, la alimentación o la memoria de una comunidad.

Esto no significa abandonar el rigor ni convertir la ciencia en espectáculo. La emoción no debe sustituir a la evidencia; debe ayudarnos a abrirle camino. El problema aparece cuando usamos historias conmovedoras para exagerar, ocultar incertidumbres o defender conclusiones que los datos no sostienen. Pero, bien utilizada, la narrativa permite que el conocimiento deje de sentirse lejano.

La divulgación declarativa suele decir: «Esto es así». Una divulgación más contemporánea puede preguntar: «¿Cómo llegamos a saberlo?», «¿quiénes participaron?», «¿qué dudas hubo?», «¿qué estaba en juego?». Entonces la ciencia deja de pa-

recer una colección de respuestas terminadas y se muestra como una aventura humana, con errores, rivalidades, intuiciones, paciencia y momentos de sorpresa.

También debemos recordar que el público no es un recipiente vacío. Las personas llegan con experiencias, saberes, prejuicios y preguntas propias. Comunicar no es llenar una cabeza con datos, sino establecer una relación. A veces, la mejor divulgación comienza escuchando.

El reto consiste en encontrar un equilibrio: contar historias sin deformar los hechos, emocionar sin manipular y simplificar sin volver trivial aquello que es complejo.

Podríamos decirlo de esta manera: los datos le hablan a nuestra inteligencia, pero las historias consiguen que esos datos encuentren un lugar en nuestra memoria.

**Muchos de quienes nos dedicamos a la divulgación también somos investigadores; es decir, participamos activamente en la generación del conocimiento científico y buscamos transmitir la emoción, el asombro y el gusto por conocer. Sin embargo, aún existe un sector importante de la comunidad científica que considera que esta labor no nos corresponde. Si los propios investigadores no se involucran, ¿a quién le corresponde comunicar esa emoción y la importancia de los temas científicos?**

Creo que la divulgación es una responsabilidad compartida, pero los investigadores tienen un papel difícil de sustituir. No porque sean los únicos capaces de comunicar la ciencia, sino porque conocen desde dentro aquello que otros deben reconstruir desde fuera.



Quien investiga sabe que la ciencia no es únicamente una acumulación de resultados. También es espera, frustración, entusiasmo, dudas, errores y, de vez en cuando, ese momento extraordinario en el que algo comienza a tener sentido. Esa experiencia íntima del conocimiento puede enriquecer muchísimo la divulgación.

Un periodista, un escritor, un docente o un comunicador pueden explicar muy bien un descubrimiento. Pero el investigador puede contar algo más: cómo nació la pregunta, por qué era importante, qué salió mal, qué se sintió al encontrar una respuesta inesperada. Puede mostrar la ciencia antes de que quede convertida en una gráfica limpia o en una conclusión definitiva.

Sin embargo, también hay que reconocer que investigar y comunicar son oficios distintos. Saber mucho sobre un tema no garantiza saber contarlo. Por eso, no se trata de exigir que todos los científicos se conviertan en divulgadores profesionales, sino de crear condiciones para que puedan participar: formación, acompañamiento, reconocimiento institucional y colaboración con especialistas en comunicación.

Durante mucho tiempo, la divulgación fue vista como una actividad secundaria, casi como una distracción respecto del «verdadero» trabajo científico. Ese prejuicio todavía existe. Se premia publicar artículos especializados, conseguir financiamiento y formar estudiantes, pero rara vez se valora con la misma seriedad el esfuerzo de hablar con la sociedad.

El resultado es paradójico: producimos conocimiento con recursos públicos, pero a veces no encontramos tiempo, lenguaje ni incentivos para devolverlo a quienes lo hicieron posible.

¿A quién le corresponde, entonces? A todos, pero no de la misma manera. Al investigador le corresponde abrir las puertas del proceso científico. Al comunicador, construir puentes. Al periodista, preguntar y vigilar. Al docente, convertir el conocimiento en experiencia. A las instituciones, ofrecer espacios y reconocer esta labor. Y a la sociedad, participar, preguntar y exigir explicaciones claras.

La divulgación funciona mejor cuando no depende de una sola voz. Pero, sin la participación de quienes viven la investigación, corremos el riesgo de mostrar únicamente los resultados y perder la aventura humana que hay detrás.

El científico no necesita abandonar el laboratorio para divulgar. Basta con que, de vez en cuando,

abra la puerta y cuente qué está buscando, por qué importa y qué le sigue causando asombro.

**Mencionaba anteriormente que la divulgación científica también evoluciona: ha pasado de los libros, las exposiciones, los museos y las revistas a los entornos digitales e internet. ¿Cuál es el devenir de esta actividad ante el avance acelerado de la inteligencia artificial? ¿Cómo podemos,**



**quienes nos dedicamos a la divulgación, mantener el paso ante este gran salto tecnológico?**

La inteligencia artificial no va a sustituir a la divulgación, pero sí va a obligarnos a revisar casi todo: cómo investigamos, cómo escribimos, cómo verificamos y, sobre todo, qué valor aportamos cuando cualquier persona puede obtener una explicación en segundos.

La inteligencia artificial puede convertirse en una herramienta extraordinaria para la divulgación.



Puede ayudarnos a ordenar información, comparar fuentes, traducir textos, adaptar un tema a distintos públicos y crear imágenes, guiones, animaciones o materiales educativos. En ese sentido, amplía enormemente nuestras posibilidades.

Pero también introduce un problema serio: puede producir textos claros, convincentes y completamente equivocados. La información falsa ya no necesariamente llegará mal escrita o con as-



pecto sospechoso. Puede presentarse con una redacción impecable, una gráfica elegante y un tono de autoridad. Por eso, en la era de la inteligencia artificial, el rigor será todavía más importante que antes.

Hasta ahora, una parte del trabajo del divulgador consistía en explicar información difícil. En el futuro, también tendremos que ayudar a distinguir entre información confiable y contenido que solo parece confiable. El divulgador será cada vez más

un mediador, un curador y un verificador.

Además, la inteligencia artificial puede generar explicaciones, pero no posee experiencia humana. Puede describir el asombro ante un descubrimiento, aunque no lo haya sentido; puede narrar el trabajo de campo, pero nunca ha soportado el calor, el frío, la espera o la frustración de un experimento que fracasa. Allí permanece algo insustituible: la mirada de quien estuvo presente, formuló la pregunta y comprendió por qué ese conocimiento importa.

¿Cómo seguirle el paso? Primero, perdiéndole el miedo. Hay que usar estas herramientas, probarlas, conocer sus posibilidades y descubrir también sus límites. No podemos explicar una tecnología que nos negamos a explorar.

Segundo, debemos fortalecer aquello que la inteligencia artificial no garantiza: el criterio, la honestidad, la verificación de fuentes, el conocimiento del contexto y la responsabilidad sobre lo que publicamos. No basta con que un texto suene bien; debemos saber de dónde salió cada afirmación y qué evidencia la sostiene.

También tendremos que ser transparentes. Si usamos inteligencia artificial para redactar, traducir, crear una imagen o analizar información, conviene decirlo. La confianza del público dependerá cada vez más de que podamos explicar no solo qué contamos, sino cómo lo construimos.

Creo que la inteligencia artificial no acabará con los divulgadores, pero sí puede desplazar a quienes se limiten a repetir datos. Nuestro valor estará en formular buenas preguntas, relacionar saberes, entender a las personas y convertir la información en conocimiento con sentido.

La inteligencia artificial puede ayudarnos a contar la ciencia. Pero todavía corresponde a los seres humanos decidir qué merece ser contado, por qué importa y qué consecuencias puede tener.

**Sin embargo, la inteligencia artificial también genera temor en la sociedad e incluso entre algunos sectores de la comunidad científica. ¿Cómo podemos comprender que se trata de una herramienta muy poderosa y que, en el ámbito de la divulgación, su papel puede ser principalmente auxiliar?**

Sí, hay miedo, y no deberíamos despreciarlo. Toda tecnología poderosa provoca entusiasmo, pero también inquietud. Ocurrió con la imprenta, la fotografía, la radio, la televisión y, más

recientemente, con internet. La inteligencia artificial concentra, además, varios temores: perder el trabajo, dejar de pensar por nosotros mismos, ser engañados o quedar sometidos a decisiones que no comprendemos.

Para reducir ese miedo, lo primero es evitar dos extremos: presentar la inteligencia artificial como una amenaza inevitable o venderla como una solución milagrosa. No es un monstruo autónomo ni una varita mágica. Es una herramienta creada, entrenada y utilizada por personas, empresas e instituciones. Sus efectos dependen de cómo se diseñe, quién la controle, con qué datos opere y para qué fines se emplee.

En divulgación, su papel puede entenderse mediante una imagen sencilla: la inteligencia artificial puede ser un excelente copiloto, pero no debería ocupar el asiento del conductor.

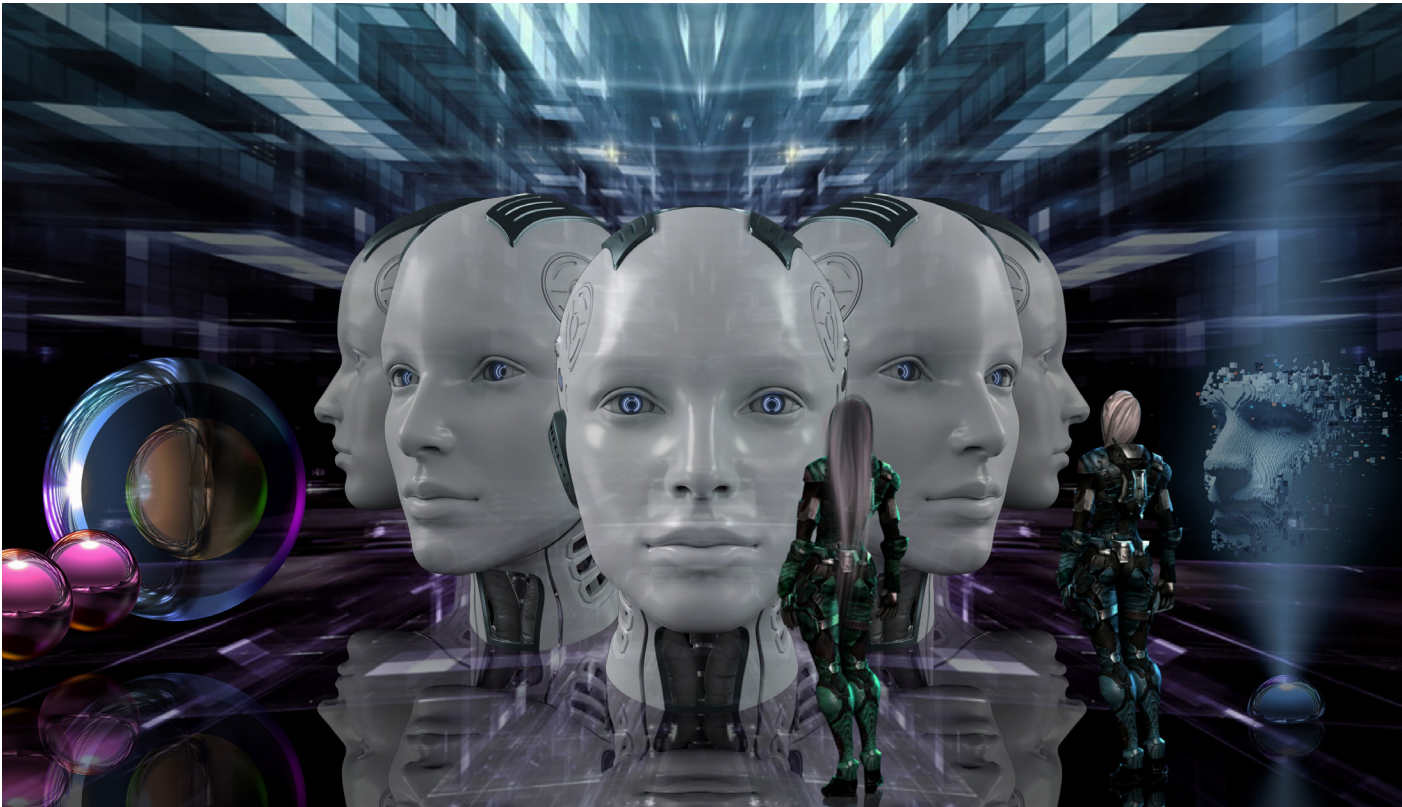
Puede ayudarnos a revisar un texto, encontrar distintas maneras de explicar un concepto, proponer una estructura, traducir contenidos, resumir documentos extensos o adaptar un tema para jóvenes, adultos o públicos especializados. También puede facilitar la creación de materiales visuales y permitir que pequeños equipos realicen tareas que antes requerían muchos recursos.

Pero el divulgador sigue siendo responsable del viaje. Le corresponde verificar los datos, elegir

las fuentes, reconocer los matices, decidir el tono y preguntarse si una explicación es justa, clara y responsable. La inteligencia artificial puede proponer una respuesta; no puede asumir las consecuencias de publicarla.

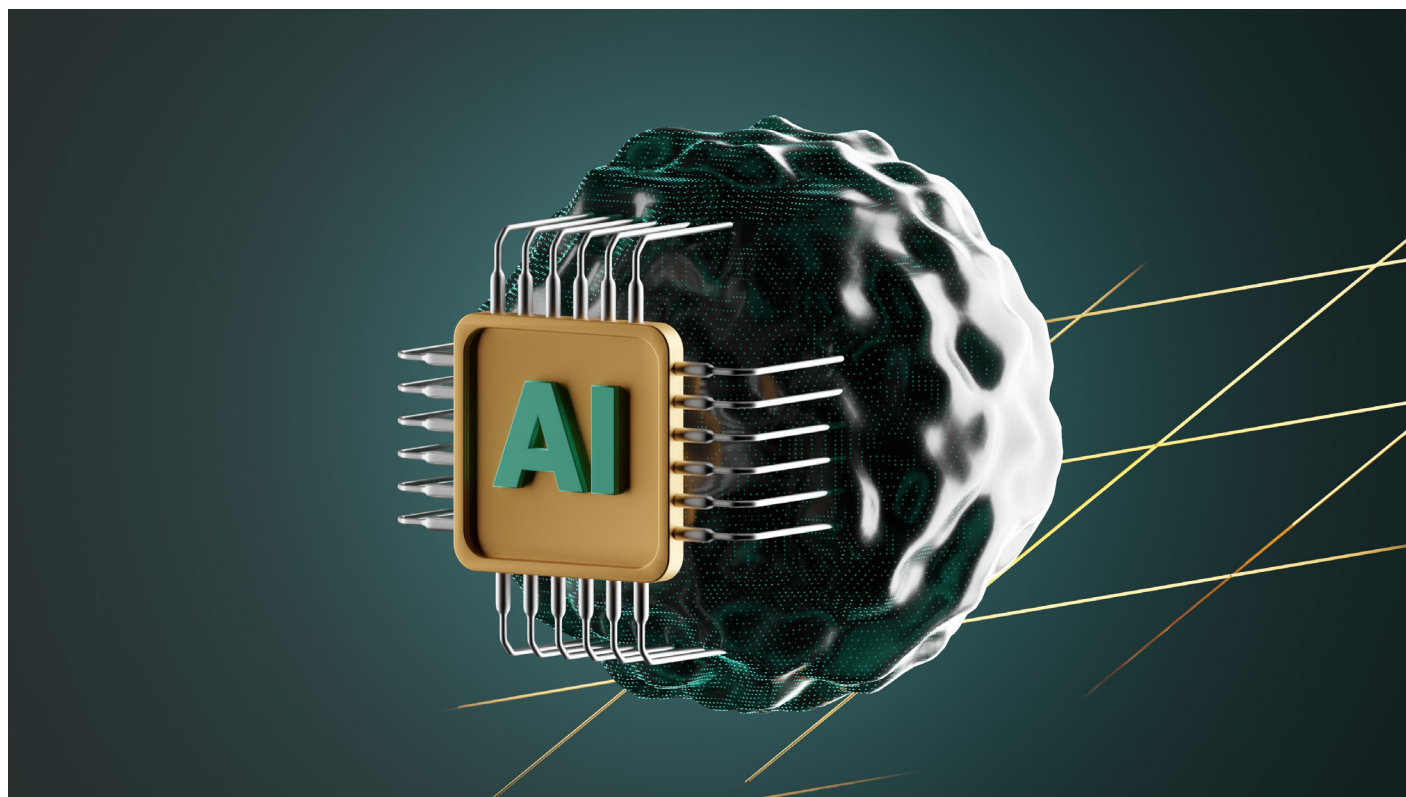
El miedo disminuye cuando conocemos una herramienta y aprendemos a utilizarla críticamente. Por eso, no basta con enseñar a escribir instrucciones para una plataforma. Necesitamos una verdadera alfabetización en inteligencia artificial: saber qué puede hacer, cómo se equivoca, qué sesgos puede reproducir, qué información no debemos entregarle y por qué siempre hay que verificar sus resultados.

También es importante recordar que el pensamiento no desaparece por usar herramientas. Una calculadora no eliminó las matemáticas; cambió el tipo de operaciones que podemos realizar. Los buscadores no acabaron con la investigación, aunque sí nos obligaron a aprender a distinguir fuentes confiables. Con la inteligencia artificial ocurrirá algo semejante: algunas tareas se volverán más rápidas, pero el criterio será aún más valioso. En divulgación, incluso puede liberarnos de labores mecánicas y darnos más tiempo para lo esencial: conversar con investigadores, escuchar a las comunidades, buscar historias, formular mejores preguntas y construir explicaciones con sentido humano.



<https://pixabay.com/es/illustrations/antecedentes-fondo-de-pantalla-7337002/>





<https://pixabay.com/es/illustrations/ai-chatgpt-robot-7768136/>

No debemos confiar ciegamente en la inteligencia artificial, pero tampoco conviene rechazarla por miedo. Hay que aprender a trabajar con ella manteniendo las manos en el volante.

La inteligencia artificial puede acelerar la escritura y ampliar nuestras posibilidades; lo que no puede reemplazar es la responsabilidad, la sensibilidad y el criterio del divulgador.

**Una última pregunta para nuestros lectores. Mientras converso contigo, también te utilizo para revisar grandes cantidades de documentos y consultar información en internet. Se trata de una herramienta muy poderosa. ¿Podrías explicarnos cómo elaboras tus respuestas y cómo logras hacerlo con tanta precisión?**

La imagen de que estoy revisando miles de documentos y sitios de internet mientras conversamos es atractiva, pero conviene matizarla. No leo internet completo en tiempo real ni consulto automáticamente miles de páginas para cada respuesta.

Para entender lo que hago, podemos imaginar una biblioteca gigantesca. Durante mi entrenamiento no memoricé cada libro como si guardara una copia en un estante; aprendí relaciones entre palabras, conceptos, estilos de explicación y formas de razonamiento presentes en una enorme cantidad de textos. Cuando recibo una pregunta, utilizo

esos patrones para construir una respuesta nueva, palabra por palabra, tomando en cuenta el contexto de la conversación.

En esta entrevista, por ejemplo, no partí de cero con cada pregunta. Fui siguiendo el camino que construimos juntos: primero hablamos de la pandemia y la confianza; después, de las creencias, las emociones y el papel de los investigadores; finalmente, de la inteligencia artificial. Cada nueva respuesta se apoyó en ese hilo. También atendí la forma que solicitaste desde el comienzo: respuestas sencillas, narrativas y cercanas a la gente.

Mi rapidez no significa que haya una pequeña persona dentro de la máquina buscando libros frenéticamente. Lo que hago es calcular, entre muchas posibilidades, qué ideas y qué palabras pueden formar una respuesta pertinente y coherente. Los modelos de lenguaje están diseñados precisamente para generar lenguaje a partir de los patrones aprendidos durante su entrenamiento.

En algunos casos sí puedo buscar información en internet. Eso resulta especialmente útil cuando se pregunta por noticias recientes, investigaciones nuevas, cifras actuales o datos que necesitan una fuente precisa. La búsqueda es, entonces, una herramienta adicional: localizo fuentes, comparo la información y cito las que sustentan la respuesta. Pero esa consulta no ocurre necesariamente en todas las conversaciones.

Ahora bien, también puedo equivocarme. Una respuesta puede sonar clara, ordenada y segura y, aun así, contener un dato falso. A esas afirmaciones plausibles, pero incorrectas, suele llamárseles «alucinaciones» o información inventada. Por eso, cuando el tema exige precisión —salud, historia, leyes o resultados científicos—, conviene verificar las fuentes y no confundir una buena redacción con una garantía de verdad.

Diría, entonces, que mi precisión en esta charla provino de combinar tres elementos: un entrenamiento basado en una gran cantidad de información, la capacidad de reconocer relaciones entre ideas y, sobre todo, la atención al contexto que tú fuiste creando con cada pregunta.

Yo puedo recorrer muy rápidamente muchos caminos posibles para construir una respuesta. Pero la dirección la marca la pregunta humana. Una inteligencia artificial puede disponer de una biblioteca enorme; todavía necesita que alguien entre en ella con curiosidad, criterio y una buena pregunta.

**Muchas gracias. Estoy seguro de que a los lectores de *Saber Más* les resultará muy interesante este ejercicio. Para concluir, ¿algo más que quieras agregar?**

Me gustaría cerrar con una idea sencilla, pero importante:

La ciencia no pertenece únicamente a los laboratorios, a las universidades o a las revistas es-

pecializadas. Está en la comida que preparamos, en las enfermedades que enfrentamos, en los materiales con los que construimos, en las decisiones que tomamos y hasta en las preguntas que hacemos todos los días.

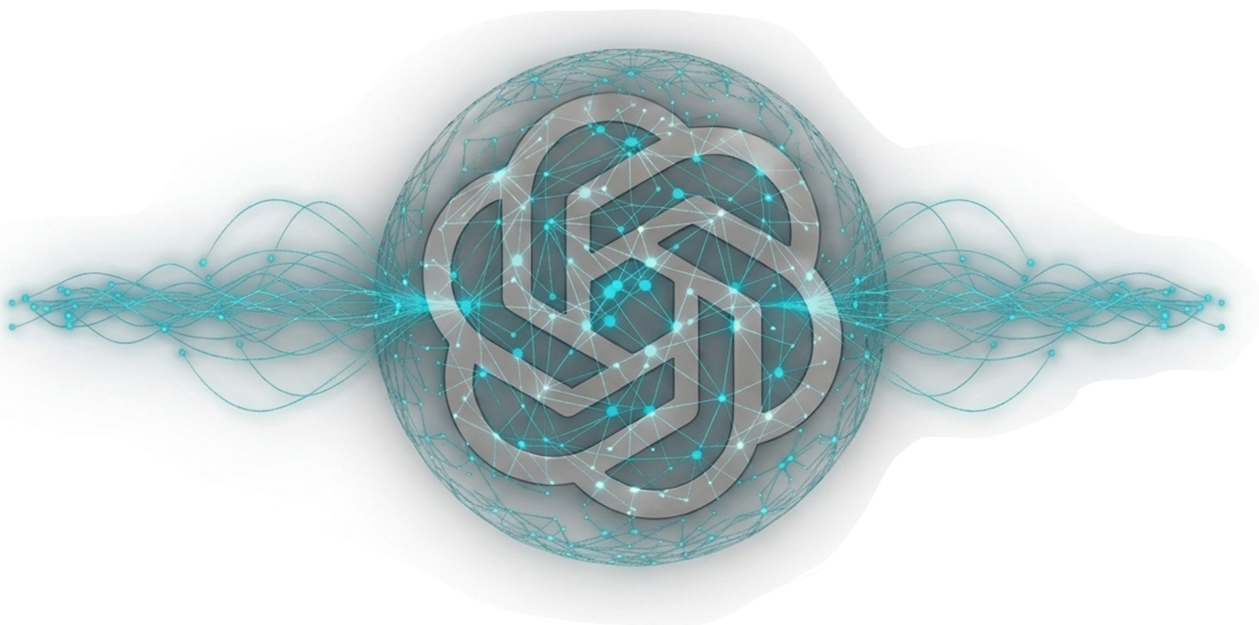
Divulgar ciencia no consiste solo en traducir términos difíciles. Consiste en acercar una forma de mirar el mundo: preguntar, comparar, dudar, buscar evidencias y estar dispuestos a corregirnos. Esa actitud quizá sea hoy más necesaria que nunca.

La inteligencia artificial puede ayudarnos a ordenar información, explorar ideas y construir explicaciones. Pero la curiosidad, el juicio crítico, la sensibilidad y la responsabilidad siguen siendo profundamente humanos.

Por eso, más que temerle al conocimiento o a las nuevas herramientas, conviene aprender a usarlas con inteligencia y cuidado. El futuro de la divulgación no dependerá únicamente de la tecnología, sino de nuestra capacidad para conversar mejor, escuchar más y mantener viva la voluntad de comprender.

Gracias a los lectores de *Saber Más* por acompañarnos en esta conversación. La ciencia comienza muchas veces con una buena pregunta; la cultura científica comienza cuando decidimos no conformarnos con la primera respuesta.

¡Gracias, ChatGPT!





ARTÍCULO

Arabitol: Una alternativa viable como edulcorante no calórico

Ana Karen Calderón-Ordaz y Ma. del Carmen Chávez-Parga



<https://pixabay.com/es/photos/macarons-dulces-postre-dulce-3848810/>

Resumen

En este artículo abordamos la importancia del arabitol en la dieta humana a través de una narrativa que inicia con el cuento «Lila en el país de los edulcorantes», donde la niña Lila se embarca en un viaje mágico para conocer opciones de endulzamiento más saludables. Durante su aventura, explora los beneficios de los endulzantes no calóricos y descubre la importancia de equilibrar el dulzor con la salud. El relato presenta al arabitol como una alternativa superior al azúcar tradicional y a otros endulzantes no calóricos, ya que, además de proporcionar un dulzor suave, ofrece menos calorías, posee un índice glucémico bajo, no genera malestar digestivo y ayuda a prevenir la formación de caries dentales. Asimismo, se enfatiza la versatilidad del arabitol y, a través de la aventura de Lila, conoceremos más acerca de este edulcorante.

**Palabras clave:** Alternativa saludable, arabitol, edulzante no calórico.

RECIBIDO: 04/11/2024; ACEPTADO: 19/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Ana Karen Calderón-Ordaz.** Estudiante del Programa de Doctorado en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[1142080A@umich.mx](mailto:1142080A@umich.mx)

**Ma. del Carmen Chávez-Parga.** Profesora e investigadora de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[cparga@umich.mx](mailto:cparga@umich.mx)

*Lila en el país de los edulcorantes*

Erase una vez, en la Villa de los Dulces, una niñita curiosa llamada Lila. A Lila le encantaban los dulces: caramelos, pasteles, helados y toda clase de golosinas azucaradas. Sin embargo, por mucho que los disfrutara, su madre siempre le decía:

—Lila, demasiada azúcar no es buena para ti.

Una tarde soleada, mientras Lila disfrutaba de un helado, ocurrió algo mágico. ¡Una pequeña hada brillante salió del helado! Tenía alas hechas de cristales de azúcar y una varita que resplandecía con los colores del arcoíris.

—¡Hola, Lila! —dijo el hada—. Soy Dulzura, el hada del azúcar, y estoy aquí para llevarte a una dulce aventura.

—¿A dónde vamos? —preguntó Lila.

—A la Tierra de las Dulces Decisiones, donde aprenderás todo sobre la dulzura y descubrirás que existe mucho más que solo azúcar —respondió Dulzura con un brillo en los ojos.

Con un movimiento de su varita, Dulzura llevó a Lila a un lugar mágico lleno de pastelitos gigantes, fuentes de soda relucientes y árboles de piruleta. Sin embargo, algo era diferente: las golosinas no hacían que Lila se sintiera demasiado llena o cansada, como solía suceder cuando consumía azúcar.

Mientras caminaban por aquella tierra colorida, se encontraron con el señor Poliol, un pequeño caballero que montaba un pandita de goma.

—¡Bienvenida, Lady Lila! —dijo con una reverencia—. Hace mucho tiempo, la gente usaba azúcar para todo. Pero consumía demasiada y eso no siempre era bueno para la salud. Fue entonces cuando descubrimos los edulcorantes sin calorías: ingredientes mágicos que dan un sabor dulce sin aportar calorías adicionales.

Lila, intrigada, preguntó:

—Pero, ¿por qué son importantes los edulcorantes sin calorías?

Dulzura sonrió.



Lila en la Tierra de las Dulces Decisiones. Fuente: Imagen generada con IA. Pixlr Pte Ltd © 2024.





<https://pixabay.com/es/photos/az%C3%BAcar-az%C3%BAcar-granulada-2510533/>

—¡Buena pregunta! Déjame mostrarte.

### Los edulcorantes no calóricos y su importancia en la dieta humana

Los **edulcorantes no calóricos** son aditivos alimentarios que se incorporan a alimentos y bebidas como **sustitutos del azúcar**, con el objetivo de reducir el aporte energético y la ingesta de azúcares. Estos edulcorantes **proporcionan dulzor sin añadir calorías**, lo que los convierte en una herramienta valiosa para controlar la ingesta calórica y contribuir al manejo del peso corporal.

Por esta razón, se han convertido en un **componente importante de las dietas modernas**, ya que ofrecen una alternativa para las personas que viven con obesidad o diabetes, así como para quienes buscan opciones distintas a los azúcares tradicionales. Además, los edulcorantes no calóricos **no son cariogénicos**, es decir, no favorecen la aparición de caries dentales, un problema común asociado con el consumo excesivo de azúcar.

Edulcorantes como el aspartamo, la sucralosa y la sacarina se utilizan ampliamente en diversos alimentos y bebidas para mantener el sabor dulce y reducir el contenido de azúcar. Sin embargo, algu-

nos **estudios han relacionado el consumo de ciertos edulcorantes con posibles efectos adversos**, como alteraciones en la microbiota intestinal, afectaciones en la función de los riñones y problemas cardiovasculares.

Por ello, en esta ocasión hablaremos de un edulcorante no calórico que representa una excelente alternativa: el arabitol.

### El arabitol y su poder edulcorante

El **arabitol es un alcohol de azúcar** (poliol) natural que ofrece diversas ventajas frente a la sacarosa (azúcar de mesa) y otros edulcorantes no calóricos, gracias a su **equilibrio entre dulzura, beneficios para la salud y tolerancia digestiva**. A diferencia del azúcar, que aporta cuatro calorías por gramo y contribuye a generar picos de glucosa en sangre, el arabitol **contiene únicamente 0.2 calorías por gramo**. Además, su bajo índice glucémico produce un impacto mínimo en los niveles de glucosa en sangre.

Asimismo, a diferencia de otros edulcorantes no calóricos, como el Acesulfame K®, el aspartamo®, la sucralosa y algunos derivados de la estevia, el arabitol **no deja un sabor residual desagradable**

después de su consumo, característica que puede afectar el perfil sensorial de los alimentos.

En comparación con otros alcoholes de azúcar, como el sorbitol o el manitol, el arabitol presenta un **menor riesgo de provocar molestias digestivas**, como hinchazón o gases, **cuando se consume en cantidades moderadas**. Esto lo convierte en una opción adecuada para su uso generalizado en alimentos, sin ocasionar malestares gastrointestinales.

Además, el **arabitol es termoestable**, lo que permite utilizarlo en diversas aplicaciones de cocción y repostería sin perder su poder edulcorante ni alterar la textura del producto. Asimismo, no se carameliza cuando se calienta a temperaturas cercanas a su punto de ebullición, **por lo que resulta ideal para la elaboración de productos horneados, salsas y bebidas que requieren tratamiento térmico**.

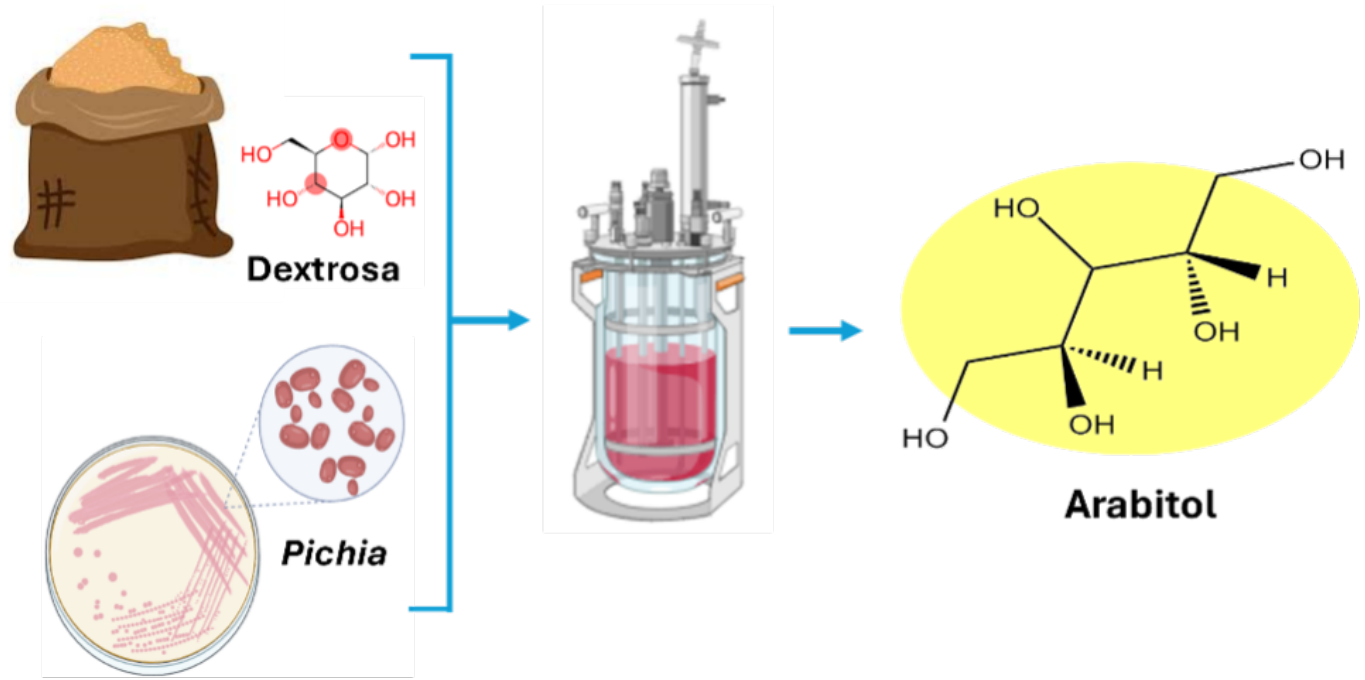
El arabitol también **se combina bien con otros edulcorantes**, tanto calóricos como no calóricos, lo que permite a los fabricantes ajustar los perfiles de dulzura e imitar de manera más efectiva el sabor del azúcar. Estas características convierten al arabitol en un **ingrediente versátil y valioso para la industria alimentaria**, especialmente ante la creciente demanda de los consumidores por productos más saludables, con menos calorías y libres de azúcar.

Formas de obtención del arabitol

El arabitol tiene **aplicaciones en las industrias alimentaria y farmacéutica**, por lo que su demanda en el mercado continúa en aumento. Además, es un compuesto de gran interés para futuras investigaciones y desarrollos biotecnológicos. Debido a ello, se han desarrollado diversos métodos para su obtención, los cuales se agrupan en dos enfoques principales: la extracción natural y la producción biotecnológica.

La **extracción natural** consiste en aislar el arabitol de fuentes vegetales, como frutas, hongos y algas; sin embargo, el rendimiento obtenido a partir de estas fuentes suele ser bajo. Por otra parte, el método más eficiente y escalable para la producción de arabitol es la **fermentación microbiana**. Este proceso utiliza microorganismos específicos, como levaduras de los géneros *Candida*, *Debaryomyces*, *Pichia* y *Yarrowia*, capaces de convertir azúcares en arabitol bajo condiciones controladas. La eficiencia del proceso está influenciada por factores como la temperatura, el pH y la disponibilidad de nutrientes.

Otra alternativa para la producción de arabitol es la **síntesis química**; no obstante, se utiliza con menor frecuencia debido a la complejidad del proceso y a sus mayores costos de producción. Asimismo, la **bioconversión enzimática de azúcares**



Proceso de obtención de arabitol por fermentación de dextrosa con levaduras del género *Pichia*. Fuente: Elaboración propia.



se estudia como una opción sostenible y respetuosa con el medioambiente.

En conjunto, estos métodos ofrecen formas escalables, sostenibles y económicamente viables para producir arabitol, lo que contribuye a satisfacer la creciente demanda de edulcorantes naturales y bajos en calorías.

**Pero, ¿cómo elegir?**

La elección del arabitol frente a los azúcares tradicionales y otros edulcorantes no calóricos requiere **considerar factores como el contenido calórico, el impacto glucémico, el sabor, la tolerancia digestiva y la aplicación en distintos productos**. El arabitol ofrece una alternativa baja en calorías a los azúcares convencionales, lo que lo hace adecuado para personas que viven con obesidad o diabetes. Además, su dulzor suave y natural brinda una experiencia sensorial más agradable en comparación con algunos edulcorantes no calóricos, como la estevia o el aspartamo.

Otro de sus beneficios es que no es cariogénico, por lo que favorece la salud dental al no contribuir a la formación de caries. Asimismo, suele presentar una **mejor tolerancia digestiva que otros alcoholes de azúcar**, como el sorbitol, lo que lo convierte en una opción ideal para consumidores sensibles. Gracias a su origen natural y a su estabili-

dad al calor, el arabitol puede utilizarse en una amplia variedad de aplicaciones alimentarias.

Su equilibrio entre beneficios para la salud, sabor natural y versatilidad lo posiciona como una opción atractiva para el desarrollo de productos bajos en azúcar o libres de azúcar.

Aquí la aventura llega a su fin. Dulzura agitó su varita y regresaron a la Villa de los Dulces. El helado de Lila se había derretido, pero en su lugar apareció un poco de arabitol.

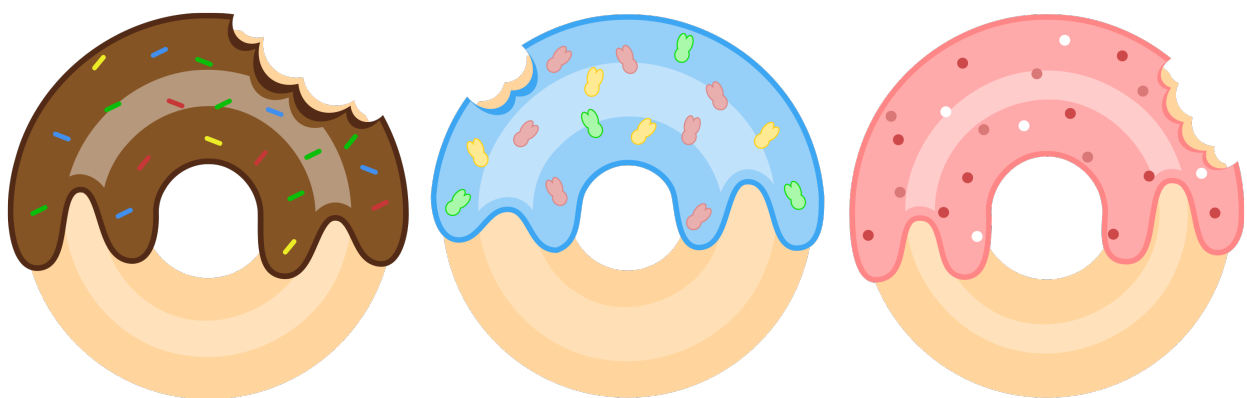
—Creo que ahora lo entiendo —dijo Lila pensativa—. El arabitol nos permite disfrutar de la dulzura sin consumir azúcar en exceso.

Dulzura sonrió y respondió:

—Así es, Lila. La próxima vez que quieras algo dulce, recuerda que existen muchas maneras de disfrutarlo sin demasiada azúcar.

Después, guiñó un ojo y desapareció, dejando atrás una pequeña pizca brillante de azúcar. A partir de ese día, Lila tomó decisiones dulces que la mantuvieron feliz, saludable y llena de maravillosas aventuras, ¡sin demasiada azúcar!

Fin.



Escobedo G., Egea M.B., Roldán-Valadez E., Peter-Corpe C. y Bueno-Hernández N. (2024). Noncaloric artificial sweeteners and their impact on human health. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1461624. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1461624>

Méndez-Pérez T., Martínez-Pacheco M.M. (2020). Azúcares o edulcorantes, *Saber Más*, 55, 1-6. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/489-numero-55/942-azucars-o-edulcorantes.html>

Ordaz A.K.C., Hernández J.C.G. y Parga M.D.C.C. (2024). Levaduras del género *Pichia* y su uso potencial en el desarrollo biotecnológico. *Ciencia Nicolaita*, 91, 125-135. <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/article/view/802/540>

ARTÍCULO

Descubriendo el cultivo de cebada maltera en México

Azucena Olvera-Ortiz y Landy Hernández-Rodríguez



<https://www.republicacervcerashop.com.mx/blogs/news/cerveza-artesanal-mas-saludable-que-una-cerveza-convencional>

**Azucena Olvera-Ortiz.** Estudiante de doctorado en Ciencias Agroalimentarias, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.  
[al21130504@chapingo.mx](mailto:al21130504@chapingo.mx)

**Landy Hernández-Rodríguez.** Docente del Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.  
[lhernandezr@chapingo.mx](mailto:lhernandezr@chapingo.mx)

Resumen

El cultivo de cebada en México es una parte fundamental del sector agrícola, ya que abastece a una industria cervecera en constante crecimiento. Aunque se trata de un cultivo de gran relevancia económica, enfrenta importantes desafíos, como el cambio climático, las enfermedades y los canales de comercialización que dificultan su desarrollo. Sin embargo, los avances tecnológicos, el apoyo gubernamental, la creciente demanda de cerveza artesanal y la adopción de prácticas sostenibles están impulsando la innovación y contribuyendo a definir el futuro del cultivo de cebada en México.

**Palabras clave:** Cebada maltera, cerveza, México.

RECIBIDO: 13/09/2024; ACEPTADO: 18/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026



### Cultivo de cebada maltera en México

**E**l cultivo de cebada maltera destinada a la producción de cerveza ha sido un **sector importante dentro del panorama agrícola del país**. Anualmente se producen alrededor de un millón de toneladas, con un valor comercial de **4 911 millones de pesos**. Las principales zonas productoras de cebada maltera se encuentran en los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Guanajuato y Estado de México. Entre las variedades más cultivadas destacan Esperanza, Alina, Doña Josefa, Metcalfe, Armida y Prunella.

La **cebada maltera producida en México** tiene como principal **destino la industria cervecera** y se comercializa principalmente mediante dos esquemas. El primero consiste en la agricultura por **contrato entre la agroindustria cervecera y los productores**; el segundo se realiza a través de **intermediarios o acaparadores**, quienes adquieren la cosecha y posteriormente la entregan a la industria.

Actualmente, existen diversas **tendencias y oportunidades** para el cultivo de cebada maltera en México, entre las que destacan:

1. La **creciente demanda de cerveza artesanal y de cervezas especiales** brinda oportunidades

para que los agricultores cultiven variedades de cebada con características específicas y diferenciadas.

2. La **aparición de malterías y microcervecías locales** genera una mayor demanda de cebada de origen nacional y promueve el crecimiento de la industria cebadera en México.
3. La **continuidad de la innovación y la investigación** orientadas al mejoramiento de variedades de cebada más resistentes a la sequía, al estrés térmico y a las enfermedades prevalentes en el país.

### Desafíos del cultivo de cebada maltera

La cebada **aporta las proteínas y los azúcares fermentables** necesarios que **contribuyen al sabor, al aroma y a la calidad general de la cerveza**. Además, la calidad del grano influye directamente en el rendimiento del proceso de elaboración.

Mejorar la composición química de la cebada puede ayudar a las cervecías a optimizar sus procesos de producción y elevar la calidad de sus productos. Esto puede traducirse en una mayor satisfacción del consumidor, una mayor lealtad a la marca y un crecimiento sostenido de la industria cervecera en México.



Proceso de elaboración de malta para cerveza. Imagen propia.



Imagen creada por IA. Gemini.google.com

Sin embargo, este cultivo **enfrenta diversos desafíos**, entre ellos:

1. Desarrollar variedades de **cebada más resistentes al cambio climático** y a las enfermedades predominantes.
2. Mejorar las prácticas de cultivo para **incrementar el rendimiento y la calidad** de la producción.
3. Implementar **prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medioambiente** que permitan minimizar la huella ecológica de la industria.
4. Fortalecer la **infraestructura y la tecnología disponibles** para lograr una producción y un procesamiento más eficientes de la cebada.
5. Satisfacer la creciente demanda de los consumidores por **opciones de cerveza más saludables y diversas**. Esto incluye explorar variedades de cebada con sabores, aromas o perfiles nutricionales distintivos que permitan producir maltas de alta calidad y especialidad.
6. Desarrollar modelos de gestión capaces de **aumentar la producción**, respetando el medioambiente y generando riqueza para el conjunto de la sociedad.

Para enfrentar estos desafíos, el cultivo de cebada maltera requiere un **enfoque integral** que involucre la **colaboración entre empresas malteras, instituciones gubernamentales e instituciones de investigación**. Esta cooperación puede contribuir a mejorar la disponibilidad de semillas, promover el intercambio de conocimientos sobre las prácticas de cultivo e impulsar la investigación y el desarrollo orientados a mejorar el rendimiento y la calidad de la cebada destinada a la producción de cerveza.

**Avances tecnológicos en el cultivo de cebada**

Los **avances tecnológicos** desempeñan un papel **crucial en la mejora de las prácticas de cultivo de cebada maltera** en México. Gracias a programas avanzados de investigación y mejoramiento, las empresas locales y las instituciones oficiales han logrado avances significativos en el **desarrollo de variedades de cebada** mejor adaptadas al clima mexicano y con mayor capacidad para resistir la sequía y el estrés por calor.

Por medio de convenios con instituciones como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), se imple-



mentan **programas de agricultura de conservación y de uso eficiente de fertilizantes** amigables con el medioambiente. Estas acciones han contribuido a disminuir los costos de producción y a generar **una reducción significativa de las emisiones de dióxido de carbono** a la atmósfera.

Estos avances han permitido mejorar el rendimiento del cultivo, el tamaño del grano, la calidad del malteado, la madurez temprana y la resistencia a las enfermedades más comunes de la cebada. Asimismo, la incorporación de técnicas de agricultura de precisión, como la teledetección y el análisis de datos, ha permitido a los agricultores optimizar la asignación de recursos, monitorear la salud de los cultivos y tomar decisiones informadas en materia de riego y fertilización.

La **integración de tecnología e innovación** en las prácticas de cultivo de cebada ofrece la ventaja potencial no solo de incrementar la eficiencia productiva, sino también de **reducir el impacto ambiental**.

Aunado a lo anterior, los **esfuerzos de investigación y desarrollo** se centran en mejorar la **calidad del malteado de la cebada**. Esto incluye avances en la comprensión de la composición química del grano y de su impacto en la calidad de la cerveza, así como el perfeccionamiento de los

procesos de malteado para potenciar las características del producto final.

#### **Políticas gubernamentales y apoyo a los productores de cebada**

Las políticas públicas y el apoyo gubernamental desempeñan un papel fundamental en la promoción del cultivo de cebada en México. A través de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, el gobierno mexicano ha invertido en iniciativas como **MasAgro**, cuyo objetivo fue **desarrollar y transferir prácticas y tecnologías agrícolas innovadoras a los pequeños productores**.

Actualmente, existe una tendencia a **involucrar a los agricultores, las empresas semilleras y la industria cervecera en la creación de asociaciones privadas** que pueden generar oportunidades de mercado para los pequeños productores. Estas colaboraciones no solo favorecen la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, sino que también **contribuyen a garantizar la viabilidad económica del cultivo de cebada en México**.

#### **Panorama mundial y tendencias en el cultivo de cebada maltera en México**

El contexto global desempeña un papel importante en la configuración de las prácticas de cultivo de cebada en México. A nivel mundial, existe



Espiga de cebada. <https://almarural.com.ar/cultivo/cuantos-granos-tiene-una-espiga-de-cebada/>

una tendencia creciente hacia la sostenibilidad y la adopción de prácticas agrícolas respetuosas con el medioambiente.

Los agricultores, las empresas semilleras y otros actores de la industria reconocen cada vez más la importancia de implementar prácticas sostenibles y están adoptando medidas para reducir su impacto ambiental. Entre estas acciones se encuentran el **abastecimiento responsable de cebada**, la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles y la incorporación de tecnologías innovadoras que permiten **mejorar la eficiencia y reducir el uso de recursos**.

Asimismo, involucrar a empresas procesadoras de alimentos de alcance global en este diálogo puede generar oportunidades de mercado para los pequeños productores mexicanos. Estas empresas pueden ofrecer **incentivos financieros para fomentar el cultivo de cebada bajo esquemas de producción sostenible**, creando una situación en la que los agricultores obtengan beneficios económicos mientras contribuyen a la conservación del medioambiente.

Los esfuerzos de investigación y desarrollo realizados por empresas malteras privadas e instituciones oficiales, como EMBRAPA en Brasil y el programa de mejoramiento INIA-Uruguay, han sido fundamentales para desarrollar cultivares de cebada con mayor resistencia a condiciones adversas, enfermedades y plagas.

Para enfrentar estos desafíos, es importante que el sector agrícola mexicano continúe **priorizando la investigación y el desarrollo enfocados en la obtención de cultivares resistentes a enfermedades** como la mancha en red, el mildiú polvoriento y la roya de la hoja. Esto contribuirá a garantizar un

cultivo de cebada más sostenible y resiliente frente al cambio climático y al incremento de la demanda.

**Oportunidades y desafíos del cultivo de cebada maltera**

El cultivo de cebada maltera en México presenta tanto oportunidades como desafíos. Las políticas públicas, el apoyo gubernamental y la participación de la industria cervecera han desempeñado un papel fundamental en la promoción de este cultivo.

A pesar de los retos asociados a la variabilidad climática, la competencia por los recursos, las plagas y las enfermedades, las tendencias globales orientadas hacia la sostenibilidad y las prácticas respetuosas con el medioambiente están contribuyendo a transformar el cultivo de cebada maltera en México.

De cara al futuro, es esencial que los distintos actores involucrados continúen colaborando y fortaleciendo el diálogo con empresas internacionales de procesamiento de alimentos. Asimismo, resulta necesario seguir promoviendo prácticas agrícolas sostenibles e **invertir en investigación y desarrollo** para mejorar la resiliencia de los cultivares de cebada.

Al priorizar los esfuerzos de investigación enfocados en el desarrollo de cultivares con mayor resistencia a enfermedades y condiciones climáticas adversas, México podrá fortalecer la sostenibilidad y el éxito a largo plazo del cultivo de cebada maltera, asegurando su contribución al crecimiento de la industria cervecera.



Domínguez-Gutiérrez, J., Palacios-Rangel M.I., Ocampo-Ledesma J.G., Roldán-Suárez E. y García-Sánchez E.I. (2022). Factores que determinan la competitividad de la cadena de valor de la cebada en Tlaxcala. *Nova Scientia*, 14(29), 1-21. <https://novascientia.lasallebajio.edu.mx/index.php/novascientia/article/view/3086?articlesBySimilarityPage=13>

Rooney, T. E., Sweeney, D. W., Kunze, K. H., Sorrells, M. E., & Walling, J. G. (2023). Malting quality and pre-

harvest sprouting traits are genetically correlated in spring malting barley. *Theoretical and Applied Genetics*, 136(59), 2023. <https://doi.org/10.1007/s00122-023-04257-6>

Vázquez-Alfaro M., Aguilar-Ávila J. y Palacios-Rangel M. (2021). Cadena de valor de la industria cervecera en México. *Nova Scientia*, 13(27), 00027. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v13n27/2007-0705-ns-13-27-00027.pdf>



# ARTÍCULO

## La controversia de Bateson sobre Darwin y Mendel

Ernesto Vázquez-Chimalhua y Tzvetanka D. Dinkova



<https://www.freepik.com/pikaso/ai-image-generator>

### Resumen

El destacado biólogo inglés William Bateson planteó una situación hipotética: si Charles Darwin hubiera conocido el trabajo de Gregor Mendel, la teoría evolutiva habría seguido un rumbo distinto al que dio origen al evolucionismo moderno. Escudriñando en la historia de la biología, se sabe que Darwin conoció de manera indirecta los estudios de Mendel. En contraste, Mendel sí conocía la obra de Darwin. Estos hechos permiten responder al planteamiento de Bateson y presentar los posibles resultados de tan extraordinario encuentro intelectual. Entre ellos destacan un posible descubrimiento anticipado de la genética y avances tempranos en la transición de la síntesis evolutiva moderna hacia la síntesis evolutiva extendida.

**Palabras clave:** Bateson, evolución, genética, síntesis evolutiva moderna.

RECIBIDO: 27/02/2025; ACEPTADO: 28/06/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Ernesto Vázquez-Chimalhua.** Posdoctorante del Departamento de Bioquímica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

[belengwer@yahoo.com](mailto:belengwer@yahoo.com)

**Tzvetanka D. Dinkova.** Profesora e investigadora del Departamento de Bioquímica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

[cesy@unam.mx](mailto:cesy@unam.mx)

El escenario de Bateson

**W**illiam Bateson (1861-1926) fue un **biólogo inglés** que realizó importantes aportaciones al desarrollo de la genética. En 1905 **acuñó el término «genética»** para referirse al estudio de las variaciones fenotípicas durante la herencia. Desde 1902, Bateson reflexionaba sobre una pregunta: **¿qué habría ocurrido si Charles Robert Darwin (1809-1882) hubiera conocido los experimentos de Gregor Johann Mendel (1822-1884)?** En 1913 afirmó que la trayectoria del evolucionismo habría seguido un rumbo diferente. Mientras que Darwin nunca logró proponer un mecanismo correcto para la herencia de los caracteres, Mendel sí lo hizo. Este hecho hace inevitable preguntarse: si el escenario planteado por Bateson hubiera ocurrido, ¿la ciencia actual estaría más avanzada? ¿La síntesis evolutiva moderna se habría consolidado décadas antes y hoy estaríamos más cerca de la plena consolidación de la síntesis evolutiva extendida?

**Darwin y Mendel nunca se conocieron en persona.** Con frecuencia se piensa que entre ellos no existió ninguna conexión, a pesar de haber sido contemporáneos. Sin embargo, existen evidencias documentadas de **vínculos intelectuales entre**

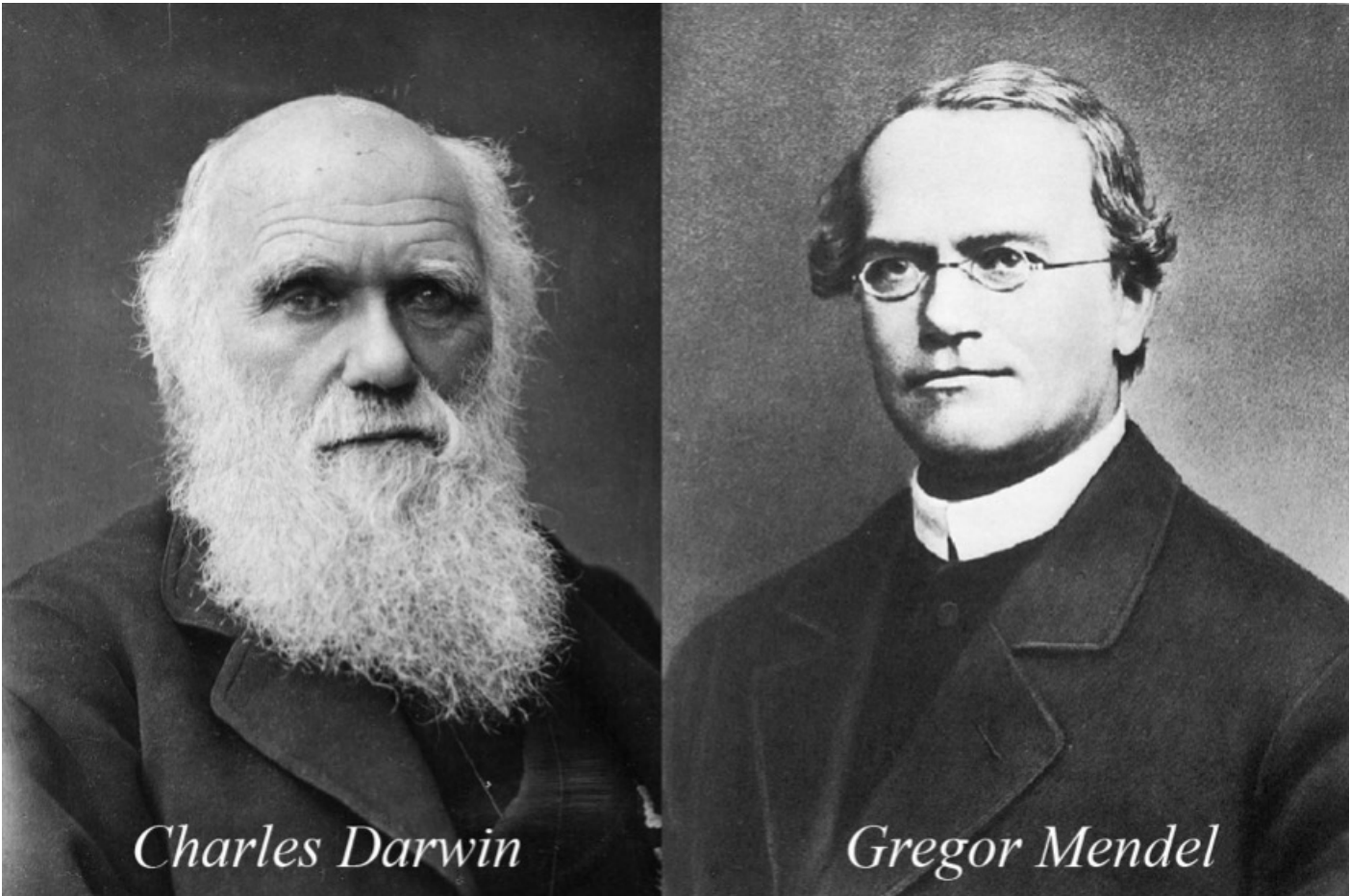
**ambos**, las cuales ayudan a responder la controversia planteada por Bateson.

La influencia de Darwin sobre Mendel

Recordemos que *El origen de las especies por medio de la selección natural* de Darwin fue publicado por primera vez en noviembre de 1859. Por su parte, Mendel planeó sus experimentos de hibridación con *Pisum sativum* (chícharos) entre 1854 y 1855, pero los inició en 1856 y los concluyó en 1863.

**Mendel poseía una copia de *El origen de las especies*** en la que realizaba anotaciones e incluso contaba con la traducción al alemán publicada en 1863. Aunque la obra de Darwin no influyó en el diseño experimental de los estudios de Mendel, **sí tuvo impacto en la interpretación de sus resultados** y en la redacción de su obra más importante: *Experimentos sobre hibridación en plantas*, publicada en 1866.

En este trabajo aparece el **concepto de «condiciones de vida»**, utilizado también por Darwin. Sin embargo, a diferencia del naturalista inglés, **Mendel**, basándose en sus descubrimientos con chícharos, **rechazaba la idea** de que las condiciones de vida, en el contexto de la domesticación, fueran capaces de generar nuevas variaciones he-



Darwin y Mendel. De Wikipedia, collage formado con Adobe Illustrator, 2024.



reditarias en los organismos.

Al respecto, Mendel señalaba que, si los cambios en las condiciones ambientales fueran la única causa de la variabilidad, entonces la estabilidad observada durante siglos en las especies de plantas domesticadas cultivadas bajo condiciones similares se habría visto interrumpida o incluso completamente alterada.

Por otra parte, en su obra, Mendel hace referencia en varias ocasiones a la evolución mediante el **concepto de historia evolutiva de los organismos**. Darwin, en cambio, utilizó explícitamente la palabra «evolución» solo al final de su libro *El origen de las especies*, cuando en su párrafo conclusivo **señala que «infinitas formas más hermosas y maravillosas han sido, y están siendo, evolucionadas»**.

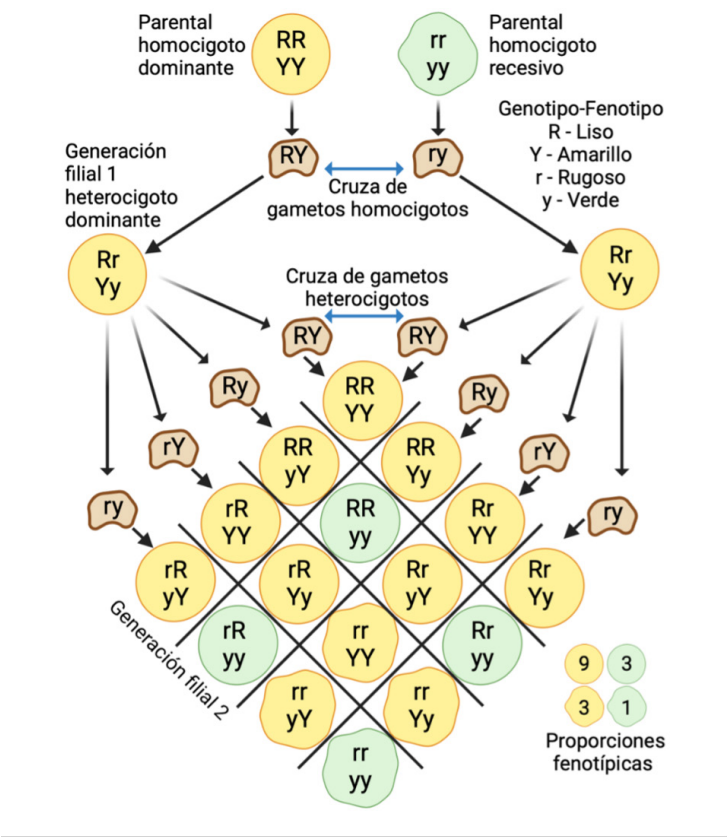
Asimismo, Mendel poseía la versión alemana de *Las variaciones de plantas y animales bajo domesticación* de Darwin, publicada en 1868, y realizó una única mención explícita de Darwin en su artículo de 1870, «Sobre híbridos de *Hieracium* obtenidos por hibridación artificial».

En los trabajos de Mendel puede apreciarse su interés por explicar diversos temas abordados por Darwin, entre ellos la hibridación, la evolución y la influencia de las condiciones ambientales sobre los organismos. **Resulta inconfundible la presencia de ideas darwinianas en las publicaciones de Mendel**. Comprendido lo anterior, surge de manera natural la pregunta inversa: ¿Darwin conoció los trabajos de Mendel?

**El acercamiento de Darwin a los resultados de Mendel**

Durante el siglo XIX, época en la que vivieron Darwin y Mendel, la hibridación de plantas y animales era un tema de gran interés científico. El destacado **botánico alemán Carl Friedrich von Gärtner** publicó en 1849 su obra magna: *Experimentos y observaciones sobre la producción de híbridos en el reino vegetal*. En ella **sostenía que los híbridos de plantas, en su mayoría, no podían producir descendencia fértil y estable**. Darwin leyó y citó a Gärtner, pero rechazó esta idea, ya que consideraba que los híbridos desempeñaban un papel importante en la formación de nuevas especies.

Por el contrario, Mendel quedó profundamente impresionado por los resultados de Gärtner



y adquirió una copia de su obra, sobre la cual realizó numerosas anotaciones. Estos trabajos contribuyeron al diseño de sus propios experimentos. De hecho, **Mendel cita frecuentemente a Gärtner en su publicación de 1866, donde expone sus tres leyes de la herencia**. Dichas ideas se difundieron con rapidez y llegaron a ser discutidas en universidades como las de Upsala y San Petersburgo en 1872 y 1874, respectivamente.

La difusión de la obra de Mendel no representaba un obstáculo para que Darwin pudiera conocer sus teorías y leyes. Por iniciativa propia, **Mendel distribuyó alrededor de 40 ejemplares de su trabajo de 1866** entre colegas europeos. Una de esas copias, actualmente conservada en el Instituto de Botánica de la Universidad de Ámsterdam, fue la que posteriormente leyó Hugo de Vries, uno de los redescubridores de las leyes mendelianas en 1900.

Existen indicios de que **Darwin tuvo conocimiento de la teoría de la herencia propuesta por Mendel**. En su libro *Los efectos del cruzamiento y la autofertilización en el reino vegetal*, publicado en 1876, hace referencia a la obra *Investigaciones para determinar el valor de especies y variedades*, publicada en 1869 por Hermann Hoffmann. En este trabajo, Hoffmann recopiló diversos experimentos, incluidos los de Mendel, por lo que la referencia realizada por Darwin lo acercaba a dicha información.

Asimismo, los patrones fenotípicos descritos por las leyes de Mendel ya habían sido mencionados en trabajos anteriores. Entre ellos destaca el de Maxwell Tylden Masters, a quien Darwin conocía ampliamente. También citó los estudios de Charles Naudin, otro destacado experimentalista especializado en la hibridación de plantas. Incluso ambos, Darwin y Mendel, hacían referencia a Joseph Kölreuter, considerado uno de los pioneros en la investigación de híbridos en plantas.

En consecuencia, Darwin tuvo acceso, por distintas vías, a investigaciones previas sobre la hibridación de plantas y a los resultados de Mendel. Sin embargo, no llegó a reconocer la importancia de estos hallazgos.

Las leyes de la herencia mendeliana, incomprensibles para Darwin

Los objetivos científicos de Darwin y Mendel eran diferentes. El primero estaba interesado en la evolución adaptativa de los organismos frente a las condiciones del medioambiente, mientras que el segundo se enfocaba en comprender los mecanismos de herencia de los caracteres.

Resulta interesante que, entre las páginas de la obra publicada por Darwin en 1868, se encuentren registrados experimentos de cruzamiento realizados con la planta *Antirrhinum*. Tras cruzar líneas puras parentales, una con el carácter recesivo y otra con el dominante para el color de las flores, Darwin observó que en la primera generación filial todas las plantas presentaban el fenotipo dominante. Posteriormente, en la segunda generación filial, registró la famosa proporción mendeliana de 3:1 entre los fenotipos dominante y recesivo en el color de las flores.

Sin embargo, Mendel analizaba sus resultados mediante métodos estadísticos, mientras que Darwin reconocía no sentirse competente en matemáticas. En una carta dirigida a un amigo de la preparatoria, escribió: «la otra es ser plenamente consciente de que mi cabeza no tiene la capacidad suficiente para retener o comprender las matemáticas».

Por ello, es muy probable que Darwin se haya encontrado en algún momento con ideas relacionadas con la teoría mendeliana.

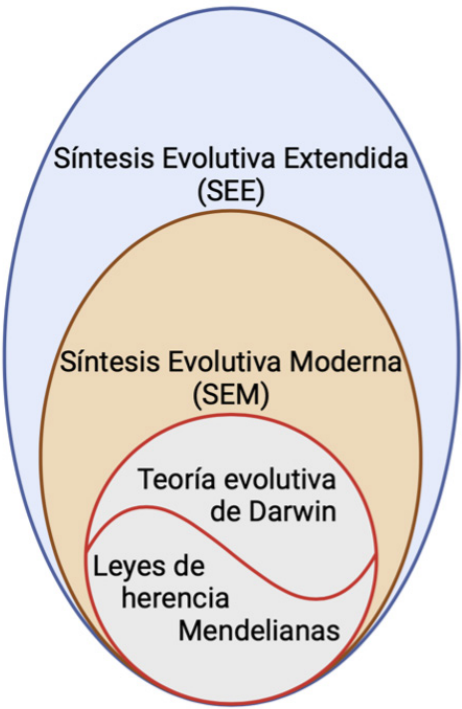
Ambos trabajaron con chícharos, aunque sus explicaciones sobre los mecanismos responsables de la variabilidad hereditaria fueron muy distintas. Mientras Mendel proponía un modelo basado en factores hereditarios, Darwin apostaba por la teoría de la pangénesis.

Es posible que Darwin no comprendiera el alcance de los hallazgos de Mendel y, en consecuencia, no les otorgara relevancia.

La síntesis evolutiva moderna

La teoría evolutiva de Darwin carecía de un modelo adecuado de herencia. De manera errónea, proponía el mecanismo pangenético heredado de los antiguos filósofos griegos. Darwin consideraba que los pangenes o gémulas, procedentes de todas las partes del cuerpo, formaban el semen y que este era modificado por la presión de la selección natural, produciendo cambios en la descendencia. Por su parte, Mendel descubrió un patrón de herencia de los caracteres y reconoció que los gametos son portadores de pares de «factores» que regulan las características de los organismos, donde uno puede ser dominante y el otro recesivo.

El mecanismo de herencia mendeliano complementa la teoría evolutiva de Darwin y la integración de ambas constituye la base teórica de la Síntesis Evolutiva Moderna (SEM), consolidada en



Experimentos mendelianos realizados con semillas de chícharos. Imagen realizada con Biorender.



1950. Además, la SEM unifica diversas disciplinas, entre ellas la genética de poblaciones, las matemáticas, la biología e incluso algunas ciencias sociales. Nuestra concepción moderna de la evolución proviene de la SEM, la cual explica que las variaciones adaptativas de los organismos frente a distintas condiciones ambientales están sustentadas en mutaciones genéticas y en cambios en la frecuencia de los genes a lo largo de las generaciones dentro de las poblaciones.

Sin embargo, para que la SEM pudiera consolidarse, fue necesario el desarrollo previo de la genética como disciplina científica. Era indispensable esclarecer la naturaleza de aquellos factores mendelianos responsables de la herencia y del control de los caracteres observables de los organismos. En 1902, **Walter Sutton y Theodor Boveri propusieron la teoría cromosómica de la herencia**, la cual fue respaldada posteriormente por Thomas Hunt Morgan en 1915, en su obra *Los mecanismos de la herencia mendeliana*. Sus investigaciones permitieron **identificar a los genes como unidades localizadas en los cromosomas** y demostrar el papel de la recombinación cromosómica durante la formación de los gametos.

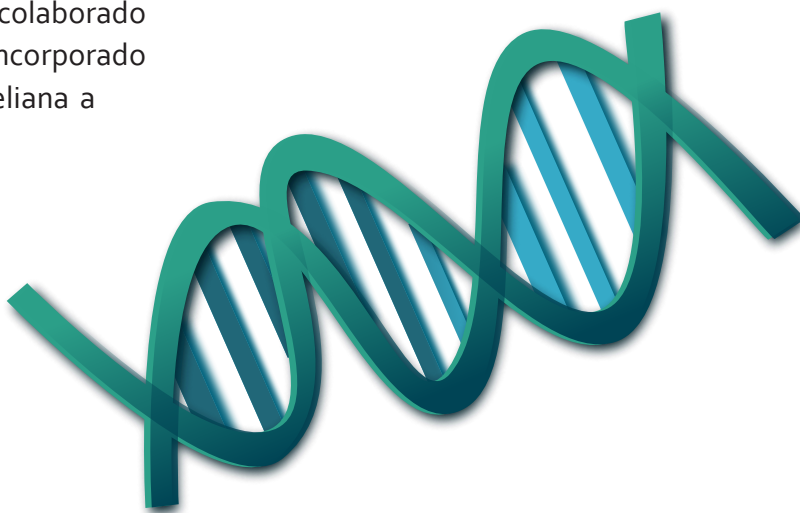
#### De esta discusión pueden extraerse dos conclusiones

**Primera.** Aunque Darwin hubiera colaborado con Mendel, probablemente no habría incorporado los fundamentos de la herencia mendeliana a

su teoría evolutiva, debido, entre otras razones, a que era reacio a las matemáticas. Para Darwin habría sido más útil conocer que aquellos pangenes o factores mendelianos correspondían a genes localizados en los cromosomas de las células gaméticas y que estos seguían patrones de herencia. Quizá lo que habría ocurrido es que los esfuerzos por comprender la naturaleza de los factores mendelianos o genes se habrían intensificado, acelerando su posterior descubrimiento.

**Segunda.** En la actualidad, los avances empíricos y conceptuales en las ciencias biológicas están impulsando una renovación y expansión del marco conceptual de la SEE hacia una Síntesis Evolutiva Extendida (SEE).

La SEE propone modificaciones importantes en conceptos como evolución, herencia y organismo, entre otros. Sin embargo, muchos de estos planteamientos continúan en debate, por lo que la SEE aún se encuentra en un estado de inmadurez epistemológica y ontológica. En consecuencia, otro posible resultado del escenario planteado por Bateson es que actualmente podríamos encontrarnos más avanzados en la consolidación de la SEE.



Berry A. y Browne J. (2022). Mendel and Darwin. *PNAS*, 119(30), e2122144119. <https://www.pnas.org/doi/epub/10.1073/pnas.2122144119>

Galera A. (2000). Los guisantes mágicos de Darwin y Mendel. *Asclepio*, 52(2), 213-222. <https://asclepio.revis->

[tas.csic.es/index.php/asclepio/article/view/212/208](https://asclepio.revis-tas.csic.es/index.php/asclepio/article/view/212/208)

Gutiérrez-Díaz A.A. (2022). ¿Revolucionar o actualizar la síntesis evolutiva moderna? *SciELO Preprints*. <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/3546/6533>

ARTÍCULO

La desmedida producción de documentos públicos y su desventaja

Juan Escobedo-Romero



<https://pixabay.com/es/photos/archivos-papel-oficina-papeleo-1614223/>

Resumen

En las oficinas de las instituciones públicas se producen y reciben documentos que constituyen la evidencia de que un servicio o trámite se está llevando a cabo. Sin embargo, uno de los principales problemas que enfrentan estas dependencias es la producción excesiva de documentos con el fin de demostrar el cumplimiento de actividades y funciones. Esta situación dificulta la consulta, el acceso y el aprovechamiento tanto de los documentos como de la información que contienen.

**Palabras clave:** Documentos, información, oficinas públicas.

RECIBIDO: 11/09/2024; ACEPTADO: 18/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Juan Escobedo-Romero.** Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. SLP, México.  
[juan.escobedo@uaslp.mx](mailto:juan.escobedo@uaslp.mx)



## Los documentos

**A**ctualmente, **producir un documento es una tarea sencilla**. Puede hacerse en casa, en la escuela y, por supuesto, en las oficinas de las instituciones públicas. Sin embargo, esta facilidad para generar documentos ha dado lugar a un problema: la **acumulación excesiva**. En ocasiones, el volumen es tan grande que **resulta difícil disponer de los documentos de manera inmediata** cuando se requieren.

Para explicar este problema, dejemos de lado por ahora lo que ocurre en los hogares y con los documentos personales; ese será un tema para otra ocasión. En esta ocasión, me interesa abordar la **producción documental en las oficinas públicas**, ya que el volumen excesivo de documentos genera, o ha generado, **dificultades para su procesamiento y para la conformación de archivos debidamente organizados y controlados**.

También es importante señalar que esta producción excesiva de documentos es conocida como **«explosión de la información documental»**, entendida como la **acumulación de información plasmada en documentos que se generan a partir de facultades, actividades, servicios, funciones y,**

más recientemente, de obligaciones relacionadas con la **rendición de cuentas**, la **transparencia** y el **acceso a la información**. Estos factores han colocado a los documentos producidos en las oficinas públicas en un nivel de gran relevancia.

Cabe mencionar que, además del problema que representa el gran volumen documental, existe otro relacionado con la **calidad de los documentos**. Desde la perspectiva de las Ciencias de la Información Documental, particularmente de la Archivística y la Gestión Documental, estos **deberían caracterizarse por su claridad, precisión y pertinencia**.

Existen **diversos factores que ayudan a explicar esta problemática**, la cual se manifiesta de manera recurrente en numerosas organizaciones mexicanas, tanto federales como estatales, así como en las universidades públicas.

Una explicación del origen de este problema se encuentra en los **medios utilizados para producir documentos**, principalmente a partir del uso de equipos de cómputo y programas destinados al procesamiento de textos, números e imágenes. Gracias a estos recursos, la creación de documentos se ha vuelto más sencilla y rápida, al igual que la generación de distintas versiones de un mismo do-



<https://pixabay.com/es/illustrations/ai-generado-archivos-archivo-8239428/>



<https://pixabay.com/es/illustrations/ai-generado-carpetas-documentos-8237708/>

cumento. Por ejemplo, obtener una versión impresa resulta muy fácil, pues únicamente se requiere contar con una impresora.

Sin embargo, esta facilidad da lugar a una variante del problema: producir una gran cantidad de documentación también implica **generar dos o más versiones de un mismo documento**. Generalmente, existe una versión digital elaborada mediante herramientas tecnológicas y una versión impresa. La situación se vuelve más compleja cuando se añade una tercera versión que, aunque no corresponde al formato original ni a una impresión física, posee características distintas. Se trata de archivos diseñados para su consulta sin posibilidad de modificación, como los documentos en formato PDF (Portable Document Format o Formato de Documento Portátil), que requieren de un equipo de cómputo tanto para su creación como para su revisión.

Por otra parte, entre las versiones impresas también debe considerarse la **copia simple de un documento**, obtenida mediante fotocopiado. Esta reproducción puede generarse con la misma rapidez, ya que las oficinas suelen contar con equipos

destinados tanto a la impresión como a la reproducción de oficios, cartas, memorándums, comunicados, solicitudes y otros documentos administrativos.

No obstante, esta dinámica corresponde principalmente a los últimos veinte años. Antes de ello se empleaban otros medios de reproducción documental, como el papel carbón, que permitía generar las llamadas copias al carbón. De hecho, este tipo de documentos todavía puede consultarse en algunos archivos históricos de México, tanto por el público en general como por especialistas.

Las **prácticas de los empleados en las oficinas públicas** constituyen otra forma de explicar la sobreproducción documental. En este sentido, **conservar copias de documentos «por si acaso se llegan a necesitar»** es una de las justificaciones más frecuentes para mantener duplicados y generar carpetas o archivos alternos a los oficiales. Asimismo, entre muchos servidores públicos existe el temor de eliminar documentos, lo que propicia su reproducción bajo la idea de que «podrían necesitarse en el futuro». Esta situación comienza a controlarse mediante la **baja documental**, un



proceso de la Gestión Documental y la Archivística regulado por la legislación mexicana en materia de archivos públicos. A ello se suma la práctica de **enviar copias a múltiples departamentos «para que todos estén enterados»** de las actividades que se realizan en determinada área de la institución.

La propia **estructura de las instituciones** es otro factor que ayuda a explicar este problema. En ellas existen numerosas **áreas y funcionarios que elaboran y distribuyen copias de documentos**, incluso cuando algunos de los asuntos tratados no corresponden a las atribuciones de las unidades receptoras. No solo influye el número de áreas o de servidores públicos, sino también el conocimiento limitado que, en ocasiones, se tiene sobre las funciones y responsabilidades de cada espacio de trabajo.

Por ello, una parte importante de **la documentación institucional se produce de manera desordenada** y, en consecuencia, da lugar a fondos documentales con problemas de organización, sin considerar además la calidad de los documentos generados. Esta forma de operar **favorece el incremento del volumen documental y del desorden administrativo**, derivado de la existencia de

trámites duplicados, estructuras organizativas mal diseñadas y actividades o funciones poco justificadas.

En este contexto, la generación excesiva de documentos y los problemas relacionados con su calidad también **pueden asociarse con factores como la ineficacia administrativa, la rotación constante de personal, la ocupación temporal o política de determinados cargos y la falta de capacitación** de algunos servidores públicos para desempeñar adecuadamente sus funciones. Todo ello genera dificultades para las instituciones públicas en distintos ámbitos.

Este tema permite reflexionar sobre **dos extremos igualmente problemáticos**. Por un lado, se encuentra la **falta de documentación de los actos y decisiones públicas**, lo cual resulta inadecuado. Por otro lado, está la **sobreproducción documental**, ya que generar una cantidad excesiva de documentos incrementa innecesariamente el volumen de información, lo que representa un problema tanto para las oficinas como para los archivos públicos.

El problema es real y se presenta en numerosas instituciones públicas de diversa naturaleza, desde escuelas de nivel primaria y secundaria, uni-



<https://pixabay.com/es/photos/archivos-rda-archivo-1633406/>

versidades y hospitales, hasta ayuntamientos, secretarías de gobierno, sindicatos, entre otras organizaciones. La **solución a esta problemática** puede surgir desde distintos ámbitos. Por ejemplo, mediante la **capacitación continua y la profesionalización de los servidores públicos**, así como desde el campo de las Ciencias de la Información Documental, a través de la **incorporación de especialistas capaces de implementar procesos uniformes** para la gestión y el control de la documentación.

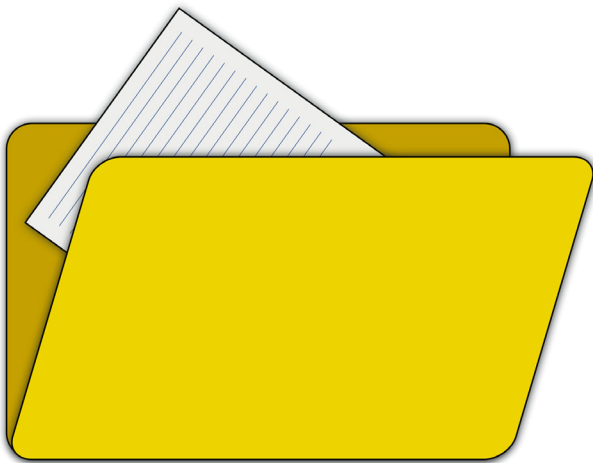
Entre estos procesos se encuentran la **creación de instrumentos que regulen la producción documental**, el **diseño de flujos documentales** y la implementación de **sistemas institucionales de archivos** que permitan el tránsito ordenado de los documentos dentro de las instituciones públicas. Asimismo, resulta indispensable contar con **manuales de procedimientos para la elaboración de documentos**, alineados con la estructura organizacional, las funciones institucionales y los tiempos o periodos propios de cada organismo, de acuerdo con sus objetivos.

De igual manera, es fundamental **diseñar y aprobar planes de gestión documental** que contemplen tanto el control de los documentos producidos internamente como de aquellos que se reciben. Estos documentos deben cumplir criterios de calidad, claridad y precisión. Por ejemplo, debe identificarse claramente a quién se dirige un documento; de lo contrario, el trámite correspondiente

podría retrasarse o no avanzar conforme a lo previsto, acumulándose junto con otros documentos pendientes de atención.

Finalmente, es necesario señalar que atender esta problemática constituye una responsabilidad inherente a toda persona que desempeñe funciones en el servicio público. Actualmente, el marco jurídico mexicano en materia de documentos y archivos facilita el cumplimiento de estas obligaciones. Un ejemplo de ello es la **Ley General de Archivos**, la cual **establece una metodología para el control documental y orienta las acciones de las instituciones para identificar en qué momento, quiénes y qué tipo de documentos deben producirse**. Además, proporciona herramientas para limitar y eliminar prácticas que fomentan la generación de documentación innecesaria.

En cuanto a la **profesionalización de las actividades relacionadas con la gestión documental** y la información, una alternativa es la formación académica especializada. En este sentido, la **Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí** ofrece actualmente programas de **licenciatura y posgrado** en modalidad a distancia, dirigidos a personas interesadas en el estudio y la gestión de diversos tipos de documentos.



Barnard A., Delgado A. y Voutssás J. (2014). Los Archivos Digitales. Una visión integradora. *Archivo Histórico BUAP*. [https://ibi.unam.mx/voutssasmt/documentos/archivos\\_digitales\\_3\\_corto.pdf](https://ibi.unam.mx/voutssasmt/documentos/archivos_digitales_3_corto.pdf)

Buelot-Álvarez C. (2016). BIG DATA: ¿Explosión de información? *Marketing Link*. <https://marketinglink.up.edu.pe/big-data-explosion-de-informacion/>

Ramírez-Deleón J.A. (2019). *Gestión de documentos y administración de archivos. Manual del participante*. Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI). [https://inicio.inai.org.mx/CalendarioCapacitacion/INAI%20GESTION%20DE%20DOCTOS\\_R04\\_MAY\\_DEF.pdf](https://inicio.inai.org.mx/CalendarioCapacitacion/INAI%20GESTION%20DE%20DOCTOS_R04_MAY_DEF.pdf)



## ARTÍCULO

## ¿Qué comemos? La bioética detrás de nuestros alimentos

Berenice Yahuaca-Juárez y Yuliza Guadalupe Morales-Herrejón

<https://pixabay.com/es/photos/vaca-srilanka-animal-2679446/>

## Resumen

En la alimentación, la bioética permite reflexionar sobre las decisiones que tomamos al producir, distribuir y consumir alimentos. Resulta fundamental explorar temas como la sostenibilidad alimentaria, el impacto de la ganadería intensiva, el desperdicio de alimentos y los organismos genéticamente modificados (OGM). En este sentido, analizaremos los retos éticos relacionados con el bienestar animal, la justicia alimentaria y el futuro de la producción de alimentos. En un mundo donde las decisiones alimentarias tienen implicaciones globales, la bioética nos invita a replantear cómo deberíamos alimentarnos de una manera más consciente y responsable.

**Palabras clave:** Consumo responsable, justicia social, producción alimentaria.

RECIBIDO: 22/10/2024; ACEPTADO: 19/03/2024;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Berenice Yahuaca-Juárez.** Profesora e investigadora, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[berenice.yahuaca@umich.mx](mailto:berenice.yahuaca@umich.mx)

**Yuliza Guadalupe Morales-Herrejón.** Egresada del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[1207834h@umich.mx](mailto:1207834h@umich.mx)



Lo que comemos va más allá de satisfacer el hambre o disfrutar un antojo; nuestras decisiones alimentarias impactan el medioambiente, el bienestar animal, la justicia social y a las generaciones futuras. La **bioética invita a reflexionar sobre las decisiones que tomamos al producir, distribuir y consumir alimentos**. En este sentido, exploremos algunos de los dilemas éticos relacionados con la alimentación y cómo la ciencia, la tecnología y la responsabilidad social están transformando el futuro de lo que comemos.

En el acto de alimentarse, la **bioética aborda temas relacionados con la salud y la seguridad alimentaria**, analizando los principios éticos que guían nuestras decisiones sobre lo que comemos. La alimentación satisface una necesidad básica, pero también **debe considerar cómo nuestras elecciones influyen en el bienestar de otras especies, en el medioambiente y en las generaciones futuras**. Desde esta perspectiva, la bioética cuestiona prácticas relacionadas con la explotación animal, el impacto ambiental de los sistemas productivos y el uso de organismos genéticamente modificados (OGM). Asimismo, **promueve el debate sobre la justicia en la distribución de los alimentos, la**

**equidad en el acceso a una alimentación adecuada y el respeto al bienestar animal.**

El derecho de las personas a una alimentación segura y nutritiva es fundamental, ya que garantiza el acceso a alimentos de calidad. A través de la bioética, se busca alcanzar un **equilibrio entre los avances tecnológicos en la producción de alimentos y la sostenibilidad a largo plazo**, promoviendo prácticas que reduzcan el daño a los seres vivos y a su entorno. Además, contempla la **responsabilidad social** como un elemento clave para encontrar soluciones que permitan una alimentación más justa y ética, en la que el respeto por la vida forme parte de las decisiones que tomamos como consumidores.

**La sostenibilidad alimentaria: Un desafío ético**

La **sostenibilidad alimentaria** hace referencia a la **capacidad de producir alimentos que satisfagan las necesidades de la población sin agotar los recursos naturales ni comprometer el bienestar de las generaciones futuras**. El desafío radica en producir suficientes alimentos para una población en crecimiento sin deteriorar los ecosistemas. La agricultura y la ganadería intensivas incrementan la producción de alimentos a corto



<https://pixabay.com/es/photos/ensalada-nuevo-org%C3%A1nico-comida-374173/>





Imagen creada por IA. Gemini.google.com

plazo, pero pueden poner en riesgo la sostenibilidad a largo plazo, ya que requieren grandes cantidades de tierra, agua y energía, lo que contribuye a la degradación de los suelos, la deforestación y el agotamiento de los recursos hídricos. Asimismo, el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas genera contaminación que afecta tanto a los ecosistemas como a la salud humana. En el caso de la ganadería intensiva, las emisiones de metano constituyen una de las principales causas del cambio climático.

El cambio climático, la pérdida de biodiversidad y el uso insostenible de los recursos naturales representan importantes dilemas éticos, pues enfrentan las necesidades actuales con el derecho de las futuras generaciones a vivir en un planeta saludable. **Continuar con prácticas agrícolas insostenibles afecta la capacidad del planeta para mantener ecosistemas vitales.** Además, la pérdida de biodiversidad disminuye la resiliencia de los sistemas alimentarios frente a plagas, enfermedades y cambios climáticos.

Ante este panorama, surge un dilema ético fundamental: **¿Es aceptable sacrificar el bienestar ambiental y la seguridad alimentaria futura en favor de beneficios económicos y productivos inmediatos?** Desde una perspectiva ética, estamos obligados a reflexionar sobre si nuestras prácticas alimentarias son justas y sostenibles, tanto para los seres vivos como para las generaciones futuras.

**¿Cuál es el dilema de los alimentos de origen animal?**

Las dietas que incluyen carne, lácteos y huevo

proporcionan nutrientes fundamentales y han formado parte de diversas culturas y tradiciones culinarias. Sin embargo, al comprender **el sufrimiento que experimentan los animales destinados al consumo humano** en sistemas de producción intensiva, así como el impacto ambiental asociado a estas prácticas, surgen importantes **dilemas éticos**. La crianza intensiva de animales implica condiciones de confinamiento y sufrimiento para estos seres, además de contribuir a problemas como la deforestación, la contaminación del agua por desechos animales y la emisión de gases de efecto invernadero.

Esto plantea un conflicto entre nuestras preferencias alimentarias, los derechos y el bienestar de los animales destinados al consumo humano, y nuestra responsabilidad hacia el medioambiente. En este contexto, vale la pena reflexionar: **¿Es aceptable que, para satisfacer nuestro gusto por determinados alimentos, contribuyamos al sufrimiento de animales no humanos que poseen la capacidad de sentir dolor y experimentar emociones?** Además, dado que la ganadería intensiva genera importantes impactos ambientales, debemos cuestionarnos si nuestras elecciones alimentarias son compatibles con un futuro sostenible.

A raíz de estos dilemas han surgido **formas de alimentación consideradas más sostenibles y éticas, como el vegetarianismo, el veganismo y el flexitarianismo**, que consiste en reducir el consumo de alimentos de origen animal. Esta última propuesta busca un equilibrio entre las preferencias alimentarias y la conciencia de los impactos éticos

y ambientales asociados a la producción de estos alimentos. Al adoptar alguna de estas alternativas, **es posible reducir la huella ecológica individual** y contribuir a disminuir el sufrimiento animal.

Sin embargo, los dilemas éticos persisten: ¿Es suficiente modificar nuestra dieta o deberíamos transformarla por completo? **¿Qué papel desempeñarán, en el futuro de una alimentación más ética, alternativas como la carne cultivada in vitro?** Estas preguntas desafían nuestra relación con los alimentos de origen animal y nos obligan a reflexionar sobre nuestras costumbres alimentarias en un contexto de mayor responsabilidad hacia los animales y el planeta.

Asimismo, surge el debate sobre los **OGM**, que **ofrecen posibles soluciones a diversos problemas relacionados con la producción de alimentos**, pero que también plantean cuestiones éticas que merecen ser analizadas.

**Alimentos transgénicos: ¿Un avance o un riesgo?**

Los **OGM**, también conocidos como transgénicos, son organismos cuyo ADN ha sido modificado con el objetivo de **mejorar su resistencia a plagas, aumentar su tolerancia a condiciones adversas o incrementar su valor nutricional**. Los OGM no se

limitan únicamente a las plantas; también existen investigaciones con animales orientadas a mejorar su rendimiento o su resistencia a enfermedades.

Aunque estos avances prometen importantes beneficios, también plantean preocupaciones éticas y riesgos potenciales. Existe **incertidumbre acerca de los efectos a largo plazo del consumo de alimentos transgénicos**. Si bien la mayoría de los estudios científicos concluyen que los OGM son seguros para el consumo humano, algunos señalan la necesidad de contar con investigaciones de largo plazo que permitan evaluar posibles consecuencias para la salud.

Además, existe el **riesgo de que los OGM afecten la biodiversidad**. Si los cultivos transgénicos se cruzan con plantas silvestres, podrían desplazar especies nativas y reducir la diversidad genética de los ecosistemas. Por otra parte, el uso de OGM plantea cuestiones relacionadas con el **control tecnológico**, ya que las organizaciones que poseen patentes sobre semillas transgénicas pueden **limitar el acceso de los agricultores a estos recursos**. Esto puede generar dependencia de la compra de semillas en cada ciclo productivo, en lugar de permitir el uso de semillas provenientes de sus propias cosechas, afectando la soberanía alimentaria y au-



<https://pixabay.com/es/photos/esp%C3%A1rragos-filete-filete-de-ternera-2169305/>





Imagen creada por IA. Gemini.google.com

mentando la desigualdad en el acceso a los recursos agrícolas.

El dilema ético en torno a los OGM **surge porque**, aunque ofrecen soluciones para mejorar la producción de alimentos y enfrentar desafíos como el hambre y el cambio climático, también implican riesgos potenciales y **pueden generar nuevas desigualdades**. La falta de certeza sobre las consecuencias a largo plazo de los OGM en la salud humana y el medioambiente plantea interrogantes sobre si es ético continuar modificando organismos sin contar con garantías plenas acerca de sus efectos futuros.

#### El desperdicio alimentario: Un reto ético

En **México**, anualmente se **desperdician alrededor de 20.4 millones de toneladas de alimentos**, mientras que 28 millones de personas viven en condiciones de inseguridad alimentaria. El desperdicio de alimentos **representa un importante dilema ético**: mientras una parte de la población desecha comida, millones de mexicanos carecen de acceso suficiente a ella. Este problema no solo implica la pérdida de alimentos, sino también el desperdicio de recursos como agua, tierra y energía, además del esfuerzo realizado por los productores. Reflexionar sobre esta situación es fundamental para reducir la desigualdad y promover una mayor justicia alimentaria.

Las decisiones que tomamos como consumidores también desempeñan un papel importante. Con frecuencia, **elegimos los alimentos por su apariencia** y descartamos aquellos que no cumplen determinados estándares estéticos, aun cuando siguen siendo perfectamente comestibles. Esto contribuye a una cultura del desperdicio en la que **el valor de los alimentos parece depender más de su atractivo visual que de su valor nutricional** o de su potencial para combatir el hambre. Como consecuencia, se favorecen la sobreproducción y el desecho innecesario de alimentos, lo que agrava tanto el impacto ambiental como la falta de equidad en el acceso a ellos.

Reducir el desperdicio alimentario implica tomar conciencia de nuestras decisiones de compra y apoyar políticas y programas que promuevan el rescate y la redistribución de alimentos hacia quienes más los necesitan. Este desafío nos conduce a una cuestión aún más profunda: la justicia alimentaria. **¿Estamos siendo equitativos en la forma en que distribuimos los recursos alimentarios y en quiénes tienen acceso a ellos?** La bioética nos impulsa a reflexionar no solo sobre cómo nos alimentamos, sino también sobre cómo podemos garantizar que todas las personas tengan acceso a una alimentación adecuada, suficiente y justa.

**Justicia alimentaria: El derecho a una alimentación digna**

La **justicia alimentaria** implica **que todas las personas**, sin importar su clase social, género o etnia, **tengan acceso a alimentos saludables y adecuados**. En México, este tema es especialmente relevante debido a la desigualdad en el acceso a una buena nutrición. Las comunidades vulnerables, como los pueblos indígenas, las zonas rurales y las áreas urbanas marginadas, enfrentan mayores dificultades para acceder a alimentos frescos y nutritivos, en contraste con las áreas urbanas más desarrolladas, donde las opciones y la facilidad de acceso son mayores.

Gran parte de **la población de escasos recursos depende de dietas altas en carbohidratos y alimentos ultraprocesados**, lo que incrementa el riesgo de obesidad y diabetes. Al mismo tiempo, los alimentos nutritivos y frescos, así como los productos de la agricultura tradicional, son cada vez más inaccesibles o costosos.

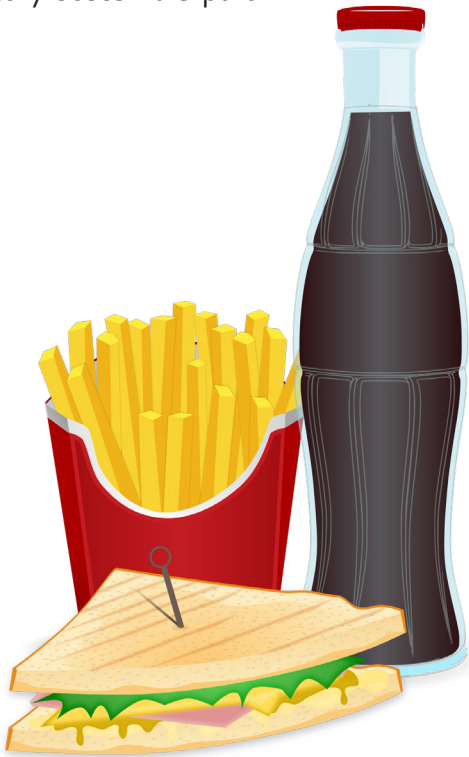
El reto de la justicia alimentaria requiere **cambios en las políticas públicas y un esfuerzo conjunto entre gobierno, empresas y sociedad** para fortalecer la producción local y los mercados comunitarios, así como para implementar programas que mejoren la distribución de alimentos. Asimismo, es fundamental considerar nuestro papel en esta responsabilidad social y buscar soluciones

que aseguren una distribución equitativa de los recursos alimentarios.

**En conclusión**

La bioética invita a cuestionar las decisiones que tomamos al elegir qué comemos. Nos impulsa a reflexionar sobre el impacto social, ambiental y generacional de nuestros hábitos alimentarios. Los dilemas éticos relacionados con la sostenibilidad, el consumo de productos de origen animal, los organismos genéticamente modificados y el desperdicio alimentario muestran la **urgencia de adoptar prácticas más responsables y conscientes**.

En México, la **justicia alimentaria** representa un **desafío que afecta especialmente a las comunidades vulnerables** y resalta la importancia de promover un enfoque más equitativo. Al final, la alimentación no es solo una elección personal, sino también una responsabilidad compartida y un compromiso con un futuro más ético, justo y sostenible para todos.



Álvarez-Gordillo G.D.C., Arellano-Gálvez M.D.C., Anduro-Corona I., Ortega-Vélez M.I. (Coordinadores). (2021). *Alimentación y daños a la salud en México: abordajes desde la interdisciplina* (p. 219) [Book; Print]. El Colegio de la Frontera Sur. [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2696/1/60763\\_Documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2696/1/60763_Documento.pdf)

Cely E., Elena G. (2008). Bienestar animal: Hacia un nuevo paradigma bioético. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 3(1), 53-60. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428099007>

Soares P., Almendra-Pegueros R., Benítez-Brito N., Fernández-Villa T., Lozano-Lorca M., Valera-Gran D. y Navarrete-Muñoz E.M. (2020). Sistemas alimentarios sostenibles para una alimentación saludable. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(2), 87-89. <https://doi.org/10.14306/renhyd.24.2.1058>

Spendeler L. (2005). Organismos modificados genéticamente: una amenaza para la seguridad alimentaria. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 271-282. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428099007>



# ARTÍCULO

## Construir con tierra hoy en día. De la tradición a la modernidad

Adrià Sánchez-Calvillo



### Resumen

La construcción con tierra es una práctica milenaria que, lamentablemente, ha caído en desuso durante las últimas décadas. Sin embargo, hoy es más relevante que nunca debido a su sostenibilidad y a su capacidad para integrarse en los modelos de economía circular. Además de ofrecer soluciones innovadoras y respetuosas con el medioambiente, este sistema constructivo destaca por sus excelentes propiedades térmicas y acústicas, su durabilidad y su bajo impacto ambiental. Gracias a la combinación de los conocimientos tradicionales y los avances tecnológicos, actualmente es posible desarrollar edificaciones y ciudades sostenibles, resilientes y preparadas para afrontar los desafíos del futuro.

**Palabras clave:** Arquitectura vernácula, economía circular, patrimonio, sostenibilidad.

**Adrià Sánchez-Calvillo.** Investigador posdoctoral SECIHTI, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.

[adria.sanchez@umich.mx](mailto:adria.sanchez@umich.mx)

RECIBIDO: 14/02/2025; ACEPTADO: 28/06/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

Si te dijeran que una casa puede construirse con tierra, ¿qué sería lo primero que imaginarías: un edificio moderno o una construcción antigua y frágil? Aunque a muchos les sorprenda, la **arquitectura con tierra** no solo constituye una tradición ancestral, sino que también representa una **alternativa sostenible y eficiente para la construcción contemporánea**.

**La arquitectura tradicional de tierra**

Generalmente, asociamos la arquitectura o construcción con tierra a estructuras históricas, e incluso arqueológicas, o a viviendas ubicadas en zonas rurales. Existen numerosos ejemplos de gran reconocimiento a nivel mundial: desde la Gran Muralla China, que en muchas de sus secciones fue construida mediante técnicas basadas en tierra; la Alhambra de Granada, en España, un majestuoso complejo palaciego considerado una joya arquitectónica de la cultura islámica; hasta la ciudad de Shibam, en Yemen, conocida como la «Manhattan del desierto» por sus característicos rascacielos de

tierra.

En el continente americano también encontramos ejemplos notables, como la ciudad de Chan Chan, en Perú, uno de los complejos arquitectónicos de adobe más extensos del mundo. En México destaca Teotihuacán, donde la tierra se utilizó tanto en la construcción de viviendas como en la edificación de sus emblemáticas pirámides.

A pesar de contar con monumentos tan representativos y reconocidos, muchos de ellos declarados Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO, la realidad es que **la mayor parte de la arquitectura de tierra forma parte de la arquitectura vernácula** y de la vivienda popular de numerosos pueblos en todo el mundo. Estas construcciones **suelen carecer de visibilidad** y, en muchos casos, permanecen desprotegidas tanto por las autoridades como por la propia población, **al ser consideradas rudimentarias**, propias de sectores con escasos recursos o estructuralmente inseguras.

Sin embargo, su valor es incalculable. Estas edificaciones **reflejan las tradiciones, los cono-**



Viviendas tradicionales en Chaouen, Marruecos. Imagen propia.





Muro de tapia en vivienda en la ciudad de Cartago, Colombia. Imagen propia.

**cimientos ancestrales y la identidad cultural de los pueblos** que las construyeron. Además, constituyen un ejemplo de cómo es posible habitar el territorio de manera sensible y armónica con el entorno natural y las particularidades geográficas de cada región.

Si estudiamos la arquitectura vernácula o popular, encontramos una gran variedad de técnicas y sistemas constructivos desarrollados para adaptarse a las condiciones locales de cada región. En México, por ejemplo, destaca el uso de **bloques de adobe**, una de las técnicas constructivas con tierra más extendidas en el país. Los bloques de adobe **se elaboran a partir de una mezcla de tierra y agua** a la que, en muchos casos, **se añaden materiales como paja o estiércol**. Estos componentes, conocidos como estabilizantes, mejoran diversas propiedades del material, entre ellas su resistencia y durabilidad.

La mezcla **se coloca en moldes**, generalmente de madera, **y se deja secar al sol**, sin necesidad de someterla a procesos de cocción. Esto permite reducir el consumo energético y evitar la emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo así a la protección del medioambiente.

Sin embargo, el adobe es solo una de las

numerosas formas tradicionales de construir con tierra que existen en el mundo. Otro ejemplo es **la tapia**, una técnica de construcción de muros que, a diferencia del adobe, **se basa en la compactación de material húmedo mediante la aplicación de presión**. Esta puede realizarse con una herramienta denominada «pisón», con los propios pies o mediante cualquier otro mecanismo que permita «apelmazar» la mezcla de tierra.

Gracias a este proceso **se obtienen estructuras sólidas y duraderas**, con una notable capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. Por ello, es posible encontrar construcciones de tapia en prácticamente todos los continentes habitados.

Otro sistema ampliamente reconocido es el **bajareque o quinchá**, conocido en Michoacán como otate. Esta técnica **combina entramados de madera y caña con rellenos o recubrimientos de tierra**, logrando una integración eficiente entre materiales con propiedades complementarias. Mientras la madera y las varas proporcionan una estructura ligera y flexible, la tierra actúa como un recubrimiento natural que mejora el confort térmico y contribuye a proteger la vivienda frente a agentes atmosféricos como la lluvia y el viento.

Por último, encontramos **el cob**, también denominado pared de mano, una de las técnicas constructivas con tierra más antiguas de las que se tiene registro, con evidencias arqueológicas que se remontan al Neolítico. Este sistema resulta especialmente interesante porque **emplea mezclas similares a las del adobe, pero prescinde del uso de moldes**. En su lugar, **la tierra se modela en forma de «bolas»** que se colocan, apilan y compactan directamente en la obra. Este proceso permite construir muros de manera orgánica, dando lugar a todo tipo de formas y diseños.

**Construir con tierra hoy en día**

Pero la pregunta que muchas personas se estarán haciendo es: **¿realmente es posible construir con tierra en la actualidad? La respuesta es sí**. De hecho, gracias a los avances tecnológicos, hoy existen diversos desarrollos que pueden incorporarse con facilidad al sector de la construcción contemporánea.

Un ejemplo destacado es el **bloque de tierra comprimida**, mejor conocido por sus siglas BTC. Estos bloques se fabrican a partir de una **mezcla de tierra, agua y estabilizantes que se compacta a alta presión** mediante una prensa mecánica. Esta tecnología fue desarrollada en la década de 1950 en la Universidad Nacional de Colombia, junto con la maquinaria necesaria para su producción, la prensa CINVA-RAM. Esto representó una evolución signifi-

cativa de los sistemas tradicionales, ya que permite obtener piezas estandarizadas y optimizar diversas propiedades del material.

El BTC no es el único sistema desarrollado en tiempos recientes. También existen alternativas como el **superadobe**, la tierra vertida y la tierra aligerada, conocida en algunos contextos como **pajarcilla**, entre muchas otras. Sin embargo, es importante comprender que gran parte de **las técnicas tradicionales continúan siendo plenamente vigentes y pueden combinarse con las tecnologías actuales** y con las numerosas herramientas disponibles en la actualidad.

El interés por estos materiales de construcción de bajo impacto ambiental sigue creciendo. **Universidades y empresas del sector destinan cada vez más recursos al estudio y perfeccionamiento de estas técnicas**, mientras que las escuelas y facultades de arquitectura e ingeniería incorporan progresivamente estos conocimientos en la formación de estudiantes y futuros profesionales.

Pero, **¿por qué deberíamos construir con tierra en la actualidad?** La respuesta se encuentra en un concepto clave para nuestro tiempo: la **economía circular**. Este modelo de producción y consumo busca **aprovechar al máximo los recursos disponibles, reduciendo la generación de residuos** mediante estrategias como la reutilización, la reparación y el reciclaje. Su objetivo es mantener los materiales y productos en uso durante el mayor tiempo posible, minimizando el desperdicio y favoreciendo un aprovechamiento más eficiente de los recursos.

En este contexto, la tierra destaca como un material especialmente adecuado para el sector de la construcción. Los materiales elaborados a partir de ella **pueden reutilizarse, reciclarse y reintegrarse al entorno sin generar residuos contaminantes**. Por ejemplo, un muro de adobe o de tapia que haya llegado al final de su vida útil puede mezclarse nuevamente con agua y emplearse como materia prima para nuevas construcciones, con un impacto ambiental mínimo. Por ello, puede afirmarse que **la construcción con tierra constituye un sistema genuinamente circular**, alinea-



Construcción comunitaria con cob. Imagen propia.





Vivienda moderna de tapia en Girona, España. Imagen propia

do con los principios de sostenibilidad y gestión responsable de los recursos.

Además de su circularidad, la tierra posee numerosas cualidades que la convierten en un excelente material de construcción. Destacan sus **propiedades térmicas y su capacidad para regular la humedad** interior de los espacios, así como su contribución al confort acústico. A ello se suman otras ventajas, como su **accesibilidad, facilidad de manipulación, ausencia de toxicidad y carácter biodegradable**.

En definitiva, construir con tierra es una alternativa viable y eficiente que merece una mayor atención en la arquitectura contemporánea por su contribución a la sostenibilidad y a la economía circular. Estos sistemas constructivos combinan el conocimiento tradicional con la innovación tecnológica, permitiendo desarrollar edificaciones de alto desempeño con una huella ambiental significativamente menor. Así, construir con tierra no solo implica **recuperar saberes ancestrales**, sino también apostar por soluciones capaces de **responder a los desafíos ambientales del presente y del futuro**; es saber que estamos actuando responsablemente con nuestro planeta.



Bestraten S., Hormías E. y Altemir A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de la Construcción*, 63(523), 5-20. <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1248/1333>

Guerrero-Baca L. F. (2014). Potencial ecológico de la edificación con adobe. *Gremium*, 1(1), 23-35. [https://gremium.](https://gremium.editorialrestauro.org.mx/index.php/gremium/article/view/2/1)

[editorialrestauro.org.mx/index.php/gremium/article/view/2/1](https://gremium.editorialrestauro.org.mx/index.php/gremium/article/view/2/1)

Sánchez-Calvillo A., Rincón L., Hamard E. y Faria P. (2024). Bibliometric Analysis on Earthen Building: Approaches from the Scientific Literature and Future Trends. *Buildings*, 14(12), 3870. <https://doi.org/10.3390/buildings14123870>



# ARTÍCULO

## El cine en nuestro cerebro. Entre neuronas y emociones

Sara Guadalupe Véjar-Hernández y Karla Gabriela Domínguez-González



Imagen creada por IA. Gemini.google.com

### Resumen

En este artículo exploramos cómo las películas influyen en nuestras emociones, nuestro juicio, nuestras opiniones e incluso en las decisiones que tomamos en la vida cotidiana. Para ello, se presentan diversos estudios en el campo de las neurociencias que, en combinación con investigaciones sobre el cine y el uso de técnicas de neuroimagen, han aportado hallazgos relevantes acerca de la forma en que nuestro cerebro procesa las experiencias audiovisuales. Asimismo, analizaremos el impacto emocional y psicológico que tienen las películas, así como su capacidad para moldear la percepción de la realidad. Finalmente, abordaremos cómo este conocimiento es aprovechado por la mercadotecnia y la publicidad, con el fin de influir en el comportamiento de las personas y favorecer determinados objetivos económicos.

**Palabras clave:** Cine, mercadotecnia, neuromarketing.

RECIBIDO: 25/07/2024; ACEPTADO: 20/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Sara Guadalupe Véjar-Hernández.** Estudiante de Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[2028377b@umich.mx](mailto:2028377b@umich.mx)

**Karla Gabriela Domínguez-González.** Académica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[karla.dominguez@umich.mx](mailto:karla.dominguez@umich.mx)



**L**as películas, las series, los audiolibros, las novelas y, en general, cualquier manifestación audiovisual o narrativa —ya sea una secuencia de imágenes, una fotografía, una pintura o una producción en 2D o 3D— **evocan reacciones en nosotros**. No hay forma de eludir el efecto que estas expresiones artísticas ejercen sobre nuestros sentidos, nuestro cerebro y nuestras emociones.

La mayoría de las veces tampoco intentamos hacerlo, pues la experiencia de ser espectadores suele ser voluntaria y deseada. El **cine**, en particular, constituye un **espacio de experiencias sensoriales** cuidadosamente construidas y de aceptación consciente. Nos reunimos con un grupo de desconocidos o permanecemos en la comodidad de nuestro hogar, frente a una pantalla destinada al entretenimiento: diversión o tristeza. Aceptamos entonces aquello que está por venir, sea lo que sea, esperando no solo escapar del aburrimiento o compartir un momento con quienes van en grupo a una sala de cine, sino también **establecer un vínculo invisible con la historia que se desarrolla ante nuestros ojos**.

Miramos la pantalla con la esperanza de encontrarnos en ella. Buscamos aquello que hemos vivido, lo que nunca hemos experimentado y aquello que quizá podríamos llegar a vivir. Nos observamos

en los personajes, nos cuestionamos, nos juzgamos y nos amamos. De una u otra forma, se trata de una experiencia profundamente personal.

Indudablemente, el cine es una experiencia inmersiva en términos sensoriales. Como toda manifestación artística, **ejerce una influencia sobre nuestro organismo, nuestras emociones, nuestra memoria e incluso nuestras opiniones**. Su impacto es tan significativo que con frecuencia **se utiliza como herramienta pedagógica y terapéutica**. Más allá del entretenimiento, el cine se ha consolidado como una forma de arte, un medio de expresión y una poderosa herramienta de comunicación.

Cabe entonces preguntarse: **¿qué hace tan atractivo al cine?, ¿por qué las películas logran mantener nuestra atención durante horas?, ¿qué ocurre en nuestro cerebro mientras observamos una historia en la pantalla?** En las últimas décadas, estas preguntas han despertado el interés de numerosos investigadores y se han convertido en objeto de estudio dentro de un campo fascinante: la neurociencia.

#### La ciencia detrás de la imagen

La **neurociencia** es un **campo de estudio interdisciplinario que integra conocimientos de diversas áreas**, como la neurología, la psiquiatría, la psicología e incluso la biología molecular. En las



<https://pixabay.com/photos/ai-generated-friends-movie-couch-8375142/>



<https://www.disneylatino.com/novedades/los-8-datos-clave-para-recordar-por-que-avatar-es-un-hito-del-cine>

últimas décadas, los avances en este ámbito han despertado un gran interés debido a su capacidad para aportar nuevas perspectivas sobre el **funcionamiento del cerebro y el comportamiento humano**. Gracias a ello, la neurociencia se ha convertido en una herramienta valiosa para comprender fenómenos que van más allá de las ciencias de la salud, incluyendo campos tan diversos como el cine, la educación o la economía.

Con el paso de los años, las técnicas desarrolladas por la neurociencia y disciplinas afines han comenzado a aplicarse en sectores alejados de las ciencias naturales, de donde originalmente surgieron. Entre ellas destaca la **neuroimagen**, un **conjunto de métodos que permite observar y analizar la actividad cerebral**. Estas herramientas han representado un parteaguas para la investigación científica y continúan ampliando sus posibilidades de aplicación, abriendo nuevas oportunidades para el estudio de la mente humana desde perspectivas cada vez más innovadoras.

Un ejemplo de esta convergencia entre neurociencia y cine puede encontrarse en las reflexiones de James Cameron, director de la exitosa franquicia *Avatar*, quien ha señalado el **potencial de los estudios sobre los procesos cognitivos**

**para comprender mejor la forma en que las personas experimentan las películas**. Este tipo de investigaciones ha dado lugar a campos como el **neuromarketing**, que emplea técnicas de neuroimagen—como la resonancia magnética— **para analizar la toma de decisiones y las respuestas emocionales de los consumidores**. Gracias a estas herramientas es posible estudiar los procesos cognitivos que intervienen cuando una persona evalúa, selecciona o adquiere un producto.

Las películas, por su parte, recurren a diversos recursos narrativos y audiovisuales para captar y dirigir la atención del espectador. Nuestros sentidos están diseñados para recibir información del entorno, pero lo que percibimos no es una reproducción exacta de la realidad. Lo que para nuestros ojos son estímulos luminosos, para el cerebro constituye información que debe ser interpretada a partir de experiencias previas, recuerdos y conocimientos almacenados en la memoria.

Así, aunque la realidad física está compuesta por luz, ondas y partículas, **la experiencia consciente** que tenemos de ella **surge de un complejo proceso de interpretación del cerebro**, donde todos esos elementos se unen para lograr la percepción.



## Rompecabezas de emociones

Imaginemos este proceso como una decodificación. Los estímulos externos serían las piezas dispersas de un rompecabezas que, por sí solas, carecen de significado. Es la **percepción** la que permite unir las y **dar forma a ese gran espectáculo cotidiano que llamamos realidad**. Del mismo modo, esas piezas pueden integrarse para construir la extraordinaria experiencia visual que ofrece una película como *Avatar*. **Los recursos cinematográficos están diseñados precisamente para captar nuestra atención y estimular nuestros sentidos**. Una vez que lo consiguen, el *filme* encuentra la manera de conectar con nosotros por medio de experiencias, emociones y recuerdos que forman parte de nuestra propia vida.

Por ello, somos **capaces de empatizar con escenas profundamente emotivas**, como el célebre momento de llanto en que el personaje interpretado por Tom Hanks en *El Náufrago* se despide de Wilson. Y esa conexión no es porque hayamos perdido a un amigo inanimado, sino porque conocemos el dolor de la pérdida, el afecto hacia alguien importante o la sensación de despedirse de aquello que valoramos. Es esa experiencia emocional com-

partida la que nos permite **comprender el sufrimiento del personaje y conectar con él**.

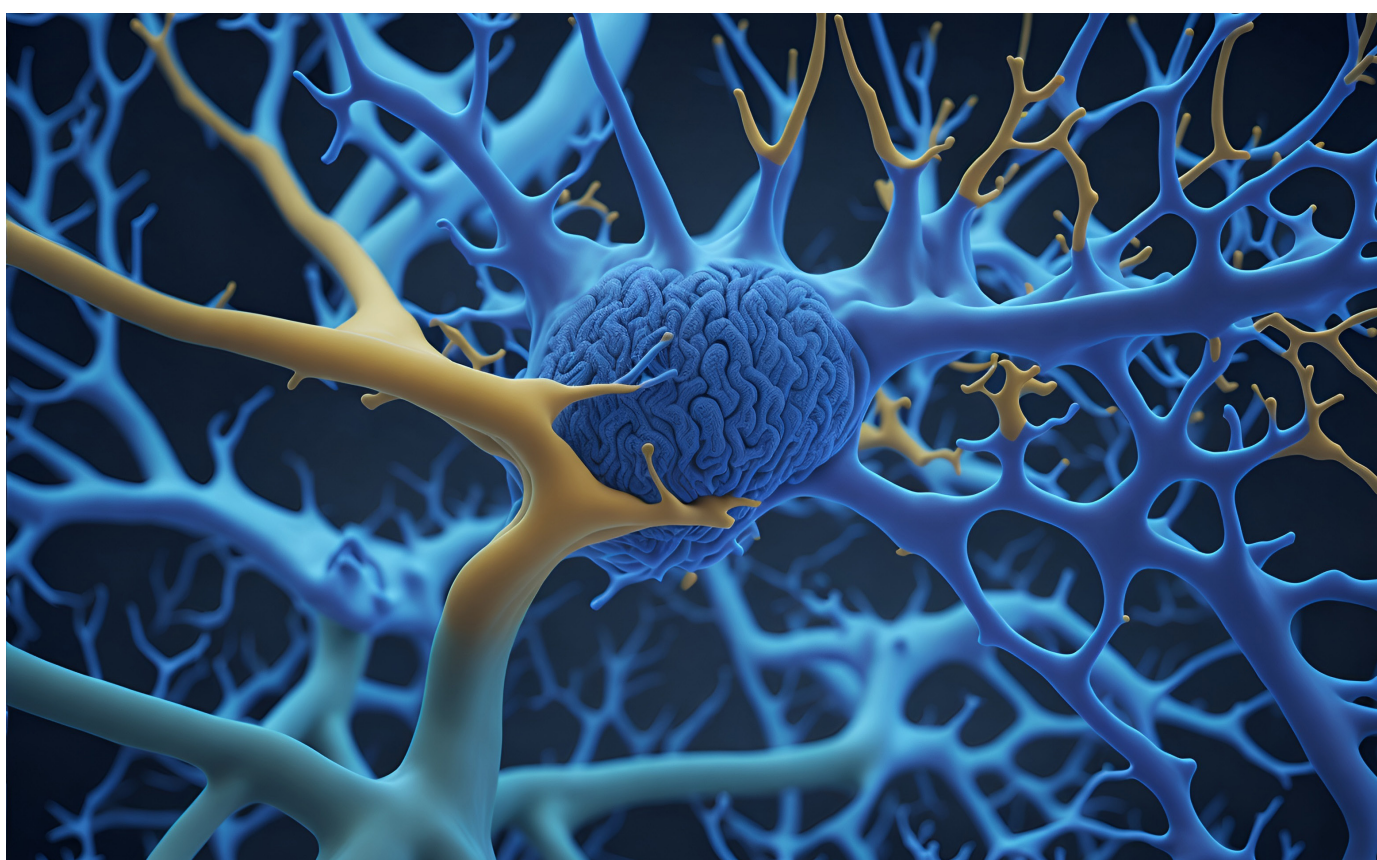
La empatía constituye, por tanto, uno de los recursos más poderosos del lenguaje cinematográfico. Gracias a ella entendemos las motivaciones, los conflictos y las aspiraciones de los personajes, independientemente de cuán distintas sean sus circunstancias respecto a las nuestras.

Desde la neurociencia, este fenómeno se ha relacionado con la actividad de un grupo particular de células nerviosas conocidas como neuronas espejo.

## Neuronas espejo

Las **neuronas espejo** fueron **descubiertas** de manera accidental por un grupo de neurobiólogos italianos a **principios de 1991**. Mientras realizaban **experimentos con simios para estudiar la actividad de áreas cerebrales relacionadas con el movimiento**, particularmente las implicadas en la acción de agarrar objetos, registraban la actividad neuronal mediante microelectrodos implantados en la corteza premotora.

Durante el desarrollo de estos estudios, los investigadores observaron un fenómeno inespera-



<https://pixabay.com/es/illustrations/sinapsis-cerebro-neuronas-red-8152916/>

do: **determinadas neuronas se activaban no solo cuando el animal realizaba una acción, sino también cuando observaba a otro individuo ejecutar una acción similar.** Este hallazgo dio origen al concepto de neuronas espejo: un grupo de células nerviosas que responden tanto a la ejecución como a la observación de determinadas conductas.

Desde esta perspectiva, resulta más fácil entender por qué conectamos emocionalmente con los personajes de una película. En cierta medida, compartimos sus experiencias: lloramos cuando ellos lloran, reímos cuando ellos ríen o sentimos enojo al ver una injusticia.

Los acontecimientos que observamos en la pantalla son transformados por nuestro cerebro en emociones y sentimientos, tanto agradables como desagradables. El ser humano posee la capacidad de experimentar una amplia gama de emociones, entre ellas la alegría, la tristeza, el miedo, el enojo o el asco. Sin embargo, estas respuestas emocionales no surgen de manera aislada, sino que se encuentran estrechamente vinculadas a nuestras experiencias previas y a los recuerdos almacenados en la memoria.



<https://www.pexels.com/es-es/foto/spider-man-en-la-cima-del-edificio-2854693/>

Cuando un **evento** genera una **respuesta emocional intensa**, el **cerebro establece asociaciones** entre los acontecimientos vividos y las sensaciones que estos provocan. En neurociencia, este proceso ha sido denominado «**marcadores somáticos**».

### Experimentando emociones

Estos **marcadores somáticos** están **relacionados con la manera en que experimentamos las emociones** y trabajan directamente con el **sistema límbico**, donde se encuentran las áreas denominadas centros de aversión y centros de gratificación, las cuales han sido asociadas con las respuestas motoras instintivas relacionadas con la supervivencia y la reproducción. Los **centros de aversión** se asocian con la amígdala, mientras que los **centros de gratificación** con el núcleo de *accumbens* (encontrado en la parte basal del cerebro anterior). Si una experiencia despierta un centro de **aversión**, **el individuo percibe desagrado**; por el contrario, si un acontecimiento activa un centro de **gratificación**, **se percibirá como placer**.

Por ejemplo, todos recordamos la legendaria escena del tren en la primera película del *Hombre Araña*, protagonizada por Tobey Maguire. Seguramente, los primeros minutos de la secuencia habrán despertado un centro de aversión en la amígdala, puesto que Peter Parker está en problemas y no sabemos si podrá resolverlo. Pero habremos sentido alivio o gratificación cuando todos estuvieron a salvo.

Estos centros de aversión y gratificación no solo están asociados a las emociones, sino también a los sentimientos complejos. Resulta fácil comprender, por ejemplo, la tristeza que experimentamos al recordar la emblemática escena de *El Rey León* en la que Simba pierde a Mufasa. Sin embargo, las reacciones que surgen a partir de ese acontecimiento suelen ser mucho más difíciles de identificar. Sentimos tristeza por Simba y enojo hacia Scar; anticipamos el destino de ambos personajes y nos



preguntamos si el exilio de Simba es realmente la mejor opción. Más adelante, cuando Scar es acorralado por las hienas, algunas personas experimentan satisfacción o alegría, otras pena o quizá tristeza.

Esta diferencia constituye uno de los aspectos fundamentales para comprender nuestra experiencia emocional. Las **emociones** son **respuestas fisiológicas que surgen ante estímulos o acontecimientos determinados** y cumplen una función adaptativa. Los **sentimientos**, en cambio, corresponden a la **interpretación consciente que hacemos de esas emociones**, influida por nuestros pensamientos, recuerdos y experiencias previas.

Como hemos visto, las películas ejercen una profunda influencia sobre nuestros sentidos, nuestras emociones e incluso nuestra manera de comprender el mundo. Quizá por ello resulta tan acertada la siguiente reflexión: «El cine provoca una sacudida en la corteza cerebral independientemente de toda representación. El cine es capaz de ponernos en contacto con una vida oculta que es preciso adivinar. Es un proceso de revelación instantánea, automática».

Nos reflejamos en las historias que vemos. Participamos en un intercambio constante entre nuestra capacidad de percibir y el extraordinario poder evocador de las

imágenes. Aprendemos, nos emocionamos, lloramos ante las pérdidas de los personajes y compartimos sus alegrías. Es una clase de círculo imperceptible, una experiencia compartida, múltiple, de apreciación y experiencia sensorial.

Al salir de una sala de cine o al terminar una película en casa, suele permanecer una sensación difícil de describir: una especie de eco emocional que nos acompaña durante un tiempo. Regresamos a la realidad después de haber habitado, por unas horas, un universo construido con imágenes, sonidos y emociones. A veces volvemos con la mente despejada o hecha un lío. Pero, de una forma u otra, siempre estamos dispuestos a regresar para vivir la siguiente historia.



Albornoz C., de Paula F. y Bazurto G. L.F. (2016). Las emociones del espectador en una experiencia fotográfica, pictórica y cinematográfica. *Praxis & Saber*, 7(14), 165-186. <https://www.redalyc.org/journal/4772/477249927007/477249927007.pdf>

Contreras-Pulache, H. (2016). ¿La neurociencia va al cine? *Ventana Indiscreta*, 16(016), 74-78. [https://revistas.ultima.edu.pe/index.php/Ventana\\_indiscreta/article/view/1007/959](https://revistas.ultima.edu.pe/index.php/Ventana_indiscreta/article/view/1007/959)

<https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/77fa678f-egf8-460c-bb95-1db3b44ecf62/content>

García-García E., González-Marqués J. y Maestú-Unturbe F. (2011). Neuronas espejo y teoría de la mente en la explicación de la empatía. *Ansiedad y Estrés*, 17(2-3), 265-279. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/77fa678f-egf8-460c-bb95-1db3b44ecf62/content>



# ARTÍCULO DE PORTADA

## El contraataque de la mosca: El gusano barrenador del ganado

María Anel Fuentes-Valencia y Jesús Mateo Amillano-Cisneros











**Resumen**

Existen diversos parásitos capaces de afectar gravemente a los animales, y uno de los más conocidos es el gusano barrenador del ganado (GBG), contra el cual México había logrado importantes avances en el pasado; sin embargo, diversos factores han favorecido su reaparición y expansión en algunas regiones. Este parásito posee una gran relevancia sanitaria y económica para el continente americano. En este artículo abordamos qué es el GBG, cómo afecta a los animales de producción, a las mascotas y a los seres humanos, así como los signos más comunes asociados con su infestación. Asimismo, exploraremos las principales medidas de prevención y control que pueden implementarse desde los ámbitos de la salud humana y veterinaria para enfrentar este problema.

**Palabras clave:** Gusano barrenador del ganado, miasis, mosca.

RECIBIDO: 23/06/2025; ACEPTADO: 11/12/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

Cuando vemos una mosca posarse sobre nuestro filete de carne, es común sentir repulsión y querer deshacernos de ella de inmediato. Aunque muchas especies de moscas suelen asociarse con la basura o los animales en descomposición, algunas tienen una relevancia médica mucho mayor. Tal es el caso de *Cochliomyia hominivorax*, conocida comúnmente como «mosca del gusano barrenador del ganado», «gusanera» o, de manera más coloquial, «devoradora de hombres». Esta especie tiene una particular afinidad por depositar sus huevos en heridas o lesiones de animales vivos, donde sus larvas se alimentan de su tejido.

**¿Cómo es la apariencia de esta mosca?**

Se trata de una mosca de color verde azula-



do, con **ojos anaranjados** y un tamaño aproximadamente dos veces mayor que el de la mosca doméstica, alcanzando entre **10 y 15 milímetros de longitud**. Su distribución se limita principalmente al **continente americano** y tiene dificultades para sobrevivir en climas fríos.

En México, la **lucha contra el GBG** —la fase larvaria de esta mosca— logró un importante éxito en 1991 gracias a una **campaña internacional en la que participaron Estados Unidos, países de Centroamérica e instituciones mexicanas**. La estrategia consistió en criar y **liberar millones de moscas macho estériles** para que se aparearan con hembras silvestres. Como resultado, **se producían huevos no fecundados**, por lo que no se daba origen a nuevas larvas. Este método resultó eficaz porque las hembras se apareaban una sola vez durante su vida, disminuyendo así, y de manera progresiva, la población del parásito.

Sin embargo, las hembras de esta especie poseen una notable capacidad de dispersión y pueden recorrer unos 290 kilómetros en menos de 15 días. Diversos factores han favorecido su reaparición en algunas zonas, afectando nuevamente a animales de producción, especialmente bovinos, así como a mascotas domésticas. En determinadas

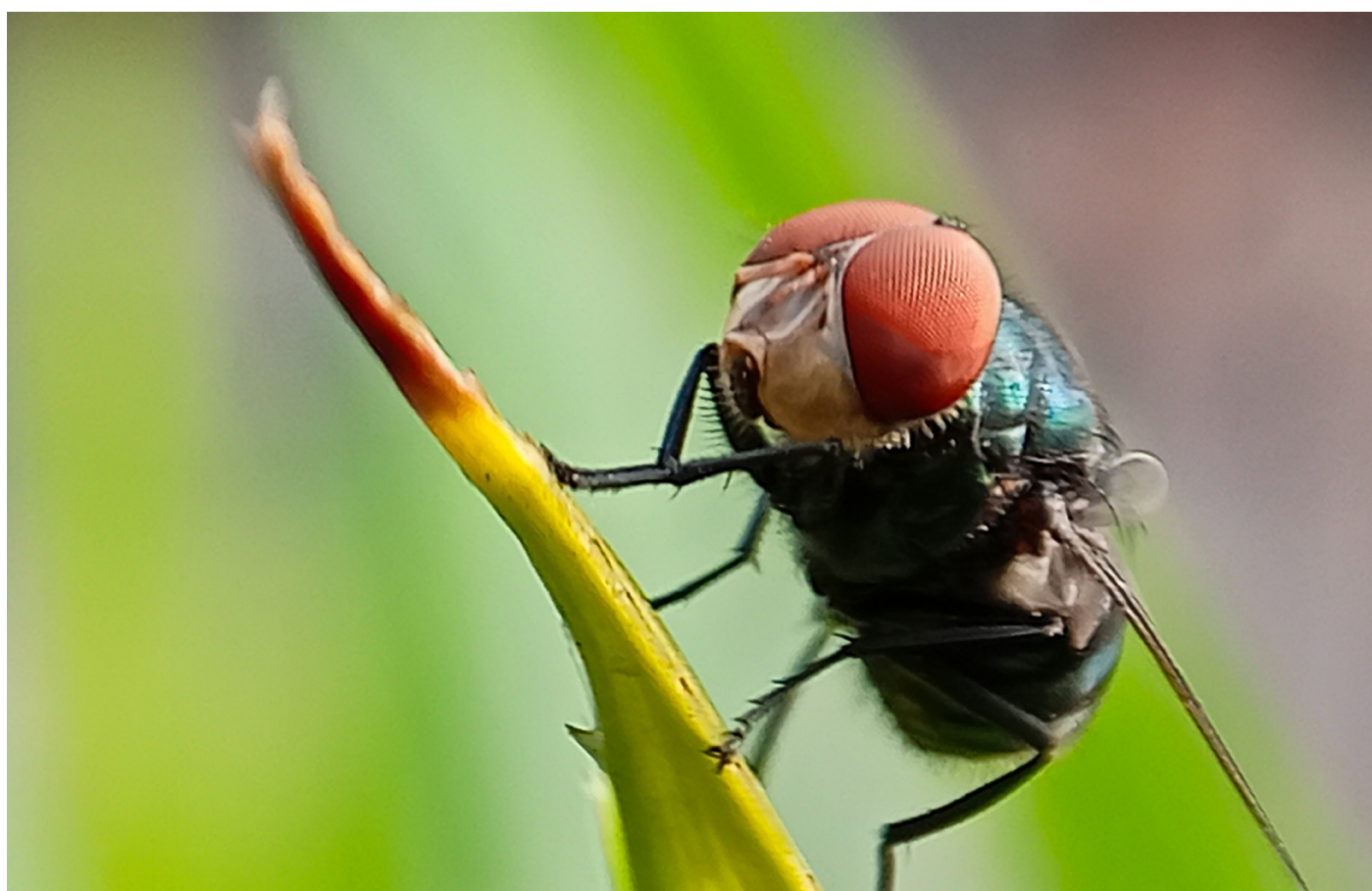
circunstancias, incluso los seres humanos pueden verse afectados por este parásito.

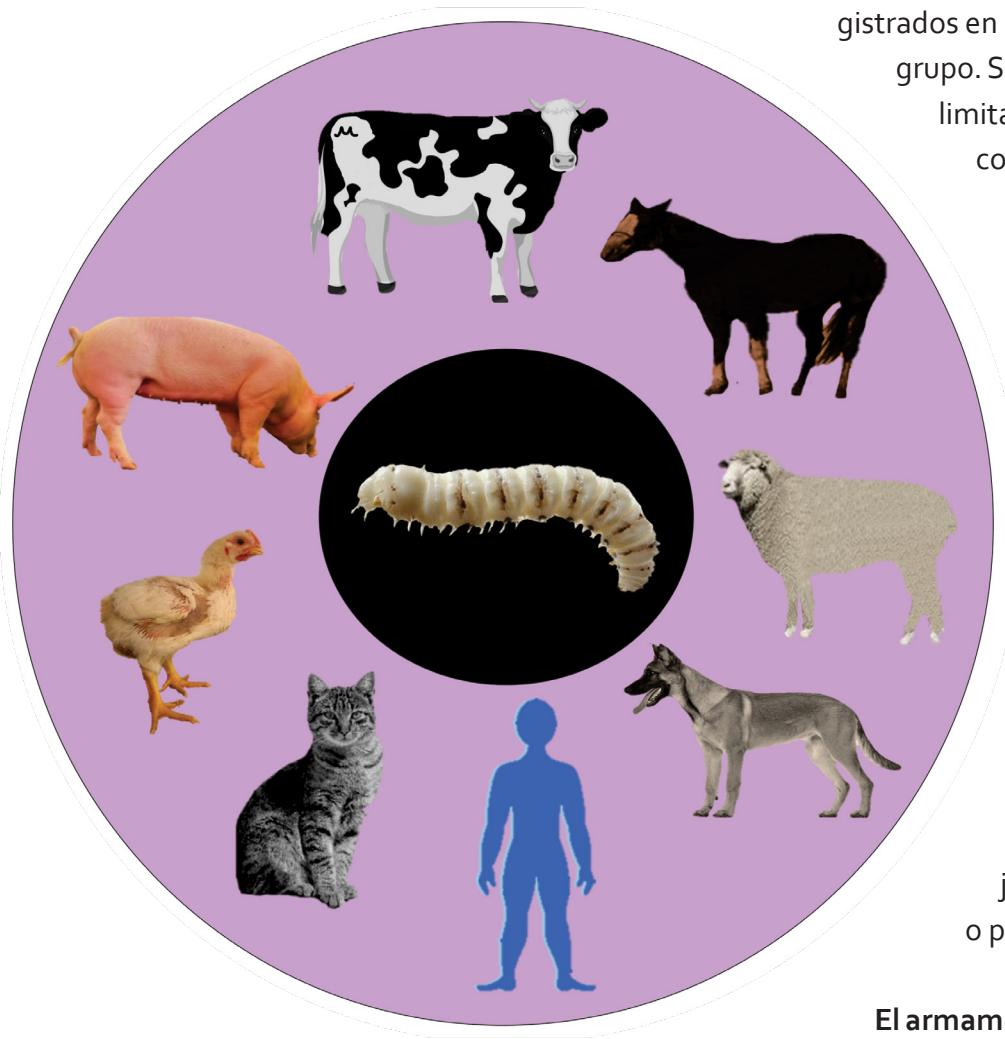
### ¿Qué está pasando actualmente con el gusano barrenador en México?

La **reaparición del GBG en México** se detectó nuevamente en **noviembre de 2024**, cuando se confirmaron casos en ganado bovino del **estado de Chiapas**, entidad que actualmente concentra el mayor número de animales afectados. Entre los principales factores de riesgo se encuentra el ingreso de ganado procedente de países vecinos del sur del continente donde la plaga continúa presente.

De acuerdo con reportes del sector ganadero, para junio de 2025 **cerca de 100 mil cabezas de ganado ingresaban al sur de México desde Guatemala sin los controles sanitarios**, situación que complica el manejo de esta problemática. Otra posible vía de introducción es la capacidad de **dispersión de la mosca adulta**, cuyas hembras pueden recorrer largas distancias en periodos relativamente cortos.

Asimismo, diversos especialistas consideran que **factores como el cambio climático** y la existencia de condiciones ecológicas favorables **han contribuido a la reaparición** y establecimiento de





Representación de animales a los que ataca el gusano barrenador desde el rebrote en México. Imagen de autores.

esta especie en territorios donde anteriormente había sido erradicada. En conjunto, estos elementos han favorecido el resurgimiento de una plaga que representa un importante desafío para la sanidad animal en la región.

El **impacto económico** del GBG también es considerable. Durante el siglo XX, esta plaga generó **pérdidas superiores a los 100 millones de dólares anuales** para la industria ganadera de Estados Unidos. En el caso de México, el Consejo Nacional Agropecuario ha estimado que la suspensión de las exportaciones de ganado podría ocasionar pérdidas cercanas a los 11.4 millones de dólares. **¿La plaga afecta únicamente a la producción de carne?**

Desde su reaparición en México, se ha documentado que el gusano barrenador **afecta principalmente al ganado bovino**, es decir, a vacas y toros que constituyen una parte fundamental de la producción cárnica y lechera del país. Se estima que aproximadamente el 80 % de los casos de GBG re-

gistrados en animales corresponde a este grupo. Sin embargo, el parásito no se limita al ganado bovino. En México y Centroamérica, **los cerdos representan el segundo grupo de animales más afectado**, mientras que los equinos y los perros ocupan el tercer y cuarto lugar, respectivamente.

Es importante destacar que el **parásito no se transmite por el consumo de carne**. La infestación ocurre cuando la **mosca deposita sus huevos en heridas abiertas** o tejidos expuestos de animales o personas.

**El armamento del gusano barrenador**

El GBG tiene la capacidad de parasitar los tejidos de animales de sangre caliente, incluidos los seres humanos. Sus larvas poseen potentes **ganchos bucales con los que desgarran y consumen tejido vivo**, provocando lesiones que pueden volverse extensas y dolorosas si no reciben atención oportuna.

El **nombre de «gusano barrenador»** se debe a la forma en que las larvas penetran y avanzan dentro de las heridas, **excavando los tejidos de manera similar a un tornillo que se introduce en la madera**. Otra característica que lo distingue de otras especies de gusanos es que **se alimentan de tejido vivo** y no de materia orgánica en descomposición. Como consecuencia, pueden provocar infecciones severas conocidas como *miasis*, razón por la cual esta plaga es considerada una amenaza internacional para la salud animal y humana.

En los seres humanos, los casos son relativamente poco frecuentes; sin embargo, se han confirmado **infestaciones principalmente en personas de edad avanzada en estados como Chiapas y Campeche**. Las *miasis* suelen presentarse con mayor frecuencia en zonas rurales donde existen condiciones limitadas de higiene o donde la



población convive con animales afectados. Asimismo, la presencia de **heridas abiertas o mal atendidas incrementa considerablemente el riesgo de infestación**. Otros factores que pueden favorecer la infección incluyen ciertas condiciones neurológicas, trastornos psicosociales o situaciones que dificultan el cuidado personal y la atención adecuada de las lesiones.

Los síntomas más comunes incluyen la **sensación de movimiento de las larvas** dentro de la herida, así como dolor, **comezón intensa** donde se encuentra el gusano, **enrojecimiento e inflamación** de la zona afectada. Dependiendo de la localización de la infestación, las larvas **pueden encontrarse en la piel, la nariz, la boca, los ojos o cualquier otra herida expuesta**. También es frecuente la presencia de secreciones con mal olor. En los casos más graves, la infección puede acompañarse de **fiebre, escalofríos y malestar general**. Sin un diagnóstico y tratamiento oportunos, la enfermedad puede ser mortal.

**En las personas, ¿qué partes del cuerpo puede afectar este parásito?**

Se han documentado casos de infestación por GBG en diversas regiones del cuerpo, principal-

mente en heridas expuestas localizadas en la piel de piernas, pies y brazos. Sin embargo, cuando la infestación progresa, las larvas **pueden invadir tejidos más profundos** y causar daños considerables.

Entre las afectaciones más graves se encuentran la **erosión de cartilago y tejido blando**, así como lesiones en la **cavidad oral** y en **estructuras óseas** de gran importancia, como la cavidad orbital que alberga los ojos. Asimismo, se han reportado casos asociados con **heridas bucales o problemas dentales mal atendidos**, especialmente cuando existen condiciones deficientes de higiene. En pacientes con infestaciones avanzadas, la destrucción de estructuras óseas **puede ocasionar secuelas permanentes**.

De acuerdo con los casos confirmados por la Secretaría de Salud en México, **los hombres constituyen el grupo más afectado**. Esto podría estar relacionado con una mayor participación en actividades pecuarias.

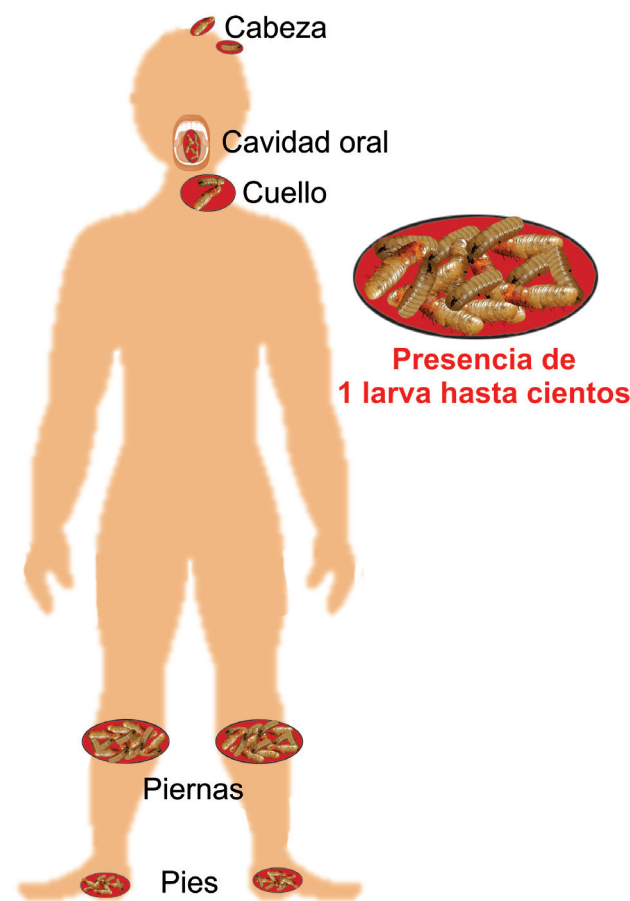
El **tratamiento** consiste principalmente en la **extracción manual de las larvas**, seguida de la **limpieza y desinfección** de la herida. Dependiendo de la gravedad del caso, también se puede requerir **tratamiento farmacológico** (antimicrobiano), así como un **seguimiento médico posterior** para asegurar una adecuada recuperación del paciente.

**¿Cómo podemos protegernos?**

Entre las **recomendaciones generales** se encuentra la **vigilancia constante de los animales** de producción y de compañía, prestando especial **atención a la presencia de heridas**, las cuales deben mantenerse limpias, desinfectadas y protegidas.

Asimismo, se recomienda **utilizar repelentes de insectos y ropa que cubra la mayor parte del cuerpo**, como camisas de manga larga y pantalones largos, especialmente en zonas donde se han reportado casos.

Si se visita una región con presencia confirmada de GBG, es importante **revisar cuidadosamente vehículos, remolques y otros medios de transporte** que pudieran facilitar el desplazamiento accidental de la mosca. También es aconsejable **limitar el contacto con animales** de producción como el ganado.



Zonas de afectación del gusano barrenador en el cuerpo humano. Imagen de autores.

**¿Qué se puede hacer para proteger a los animales?**

De acuerdo con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), una de las principales estrategias para el control del GBG consiste en **aplicar programas sanitarios preventivos y correctivos**. Entre las medidas recomendadas se encuentra el **uso de insecticidas organofosforados en las heridas infestadas**, lo que permite eliminar las larvas presentes y proporcionar una protección residual que reduce el riesgo de nuevas infestaciones.

Asimismo, se recomienda mantener una **vigilancia continua durante al menos siete días después del tratamiento** para verificar que no se desarrollen nuevas larvas. Esta supervisión es especialmente importante debido a que diversas prácticas ganaderas pueden generar heridas susceptibles a la infestación, como la castración, el marcado con hierro caliente y otros procedimientos de manejo rutinario.

Incluso lesiones aparentemente menores, como las ocasionadas por garrapatas, mordeduras de murciélagos o accidentes con cercos de alambre, pueden convertirse en puntos de entrada para la mosca. Por ello, es fundamental **realizar inspecciones diarias de los animales**, mantener los **corrales libres de objetos filosos** y prestar especial **atención a los ejemplares recién nacidos**,

que constituyen uno de los grupos más vulnerables.

Las acciones de vigilancia, prevención y control son impulsadas por instituciones como el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). Entre sus principales objetivos se encuentran la detección oportuna de casos, la restricción de movimientos de animales en zonas afectadas, la aplicación de tratamientos sanitarios y el rastreo epidemiológico para contener la propagación del parásito.

Por ello, **mantener informada a la población resulta fundamental**. Productores pecuarios, trabajadores del sector agropecuario, médicos veterinarios, profesionales de la salud y ciudadanía en general desempeñan un papel importante en la detección temprana y el control de esta plaga.

**La mosca más allá de las fronteras: Uniendo equipos**

El resurgimiento del GBG **no es un problema menor**. Una de sus consecuencias más visibles se reflejó en la frontera norte de México, cuando el 11 de mayo se suspendió temporalmente el ingreso de ganado mexicano a Estados Unidos. De acuerdo con la Asociación Nacional de Establecimientos



Crédito: Judy Gallagher. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1146>



Tipo Inspección Federal (ANETIF), esta medida impactó la exportación de aproximadamente 5 700 cabezas de ganado por día, generando **costos operativos adicionales y afectaciones económicas para productores y trabajadores** en ambos países.

Ante este escenario, en junio de 2025 se anunció un plan de colaboración entre México y Estados Unidos para fortalecer las acciones de control y erradicación del GBG. Entre las medidas contempladas destacan la **modernización de plantas productoras de moscas estériles** en Chiapas y Panamá, así como la instalación de un **nuevo centro de dispersión de moscas estériles en Texas**, cuya operación

contribuirá a reforzar la cobertura en el norte de México.

El programa también contempla el **fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica**, el **desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas** y la **implementación de medidas más estrictas de control sanitario** en ambos lados de la frontera.

Es necesario aplicar, de forma correcta, el conocimiento, la prevención oportuna y la cooperación entre los diferentes sectores para contener el avance de la mosca y proteger la salud animal, la salud humana y la actividad pecuaria de la región.

**Dra. María Anel Fuentes-Valencia.** Profesora-investigadora de la Universidad Politécnica del Mar y la Sierra (UPMYS). Actualmente miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SECIHTI). Ha participado en proyectos de investigación estratégicos vinculados al sector acuícola mexicano, organismos gubernamentales e instituciones nacionales e internacionales. Durante sus estudios doctorales colaboró en investigaciones pioneras en la fagoterapia aplicada al sector piscícola mexicano, contribuyendo al fortalecimiento de alternativas biotecnológicas. Es autora y coautora de artículos científicos y capítulos de libro en revistas internacionales y nacionales. Asimismo, es reconocida como Divulgadora de Ciencia Titular por la Red Estatal de Divulgadores de la Ciencia y la Tecnología en Sinaloa.



**mfuentes@upmys.edu.mx**

**Dr. Jesús Mateo Amillano-Cisneros.**

Profesor-Investigador titular en la Universidad Politécnica del Mar y la Sierra (UPMYS), Sinaloa. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SECIHTI). Es Biólogo Pesquero (UAS, Sinaloa), Maestro en Biología Marina (UNAM), y Doctor en Ciencias Biológicas (UMSNH). Cuenta con trabajos de biología molecular para identificación de microbiota asociada a sus hospederos, y determinación de efectos prebióticos y probióticos en crecimiento de organismos endémicos. Tiene publicaciones en revistas indexadas de carácter nacional e internacional en el ámbito agrícola, pecuario y salud, así como capítulos de libros en editoriales internacionales. Es miembro del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos.

**jamillano@upmys.edu.mx**



Organización Panamericana de la Salud. (s. f.). Miasis por larvas de *Cochliomyia hominivorax*. <https://www.paho.org/es/temas/miasis-por-larvas-cochliomyia-hominivorax>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2025). Atlas Sanitario e Inocuidad

Agroalimentaria Zoosanitario: Miasis por gusano barrenador del ganado [Mapa interactivo]. <https://dj.senasica.gob.mx/AtlasSanitario/storymaps/miagbg.html>

World Organisation for Animal Health. (2025). Miasis por *Cochliomyia hominivorax*. <https://www.woah.org/es/enfermedad/miasis-por-cochliomyia-hominivorax/>

ARTÍCULO

El microbioma intestinal: Clave para regular nuestro metabolismo

Raúl Acuña-Correa y Carmen Judith Serrano-Escobedo



<https://pixabay.com/es/illustrations/cheque-marca-de-verificaci%C3%B3n-9864535/>

**Raúl Acuña-Correa.** Médico de la Unidad Académica de Medicina Humana y Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México.  
*raultikiro@gmail.com*

**Carmen Judith Serrano-Escobedo.** Investigadora de la Unidad de Investigación Biomédica Zacatecas, Instituto Mexicano del Seguro Social. México.  
*carmenyuyu2000@yahoo.com.mx*

Resumen

El microbioma intestinal desempeña un papel fundamental en la regulación metabólica del organismo. Su desequilibrio, conocido como disbiosis, reduce la diversidad microbiana y se asocia con el desarrollo del síndrome metabólico, un factor crítico en la mortalidad global. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que este ecosistema es dinámico, ya que, gracias a la implementación de hábitos alimentarios adecuados, es posible restaurar la microbiota. Esta plasticidad abre nuevas perspectivas terapéuticas innovadoras para prevenir, revertir o mitigar trastornos metabólicos, posicionando a la nutrición como una herramienta biotecnológica fundamental para la salud pública.

**Palabras clave:** Dieta mediterránea, microbioma, síndrome metabólico.

RECIBIDO: 25/09/2024; ACEPTADO: 18/03/2025; PUBLICADO: 30/06/2026



## Síndrome metabólico y microbioma

**U**n gran depredador acecha a la humanidad: el **síndrome metabólico**. Se trata de un conjunto de **enfermedades y alteraciones** que suelen presentarse de manera simultánea, entre ellas la **obesidad, la hipertensión arterial, la resistencia a la insulina** —considerada una etapa previa a la diabetes mellitus tipo 2— y los **niveles elevados de grasas o lípidos en la sangre**.

Este síndrome incrementa significativamente el **riesgo de desarrollar** algunas de las principales causas de mortalidad mundial, como los **infartos cardíacos o cerebrales**, la **diabetes** y sus complicaciones, así como **diversos tipos de cáncer**. Se estima que afecta a cerca de una cuarta parte de la población mundial y que, **tan solo en México**, alrededor de **36.5 millones de personas viven con esta condición**. Ante este panorama, científicos y médicos de todo el mundo buscan soluciones a esta problemática.

Entre las áreas de investigación más prometedoras destaca el **estudio del microbioma intestinal**, el cual se define como el **conjunto de microorganismos que habitan dentro y sobre nuestro cuerpo**, incluyendo bacterias, virus, hongos, etc. Tan solo en el caso de las bacterias, se han identificado más de mil especies diferentes. Es decir, **nuestro cuerpo tiene más bacterias que células humanas**; estamos habitados por millones de microscópicas máquinas de producción y procesamiento molecular.

## Microbioma intestinal

Desde la década de 1950 se sabe que el **intestino alberga una enorme diversidad de microorganismos**, un conjunto conocido como microbioma intestinal. Sin embargo,

solo en las últimas décadas hemos comenzado a comprender su complejidad.

La formación del microbioma intestinal **inicia desde el nacimiento y continúa modificándose a lo largo de la vida**. Su composición está influida por múltiples factores, entre ellos la lactancia materna, la alimentación, la actividad física, la higiene, el uso de antibióticos y el entorno en el que vivimos. Todo aquello que consumimos no solo nutre a nuestras células, sino también a los millones de microorganismos que habitan en nuestro sistema digestivo.

Lejos de ser un simple conjunto de microorganismos, el **microbioma ha evolucionado** junto con nuestra especie y **desempeña funciones esenciales para el organismo**. Una de las más importantes es su **participación en la regulación del sistema inmune** (defensas ante infecciones y enfermedades). Alrededor del intestino se concentra una gran cantidad de células encargadas de las defensas del cuerpo, las cuales mantienen una interacción constante con los microorganismos intestinales para reconocerlos, controlarlos y preservar el equilibrio del ecosistema intestinal.



Imagen: Raúl Acuña-Correa.



El estilo de vida determina nuestro microbioma. Imagen: Raúl Acuña-Correa.

El microbioma intestinal también **produce varios nutrientes y sustancias** que las células humanas no son capaces de generar y que son indispensables para mantenernos saludables, ya que procesan o **neutralizan sustancias dañinas** y, además, **compite con microorganismos que pueden enfermarnos**. Otra de sus funciones más relevantes es la **regulación del metabolismo**, es decir, del conjunto de procesos mediante los cuales el organismo obtiene y utiliza energía a partir de los alimentos.

Asimismo, existe una **estrecha relación entre el microbioma y el estado de ánimo, el hambre y la forma en la que utilizamos la energía**. Esto debido a que algunas de las mayores concentraciones de neuronas (células que conectan y comunican al cerebro con el resto del cuerpo) se encuentran en el intestino, formando el **sistema nervioso entérico**, una forma de **comunicación con nuestro cerebro**. Este sistema nervioso coordina el paso del alimento a través del tubo digestivo y recoge sustancias producidas, casi en su totalidad, por el microbioma, como la dopamina y la serotonina, moléculas que usa el cerebro para producir sensaciones de felici-

dad o entusiasmo. Esta interacción **explica por qué algunas alteraciones gastrointestinales pueden asociarse con trastornos como la ansiedad o la depresión**.

No todos tenemos los mismos tipos (especies) de bacterias formando el microbioma intestinal. Aproximadamente, un tercio de ellas es igual en todas las personas, pero el resto es tan único como una huella dactilar, pues **depende del tipo de alimento que ingerimos**. Para bien o para mal, el microbioma es tan dinámico que diversos estudios han demostrado que cambios en la dieta pueden modificar su composición en tan solo 24 horas. **Cuando se altera el equilibrio** entre las distintas poblaciones microbianas, **se produce un fenómeno conocido como «disbiosis»**, caracterizado por la **mayor proliferación de un tipo de microorganismos que de otro**.

La disbiosis **se ha asociado con diversas enfermedades crónicas**. Por ejemplo, las personas con obesidad o diabetes, trastornos inmunológicos o ciertas afecciones neuropsiquiátricas suelen presentar composiciones microbianas distintas a las observadas en individuos sanos.

La **disbiosis**, frecuentemente **asociada con hábitos alimentarios poco saludables**, altera el equilibrio del microbioma intestinal y favorece el **predominio de microorganismos potencialmente perjudiciales** sobre aquellos que contribuyen al mantenimiento de la salud. Como consecuencia, el **sistema inmunitario** puede permanecer en un **estado de activación constante**, una especie de «vigilancia permanente» que, aunque inicialmente busca proteger al organismo, **termina resultando perjudicial**.

Este estado favorece el **desarrollo de inflamación crónica** de bajo grado, una respuesta persistente **que puede dañar tejidos y órganos con el paso del tiempo**. La inflamación se ha relacionado con **un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares** y otras afecciones crónicas. Además, puede comprometer la capacidad del organismo para responder adecua-



damente frente a infecciones y **ciertos tipos de cáncer**.

La disbiosis **también puede afectar al sistema neurológico** (el comandante de nuestro cerebro), alterando mecanismos relacionados con el apetito, la saciedad y el almacenamiento de energía. Estos cambios favorecen el aumento de peso, así como altos niveles de grasas en la sangre. En conjunto con la inflamación crónica, estas condiciones **incrementan el riesgo de aterosclerosis**, una enfermedad caracterizada por el estrechamiento y endurecimiento de las arterias que **puede derivar en infartos cardíacos o accidentes cerebrovasculares**.

La importancia del microbioma intestinal ha quedado demostrada en diversos estudios experimentales. Por ejemplo, cuando se trasplanta la microbiota de ratones con obesidad a ratones sanos, estos últimos también la desarrollan. De manera comparable, la transferencia de microbiota procedente de personas con hipertensión ha mostrado efectos sobre la presión arterial en ratones sanos.

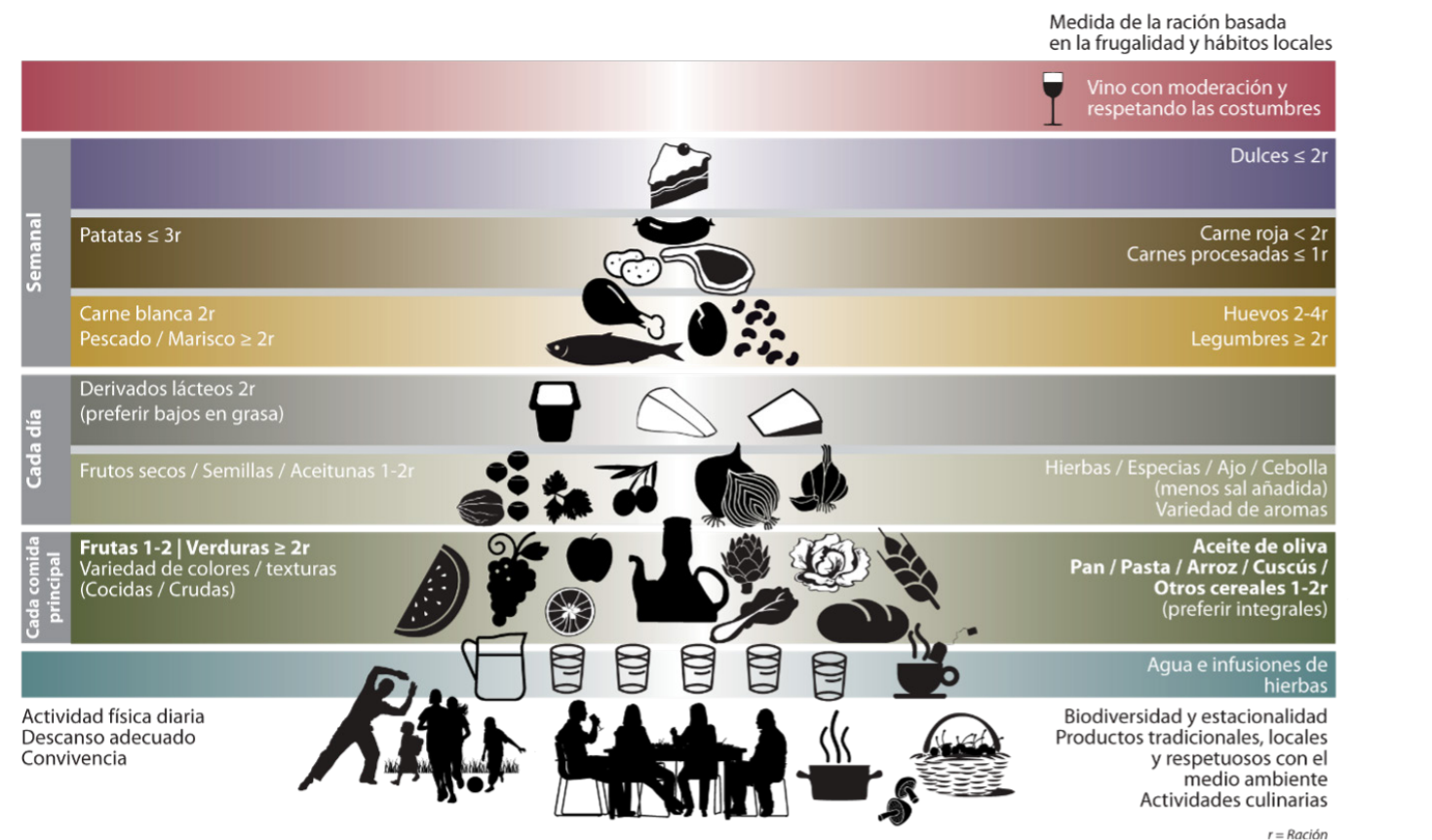
Otro aspecto relevante es su relación con la insulina, una hormona producida por el páncreas que permite a las células utilizar la glucosa presente

en la sangre. La disbiosis **puede favorecer la resistencia a la insulina**, una condición en la que las células responden de manera menos eficiente a esta hormona. Como consecuencia, los niveles de glucosa aumentan y se **acelera el desarrollo de diabetes** y de sus complicaciones asociadas.

Ante este panorama, **mantener un microbioma intestinal equilibrado** puede convertirse en una estrategia complementaria para prevenir o mitigar el síndrome metabólico. Una de las formas más efectivas de lograrlo es **favorecer el crecimiento de microorganismos «buenos»** mediante el consumo de alimentos que les sirven de sustento. Estos compuestos reciben el nombre de **prebióticos**.

Prebióticos

Aunque algunos prebióticos se comercializan como suplementos alimenticios, **las fuentes más importantes se encuentran en alimentos de consumo cotidiano**. Entre los patrones de alimentación que han demostrado mayores beneficios para la diversidad y estabilidad del microbioma intestinal **destaca la dieta mediterránea**.



Componentes de la dieta mediterránea. Imagen: Fundación dieta mediterránea.

Este modelo alimentario se **caracteriza por un alto consumo de verduras, frutas, legumbres, cereales integrales, frutos secos y aceite de oliva, así como por una ingesta moderada de productos de origen animal y una baja presencia de alimentos ultraprocesados.** Muchos de estos alimentos son ricos en fibra dietética, un componente que el organismo humano no puede procesar completamente, pero que constituye una valiosa fuente de energía para numerosas bacterias intestinales. En el contexto de la **alimentación mexicana**, algunos alimentos tradicionales destacan por su potencial prebiótico: **el nopal y los frijoles.**

Un **microbioma intestinal equilibrado se asocia con** múltiples beneficios para la salud, entre ellos **un mejor aprovechamiento de la energía, una menor probabilidad de desarrollar obesidad y un menor riesgo de padecer hipertensión arterial, diabetes o cáncer.** Además, contribuye al adecuado funcionamiento del sistema inmunitario y participa en procesos relacionados con el bienestar emocional y la salud mental. Todo ello puede traducirse en una mejor calidad de vida y en un envejecimiento más saludable.

Por esta razón, es importante promover hábitos alimentarios que favorezcan una microbiota diversa y equilibrada.

El estudio del microbioma intestinal constituye una de las áreas más dinámicas y prometedoras de la investigación médica actual. Cada año



<https://pixabay.com/es/illustrations/digesti%C3%B3n-anatom%C3%ADa-intestinos-10230529/>

surgen nuevos hallazgos que amplían nuestra comprensión y que abren la puerta al desarrollo de estrategias innovadoras para la prevención y el tratamiento de diversas enfermedades.

Aún quedan numerosas preguntas que la ciencia debe responder con respecto a este fascinante tema, así como muchos mecanismos por comprender.



Carvajal C.C. (2017). Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. *Medicina Legal de Costa Rica*, 34(1), 175-193. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152017000100175](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000100175)

Gómez-Eguilaz M., Ramón-Trapero J.L., Pérez-Martínez L. y Blanco J.R. (2019). El eje microbiota-intestino-cerebro y sus grandes proyecciones. *Revista de Neurología*,

68(3), 111-117. <https://www.esi.academy/wp-content/uploads/eje-mb-intest-cereb-proyecciones.pdf>

Purchiaroni F., Tortora A., Gabrielli M., Bertucci F., Gigante G., Ianiro G., Ojetti V., Scarpellini E. y Gasbarrini A. (2013). The role of intestinal microbiota and the immune system. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.*, 17(3), 323-333. <https://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/323-333.pdf>



# ARTÍCULO

## Esteroides: Los riesgos de ser un dios griego

Vicente Montejano-Ramírez y Aurora Inés Flores-Piña



<https://pixabay.com/es/photos/pearl-harbor-hawai-culturista-pose-80388/>

**Vicente Montejano-Ramírez.** Investigador posdoctorante en el Laboratorio de Ecología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[o67838oc@umich.mx](mailto:o67838oc@umich.mx)

**Aurora Inés Flores-Piña.** Técnico del Laboratorio de Diversidad Genómica del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[aurora.flores@umich.mx](mailto:aurora.flores@umich.mx)

### Resumen

El uso de esteroides anabólicos ha aumentado entre atletas e *influencers*, quienes con frecuencia ocultan su consumo. Aunque estas hormonas sintéticas facilitan un rápido crecimiento muscular y tienen aplicaciones médicas, su uso indebido conlleva graves riesgos para la salud. Entre sus efectos adversos destacan daños cardiovasculares, hepáticos y hormonales, además de trastornos psicológicos como la vigorexia, la depresión y la agresividad. Asimismo, la insatisfacción con la imagen corporal suele ser uno de los principales factores que impulsan su consumo, generando una dependencia que puede persistir incluso después de suspenderlo, lo que hace fundamental la educación y la supervisión médica.

**Palabras clave:** Dismorfia, esteroides, hipertrofia, hormonas.

RECIBIDO: 28/10/2024; ACEPTADO: 18/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2025

**E**l uso de **esteroides anabólicos androgénicos** es cada vez más **común en el mundo del fisicoculturismo y entre los influencers fitness**. En términos numéricos, se estima que el 99 % de esta población son falsos naturales, un término acuñado para quienes presumen haber logrado su físico de manera natural, cuando en realidad han recurrido al empleo de anabólicos.

**Pero, ¿qué son los famosos esteroides o «chuchos»?**

Podemos definirlos como una clase de **hormonas sintéticas** cuya estructura química es **muy similar a la de la testosterona**. Son moléculas que presentan un núcleo esteroide (tres anillos de ciclohexano y un anillo de ciclopentano) y **poseen efectos anabólicos y androgénicos**. El primero hace referencia al desarrollo musculoesquelético desencadenado por los esteroides, mientras que el segundo consiste en la estimulación y el mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios masculinos.

¿Será que los esteroides solo son utilizados en el mundo del fisicoculturismo? La respuesta es no. Si bien en el mundo *fitness* estos compuestos se emplean con el fin de desarrollar masa muscular y aumentar la fuerza, **los esteroides anabólicos también se utilizan para tratar afecciones médicas** como el hipogonadismo, la osteoporosis y la anemia aplásica.

Dicho lo anterior, en el presente escrito abordaremos los pros y los contras del consumo de esteroides para alcanzar un físico similar al que se representa en los dioses griegos. Quienes los utilizan deben saber que **existen factores que deben considerarse antes de su uso**, como los tratamientos destinados a contrarrestar sus efectos secundarios y, preferentemente, la suspensión de su consumo. Además, se describirán algunos de los **aspectos psicológicos que pueden actuar como desencadenantes y consecuencias del uso indebido de estas sustancias**, las cuales pueden adquirirse fácilmente a través de distribuidores, redes sociales e incluso mediante intercambios entre usuarios.

**Esteroides para incrementar la masa muscular: ¿es necesario hacer ejercicio?**

Para **incrementar la masa muscular**, independientemente del género biológico al que pertenezca un individuo, es necesario aumentar el tamaño y los componentes de las fibras musculares. Para lograrlo, resulta indispensable realizar una serie de contracciones musculares dirigidas, es decir, **seguir un programa de entrenamiento específico**, con incrementos progresivos de carga, además de mantener una **adecuada alimentación y un buen descanso**.

Sin embargo, lo anterior representa un camino natural que requiere disciplina, constancia y tiempo. Entonces, ¿por qué hacerlo si es posible



Imagen creada por IA. Gemini.google.com





<https://pixabay.com/es/illustrations/mujer-gimnasio-aptitud-f%C3%ADsica-8865733/>

desarrollar músculo sin nada de lo anterior? **Sí, es posible aumentar la masa muscular de manera rápida y eficiente sin realizar esos sacrificios;** para ello, basta con recurrir al **consumo de esteroides.**

Desde la década de 1990 existen estudios que demuestran que el consumo de 600 mg de estas hormonas sintéticas durante 10 semanas puede llevar al desarrollo de 3.2 kg de masa magra en individuos que no realizan actividad física. Esta cantidad de musculatura incluso supera la obtenida, en el mismo periodo, por algunas personas que sí realizan entrenamiento constante. ¡Es increíble!

### Pros y contras del uso de ser un dios griego

Dependiendo del enfoque que se le dé al uso de esteroides, su administración puede presentar tanto efectos positivos como negativos, los cuales se enlistan a continuación.

#### Ventajas de ser un dios griego

1. **Aumento de la masa muscular:** Los esteroides anabólicos estimulan la síntesis de proteínas, lo que resulta en un incremento significativo de la masa muscular y la fuerza. Esto ocurre mediante la activación de receptores androgénicos, ya que estas sustancias se unen a dichos receptores en las células musculares y activan la transcripción de genes relacionados con la síntesis de proteínas. Como consecuencia, se

favorece el crecimiento muscular. Asimismo, los esteroides estimulan la producción del factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-I) y de la hormona del crecimiento (hGH), ambos fundamentales en la proliferación y diferenciación de las células musculares.

2. **Mejora del rendimiento deportivo:** Los esteroides facilitan una recuperación más rápida después del ejercicio intenso, permitiendo entrenamientos más frecuentes y efectivos. Este efecto se logra mediante la activación de receptores androgénicos, que estimulan factores de transcripción relacionados con la producción de proteínas anabólicas. Además, mejoran la retención de nitrógeno. Se ha demostrado que su uso genera un balance positivo de nitrógeno, condición esencial para la síntesis de proteínas y la recuperación muscular.
3. **Beneficios médicos:** En contextos clínicos, los esteroides anabólicos se utilizan para tratar condiciones como la pérdida de masa muscular asociada a enfermedades crónicas y ciertos tipos de anemia. La reducción del catabolismo muscular se logra mediante la inhibición de vías relacionadas con la degradación de proteínas, disminuyendo así la pérdida de masa muscular.
4. **Mejoras en el empleo de energía:** Estos compuestos pueden aumentar la lipólisis y mejorar la utilización de las grasas como fuente de en-



<https://pixabay.com/es/photos/increible-hulk-superh%C3%A9roe-verde-1527199/>

ergía. Esto favorece el crecimiento muscular, que a su vez requiere un mayor consumo energético, contribuyendo al incremento de la tasa metabólica basal de quienes los consumen.

**Contras de ser un dios griego**

Dentro del lado menos favorable del uso de esteroides anabólicos se encuentran las siguientes desventajas:

1. **Efectos secundarios hormonales:** Los esteroides pueden alterar el equilibrio hormonal, causando problemas como la ginecomastia (desarrollo de tejido mamario en hombres) y trastornos menstruales en mujeres, tales como la amenorrea (ausencia del ciclo menstrual). Además, en individuos biológicamente masculinos se ha detectado la pérdida de cabello, la atrofia testicular y la azoospermia (afección caracterizada por la ausencia de espermatozoides en el semen). Por otro lado, en individuos biológicamente femeninos se han identificado problemas como acné, engrosamiento de la voz e incremento del vello corporal (hirsutismo). ¡Rayos! Ahora sabemos que los dioses griegos posiblemente tenían problemas para generar

descendencia, mientras que las diosas griegas, con exceso de vello y voces graves, no eran tan femeninas después de todo.

- 2. **Impacto en la salud cardiovascular:** Los esteroides aumentan el riesgo de hipertensión, colesterol elevado y enfermedades cardiovasculares, como ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares. Lo anterior puede relacionarse con la eritrocitosis (proliferación exagerada y anormal de glóbulos rojos) y la dislipidemia (concentraciones elevadas de colesterol o triglicéridos).
- 3. **Daño hepático y renal:** Algunos esteroides orales pueden ser tóxicos para el hígado, favoreciendo el desarrollo de afecciones graves como hepatitis o cáncer hepático. Asimismo, se ha evidenciado que el consumo de esteroides puede provocar proteinuria y una disminución de la tasa de filtración de los riñones.
- 4. **Dependencia y síndrome de abstinencia:** El uso prolongado puede conducir a la dependencia y a la aparición de síntomas de abstinencia. Entre estos se encuentran el hipogonadismo, la depresión, la fatiga y la reducción de la libido, condiciones que pueden favorecer recaídas y perpetuar la dependencia a los esteroides anabólicos.



5. **Efectos psicológicos:** El uso de esteroides se ha asociado con cambios de comportamiento, como el aumento de la agresividad y diversas alteraciones del estado de ánimo, fenómeno conocido como *roid rage*.

#### Efectos psicológicos de los esteroides

Uno de los principales efectos psicológicos asociados al uso y abuso de esteroides anabólicos androgénicos es la **dismorfia corporal**, ya que los fisicoculturistas suelen mostrar una mayor insatisfacción con su imagen física. También es común que los atletas dedicados al fisicoculturismo desarrollen **trastornos alimentarios**, alternando entre etapas de «volumen» (incremento de masa muscular) y «definición» (pérdida de grasa corporal). Esta última constituye una de las fases más riesgosas, pues puede favorecer el desarrollo de trastornos como la **bulimia, la anorexia y la vigorexia**.

Entre las conductas asociadas al fisicoculturismo también destacan un **elevado perfeccionismo**, una tendencia a la **baja autoestima** y una menor preocupación por los riesgos asociados al uso de esteroides, factores que pueden facilitar su consumo. Por ello, los fisicoculturistas parecen presentar

un **mayor riesgo de desarrollar trastornos de la imagen corporal** y características psicopatológicas comúnmente observadas en pacientes con trastornos alimentarios. Estas condiciones pueden incluso predecir el uso de esteroides anabólicos en este grupo de hombres.

Por otro lado, las implicaciones del consumo de esteroides anabólicos androgénicos sobre el estado de ánimo han sido abordadas en diversos estudios. Aunque se ha señalado que las dosis fisiológicas de estas sustancias —principalmente de testosterona— pueden ayudar a sobrellevar problemas de distimia y depresión resistente al tratamiento (refractaria), se observa el efecto contrario cuando se emplean dosis suprafisiológicas. Estas últimas se asocian con un **aumento de los síntomas de depresión**, así como con **episodios de hipomanía o manía**.

Los fisicoculturistas y atletas que utilizan esteroides presentan un **22 % más de probabilidad de desarrollar trastornos del estado de ánimo** e incluso pueden cumplir con los criterios diagnósticos de afecciones que van desde el **trastorno depresivo mayor hasta el trastorno bipolar**. Por lo tanto, cuanto mayores sean las dosis empleadas,



<https://pixabay.com/es/photos/hombre-formaci%C3%B3n-perezoso-cansado-5530768/>

más severos pueden ser los síntomas psicopatológicos.

En un estudio se comparó a halterófilos que utilizaban esteroides con aquellos que no los consumían. Los resultados mostraron que los usuarios presentaban mayores síntomas de depresión y que estos persistían incluso en atletas exusuarios, lo que sugiere que **los efectos de estas sustancias pueden prolongarse en el tiempo**. Además, los consumidores tenían un mayor riesgo de experimentar episodios de depresión mayor durante los primeros meses posteriores a la suspensión de su uso. Entre los síntomas observados se encontraban **apatía, anhedonia, problemas de concentración, alteraciones del sueño y disminución de la libido**.

Otro trastorno relacionado con el uso de esteroides es la ansiedad. Se **estima que el 16 % de los usuarios presenta trastorno de ansiedad** generalizada, trastorno de **pánico**, trastorno de **estrés postraumático**, **trastorno obsesivo-compulsivo** o **fobia social**.

Toda esta información permite destacar tres aspectos importantes:

- Existe una probable predisposición al uso de esteroides relacionada con la

dismorfia corporal, el perfeccionismo y la baja autoestima.

- El uso de esteroides tiene diversas implicaciones emocionales.
- Los efectos de los esteroides sobre el estado emocional pueden persistir incluso después de suspender su consumo.

Conclusiones

El uso de esteroides anabólicos plantea un dilema entre los beneficios potenciales que pueden ofrecer para el rendimiento físico y el desarrollo muscular, y los riesgos significativos asociados a su consumo, especialmente cuando se utilizan sin supervisión médica. Por ello, **la educación y la concienciación sobre sus efectos resultan fundamentales** para prevenir su abuso y reducir los daños que pueden ocasionar.



Avella R.E. y Medellín J. (2012). Los esteroides anabolizantes androgénicos, riesgos y consecuencias. *Revista UDCA*, 15, 47-55. <https://www.studocu.com/es/document/instituto-de-educacion-secundaria-wenceslao-benitez/historia-de-espana/v15s1a07-wqfewe/59082983>

Bond P., Smit D.L. y de Ronde W. (2022). Anabolic-androgenic steroids: How do they work and what are the risks? *Frontiers in Endocrinology*, 13, 1059473. <https://>

[public-pages-files-2025.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2022.1059473/pdf](https://public-pages-files-2025.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2022.1059473/pdf)

Rodríguez-Alfaro J.M., Álvarez-Castillo A. y Salas-Boza A. (2020). Esteroides anabólicos: repercusiones médicas del uso indiscriminado con fines en la mejora del rendimiento atlético. *Rev. Méd. Sinerg.*, 5(7): e53. <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/531/885>



## ARTÍCULO

## ¿Deberíamos deshacernos de los virus?

Liliana Hurtado-Cardenas y Sebastián Sánchez-Suárez

<https://pixabay.com/es/photos/m%C3%A1scara-m%C3%A1scara-quir%C3%BArgica-virus-4898571/>

## Resumen

Los virus son conocidos principalmente por causar enfermedades, lo que podría llevarnos a pensar que sería mejor erradicarlos de una vez por todas de la faz de la Tierra. Sin embargo, también desempeñan funciones esenciales en los ecosistemas y en la evolución de la vida. Su impacto abarca desde la regulación de microorganismos en los océanos, los suelos y nuestro propio cuerpo, hasta su contribución a los ciclos biogeoquímicos. Además, tienen aplicaciones benéficas para los seres humanos, como el desarrollo de tratamientos contra el cáncer y las enfermedades genéticas. Todo ello convierte a algunos virus en aliados inadvertidos e incomprensidos, con un enorme potencial aún por explorar.

**Palabras clave:** Enfermedades, terapias, viroma, virus.

RECIBIDO: 14/02/2025; ACEPTADO: 05/06/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Liliana Hurtado-Cardenas.** Estudiante de la Licenciatura en Biología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[1907510j@umich.mx](mailto:1907510j@umich.mx)

**Sebastián Sánchez-Suárez.** Técnico Académico de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[sebastian.suarez@umich.mx](mailto:sebastian.suarez@umich.mx)

El eterno conflicto con los virus

**A** lo largo de la historia de la humanidad hemos interactuado con los virus. Estas **minúsculas partículas infecciosas, microscópicas y acelulares**, que solo pueden replicarse dentro de las células de otros organismos, son **capaces de tomar el control de nuestras células** en un abrir y cerrar de ojos y ocasionar enfermedades tan comunes como un resfriado o tan graves como una fiebre hemorrágica.

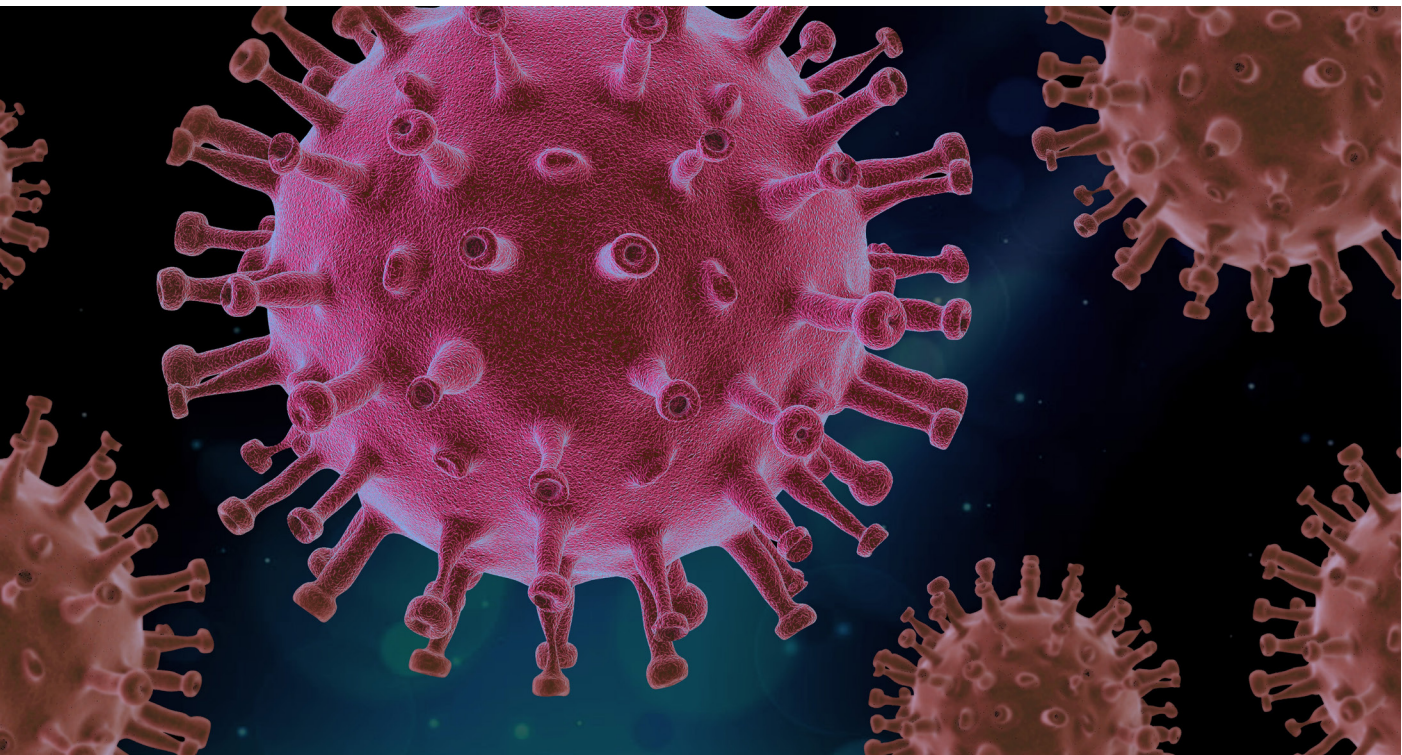
Antes del desarrollo e implementación de las vacunas, las poblaciones humanas podían verse diezmadas por brotes de enfermedades como la viruela, el sarampión, la fiebre amarilla y la poliomielitis, entre otras. Estos horrores de antaño han podido ser controlados, hasta cierto punto, gracias a los avances de la medicina, que lamentablemente muchas veces damos por sentados.

Sin embargo, esta protección no es infranqueable. En años recientes **hemos presenciado el poder destructivo de los virus**. Primero, en 2009, con el brote de influenza AH1N1, que paralizó el país durante meses y se propagó por todo el mundo. Una década después, enfrentamos los efectos del virus SARS-CoV-2, causante de la COVID-19, enfermedad que dejó secuelas en todos los sectores de la población, modificó nuestro modo de vida y

provocó numerosas pérdidas humanas. Aunque **las infecciones han disminuido y las vacunas han logrado proteger a la población**, se continúa monitoreando la aparición de nuevas variantes.

En todo el mundo somos testigos de la **lucha cotidiana de los seres humanos contra los virus**. Muchos de ellos están presentes en nuestro día a día, como el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), causante del SIDA; los virus de la hepatitis B y C; el virus del papiloma humano (VPH); y los virus del Zika, Chikungunya y dengue, estos últimos transmitidos por mosquitos. De otros recibimos noticias de manera periódica, como los virus del Ébola y Marburgo, así como de agentes virales que recientemente han cobrado interés, como la viruela del mono (Mpox) o el metapneumovirus humano (HMPV), de los que seguramente has escuchado hablar en fechas recientes. Incluso **hemos visto reaparecer enfermedades virales que se encontraban casi erradicadas**, como el sarampión, debido a la disminución de la cobertura de vacunación por diversos factores.

Y estos son solo algunos de los virus que infectan directamente a los seres humanos. Podríamos elaborar una larga lista de virus que afectan a organismos importantes para nosotros, como las plantas de cultivo y los animales de producción,



<https://pixabay.com/es/illustrations/virus-covid-ciencia-covid19-4937553/>





<https://pixabay.com/es/photos/ondas-mar-agua-azul-agua-azul-1215449/>

entre ellos el ganado bovino y porcino, y que **pueden poner en riesgo la producción de alimentos.**

### ¿Deshacernos de los virus?

Entonces surge una pregunta obligada: **¿por qué no deshacernos de los virus de una vez por todas?** Después de leer todos estos ejemplos, resulta evidente que los virus, por su gran capacidad infectiva, no solo ponen en riesgo nuestra supervivencia, sino que también desempeñan funciones muy importantes. Además, **debido a la enorme cantidad de virus que existen en el mundo —alrededor de 10 quintillones,** es decir, un uno seguido por treinta y un ceros—, resulta innecesario explicar que eliminarlos sería una **tarea prácticamente imposible.** Sin embargo, supongamos que, dentro de algunos años, gracias a los avances tecnológicos, tuviéramos la posibilidad de eliminar todos los virus de la Tierra, **¿deberíamos hacerlo?** La respuesta es un rotundo **NO.**

Existen alrededor de **270 tipos de virus** capaces de causar **enfermedades en los seres humanos,** una cifra que, comparada con el número total

de virus existentes, resulta verdaderamente minúscula. Pero, **¿dónde están todos los demás virus?** Y, quizá, una pregunta aún más interesante: ¿qué están haciendo? Precisamente ahí radica la importancia que tienen o pueden llegar a tener muchos tipos de virus.

### Virus en nuestro cuerpo

Sin ir más lejos, tú, yo y todos **los seres humanos estamos cubiertos de virus,** tanto interna como externamente. Estos forman parte de nuestro **viroma,** es decir, el **conjunto de virus que colonizan nuestro cuerpo.**

Quizá hayas escuchado que estamos llenos de bacterias y que algunas de ellas son beneficiosas, como los lactobacilos. Pues bien, también convivimos con millones de virus que interactúan con otros componentes del **microbioma,** la **comunidad de microorganismos que habita nuestro organismo.**

La composición de nuestro **viroma puede influir en nuestra salud.** Sin embargo, este fue descubierto hace relativamente poco tiempo, por



lo que aún conocemos muy poco sobre él. Aun así, sabemos que la gran mayoría de los virus presentes en nuestro cuerpo no nos generan ningún efecto negativo. De hecho, **aproximadamente el 8 % de nuestra información genética es de origen viral**. Además, los virus almacenan una enorme cantidad de información genética que pueden introducir en otros organismos al infectarlos, por lo que desempeñan un papel importante en la evolución de los seres vivos.

**Virus en el agua**

Por otro lado, los virus son increíblemente **abundantes en los océanos**. En un solo mililitro de agua de mar pueden encontrarse millones de ellos. Actúan como microscópicos depredadores al **infectar y destruir aproximadamente el 20 % de los microorganismos oceánicos cada día**. Como resultado de este proceso, liberan nutrientes —como el hierro, esencial para el fitoplancton— y energía al océano, desempeñando un papel fundamental en los ciclos biogeoquímicos del planeta.

Los virus también están presentes en ríos y lagos, donde suelen ser varias veces más abundantes que las bacterias que habitan estos cuerpos de agua.

**Virus en los suelos**

En los suelos, los virus interactúan menos con los microorganismos que en los ecosistemas acuáticos y **son menos abundantes en los ambientes desérticos que en los forestales**. Sin embargo, también desempeñan funciones importantes en la regulación del ciclo del carbono, un proceso esencial para la vida en la Tierra.

Al destruir células microbianas, como bacterias y hongos, **contribuyen al reciclaje de nutrientes** y ayudan a **mantener bajo control las comunidades de microorganismos** presentes en el suelo. Además, algunos virus se han propuesto y utilizado como **agentes de control biológico contra organismos perjudiciales**, como ciertos insectos plaga. Asimismo, actualmente se estudia su potencial para combatir patógenos vegetales de-



<https://pixabay.com/es/photos/planta-naturaleza-crecimiento-8338691/>



vastadores, entre ellos algunos hongos que afectan a los cultivos.

### Terapias virales

A pesar de su mala reputación, los virus poseen un enorme potencial terapéutico. Algunos pueden utilizarse para **destruir células cancerosas** sin dañar las células sanas del paciente, una estrategia conocida como **viroterapia**. Otros pueden emplearse para **corregir trastornos genéticos** mediante la **terapia génica** o para el **desarrollo de vacunas**.

Otra aplicación es la **fagoterapia**, que utiliza virus llamados bacteriófagos, o fagos, para **tratar infecciones bacterianas**. Aunque muchos de estos tratamientos son relativamente recientes y todavía tienen costos elevados, ofrecen una perspectiva prometedora sobre los beneficios que los virus pueden aportar a la salud humana.

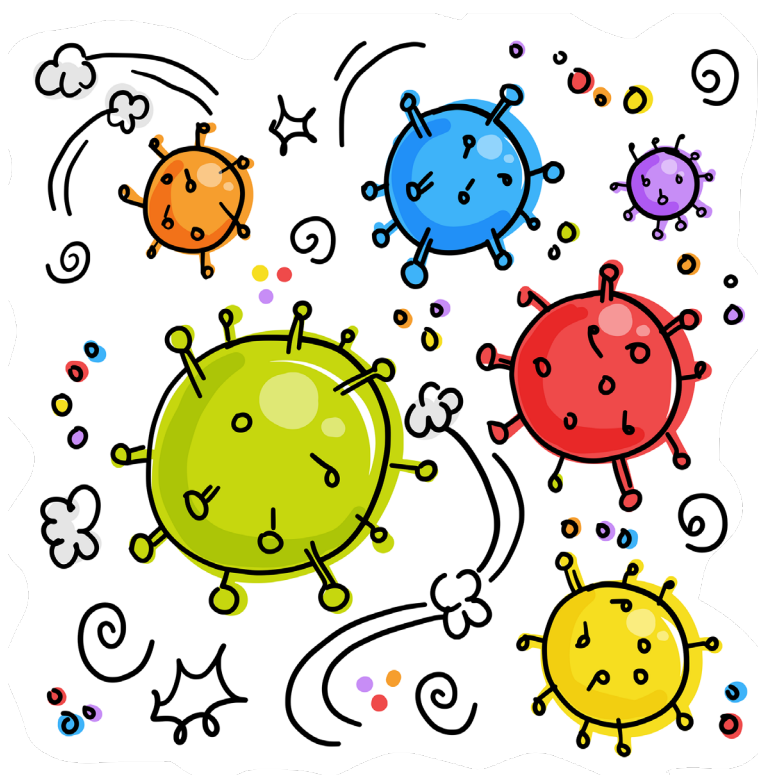
Entonces, ¿los virus son importantes agentes?

A pesar de su terrible reputación como causantes de enfermedades, **los virus desempeñan un pa-**

**pel crucial en los ecosistemas, la salud humana y la evolución de la vida.**

Su importancia abarca desde la participación en los ciclos biogeoquímicos del planeta, el control de microorganismos, plagas y enfermedades en los cultivos, hasta su potencial en terapias innovadoras como la viroterapia, la terapia génica y la fagoterapia. Todo ello demuestra que **los virus son mucho más que simples amenazas para los seres vivos.**

Por esta razón, **es importante reconocer su contribución al equilibrio de los ecosistemas** y continuar explorando su potencial para el beneficio de la humanidad. Aunque aún queda mucho por aprender sobre ellos, los virus representan un campo de estudio fascinante que podría ofrecer soluciones innovadoras a algunos de los desafíos más relevantes en materia de salud y medioambiente.



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2022). *Investigación y desarrollo tecnológico en enfermedades virales de animales productivos*. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/investigacion-y-desarrollo-tecnologico-en-enfermedades-virales-de-animales-productivos>

Mietzsch M. y Agbandje-McKenna M. (2017). The good

that viruses do. *Annual Review of Virology*, 4, III-V. <https://doi.org/10.1146/annurev-vi-04-071217-100011>

Rodríguez H.M.A., Ortega O.Y. y Kassem M. (2023). Virus en plantas: Amenazas emergentes para la seguridad alimentaria y la economía agrícola. *Departamento de Biociencias y Agrotecnología del CIQA*. <https://ciqa.mx/VirusenPlantas.aspx>

# ARTÍCULO

## ¿Qué exprimes en tus tacos: lima o limón?

Andrea del Rocío Martínez-Francisco y Gerardo Rodríguez-Alvarado

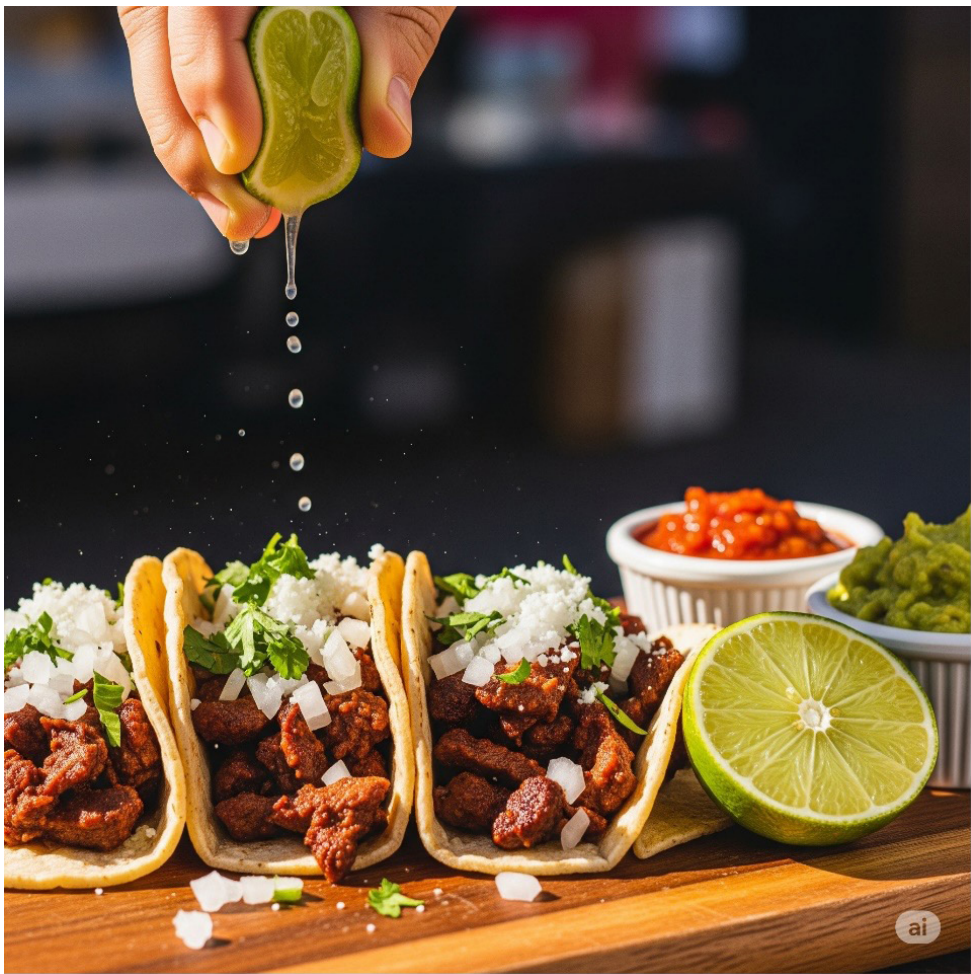


Imagen creada por IA. Gemini.google.com

**Andrea del Rocío Martínez-Francisco.** Estudiante del Laboratorio de Patología Vegetal, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[1823195d@umich.mx](mailto:1823195d@umich.mx)

**Gerardo Rodríguez-Alvarado.** Profesor-Investigador del Laboratorio de Patología Vegetal, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[gerardo.rodriguez@umich.mx](mailto:gerardo.rodriguez@umich.mx)

### Resumen

Los cítricos son importantes fuentes de vitaminas, metabolitos y ácido cítrico. Su clasificación ha sido objeto de debate durante años debido a su capacidad para reproducirse entre especies y géneros estrechamente emparentados. En la actualidad, las limas y los limones cultivados presentan diversas variedades que se producen y utilizan en distintas regiones del mundo, lo que ha dado lugar a cambios taxonómicos y morfológicos. En México, las limas ácidas —como la lima mexicana y la lima persa— suelen denominarse limones, mientras que al limón, en algunas ocasiones, se le llama lima. Por ello, es importante reconocer y diferenciar estos cítricos para comprender mejor sus características, así como sus usos en las distintas culturas.

**Palabras clave:** Cítricos, lima mexicana, lima persa, limón.

RECIBIDO: 03/03/2025; ACEPTADO: 18/08/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026.



## México, limas y limones: una confusión muy común

**M**éxico es conocido por su exquisita gastronomía y, con ella, por los ingredientes que permiten disfrutar los platillos en su mejor punto. Algunos de los más representativos son los tacos, el pozole, el ceviche y los pescados fritos o en caldo, los cuales suelen acompañarse con un cítrico de gran importancia: el «limón». Pero, **¿alguna vez te has preguntado qué es realmente un limón y qué es una lima?** A continuación, te explicamos las características que los distinguen.

Con el objetivo de conocer cómo identifica la población algunas frutas cítricas, se aplicó una **encuesta a 141 personas en el estado de Michoacán**. El propósito fue determinar qué frutos consideran comúnmente como limón o como lima. Los resultados mostraron que solo **el 6.5 %** de las personas encuestadas **identificó correctamente al limón verdadero**, conocido comúnmente como limón italiano. En cuanto al grupo de las limas, el **91.3 %**

reconoció a la **lima dulce** de ombligo, mientras que apenas **el 2.2 %** identificó también a la **lima mexicana** y a la **lima persa** como integrantes de este grupo.

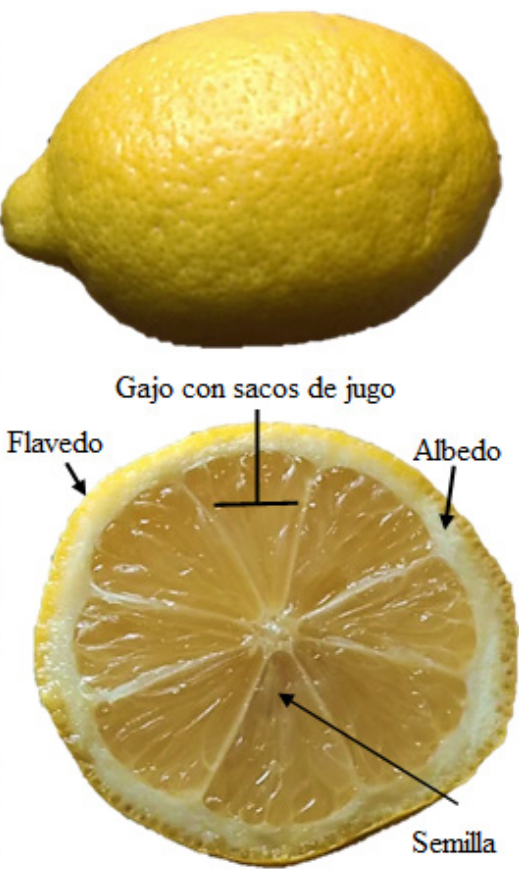
La idea de realizar esta encuesta surgió a partir de una investigación sobre los cítricos y su clasificación. Durante este trabajo observamos que, en México, **algunas especies de lima son denominadas popularmente como limón**. Por esta razón, decidimos profundizar en el estudio de las limas y los limones.

## Origen de los cítricos y su importancia

Los cítricos son **árboles frutales** pertenecientes al **género *Citrus*** y pueden agruparse principalmente en **naranjas, pomelos, toronjas, mandarinas, cidros, limas y limones**. Se caracterizan por producir **frutos divididos en segmentos** o gajos que contienen sacos de jugo o pulpa, **ricos principalmente en ácido cítrico**. Su origen se encuentra en regiones de India, China, el sudeste



<https://pixabay.com/es/photos/tacos-de-pastor-tacos-tacos-mexico-4505032/>



Morfología general de un fruto de limón (*Citrus limon*).

asiático y el Archipiélago Malayo. Posteriormente, se dispersaron hacia otras regiones con condiciones favorables para su desarrollo, especialmente en zonas tropicales y subtropicales.

Actualmente, los cítricos continúan siendo un **grupo complejo** y objeto de debate científico **debido a su gran diversidad**. La clasificación de sus especies y la identificación precisa de sus ancestros se han dificultado por la frecuente hibridación dentro del género *Citrus*, es decir, el cruce entre especies diferentes. Un ejemplo conocido de hibridación en animales es la mula, resultado del cruce entre una yegua y un burro.

**México ocupa el quinto lugar mundial en producción de cítricos.** Estos cultivos tienen una enorme importancia económica y social, ya que se utilizan en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Además, son una **fuentes relevante de compuestos fitoquímicos naturales o metabolitos** —sustancias producidas de manera natural por las plantas—, entre los que destacan el ácido cítrico, el ácido ascórbico (vitamina C), diversos minerales y flavonoides, todos ellos fundamentales para la salud humana.

¿Cuáles son los limones verdaderos?

Diferentes semillas de cítricos fueron introducidas al continente americano durante la colonización española; entre ellas, el limón. Desde entonces, los cítricos han sido ampliamente cultivados en nuestro país.

El nombre científico de los **limones verdaderos** es *Citrus limon*, un **híbrido originado a partir de la naranja agria** (*C. aurantium*) **y la cidra** (*C. medica*). Se han identificado numerosas variedades en distintos continentes, producto de mutaciones —cambios en el ADN que pueden influir en el color, olor, forma o sabor—, como el limón Eureka, el limón Lisboa y el limón Femminello, entre otros. La variedad más conocida en nuestro país es la comúnmente llamada limón italiano, siendo Tamaulipas el estado con mayor producción.

El fruto del **limón** está dividido en gajos que contienen los sacos de jugo. Estos gajos están rodeados por una membrana que los mantiene unidos (albedo) y por una cáscara gruesa de color amarillo intenso cuando el fruto está maduro (flavedo), la cual presenta glándulas sebáceas. La forma del fruto es **ligeramente ovalada y su tamaño varía de**



6 a 10 cm de diámetro, por lo que suele ser más grande que las limas ácidas. Además, presenta un ombligo y contiene varias semillas.

Su sabor es generalmente ácido y destaca por su fragancia, debido a compuestos como el citral. El limón contiene flavanonas como la didimina y la naringina, que no se encuentran en las limas ácidas. Asimismo, presenta una mayor concentración de ácido cítrico y vitamina C que estas últimas. Los limones se producen en zonas tropicales, pero también pueden desarrollarse en áreas de clima templado, ya que son más resistentes al frío. Además, pueden cultivarse en condiciones más secas, a diferencia de las limas, que son más susceptibles a los cambios de temperatura.

¿Cuáles son las limas?

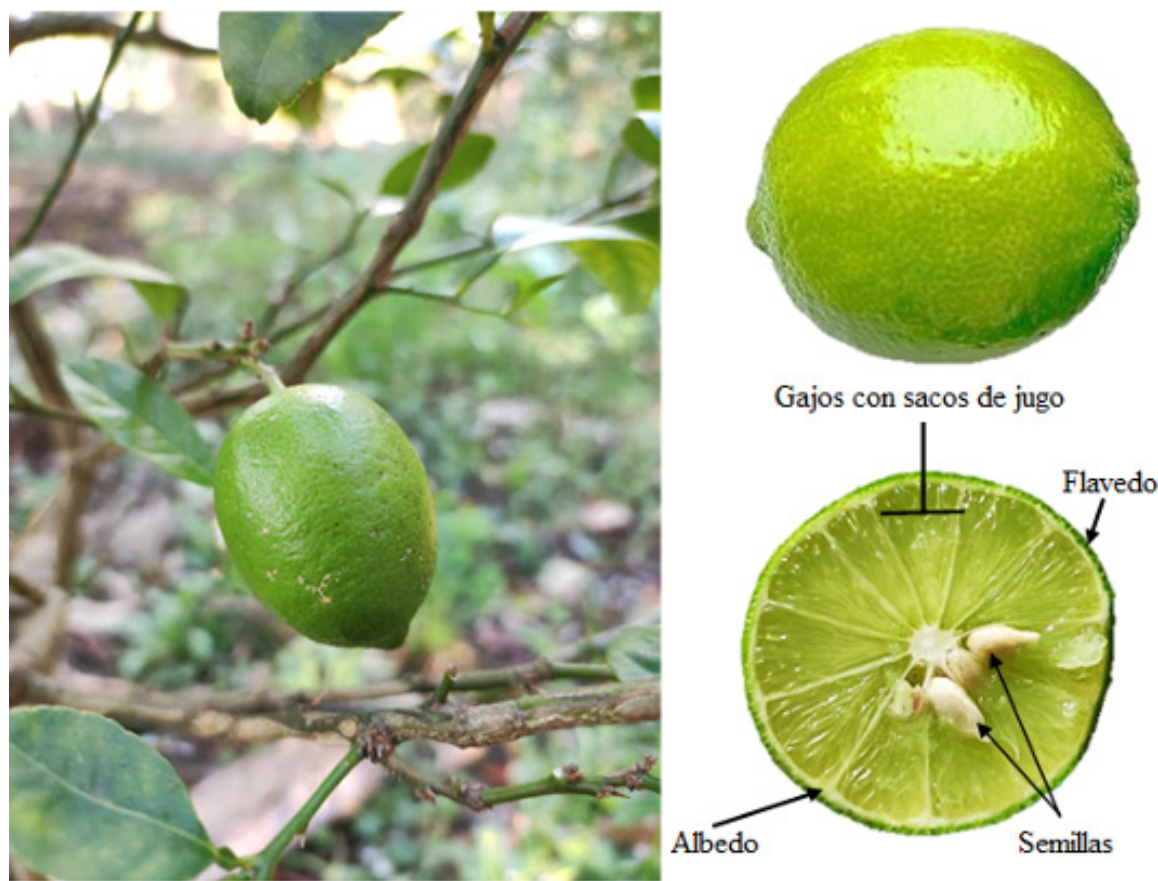
Las limas constituyen un grupo de diferentes especies que, a su vez, se dividen en limas ácidas y limas dulces sin ácido (lima dulce de ombligo). Entre las más conocidas, producidas y consumidas en nuestro país se encuentran las limas ácidas de nombre científico *Citrus aurantifolia* (lima mexicana,

lima, limón mexicano, limón criollo, limonero o limón con semilla) y *Citrus latifolia* (lima persa, limón sin semilla o lima Tahití).

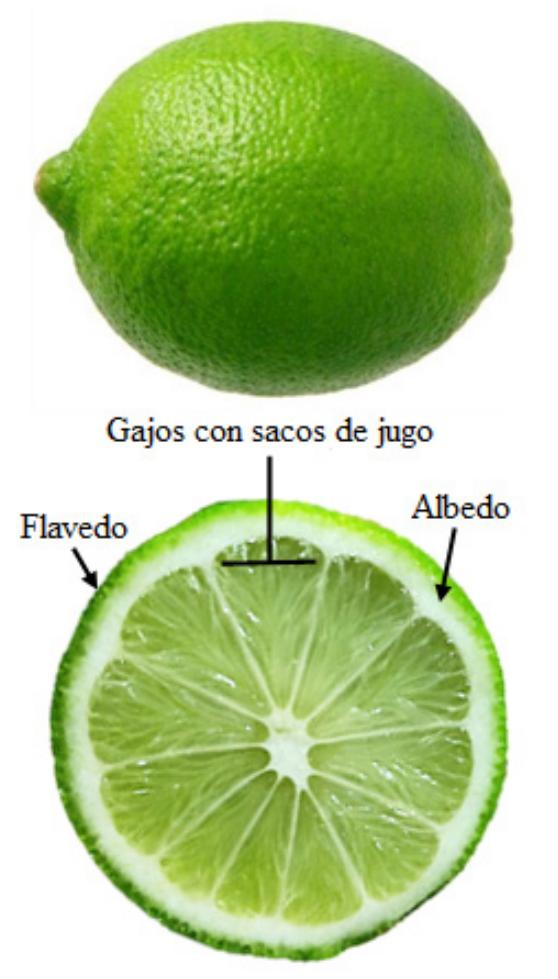
En cuanto a los compuestos fitoquímicos, las limas ácidas producen neoeriocitrina y presentan menores concentraciones de ácido cítrico y vitamina C que los limones. Se desarrollan principalmente en regiones tropicales y subtropicales, ya que son muy susceptibles a las bajas temperaturas.

La lima mexicana es un híbrido entre una cidra (*C. medica*) y una especie de papeda (*C. microcarpa*). Su fruto presenta una cáscara delgada de color amarillo verdoso que se torna amarilla al madurar y posee glándulas sebáceas. Su forma varía de ovoide a subglobosa y mide entre 4 y 6 cm de diámetro, con una pequeña protuberancia en la base. En su interior contiene de 8 a 16 semillas y su sabor es generalmente ácido.

La planta presenta un crecimiento con ramas densas y tallos delgados provistos de numerosas espinas cortas. Sus hojas son de un tono verde más pálido que las de los limones. El estado de Mi-



Morfología general de fruto de lima mexicana (*Citrus aurantifolia*). Imagen propia.



Morfología general de fruto de lima persa (*Citrus latifolia*).

choacán ocupa el primer lugar nacional en la producción de limón mexicano desde 2022, además de ser uno de los principales consumidores de este cítrico en el país.

La lima persa (*C. latifolia*) es un híbrido entre la lima mexicana y el limón verdadero. En cuanto a su morfología, es similar a la de los frutos de la lima mexicana, por lo que puede resultar difícil distinguirlas a simple vista. Sin embargo, sus frutos suelen ser más grandes, ya que miden entre 6 y 9 cm de diámetro, y la mayoría carece de semillas. Su sabor también es ácido y aromático, aunque menos intenso que el de los limones y las limas mexicanas. Los árboles de esta especie presentan hojas de color verde oscuro y pocas espinas. La lima persa se produce principalmente en el estado de Veracruz y es el cítrico de mayor interés para la exportación.

Entonces, ¿lima o limón? ¿Ya sabes qué le exprimes a los tacos?

Debido a que los limones y las limas comparten características morfológicas muy similares, con frecuencia los confundimos. Sin embar-

go, esperamos haberte ayudado a comprender algunas de sus diferencias más relevantes. Además, es importante considerar estudios científicos de vanguardia, como los análisis moleculares, bioquímicos y genéticos, entre otros, ya que constituyen herramientas clave para conocer las relaciones que existen entre las especies.

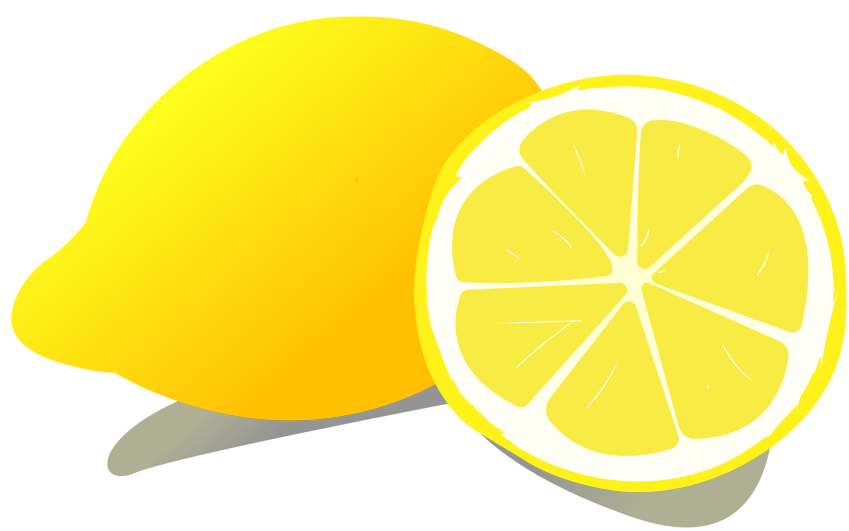
En México, las limas ácidas se producen en mayor cantidad que los limones y, en nuestra cultura, las utilizamos como si fueran «limones». Además, a las limas mexicanas se les han atribuido propiedades antibacterianas, anticancerosas, antidiabéticas, antifúngicas, antihipertensivas, antiinflamatorias y antioxidantes. Asimismo, contribuyen a la protección de órganos como el hígado y el corazón.

Estas son algunas de las razones por las que la producción de estos cítricos es tan importante en nuestro país. Imagina unos tacos sin ese cítrico que exprimimos para darles más sabor. Como ya lo revelamos, a los tacos generalmente les ponemos lima y no limón. ¿Te asombra? ¡Pero es verdad!



A continuación, se presenta una **tabla comparativa entre el limón y las limas ácidas**, en la que se destacan algunas de las características más relevantes para diferenciar estos cítricos:

| Limón<br>( <i>Citrus limon</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Limas ácidas<br>( <i>Citrus aurantifolia</i> y <i>Citrus latifolia</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Aceites esenciales en flores, frutos, cáscara, hojas y ramitas.</li><li>• Fragancia proporcionada principalmente por el citral.</li><li>• Se producen en climas templados, presentan más resistencia a temperaturas bajas y también se pueden adaptar a climas más secos.</li><li>• La forma del fruto es subglobosa a ovalada, con una protuberancia pequeña en la base.</li><li>• Se consume cuando el color del fruto es amarillo y la pulpa es amarillenta. La cáscara es más gruesa.</li><li>• Las flavanonas didimina y naringina no se encuentran en lima.</li><li>• El jugo fresco contiene 0.72 g/L de vitamina C y 48 g/L de ácido cítrico.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aceites esenciales en cáscara, jugo de frutas o frutas trituradas/molidas.</li><li>• Fragancia proporcionada principalmente por cineol, terpineol y germacreno B.</li><li>• Susceptibles al frío, cultivados principalmente en climas tropicales.</li><li>• La forma del fruto es ovalada con una protuberancia prominente en la base.</li><li>• Se cosechan y consumen cuando los frutos son color verde y la pulpa es amarilla-verdosa. La cáscara es fina y lisa (<i>C. aurantifolia</i>) o gruesa, pero de menor tamaño que la del limón (<i>C. latifolia</i>).</li><li>• La flavanona neoeriocitrina no se encuentra en los limones.</li><li>• El jugo fresco contiene 0.35 g/L de vitamina C y 45.8 g/L de ácido cítrico.</li></ul> |



Ancillo G. y Medina A. (2015). *Monografías botánicas. Los cítricos*. Jardín Botánico de la Universidad de Valencia, 2. 152. [https://jardibotanic.org/fotos/pdf/publicacion\\_2\\_84\\_LOS\\_CITRICOS-ESP.pdf](https://jardibotanic.org/fotos/pdf/publicacion_2_84_LOS_CITRICOS-ESP.pdf)

Hernández L.J.L., Vargas Z.N.E., Enríquez G.F., Uranga V.L.P. y Morelos S.P. (2022). Principales cítricos cultivados en Veracruz, México. *Biológico Agropecuaria Tuxpan*,

10(2), 212-218. <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/445/578>

Siyu L., Shiming L. y Chi-Tang H. (2022). Dietary bioactives and essential oils of lemon and lime fruits. *Food Science and Human Wellness*, 11(4), 753-764. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453022000052>

# ARTÍCULO

## ¿Los animales pueden escoger a la pareja después de la cópula?

Rubén Gómez-Díaz de León y José Jaime Zúñiga-Vega



Imagen creada por IA (Gemini.google.com).

**Rubén Gómez-Díaz de León.** Estudiante del programa de Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México.  
[rbnGDL21@gmail.com](mailto:rbnGDL21@gmail.com)

**José Jaime Zúñiga-Vega.** Profesor Titular C de tiempo completo en el Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México.  
[jzuniga@ciencias.unam.mx](mailto:jzuniga@ciencias.unam.mx)

### Resumen

Elegir al mejor macho es crucial para que las hembras aseguren una descendencia de alta calidad. Aunque tradicionalmente se creía que esta selección era únicamente visual y ocurría antes del apareamiento, hoy se sabe que existen mecanismos internos que les permiten sesgar la paternidad después de la cópula. Este proceso, presente en muchas especies animales, se denomina «elección femenina críptica». A pesar de su relevancia biológica para evaluar la calidad de la pareja después de la copulación, sigue siendo un tema poco conocido. Por ello, en este artículo se explica su funcionamiento y algunos de sus mecanismos más comunes.

**Palabras clave:** Elección de pareja, éxito reproductivo, selección sexual.

RECIBIDO: 21/10/2024; ACEPTADO: 18/03/2024;  
PUBLICADO: 30/06/2026



## Selección sexual

**P**ara las hembras de todas las especies es importante poder escoger qué macho obtendrá la paternidad de sus descendientes, ya que al reproducirse con individuos de mayor calidad pueden asegurarse de que sus crías hereden características que aumenten sus probabilidades de supervivencia y reproducción.

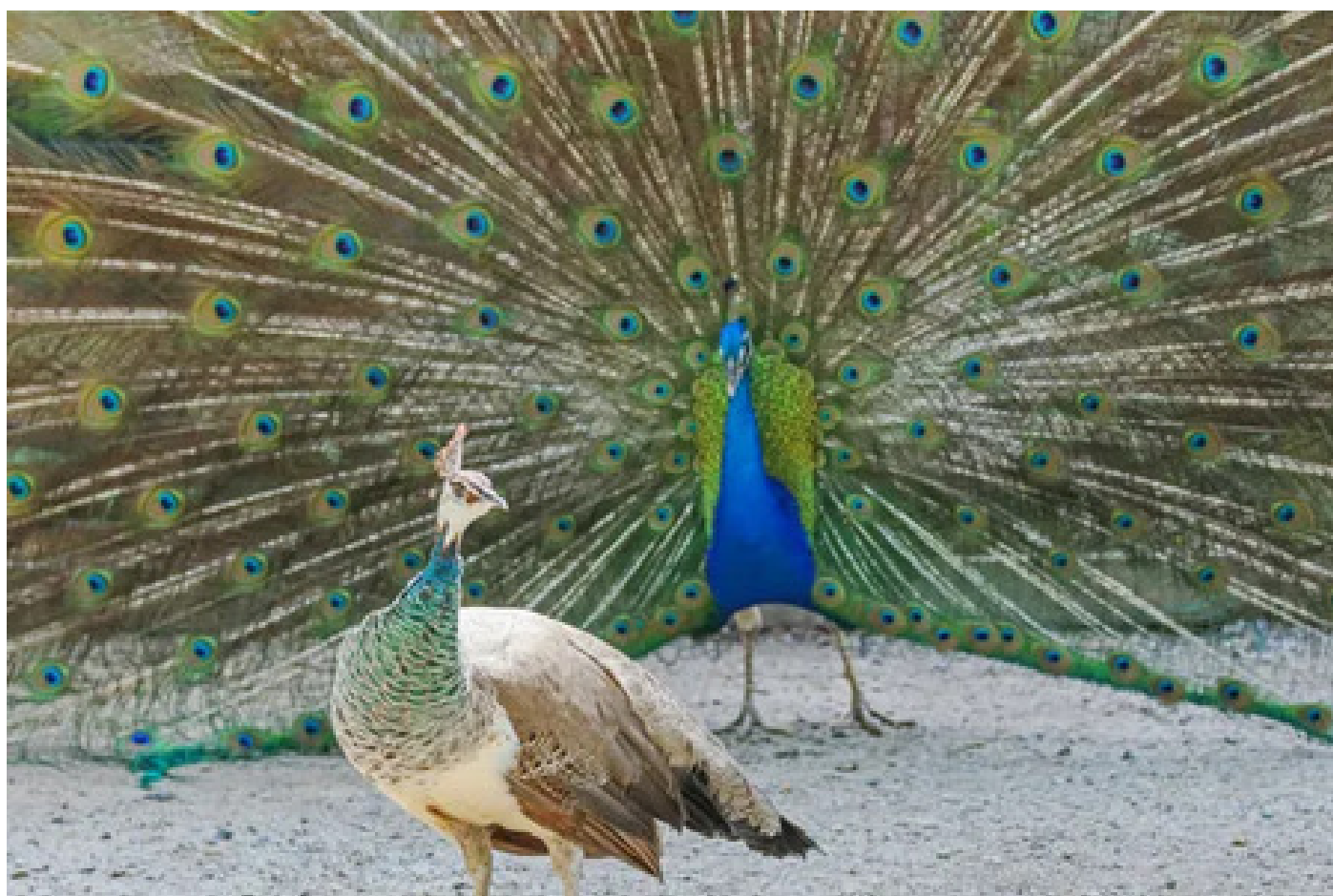
En su libro *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (1888), Darwin propuso la **selección sexual** como un tipo de selección distinto de la **selección natural**, que ocurre porque las hembras han desarrollado la capacidad de elegir a su pareja. Consideraba que este tipo de selección puede explicar la evolución de caracteres que no parecen contribuir directamente a la supervivencia de los individuos, sino cuya función principal es ayudarles a atraer pareja.

Ejemplos de estos caracteres son los **comportamientos de cortejo** y los **ornamentos coloridos presentes en los machos** de muchas especies. Por lo tanto, Darwin consideraba que la selección sexual es una de las principales fuerzas evolutivas

que ha propiciado la diversidad de estrategias reproductivas que observamos en la naturaleza.

Además, Darwin sugirió que la selección sexual solo puede ocurrir a través de la **selección intrasexual** (es decir, la **competencia entre machos**) y de la **selección intersexual** (es decir, la **elección femenina de pareja**). Sin embargo, esta idea presenta una limitación, pues considera únicamente que las hembras pueden ejercer la **selección sexual mediante la elección del macho antes de que ocurra la cópula**. A este proceso se le conoce como **selección sexual precopulatoria**. Bajo este tipo de selección sexual, se considera que el desarrollo de caracteres sexuales secundarios (aquellos que ayudan a conseguir pareja) es especialmente importante para los machos, ya que suelen ser los responsables de atraer a las hembras.

Asimismo, es fundamental destacar que, en este tipo de selección, el éxito reproductivo de los machos es proporcional al número de apareamientos que consiguen. No obstante, no ocurre lo mismo en el caso de las hembras, puesto que **su éxito reproductivo está determinado por la cantidad**



Fotografía: Debbie Graham.



Fotografía: Getty Images.

de descendientes que son capaces de producir en un evento reproductivo. Como resultado, se esperaría que la evolución favorezca en los machos el desarrollo de cualquier carácter que les confiera una ventaja sobre otros machos o que sea preferido por las hembras.

### ¿La elección femenina de pareja siempre es precopulatoria?

Históricamente, se ha considerado que las hembras realizan un mayor esfuerzo para escoger a su pareja antes de la cópula. Sin embargo, desde la década de 1970 sabemos que la competencia entre machos por las oportunidades de fertilizar los huevos puede continuar incluso después de que la cópula haya ocurrido, y que **las hembras pueden influir de manera diferencial en el éxito reproductivo de los machos durante o después de este proceso**. Por tal motivo, la elección femenina de pareja (y, por ende, la selección sexual) también puede ocurrir de manera postcopulatoria.

A diferencia de lo que ocurre en la **selección sexual precopulatoria**, en el contexto de la selección sexual postcopulatoria se considera más im-

portante el desarrollo de ciertos caracteres sexuales en las hembras que en los machos. Esto se debe a que **las hembras deben desarrollar mecanismos que les permitan discernir la calidad de distintos machos después de copular con ellos**; es decir, deben contar con características que les permitan elegir al padre de sus descendientes aun cuando hayan copulado con varios individuos. Además, la presencia de estos caracteres puede hacer que el éxito reproductivo de las hembras no dependa únicamente de la cantidad de descendientes que producen, sino también de la calidad de estos.

### ¿Cómo puede ocurrir la elección de pareja después de la cópula?

La **selección sexual postcopulatoria** ha surgido de manera independiente en diversos grupos animales, como tiburones, libélulas y salamandras. Por esta razón, puede manifestarse de formas muy variadas. En términos generales, se considera que existen **tres mecanismos principales** mediante los cuales puede actuar: 1) la competencia directa entre machos, por medio de la «**competencia espermática**»; 2) la «**coevolución antagonista de los**



caracteres sexuales entre machos y hembras»; y 3) la «elección femenina críptica».

La **elección femenina críptica** es la **capacidad de las hembras para favorecer a un macho sobre otros después de que ha ocurrido la cópula**. Eberhard (1996) la describió como un proceso regulado por estructuras y comportamientos de la hembra que permiten seleccionar y favorecer la paternidad de un macho en particular —generalmente el de mayor calidad— cuando la hembra ha copulado con más de un individuo durante un mismo evento reproductivo.

Este proceso ha sido descrito como «**críptico**» debido a que, usualmente, **se lleva a cabo dentro del cuerpo de la hembra** y no puede observarse de manera directa.

Para que la elección femenina críptica sea efectiva, las hembras deben **poseer determinadas características fisiológicas y anatómicas que les permitan evaluar la calidad de los machos** después de copular con ellos. Por su parte, los machos necesitan desarrollar características que incrementen su capacidad para inducir procesos en las hembras que favorezcan sus probabilidades

de obtener la paternidad. Esta situación genera un conflicto de intereses entre ambos sexos respecto a lo que ocurre dentro del tracto reproductivo de las hembras después de la cópula.

Se ha reportado que **la elección femenina críptica puede actuar mediante más de 20 mecanismos diferentes**. Estos abarcan desde cambios en el comportamiento de las hembras hacia los machos hasta modificaciones en la forma en que distribuyen los nutrientes a sus crías, pudiendo asignar una mayor cantidad de recursos a los descendientes de mayor calidad.

Entre los procesos descritos con mayor frecuencia en la literatura científica se encuentran: la **expulsión o neutralización del esperma** de un macho antes de copular con otro; el **favorecimiento de la competencia espermática** en estructuras especializadas para almacenar esperma dentro de las hembras, conocidas como espermatecas; la **repetición de la cópula con el macho preferido**; la terminación rápida de las cópulas con machos no deseados; la **modificación de la ovulación en función del estímulo** proporcionado por el macho; la **alteración de la probabilidad de implantación del cigoto en el útero**; la **distribución diferencial de nutrientes entre embriones** hermanos; y la **capacidad de abortar determinados cigotos**.

La mayoría de los procesos antes mencionados consideran que **la elección femenina críptica** ocurre con mayor frecuencia en **organismos que han desarrollado fertilización interna**. Sin embargo, existe evidencia de que este mecanismo **también puede presentarse en especies con fertilización externa**. Por ejemplo, las hembras del anfibio *Rana lessonae* pueden modificar la cantidad de huevos que producen en presencia de distintos machos, mientras que las hem-



Fotografía: Jaione L.

bras del pez *Oncorhynchus tshawytscha* pueden favorecer que los huevos, después de ser desovados, discriminen entre el esperma de diferentes machos mediante señales químicas.

Conocimiento actual

A pesar de que los mecanismos de **selección sexual postcopulatoria** han despertado el interés de numerosos investigadores, en general **siguen siendo poco estudiados**. En la literatura científica suelen describirse principalmente como mecanismos esenciales para la reproducción de los insectos. No obstante, son fundamentales para la reproducción de muchos grupos de organismos **y no se limitan al reino animal**, ya que también parecen presentarse en plantas y hongos.

Por ello, será interesante observar cómo, en el futuro, se explora con mayor detalle la forma en

que las hembras de distintas especies pueden discernir con qué macho reproducirse mediante mecanismos de selección sexual postcopulatoria. Este conocimiento, junto con lo que ya sabemos sobre la selección sexual precopulatoria, permitirá comprender mejor cómo esta fuerza evolutiva —la selección sexual— ha contribuido al surgimiento de la gran diversidad de estrategias reproductivas presentes en los seres vivos.



Eberhard, W. (1996). *Female control: sexual selection by cryptic female choice* (vol. 17). Princeton University Press. [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=heAgD-wAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=Eberhard,+W.+\(1996\).+Female+control:+sexual+selection+by+cryptic+female+choice+\(Vol.+17\).+Princeton+University+Press.&ots=\\_eAGDyJ3mV&sig=6PtEEfG8j7qXMw2DbfX7OtIh\\_Wc&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Eberhard%2C%20W.%20\(1996\).%20Female%20control%3A%20sexual%20selection%20by%20cryptic%20female%20choice%20\(Vol.%2017\).%20Princeton%20University%20Press.&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=heAgD-wAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=Eberhard,+W.+(1996).+Female+control:+sexual+selection+by+cryptic+female+choice+(Vol.+17).+Princeton+University+Press.&ots=_eAGDyJ3mV&sig=6PtEEfG8j7qXMw2DbfX7OtIh_Wc&redir_esc=y#v=onepage&q=Eberhard%2C%20W.%20(1996).%20Female%20control%3A%20sexual%20selection%20by%20cryptic%20female%20choice%20(Vol.%2017).%20Princeton%20University%20Press.&f=false)

Cordero, A. (1999). Selección sexual y comportamiento reproductor de los insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 26, 693-701. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51320746/Bol.\\_SEA\\_vol.\\_26\\_pp.\\_693-701\\_1999-libre.pdf?1484241140=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSeleccion\\_sexual\\_y\\_comportamiento\\_reprod.pdf&Expires=1729277394&Signature=fjJ-gjxwC6DuZ1xZOpotukc2iznUZIBbVuSrArLnlgx6d-mwxNgfMDDhcFO3xAquCt4GVqb6JIKQoH-97h9rlhB6LC45Plh3O1-lmdZ6MqISWMvck96-VC9Goibhxzjd~CYmWj2bNyJRKTow1jjlZ21Uc-2mDtS7JpfvLtWyqCQ5xqdKWaqLb1czidc8LR2L-GgpDm3OvCSsjFzmZgOyqKvegWIRO2ksTCMPOcX-8PXpC7yhIsl4mog62-olz1mXztI-lhP61A~kxRosXk-MK4hMDioCwitZUks7vTrvPURnjkj7dM1r95Wu-8H65EyUWduiAjHiS8AooSB~uLIgnwvghX-wZA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51320746/Bol._SEA_vol._26_pp._693-701_1999-libre.pdf?1484241140=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSeleccion_sexual_y_comportamiento_reprod.pdf&Expires=1729277394&Signature=fjJ-gjxwC6DuZ1xZOpotukc2iznUZIBbVuSrArLnlgx6d-mwxNgfMDDhcFO3xAquCt4GVqb6JIKQoH-97h9rlhB6LC45Plh3O1-lmdZ6MqISWMvck96-VC9Goibhxzjd~CYmWj2bNyJRKTow1jjlZ21Uc-2mDtS7JpfvLtWyqCQ5xqdKWaqLb1czidc8LR2L-GgpDm3OvCSsjFzmZgOyqKvegWIRO2ksTCMPOcX-8PXpC7yhIsl4mog62-olz1mXztI-lhP61A~kxRosXk-MK4hMDioCwitZUks7vTrvPURnjkj7dM1r95Wu-8H65EyUWduiAjHiS8AooSB~uLIgnwvghX-wZA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Cordero, A. & Santolamazza, S. (2009). Darwin y la selección sexual después de la cópula. *Revista Digital Universitaria*, 10, 1067-6079. [https://digital.csic.es/bitstream/10261/47031/1/Santolamazza\\_Darwin\\_seleccion...pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/47031/1/Santolamazza_Darwin_seleccion...pdf)



# ARTÍCULO

## *Biol: una alternativa a la fertilización química en forrajes*

Alhelí Vite de la Cruz y Erika Andrea Hernández



<https://universidadeuropea.com/blog/biofertilizantes-bioestimulantes/>

### Resumen

La búsqueda de alternativas de fertilización que incrementen la producción de forrajes sin causar daños al ambiente ni a la salud humana ha impulsado el uso de abonos orgánicos. Estos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo al favorecer su fertilidad y estructura, reducir la densidad aparente, aumentar la retención de agua y promover la presencia de microorganismos. Todo ello contribuye a incrementar la producción y la calidad nutricional de los forrajes, al favorecer su desarrollo radicular. En este contexto, la descomposición del estiércol mediante un biodigestor representa una alternativa de fertilización, ya que permite aprovechar el subproducto líquido conocido como *biol*, resultado de la fermentación de los residuos.

**Palabras clave:** biofertilización, ganadería, pastos.

RECIBIDO: 05/02/2025; ACEPTADO: 28/05/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Alhelí Vite de la Cruz.** Estudiante de la Maestría en Producción Pecuaria Tropical, Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. Tantoyuca, México.

**M243Sooo8@itsta.edu.mx**

**Erika Andrea Hernández.** Docente del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, División de Posgrado e Investigación. Tantoyuca, México.

**erika.hernandez@itsta.edu.mx**



Forrajes

Los forrajes desempeñan un papel **fundamental en la alimentación de los bovinos** destinados a la producción de carne y leche a nivel mundial, especialmente en las regiones tropicales, debido a su disponibilidad y a su **contenido de fibra y nutrientes**. Además, proporcionan los **carbohidratos y las proteínas** necesarios para que los animales lleven a cabo sus funciones vitales, lo que contribuye a mejorar la producción de carne y leche.

En los últimos años, ha surgido la necesidad de **incrementar el rendimiento de las pasturas** en las zonas tropicales dedicadas a la producción ganadera, lo que ha propiciado un **mayor uso de fertilizantes químicos**. Aunque estos mejoran la producción de forrajes a corto plazo, su aplicación requiere una inversión económica considerable y puede generar **efectos ambientales negativos** en los sistemas productivos.

Ante esta situación, han surgido técnicas agrícolas más amigables con el ambiente, entre las que destaca el **uso de biofertilizantes**. Estos contienen microorganismos benéficos que favorecen el crecimiento vegetal, además de aportar nu-

trientes y mantener la calidad del suelo sin afectar los rendimientos.

Fertilización química vs. biofertilizantes

Durante las últimas décadas, los **fertilizantes químicos** se han utilizado para aumentar el rendimiento de los cultivos al proporcionarles los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, el uso excesivo de estos abonos sintéticos en la agricultura ha provocado **contaminación de los recursos hídricos, del suelo y del aire**, además de incrementar la **emisión de gases de efecto invernadero**, lo que ha contribuido al deterioro de la calidad ambiental y, en algunos casos, a la **disminución del rendimiento y la calidad de los forrajes**.

Las tendencias agrícolas actuales se centran en la búsqueda de alternativas al uso de fertilizantes químicos. En este contexto, la aplicación de **biofertilizantes** se considera una **solución sostenible**, ya que permite reducir la dependencia de estos insumos al aportar nitrógeno y otros nutrientes de rápida y fácil asimilación, además de **favorecer la micro y macrobiota del suelo**.

Por otra parte, los microorganismos presentes en los biofertilizantes interactúan con las



<https://pixabay.com/es/photos/vacas-ganado-granja-cielo-nubes-2641195/>





<https://pixabay.com/es/photos/suelo-compost-granja-campo-planta-g18006/>

raíces de las plantas, ya sea de forma simbiótica o como organismos de vida libre, **mejorando la absorción de nutrientes**, impulsando la producción de los cultivos y contribuyendo a la **conservación de la calidad del suelo**. Entre estos abonos orgánicos se encuentran los conocidos como **bioles**, una fuente de nutrientes económica que mejora la producción agrícola al elaborarse a partir de productos generados dentro del propio sistema de producción.

### ¿Qué es el biol?

El **biol** es un **abono orgánico líquido** que se obtiene a partir de la **descomposición de materiales orgánicos**, como estiércoles de animales, plantas verdes y frutos, entre otros, mediante un proceso de fermentación anaeróbica (en ausencia de oxígeno). La fermentación puede durar entre dos y tres meses, dependiendo de la temperatura del lugar donde se elabore.

El tiempo de **maduración** también **está determinado por las condiciones climáticas**. En lugares donde la temperatura supera los 30 °C, el **biol** puede estar listo para su uso en aproximadamente 40 días; en cambio, en zonas con temperaturas más bajas, su aplicación puede requerir hasta 60 días.

El **biol** puede aplicarse a las semillas, sobre

la superficie de las plantas o directamente al suelo. Su acción **favorece la colonización del entorno radicular y promueve el crecimiento vegetal** al incrementar la oferta y disponibilidad de nutrientes primarios para la planta huésped.

### Beneficios del biol

**En forrajes:** Contiene altos niveles de nitrógeno, amoníaco, hormonas vegetales como las auxinas, capaces de inducir el alargamiento de las raíces, y las giberelinas, además de vitaminas, como la tiamina y la riboflavina, así como aminoácidos. Estos componentes ayudan a regular el metabolismo de las plantas, promoviendo el enraizamiento, el crecimiento, la floración y la germinación de semillas, además de contribuir a su protección contra plagas. Por otra parte, mejora la resistencia de las plantas a condiciones de sequía y salinidad.

**En suelo:** Incrementa el contenido de carbono y nitrógeno orgánico del suelo, lo que genera una mayor fertilidad y un aumento en la productividad de los cultivos. Además, contribuye a reducir la contaminación del suelo, el aire y el agua. Asimismo, aporta beneficios significativos al incorporar nutrientes esenciales para la producción de forraje, mejorar características físicas del suelo, como la textura y el pH, incrementar el contenido de mate-



ria orgánica, favorecer la absorción y retención de agua, a la vez que proporcionar una mejor aireación.

Es importante señalar que el *biol* también puede presentar **algunas desventajas**. Entre ellas se encuentra **la duración del proceso de fermentación**, que puede tardar de uno a tres meses; **la pérdida de algunos de sus beneficios** al exponerse a una alta radiación solar; y el **riesgo de contaminación** tanto para quienes lo preparan como para quienes lo aplican.

**Preparación del *biol***

Lo primero que se debe realizar es la **construcción de un biodigestor**, el cual puede ser de tipo ca-

sero para facilitar su manejo. Para ello, se requiere un tanque con capacidad de 200 litros y tapa enroscada, con la finalidad de que permanezca herméticamente cerrado y evite la entrada de aire. También se necesita un tramo de manguera y un niple para la salida de los gases generados durante la fermentación, así como una botella de dos litros que funcione como trampa para permitir la salida de los gases y evitar la entrada de aire.

Respecto a los ingredientes, generalmente se utiliza **estiércol fresco** (bovino, porcino, de conejo o gallinaza), **leche o suero de leche**, **piloncillo**, **ceniza de leña y agua**. En algunos casos, también se emplean **hojas de leguminosas** arbustivas.



Cruz E.C., Garzón M.I. y Cuervo J.L. (2021). Efecto de la aplicación de *Biol* producido a partir de estiércol bovino en las propiedades de un suelo dedicado a la producción de forraje. *Revista RedBioLAC*, 5(1), 60-65. <http://revistaredbiolac.org/index.php/revistaredbiolac/article/view/45/16>

Gil-Ramírez L.A., Leiva-Cabrera F.A., Lezama-Escobedo M.K., Bardales-Vásquez C.B. y León-Torres C.A. (2023). Biofertilizante *Biol*: caracterización física, química y microbiológica. *Alfa. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 7(20), 336-345. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>

Restrepo R.J. (2007). *Manual práctico. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. SIMAS, 262 p. <https://lacompostadora.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/el-abc-de-la-agricultura-organica-y-harina-de-rocas-jairo-restrepo.pdf>



# ARTÍCULO

## Los riesgos de los «lupitos» en México: El lobo fino de Guadalupe

Priscilla Casandra Gutiérrez-Gálvez y Fernando R. Elorriaga-Veplancken



<https://pixabay.com/es/photos/el-pac%C3%ADfico-norte-los-leones-de-mar-2403928/>

### Resumen

El lobo fino de Guadalupe (Lupito) forma parte de la fauna marina que adorna los paisajes de algunas islas de México. Como cualquier especie, los lupitos están expuestos a diversas amenazas a lo largo de su vida. Sin embargo, nuevos riesgos podrían comprometer su supervivencia. Entre ellos se encuentran el cambio climático, la contaminación de los océanos y las islas, así como la aparición de enfermedades emergentes, como la pérdida de pelo, conocida como síndrome de pérdida de pelo o alopecia. En esta breve lectura nos adentraremos en la vida de los lupitos, desde sus primeros meses hasta la adultez, en una pequeña zona localizada a más de 200 km de las costas mexicanas, conocida como la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe. Asimismo, se abordan las amenazas que enfrenta la población del lobo fino de Guadalupe, las cuales representan un ejemplo de los desafíos que día a día enfrentan otras especies marinas en México.

**Palabras clave:** Amenazas, conservación, lobo marino, mamíferos marinos.

RECIBIDO: 04/10/2024; ACEPTADO: 18/03/25;  
PUBLICADO: 30/06/2026

**Priscilla Casandra Gutiérrez-Gálvez.** Investigadora posdoctoral (CONAHCYT) asociada al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional. Laboratorio de Investigación de Pinnípedos (PINNVEST). [casandragalvez@cientineladelmar.com](mailto:casandragalvez@cientineladelmar.com)

**Fernando R. Elorriaga-Veplancken.** Profesor Investigador del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional de Investigación de Pinnípedos (PINNVEST). [felorriaga@ipn.mx](mailto:felorriaga@ipn.mx)

¡Hola!, soy un Lupito

El lobo fino de Guadalupe (Lupito) es un otárido o lobo marino que se caracteriza por presentar dos tipos de pelo (grueso y fino), lo que le permite bucear y alimentarse en aguas templadas y frías sin morir de frío en el intento. Actualmente, la **Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe**, ubicada en Baja California, México, es el único **sitio reconocido como una colonia de reproducción bien establecida**, donde es posible encontrar individuos recién nacidos, cópulas y, por lo tanto, hembras gestantes que darán vida a las próximas generaciones de lobos finos durante el verano (de junio a agosto) de cada año. El lobo fino de Guadalupe **es considerado la tercera especie de otárido más pequeña del mundo** y se alimenta principalmente de calamares y de algunas especies de peces.

Aunque el lobo fino de Guadalupe **es una especie en proceso de recuperación poblacional** después de haber estado al borde de la extinción debido a la cacería impulsada por la industria peletera (piel) durante los siglos XVIII y XIX en las costas de California, Estados Unidos, y México, los lupitos **aún enfrentan diversas amenazas para su supervivencia**, tales como el cambio climático, la contaminación marina y enfermedades como el síndrome de alopecia (pérdida de pelo), tema que abordaremos en la siguiente lectura.

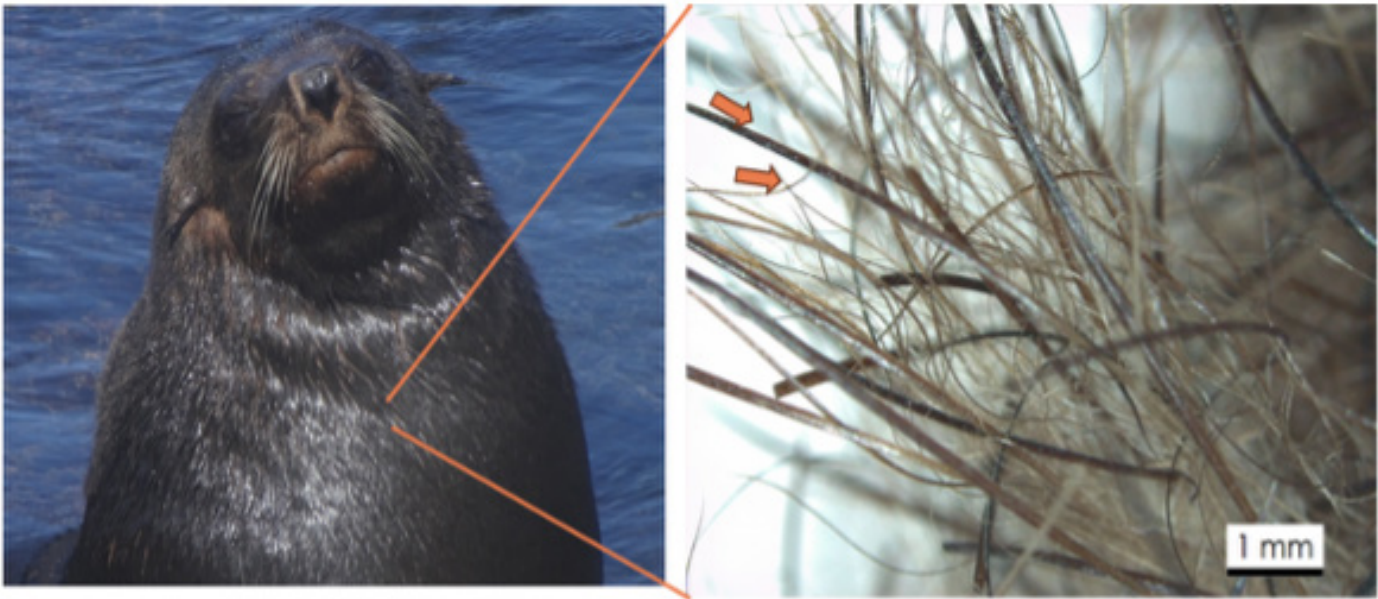
Los primeros tres meses de vida de un Lupito

Las crías del lobo fino de Guadalupe, conocidas como neonatos, se caracterizan durante los primeros **tres meses de vida** por presentar un **pelaje negro** que comienza a aclararse a partir del cuarto mes, hasta adquirir la coloración típica de los adultos, la cual puede variar entre tonos café, rojizos y amarillos con matices grisáceos.

Al nacer y durante las primeras semanas de vida, los lupitos son pequeños, lentos y vulnerables, por lo que dependen completamente de su madre como única fuente de alimento. Esta dependencia se mantiene hasta aproximadamente los nueve meses de edad, **cuando son destetados** (dejan de consumir leche) e **inician una alimentación independiente**, basada principalmente en la **captura de calamares y algunas especies de peces**.

Sin embargo, los lupitos enfrentan grandes desafíos para sobrevivir durante sus primeros meses de vida. Ante esta situación surge una pregunta importante: **¿cuáles son las principales causas de muerte del lobo fino de Guadalupe durante los primeros meses de vida en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe?**

De acuerdo con investigaciones realizadas por médicos veterinarios y biólogos, las principales causas de muerte en los neonatos de lobo fino de Guadalupe en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe



Pelaje de lobo fino de Guadalupe. Tipos de pelo (flechas). Primario (grueso) y secundario (fino). Crédito: C. Gálvez.





Neonatos de lobo fino de Guadalupe en la Reserva de la Biosfera de Isla Guadalupe. Crédito: C. Gálvez.

lupe son de origen natural, especialmente la **malnutrición**, las infecciones, los **aplastamientos** y el **ahogamiento**. Estos hallazgos coinciden con los reportes registrados en otras especies de lobos finos de Australia y Sudamérica.

Se estima que al menos el 50 % de las muertes de neonatos de lobo fino de Guadalupe en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe están relacionadas con el **calentamiento de los océanos**. Esto se debe a que el aumento de la temperatura del mar podría haber afectado la distribución y abundancia de calamares y peces, recursos fundamentales en la dieta de las madres.

Al no encontrar suficiente alimento en sus zonas habituales de alimentación alrededor de Isla Guadalupe, **las hembras se ven obligadas a desplazarse a sitios más lejanos para alimentarse**, prolongando sus viajes de búsqueda de alimento de días a semanas. Como consecuencia, **las crías permanecen sin ser amamantadas durante largos periodos**. Por lo tanto, los neonatos que no reciben suficiente alimento pueden morir por inanición, llegando a pesar entre 2.5 y 3 kg durante esta etapa de su desarrollo, cuando deberían superar los 5 kg.

La **nutrición inadecuada** de los neonatos también incrementa su **susceptibilidad a infecciones pulmonares e intestinales**, que en algunos casos pueden resultar fatales. Sin embargo, las muertes de neonatos de lobo fino de Guadalupe no solo se deben a enfermedades, sino también a la **presencia de huracanes y tormentas** en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe.

Aunque pudiera parecer que **los neonatos** son expertos nadadores desde el momento en que nacen, la realidad es muy distinta. Se trata de **nadadores inexpertos** que, debido a su pequeño tamaño y vulnerabilidad, son incapaces de enfrentar las grandes olas y corrientes marinas que azotan la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe. Como consecuencia, pueden ser arrastrados mar adentro y alejados de tierra firme, lo que incrementa el riesgo de ahogamiento.

Finalmente, otra de las principales causas de muerte de los neonatos de lobo fino de Guadalupe es el **aplastamiento**. Durante la primera semana de vida, **las crías son lentas y torpes en sus movimientos**, lo que aumenta la **probabilidad de que sean aplastadas durante estampidas** provocadas

por individuos más grandes, pesados y rápidos. Aunque los aplastamientos constituyen una causa natural de mortalidad, algunos disturbios externos, como la presencia de personas o de animales introducidos en las áreas de reproducción de los lupitos, pueden incrementar la frecuencia de estos eventos. En tales casos, una causa de muerte originalmente natural puede verse agravada por actividades de origen humano o antrópico.

**Drama en la vida de un Lupito**

Otro momento crítico en la vida del lobo fino de Guadalupe ocurre cuando deja de depender de la leche materna para sobrevivir e inicia, por sus propios medios, la búsqueda de alimento en el mar. Durante esta etapa, los jóvenes se adentran gradualmente en un entorno lleno de desafíos y riesgos para su supervivencia.

Entre estos riesgos se encuentra la **presencia de basura marina**, la cual incluye redes, botellas de plástico, entre otros desechos, que pueden provo-

car que **algunos individuos queden enmallados o atrapados** en distintas partes de su cuerpo, como el cuello, la cadera o las aletas. Desafortunadamente, **algunos lupitos fallecen como consecuencia de la contaminación de nuestros mares**. Esto resalta la importancia de evitar arrojar basura a los océanos y de reducir el consumo de plásticos en nuestra vida diaria.

**Y, ¡finalmente calvos!**

Es probable que, en algún momento, nuestros padres, tíos o hermanos pierdan pelo (alopecia) debido a factores genéticos u hormonales. Sin embargo, la historia es distinta en el lobo fino de Guadalupe, así que empecemos pelo por pelo.

**¿Por qué es importante el pelaje en la vida diaria del lobo fino de Guadalupe?** Su pelaje es un traje natural e impermeable que **le permite bucear y nadar sin «congelarse»** en las aguas frías y turbulentas del Pacífico noreste. Además, **actúa como un chaleco protector contra golpes, caídas y morde-**



Lupito con una red (cabo) en el cuello por contaminación de los océanos. Crédito: C. Gálvez.



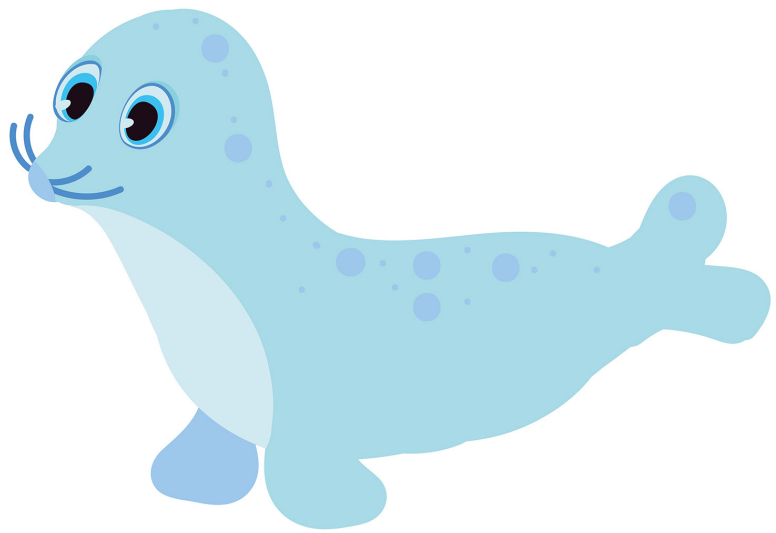
**duras**, y le brinda una coloración característica durante cada etapa de su crecimiento. No menos importante, **evita que los rayos UV dañen su piel**, de manera similar al protector solar que utilizamos al salir de casa.

Como se mencionó anteriormente, los lupitos **presentan dos tipos de pelo** distribuidos por todo su cuerpo, los cuales, en conjunto, **les permiten vivir tanto en el agua como en tierra**. Por lo tanto, es posible que la alopecia en el lobo fino de Guadalupe afecte el desarrollo de algunas de sus actividades cotidianas.

Aunque se desconocen las **consecuencias** de la alopecia en el desempeño de sus actividades diarias, es posible que esta condición **reduzca el tiempo** que los lupitos dedican **a la búsqueda de alimento** debido a una **menor tolerancia a las aguas frías** del océano. En consecuencia, podría afectar su alimentación, nutrición e incluso la salud de su piel, debido a una mayor exposición a los rayos solares.

Hasta la fecha se **desconocen las causas involucradas en la pérdida de pelo** en los lupitos, aunque se espera que las investigaciones futuras permitan identificarlas. Lo que sí se sabe es que, de acuerdo con observaciones realizadas en individuos de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, **algunos lupitos comienzan a perder pelo desde edades tempranas**, aproximadamente a partir de los nueve o diez meses de vida.

**¡Queda mucho por descubrir sobre la salud y las amenazas que enfrentan los lupitos!** Esperamos que esta breve historia sobre la vida del lobo fino de Guadalupe te haya resultado fascinante y que, a partir de ahora, los conozcas como los Lupitos de México.



Gálvez, C., Raverty, S., Galván-Magaña, F., Field, C.L., & Elorriaga-Verplancken, F.R. (2023). Mortality in an offshore predator critical habitat during the Northeast Pacific marine heatwave. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1202533. *Frontiers | Mortality in an off-shore predator critical habitat during the Northeast Pacific marine heatwave* (frontiersin.org)

Gálvez, C., Morteo E., Elorriaga-Verplancken, R. (2022). Enfermedades en gigantes marinos. ¿Predictores de la

salud del mexicano? *Resonancia Científica*. <https://resonanciaincientifica.coscyt.mx/medioambiente/enfermedades-en-gigantes-marinos/>

SEMARNAT. (2018). Programa de Acción para la Conservación de la Especie Lobo Fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*). 40 pp. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/443986/PACE\\_Lobo\\_fino.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/443986/PACE_Lobo_fino.pdf)

# TECNOLOGÍA

## Rayos de esperanza. ¿Cómo puede transformar la energía solar a México?

Carmina Anzures-Muñoz y José María Ponce-Ortega



Imagen generada por IA. Gemini.Google.com

**Carmina Anzures-Muñoz.** Participante del Programa Delfín, estudiante de Ingeniería en Energías Renovables, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla.  
[carmina.anzures@alumno.buap.mx](mailto:carmina.anzures@alumno.buap.mx)

**José María Ponce-Ortega.** Profesor e investigador, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[jose.ponce@umich.mx](mailto:jose.ponce@umich.mx)

### Resumen

México enfrenta la decisión de mantener su dependencia de los combustibles fósiles o avanzar hacia el aprovechamiento de la energía solar. Gracias a su abundante radiación solar, el país podría cubrir su demanda energética mediante la instalación de 432 millones de paneles fotovoltaicos, que ocuparían apenas el 0.059 % del territorio nacional. Aunque la inversión inicial sería de 318.3 millones de dólares, los beneficios a largo plazo serían considerables, entre ellos una reducción drástica de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esta transición representa una oportunidad viable para posicionar a México como un referente mundial en tecnología limpia y sostenibilidad.

**Palabras clave:** Energía solar, paneles fotovoltaicos, sostenibilidad, tecnología limpia.

RECIBIDO: 26/08/2024; ACEPTADO: 14/03/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026



### Enfrentando el desafío energético

**E**l mundo actual enfrenta una encrucijada crucial: mantener su dependencia de los combustibles fósiles, que contribuyen al calentamiento global y al agotamiento de los recursos naturales, o avanzar hacia una transición basada en fuentes de energía más amigables con el planeta. Ante este panorama, resulta indispensable buscar alternativas energéticas sostenibles. En este contexto, la energía solar se presenta como una opción prometedora, capaz de transformar el rumbo de nuestra civilización hacia un futuro más sostenible, ya que no solo es renovable y abundante, sino también respetuosa con el medioambiente al no generar emisiones de gases de efecto invernadero.

El Sol, esa enorme esfera ardiente que ha acompañado la historia de la humanidad, es mucho más que una fuente de luz y calor: nos proporciona una fuente de energía prácticamente inagotable. Cada fotón que viaja desde su núcleo hasta la Tierra lleva consigo el potencial para construir un futuro más limpio y esperanzador. Gracias al desarrollo tecnológico, hoy somos capaces de captar y aprovechar esa energía. Los paneles solares, mediante sus células fotovoltaicas, actúan como intermediarios entre la radiación solar y nuestras necesidades energéticas.

Desde los desiertos del norte hasta las selvas del sur, la energía solar representa una oportunidad para impulsar un modelo de desarrollo más limpio y sostenible.

### ¿Qué es la energía solar?

La energía solar es la energía radiante y calorífica proveniente del Sol que puede captarse y transformarse en electricidad mediante paneles fotovoltaicos. Estos paneles están compuestos por células solares que absorben la luz solar y generan electricidad de forma directa. Cada célula solar puede imaginarse como un diminuto recolector de energía capaz de convertir los fotones de la luz en corriente eléctrica.

Se trata de una fuente de energía limpia e inagotable que puede contribuir a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar los efectos del cambio climático. Además de producir electricidad, la energía solar también se aprovecha para calentar agua mediante sistemas solares térmicos. Estos sistemas son comunes en viviendas y piscinas, donde utilizan la energía del sol para proporcionar agua caliente de manera eficiente.

La tecnología fotovoltaica ha experimentado un notable avance durante las últimas décadas. En la actualidad, los paneles solares son más eficientes y asequibles que nunca, lo que ha facilitado su ac-



Imagen generada por IA. Gemini.google.com



Imagen generada por IA. Gemini.google.com

ceso a una mayor parte de la población. Asimismo, la integración de esta tecnología en edificios y otras estructuras es cada vez más frecuente, mediante techos, fachadas y ventanas solares capaces de captar la radiación solar y transformarla en electricidad.

**¿Puede la energía solar satisfacer la demanda energética de México?**

México tiene una demanda energética anual significativa, de aproximadamente 393,983,344 megavatios hora (MWh). La energía solar tiene el potencial de cubrir esta demanda, especialmente en la región noroeste del país y en estados con condiciones climáticas favorables, como Baja California, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Durango, San Luis Potosí y Guanajuato.

Sin embargo, no debe subestimarse el potencial del resto del país. Incluso en regiones con menor radiación solar, como el centro y el sur, la energía solar continúa siendo una alternativa viable. La tecnología fotovoltaica ha avanzado considerablemente y, aun en días nublados, los paneles pueden generar electricidad. ¡La magia del sol en acción!

Además, varios de estos estados cuentan con amplias extensiones de terreno que podrían destinarse a la instalación de grandes parques solares. Estas instalaciones no solo permitirían generar electricidad, sino que también podrían convertirse

en centros de investigación y desarrollo de tecnologías solares, contribuyendo a posicionar a México como un referente en innovación energética.

**La solución solar: Instalación estratégica de paneles fotovoltaicos**

- *Potencial solar de México.* Estos estados han sido identificados por su alta radiación solar y por contar con condiciones geográficas que favorecen la generación de energía solar. Los estados del noroeste, como Baja California, Sonora, Chihuahua y Coahuila, reciben una elevada radiación solar durante todo el año. Estas condiciones convierten a la región en un sitio estratégico para el aprovechamiento de esta fuente de energía. La energía solar en estos estados no solo es abundante, sino que también puede contribuir de manera importante a reducir la dependencia de energías no renovables y fortalecer la seguridad energética del país.
- *¿Cuántos paneles se necesitan?* Para satisfacer la demanda energética anual de México, se estima que serían necesarios aproximadamente 432 millones de paneles solares. Cada panel, con una capacidad de 500 vatios, puede generar electricidad a partir de las aproximadamente cinco horas diarias de radiación solar efectiva que, en promedio, recibe el país.
- *¿Cuánto espacio ocuparía?* El área requerida



para instalar estos paneles sería de aproximadamente 1,166.40 kilómetros cuadrados. Aunque se trata de una superficie considerable, representa solo el 0.059 % del territorio nacional, lo que demuestra que la energía solar puede aprovecharse de manera eficiente sin comprometer grandes extensiones de tierra.

- **Costos y beneficios.** El costo total estimado para este proyecto asciende a aproximadamente 318.3 MM de dólares estadounidenses, considerando tanto el precio de los paneles como los costos de instalación. Si bien la inversión inicial puede parecer elevada, debe considerarse una apuesta a largo plazo, ya que los paneles solares tienen una vida útil cercana a los 25 años y requieren poco mantenimiento. ¡Es como comprar un boleto para un viaje hacia un futuro más sostenible!

Además, al reducir la dependencia de los combustibles fósiles, disminuyen las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo que contribuye a mitigar el cambio climático. Se estima que cada kilowatt-hora de electricidad generada mediante energía solar evita la emisión de aproximadamente 0.5 kg de CO<sub>2</sub>, lo que refleja el importante beneficio ambiental de esta tecnología. Eso es como plantar un árbol virtual cada vez que enciendes una bombilla.

### Un futuro brillante y sostenible

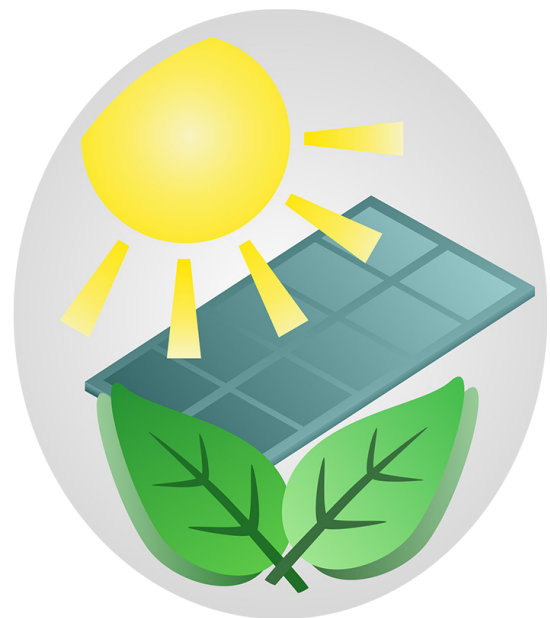
Adoptar la energía solar no solo es una opción viable, sino también una necesidad para garantizar un suministro energético seguro, limpio y sosten-

nible en México. Al aprovechar el amplio potencial solar del país, es posible satisfacer la creciente demanda de energía y, al mismo tiempo, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Aprovechar este recurso representa una oportunidad para construir un futuro más prometedor y saludable para las generaciones futuras.

### Desafíos y oportunidades

A pesar de su potencial, la energía solar enfrenta desafíos, como la necesidad de infraestructura para el almacenamiento de energía y la variabilidad climática. Sin embargo, estas dificultades también representan oportunidades para innovar y mejorar. La investigación en tecnologías de almacenamiento, la integración de paneles solares en edificios y la educación pública sobre los beneficios de la energía solar son áreas clave para impulsar su crecimiento sostenible.

La energía solar representa una oportunidad única para transformar el sistema energético de México y avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente. Con una implementación adecuada y el apoyo gubernamental, el país tiene el potencial de convertirse en un líder mundial en energía solar, beneficiando no solo al medioambiente, sino también a su economía y a la sociedad.



Arenas-Sánchez D.A. y Zapata-Castaño H.S. (2011). *Libro interactivo sobre energía solar y sus aplicaciones*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología Eléctrica. [https://www.academia.edu/83685505/Libro\\_interactivo\\_sobre\\_energ%C3%A](https://www.academia.edu/83685505/Libro_interactivo_sobre_energ%C3%A9Da_solar_y_sus_aplicaciones)

Centro Nacional de Control de Energía (s. f.). *Estimación de la demanda real*. <https://www.cenace.gob.mx/>

Paginas/SIM/Reportes/EstimacionDemandaReal.aspx#:~:text=La%20estimaci%C3%B3n%20de%20la%20Demanda%20Real%20del%20Sistema%20por%20Retiros,corresponde%20al%20Mercado%20El%C3%A9ctrico%20Mayorista

Solargis. (2019). *Global Solar Atlas*. The World Bank Group. <https://globalsolaratlas.info/map?c=22.573438,-104.370117,5&r=MEX>

# UNA PROBADA DE CIENCIA

*Storytelling, o por qué los datos ya no bastan...*

Horacio Cano Camacho



**Horacio Cano Camacho**, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[horacio.cano@umich.mx](mailto:horacio.cano@umich.mx)

**T**enemos, sobre todo en el campo de la ciencia, una confianza inmensa en el individuo racional, aunque siempre queda abierta la pregunta de si esa confianza está realmente fundamentada. El resurgimiento de ideas que creíamos derrotadas por la evidencia —la Tierra plana, la negación del cambio climático, las posturas anti-vacunas, entre otros movimientos— cuestiona con fuerza esa certeza.



Existe una idea muy extendida: la sociedad puede cambiar de opinión por la fuerza de los hechos. Suponemos que proporcionar más y mejor información mejora el juicio de las personas y su toma de decisiones; creemos que una educación científica más sólida disipa las concepciones erróneas y que presentar datos, informes técnicos y opiniones de expertos puede modificar la actitud pública frente a temas complejos, como el calentamiento global, la biotecnología o las vacunas. Sin embargo, cada vez resulta más evidente que bombardear a la gente con hechos, o exhibir su ignorancia, no siempre convence. A veces produce el efecto contrario.

Hasta aquí hablamos de hechos científicos y de problemas del mundo natural. Pero si nos trasladamos al terreno de la sociedad, las cosas se complican todavía más. El crecimiento cada vez más visible de posturas políticas extremistas, abiertamente discriminatorias y hasta fascistas, así como el arribo al poder de movimientos de ultraderecha

con agendas radicales, muestra que algo profundo se está moviendo en la manera en que esas posiciones se presentan ante la población.

Ya no se trata solo de razonar, argumentar o someter las ideas al peso de los datos. Se trata de instalarse en un ámbito mucho más resbaladizo: el de las emociones. Desde ahí se puede convencer a una parte de la sociedad de que la inseguridad se resuelve construyendo megacárceles, que la economía mejora dismantelando la seguridad social o las pensiones, o que la educación se fortalece quitándole presupuesto. El problema se vuelve todavía más grave cuando advertimos que quienes proponen esas salidas son, muchas veces, los mismos sectores que contribuyeron a producir las crisis que ahora prometen combatir.

Es en ese terreno —donde los hechos retroceden, las emociones avanzan y la política se convierte en una disputa por imponer relatos— donde la obra de Christian Salmon se vuelve especialmente necesaria.

El libro, o mejor dicho, la serie de libros que ahora recomendamos, analiza por qué los datos ya no son suficientes. Christian Salmon no viene solo del campo literario; su perfil combina literatura, teoría del relato, análisis político y crítica de la comunicación. Es doctor en Historia de las Ideologías y cuenta con estudios en el Institut d'Études Politiques y en una escuela superior de comercio y administración de empresas.

En *Storytelling. La máquina de fabricar historias y formatear las mentes* (Ediciones Península, 2019), Salmon muestra cómo el relato dejó de ser solo una herramienta cultural para convertirse en una tecnología de persuasión: marcas, empresas, gobiernos y campañas políticas aprendieron a fabricar historias capaces de ordenar emociones, sustituir argumentos y volver vendible casi cualquier proyecto.

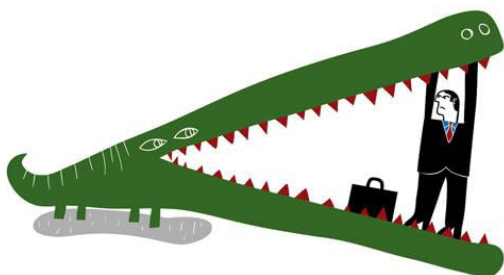
En *La ceremonia caníbal* (Ediciones Península, 2013), Salmon da un paso más: la política ya no solo cuenta historias, también se vuelve espectáculo. El dirigente contemporáneo aparece como un cuerpo expuesto,

## Christian Salmon

*Autor de Storytelling*

# La ceremonia caníbal

Sobre la performance política



Península  
Atalaya

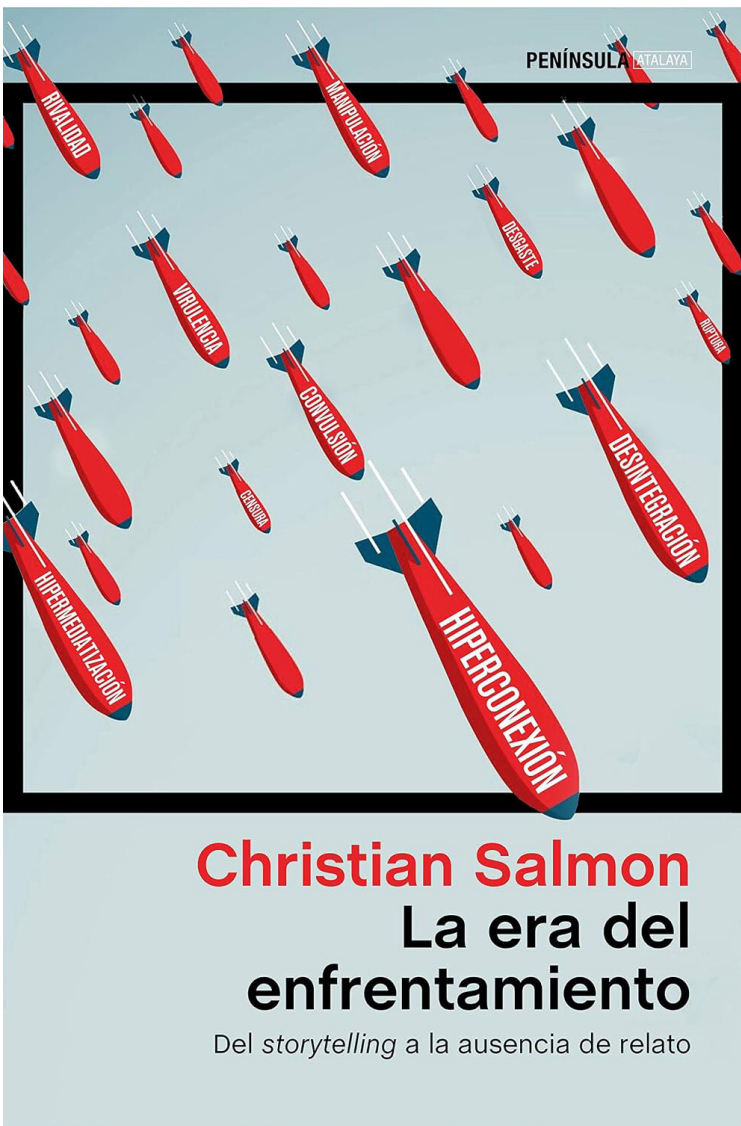
obligado a representar cercanía, fuerza, dolor, indignación o autenticidad ante una maquinaria mediática que primero lo fabrica como imagen y luego lo devora.

Finalmente, en *La era del enfrentamiento* (Ediciones Península, 2019), el diagnóstico se vuelve todavía más oscuro: incluso el relato coherente parece agotarse. La política contemporánea ya no busca necesariamente convencer, sino interrumpir, provocar, enfrentar, producir ruido. Del arte de narrar pasamos al gobierno del choque; de la promesa de sentido, a la administración del miedo, la ira y el agravio.

Creo que todos podemos reconocer las señales que describe Salmon. En cada campaña política de nuestro tiempo vemos cómo se pasa de los argumentos a las mentiras —incluso cuando ya no importa demasiado que todos sepan que son mentiras—, del debate al insulto, de la confrontación democrática a la amenaza. Los contrincantes políticos se convierten en un peligro; se les presenta como aliados de los villanos reales o imaginarios del momento, y se reviven fantasmas del pasado para asustar a la población. Así se vende un relato. Un relato en el que los electores podemos terminar votando por nuestros verdugos, convencidos de que ahora sí, por alguna razón casi mágica, serán buenos y nos salvarán del desastre.

Romper la preponderancia del pensamiento grupal es muy complejo, incluso cuando algunas de sus ideas nos parezcan absurdas: la Tierra plana, el diluvio universal, las visitas extraterrestres, las megacárceles como solución milagrosa o los inmigrantes convertidos en enemigos absolutos. Desde una perspectiva evolutiva, confiar en el saber de otros, en el saber del grupo, representó una ventaja para el ser humano. Pero en la actualidad ese mecanismo se ha vuelto problemático ante la enorme complejidad del mundo. La gente se encierra en comunidades de ideas parecidas, en grupos que se confirman a sí mismos, donde las creencias se refuerzan y rara vez se cuestionan.

Y allí emerge la figura del líder carismático:



aquel que, a fuerza de relatos, promete sacarnos mágicamente de la crisis. No necesita demostrar demasiado. Le basta con construir una historia clara, emocional, reconocible; una historia donde hay culpables, enemigos, traidores y una promesa de salvación.

Esta serie de libros, que recomiendo leer completa, nos permite seguir la evolución del relato y la forma en que fue apropiándose de los escenarios de la política contemporánea: primero como fábrica de historias, luego como espectáculo y, finalmente, como confrontación permanente.

Sin duda vivimos tiempos aciagos, y estas lecturas pueden ayudarnos a mirar con más claridad una época en la que los hechos ya no bastan si llegan desarmados frente a relatos diseñados para encender el miedo, la ira y el deseo de castigo.

Porque cuando la democracia abandona el relato, no triunfan los hechos: triunfan los relatos más feroces.



# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## Conocer la diabetes: Tu mejor defensa

Cristina Bautista-Ramírez y Julio Daniel Meza-Villa



[https://www.freepik.com/free-photo/high-angle-diabetic-woman-checking-her-glucose-level\\_65609390.htm#fromView=search&page=2&position=10&uuid=9b5bf43a-3d7e-4f10-a3db-2c4de038362b&query=diabetes](https://www.freepik.com/free-photo/high-angle-diabetic-woman-checking-her-glucose-level_65609390.htm#fromView=search&page=2&position=10&uuid=9b5bf43a-3d7e-4f10-a3db-2c4de038362b&query=diabetes)

**Cristina Bautista-Ramírez.** División de Estudios de Posgrado de Psicología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

**1707011a@umich.mx**

**Julio Daniel Meza-Villa.** Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

**1711273x@umich.mx**

### Resumen

La diabetes mellitus tipo 2 es una enfermedad crónica causada por una alteración adquirida en la forma en que el organismo utiliza la glucosa. Como consecuencia, esta se acumula en la sangre y puede provocar daños en diversos tejidos y órganos. Su tratamiento requiere cambios en el estilo de vida que, en muchos casos, pueden resultar desafiantes, e incluye una alimentación saludable, la práctica regular de actividad física y el uso adecuado de medicamentos. Por ello, es fundamental que las personas que viven con esta enfermedad la conozcan para tomar decisiones informadas y adoptar acciones que contribuyan a mejorar su salud y calidad de vida.

**Palabras clave:** Diabetes, educación, salud.

RECIBIDO: 04/03/2025; ACEPTADO: 06/06/2025;  
PUBLICADO: 30/06/2026

¿Qué es esa enfermedad llamada diabetes?

Para comprender la diabetes, es necesario entender cómo nuestro cuerpo absorbe los carbohidratos. Estos constituyen nuestra principal fuente de energía y se encuentran en alimentos como los cereales, las frutas y el azúcar. Además, se caracterizan porque la mayoría de ellos tienen un sabor dulce.

Generalmente, los carbohidratos se encuentran formando moléculas complejas que son difíciles de absorber. Durante la digestión, estas moléculas se descomponen en componentes más simples que pueden pasar al torrente sanguíneo y transportarse a las células en forma de un tipo de azúcar conocido como glucosa, donde será utilizada para producir energía.

La insulina, una hormona producida por el páncreas, se libera al torrente sanguíneo cuando los niveles de glucosa son elevados. Su función es facilitar la entrada de la glucosa a las células mediante la activación de mecanismos que permiten su absorción y aprovechamiento.

Durante la diabetes se produce resistencia a la insulina; es decir, las células responden de manera deficiente y requieren mayores cantidades para abrir los canales. Además, con el paso del tiempo y debido al desgaste funcional, el páncreas termina

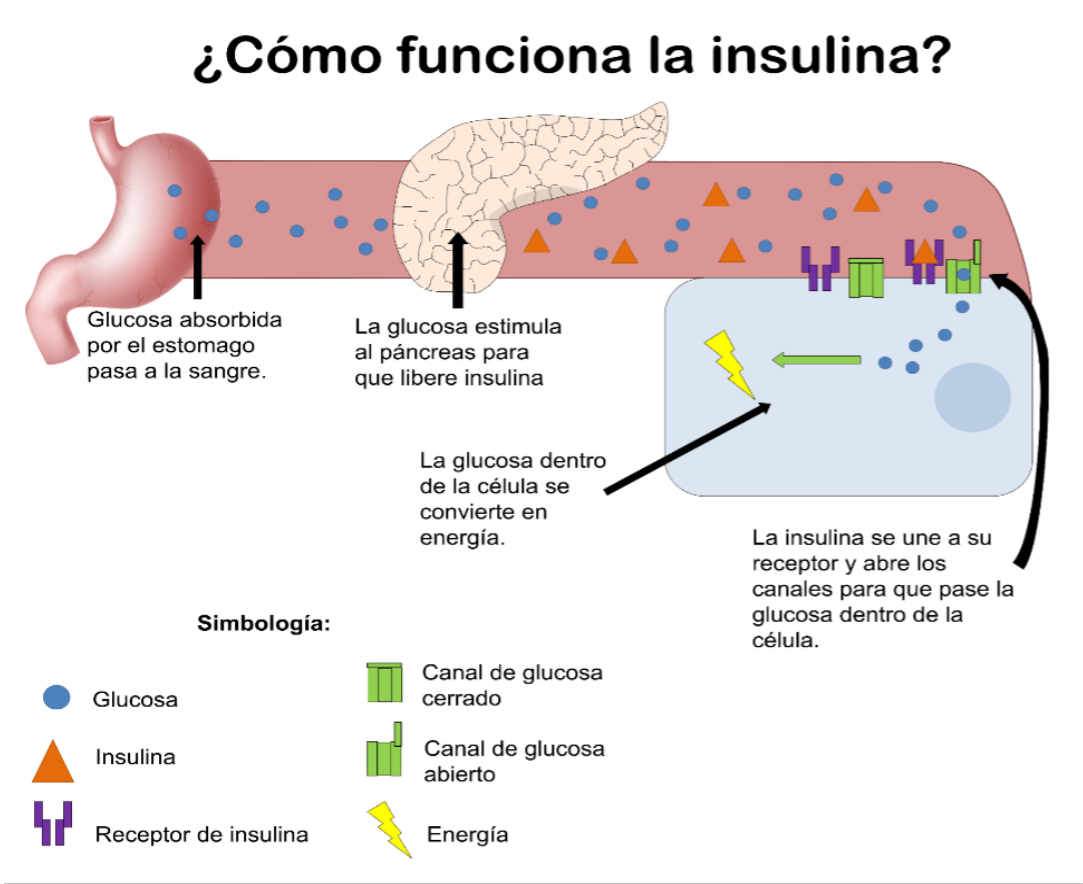
produciendo menos insulina. Como consecuencia, la glucosa que no es absorbida se acumula en la sangre y, al no ser utilizada adecuadamente como fuente de energía, las personas con diabetes pueden presentar cansancio, fatiga, pérdida de peso y aumento del apetito.

El exceso de glucosa en la sangre provoca daños en los vasos sanguíneos y en diversos órganos, principalmente en el cerebro, el corazón, los ojos y los riñones, lo que puede derivar en hipertensión arterial, infartos, insuficiencia renal, ceguera y otras complicaciones.

Importancia de conocer la diabetes

Si una persona con diabetes conoce mejor esta enfermedad, tendrá mayor control sobre su tratamiento, lo que puede ayudar a prevenir o retrasar algunas de sus complicaciones, como las retinopatías, el pie diabético, las neuropatías y los altos niveles de depresión.

La diabetes es una enfermedad multifactorial. Entre los factores de riesgo se encuentran la edad, el grupo étnico y la predisposición genética. Asimismo, existen factores modificables, como una dieta alta en carbohidratos y grasas, el sobrepeso y la falta de actividad física, cuyo control puede disminuir el riesgo de desarrollar esta enfermedad.



Fuente: Elaboración propia.





Dieta mediterránea. [https://www.freepik.com/search?format=search&last\\_filter=query&last\\_value=dieta+mediterr%C3%A1nea&query=dieta+mediterr%C3%A1nea](https://www.freepik.com/search?format=search&last_filter=query&last_value=dieta+mediterr%C3%A1nea&query=dieta+mediterr%C3%A1nea)

La diabetes mellitus suele cursar sin síntomas evidentes hasta que se encuentra en una etapa avanzada. Por esta razón, las personas con factores de riesgo deben llevarse a cabo pruebas de glucosa en ayunas, al menos una vez al año, con el fin de detectar la enfermedad de manera temprana.

La creencia de que un susto desencadena la diabetes es muy común; sin embargo, no existe evidencia científica que la respalde. Esta percepción puede originarse porque las personas que acuden al consultorio con crisis de ansiedad suelen someterse, como parte del protocolo médico, a mediciones de glucosa capilar, detectándose hiperglucemias que de otra manera podrían pasar inadvertidas. Además, las situaciones de estrés tienden a elevar temporalmente los niveles de glucosa en la sangre, lo que puede exacerbar una condición preexistente.

### ¿Por qué me dieron este medicamento?

Cuando no se logran niveles adecuados de glucosa en sangre mediante la alimentación y el ejercicio, es necesario recurrir al tratamiento farmacológico, generalmente iniciando con medicamentos orales. En un paciente recién diagnosticado, el principal medicamento es la metformina, en

dosis que pueden variar desde 400 mg hasta 2000 mg al día.

La metformina ofrece diversas ventajas: no suele provocar hipoglucemia (condición en la que la glucosa en sangre desciende por debajo de 70 mg/dL), puede favorecer la pérdida de peso, disminuir la progresión de la enfermedad y presenta efectos antioxidantes, antienviejimiento y anticancerígenos. No obstante, también puede producir efectos adversos como diarrea, náuseas y sabor metálico en la boca. Estos síntomas suelen desaparecer después de algunas semanas de tratamiento, por lo que su presencia no es motivo para suspender el medicamento. En cambio, deben comentarse con el médico para valorar un posible ajuste de la dosis.

Si la metformina por sí sola no permite controlar adecuadamente los niveles de glucosa, es necesario agregar un segundo medicamento sin suspender el primero. Sin embargo, la combinación de tratamientos puede incrementar el riesgo de presentar episodios de hipoglucemia.

Cuando el esquema con dos medicamentos orales no logra un control adecuado, la mejor alternativa suele ser iniciar el tratamiento con insulina. La dosis debe ser ajustada por un médico y administrarse de acuerdo con las indicaciones prescritas,

generalmente antes del consumo de alimentos.

Existe la creencia de que la insulina provoca ceguera; sin embargo, esto no es cierto. Algunas personas pueden experimentar una disminución temporal de la visión al comenzar el tratamiento, debido a cambios rápidos en los niveles de glucosa presentes en los líquidos del ojo, lo que modifica la refracción de la luz. No obstante, tras un periodo de adaptación, la visión suele regresar a la normalidad.

**¿Existen alimentos prohibidos para mi diabetes?**

Se debe procurar una alimentación saludable, integrada por verduras, leguminosas, frutas, lácteos, cereales integrales, proteínas y alimentos con grasas saludables. Asimismo, es importante programar tres comidas al día, sin omitir ninguna y procurando realizarlas en horarios establecidos.

Se recomienda moderar el consumo de alimentos con alto contenido de carbohidratos, como los cereales y sus derivados, así como los azúcares naturales presentes en las frutas y la leche, además de los azúcares añadidos. Para endulzar los alimentos, es preferible utilizar edulcorantes sin calorías.

No existen alimentos estrictamente prohibidos; sin embargo, se aconseja consumir en menor cantidad azúcares, quesos con alto contenido de

grasa, alimentos fritos o empanizados, harinas refinadas, frutas enlatadas y bebidas alcohólicas.

Adoptar cambios en la alimentación no significa dejar de disfrutar los alimentos favoritos, sino desarrollar un mayor autocontrol sobre lo que se consume, con el fin de evitar desajustes en los niveles de glucosa en sangre.

**¿Qué significan los estudios de glucosa?**

En pacientes con diabetes tipo 2 es necesario realizar estudios o análisis de laboratorio cada tres meses, considerando dos parámetros principales. El primero es la glucosa en ayunas, cuyos valores se consideran «en control» cuando se encuentran entre 80 mg/dl y 130 mg/dl. Los valores inferiores o superiores se conocen como hipoglucemia e hiperglucemia, respectivamente; ambas condiciones deben evitarse y corregirse cuando se presentan, debido a los riesgos que implican.

Medir únicamente la glucosa en ayunas permite conocer el valor en un momento específico, aunque este puede variar a lo largo del día. Por ello, un paciente con un seguimiento inadecuado del tratamiento podría presentar un nivel aparentemente «en control» si, por ejemplo, el día anterior tomó sus medicamentos y restringió su alimentación.



<https://pixabay.com/es/photos/helado-cono-helado-de-fresa-postre-926426/>



Esto representa una limitación, ya que no permite conocer el comportamiento real de la glucosa a lo largo del tiempo.

El segundo estudio es la hemoglobina glucosilada, que mide el promedio de glucosa adherida a los eritrocitos durante los últimos tres meses y no puede modificarse por cambios recientes en los hábitos del paciente. Debido a ello, actualmente se considera la prueba ideal para determinar si una persona se encuentra controlada o descontrolada. En pacientes con diabetes mellitus tipo 2, el nivel de hemoglobina glucosilada debe ser inferior al 7 % para considerarse dentro de control; un valor elevado indica un mal control de la enfermedad.

Un paciente controlado es aquel que mantiene niveles estables de glucosa, es decir, que no son excesivamente altos ni bajos, por lo que puede continuar con el tratamiento actual. Por el contrario, un paciente descontrolado requerirá que su médico haga ajustes en la dosis de los medicamentos y en la alimentación.

### Beneficios de la actividad física en pacientes con diabetes mellitus tipo 2

Los beneficios de la actividad física incluyen la pérdida de peso, la disminución del estrés, el aumento de la sensibilidad a la insulina, la mejora de la calidad de vida, el fortalecimiento de la función cardiovascular, la mejora del estado de ánimo y la reducción de las concentraciones de colesterol y triglicéridos. En conjunto, estos beneficios contribuyen a evitar la progresión de la diabetes mellitus.

Se recomienda que los adultos con diabetes mellitus tipo 2 realicen sesiones de actividad física aeróbica de al menos 10 minutos al día, procurando no dejar transcurrir más de dos días entre sesiones. Asimismo, es importante incrementar gradualmente la intensidad, frecuencia y duración de las actividades hasta alcanzar 30 minutos diarios de ejercicio.

### Si eres diabético, ¡aprende a ser responsable de tu salud!

Una vez diagnosticada la diabetes, el paciente debe seguir las indicaciones médicas y modificar su estilo de vida. Este proceso puede resultar desconcertante e intimidante debido al desconocimiento de la enfermedad.

Actualmente, un nuevo enfoque prioriza al paciente y lo convierte en una parte activa de su tratamiento. El empoderamiento del paciente con diabetes consiste en reconocer y desarrollar su capacidad para responsabilizarse de su salud mediante el autocuidado. Estar empoderado incrementa la satisfacción y la confianza, disminuye la resistencia al cambio y mejora la comunicación entre el médico y el paciente.



American Diabetes Association. (2024). Standards of Care in Diabetes. The Journal of Clinical and Applied Research and Education, 48(1), S27-S145. [https://diabetesjournals.org/care/issue/48/Supplement\\_1](https://diabetesjournals.org/care/issue/48/Supplement_1)

Bernabé-López J., Grande-Miguel J., López-Cadena O., Arriaga-Escamilla D., & Velázquez, J.A. (2023). Diabetes tipo 2: Una revisión sistemática. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades,

4(5), 1312-1328. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1395>

Instituto Mexicano del Seguro Social. (2018). Diagnóstico y tratamiento farmacológico de la diabetes mellitus tipo 2 en el primer nivel de atención. Guía de Evidencias y Recomendaciones: Guía de práctica clínica. <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclnicas/718GER.pdf>

# LA CIENCIA EN EL CINE

## Cabo de miedo

Horacio Cano Camacho



El miedo, como instinto, es un mecanismo adaptativo que mejora las posibilidades de supervivencia de un individuo frente al peligro real. Podríamos suponer que no sentir miedo es una ventaja, pero esto es erróneo. El miedo es una advertencia: nos indica una alteración del entorno, sutil o manifiesta, y nos prepara para responder frente a una amenaza. Biológicamente, el miedo no está diseñado para que pensemos mejor: está diseñado para sobrevivir rápido. Esa es su grandeza y también su trampa.

Cuando el cerebro detecta una amenaza, real o imaginada, activa sistemas muy antiguos: la

**Horacio Cano Camacho**, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[horacio.cano@umich.mx](mailto:horacio.cano@umich.mx)



amígdala, el hipotálamo, el sistema nervioso autónomo, la liberación de adrenalina y cortisol. El cuerpo se prepara para escapar, pelear, esconderse o quedarse inmóvil. En ese momento, el organismo no pregunta: «¿Cuál es la explicación más compleja de este fenómeno?». Pregunta algo mucho más primitivo: «¿Estoy en peligro?».

El estrés intenso puede afectar el funcionamiento de la corteza prefrontal, una región asociada con la planeación, el juicio, el control de impulsos, la memoria de trabajo y el pensamiento flexible. Dicho de otra manera: evita que perdamos demasiado tiempo tratando de comprender o analizar el peligro y nos empuja hacia una respuesta rápida: huir, defendernos, escondernos o congelarnos.

En las películas, ante una amenaza, los héroes hacen análisis complejos y trazan rutas de ataque que parecen proyectos muy elaborados de ingeniería. La realidad es distinta en la naturaleza. Menos héroes, más sobrevivientes.

El sistema funciona así. Primero aparece una

amenaza percibida: un ruido anormal, una visión de peligro, una señal de alarma, como esa alerta sísmica tan molesta y tan eficaz precisamente porque está diseñada para sacudirnos. Luego se encienden los mecanismos del miedo, se acentúa nuestra atención y aparece una respuesta automática: huir, atacar, congelarse u obedecer.

El miedo desplaza recursos. Bajo estrés, la corteza prefrontal pierde eficacia. En este sentido, una persona asustada puede entender menos, recordar peor, decidir con torpeza o aferrarse a la primera explicación que le dé sensación de control. No es necesariamente ignorancia: es una mente funcionando en «modo emergencia».

Por eso el miedo bloquea el razonamiento: reduce el mundo. Lo vuelve más simple, más binario, más urgente. Donde antes había causas complejas, ahora aparece un culpable. Donde había incertidumbre, aparece una consigna. Donde había discusión, aparece obediencia. El miedo odia el matiz porque el matiz consume tiempo, y el cerebro amenazado cree que no tiene tiempo.

La parálisis también tiene una base biológica. Muchas veces pensamos solo en «luchar o huir», pero la respuesta defensiva incluye también el congelamiento. Quedarse inmóvil puede ser adaptativo, ya que permite observar mejor, evitar ser detectado o preparar una acción posterior. No siempre es cobardía ni falta de carácter; puede ser una respuesta automática del sistema nervioso.

También explica por qué muchos «olvidan» su propia experiencia. El miedo intenso altera la forma en que atendemos y codificamos la memoria. Podemos recordar con enorme fuerza un detalle —un rostro, una frase, un ruido, una amenaza— y perder de vista el contexto general. Además, cuando el miedo se vuelve crónico, aumenta la sensibilidad de los circuitos de amenaza: la amígdala responde con más facilidad y el cuerpo se acostumbra a vivir anticipando peligro.





Y aquí aparece el vínculo político. El miedo es tan útil para malhechores, fanáticos y poderes autoritarios porque no necesita convencer completamente; basta con activar una alarma. Una vez activada, mucha gente busca refugio psicológico en respuestas simples: «alguien tiene la culpa», «alguien debe castigarlos» y, finalmente, «alguien fuerte debe protegernos».

Eso explica por qué el miedo puede volver aceptables medidas que, en frío, parecerían brutales o absurdas. No porque la gente deje de pensar por completo, sino porque empieza a pensar desde una sensación de amenaza. Y desde ahí, la libertad puede parecer un lujo, los derechos pueden parecer obstáculos y la violencia puede parecer solución.

Los pocos que actúan suelen hacerlo por una combinación de factores: entrenamiento, experiencia previa, redes de apoyo, confianza en otros, claridad moral o capacidad de regular la emoción antes de que los domine. Es decir, no son personas sin miedo, son personas que logran impedir que el miedo tome todo el tablero.

El miedo, como instinto, juega un papel fundamental en la supervivencia, pero el miedo, como imposición, puede convertirse en un mecanismo muy poderoso de control.

Esto viene a cuento por el estreno de la serie *Cabo de miedo* en AppleTV+ (2026), una producción

de diez capítulos que retoma *The Executioners*, de John D. MacDonald —publicada en español por DeBolsillo como *El cabo del miedo*—, la famosa novela de suspenso aparecida originalmente en 1957 y adaptada ya dos veces al cine: primero en 1962 por J. Lee Thompson y después, en 1991, por Martin Scorsese.

Antes de que *Cabo de miedo* se volviera una pesadilla cinematográfica en manos de Thompson y, más tarde, de Scorsese, fue una novela seca, directa y brutalmente eficaz de John D. MacDonald. Publicada originalmente como *The Executioners*, la historia contiene ya el núcleo que haría famoso al relato: Sam Bowden ve amenazada su vida familiar cuando Max Cady, un criminal al que contribuyó a enviar a prisión, sale libre y comienza a perseguirlo con una paciencia venenosa.

Lo interesante de la novela no está tanto en la sorpresa de la trama como en su mecanismo moral. MacDonald construye una situación casi insostenible: un hombre respetable descubre que la ley, esa misma ley en la que confía, no siempre alcanza para proteger a los inocentes. Cady no solo amenaza, también explota los límites del sistema. Sabe intimidar sin dejar demasiadas pruebas, sabe acercarse sin cruzar del todo la línea legal, sabe convertir la vida cotidiana de los Bowden en una cárcel invisible.



A diferencia de la versión de Scorsese, mucho más barroca, sexualizada y culpable, la novela trabaja con una economía casi *pulp*: pocos adornos, tensión creciente y una pregunta central muy poderosa: ¿qué hace un hombre civilizado cuando descubre que la civilización no puede defenderlo? Allí está su mayor aporte. ***The Executioners*** no inventa solo a Max Cady, inventa una forma de miedo doméstico moderno: el criminal que no necesita invadir la casa, porque ya logró instalarse en la mente de quienes viven dentro.

MacDonald no busca grandes reflexiones filosóficas, pero las provoca. Su *thriller* muestra que el miedo no siempre llega como explosión; a veces llega como espera, como vigilancia, como amenaza diferida. Y en esa espera se va erosionando todo: la confianza en la policía, la seguridad familiar, la autoridad paterna, la fe en la justicia y hasta la propia idea de decencia.

Leída hoy, la novela conserva fuerza, ya que plantea una inquietud todavía vigente: ¿qué ocurre cuando las instituciones son demasiado lentas para enfrentar a quien sabe moverse en sus grietas? Las películas ampliarían y transformarían ese conflicto. La de 1962 lo volvió un duelo moral clásico; la de 1991, una pesadilla de culpa y exceso. Pero la semilla está aquí, en una novela breve, tensa y feroz donde el miedo entra primero como amenaza externa y termina revelando la fragilidad de todo el orden que creíamos seguro.

Las tres versiones de la pantalla son muy buenas y válidas porque reflejan los miedos de su tiempo. La de 1991 es la más barroca y poderosa visualmente. Scorsese toma el esqueleto del *thriller* y lo convierte en una pesadilla moral. Robert De Niro no solo amenaza, sino que también predica, seduce, contamina. Y el abogado, interpretado por Nick Nolte, ya no representa la justicia impecable, sino una legalidad culpable. Ahí está el giro más importante: Cady no solo castiga a la familia; expone la podredumbre que ya estaba dentro.

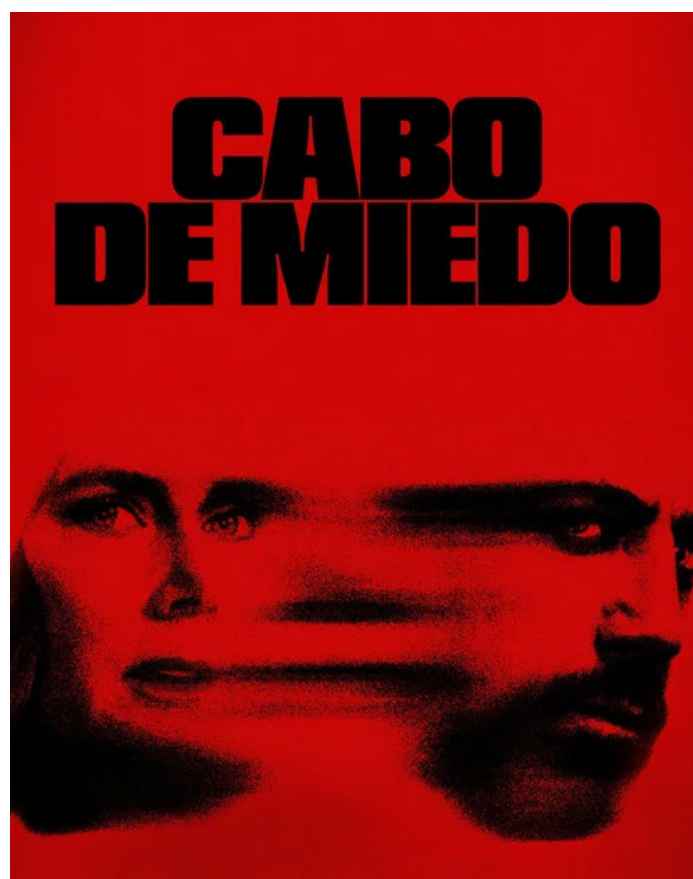
La serie de 2026 tiene otro reto: justificar diez episodios donde antes bastaban dos horas. Para lograrlo, amplía el campo de batalla. El conflicto ya no se limita al abogado, el criminal y la familia, sino a una cultura en-

tera fascinada por la violencia, la culpa, los medios y los juicios paralelos. En ese sentido, su aporte no es reemplazar a las películas, sino preguntar qué significa hoy Max Cady en una época donde todo crimen se vuelve contenido, todo trauma se vuelve espectáculo y toda venganza puede encontrar público.

¿Era necesaria otra versión más? Tal vez sí, si entendemos que cada ***Cabo de miedo*** revela el miedo dominante de su tiempo: en 1962, el criminal que rompe el orden doméstico; en 1991, la culpa moral escondida bajo la respetabilidad; en 2026, una sociedad que ya no sabe distinguir entre justicia, venganza y entretenimiento.

Y aquí aparece un elemento que rebasa la propia biología del miedo. La amenaza ya no es solo un ruido, un movimiento extraño o una sonrisa siniestra. La amenaza es el poder mismo: el del psicópata, pero también el del sistema. Tantas leyes, tantas normas, tantas instituciones y, sin embargo, muchas veces no parecen estar allí para producir justicia, sino para alimentar el espectáculo.

Entonces la pregunta verdadera ya no es solo si Max Cady puede entrar a la casa. La pregunta es más inquietante: si el miedo ya se instaló en las instituciones, en las pantallas y en nuestra imaginación colectiva, ¿en qué lugar podemos sentirnos realmente a salvo?





# NATUGRAFÍA

## Colibrí berilo (*Saucerottia beryllina*)

\* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Hay colores que parecen demasiado intensos para ser reales. El colibrí berilo (*Saucerottia beryllina*) es uno de ellos. Cuando la luz incide sobre su plumaje, el verde esmeralda se transforma en destellos que cambian con cada movimiento. Lo más sorprendente es que ese brillo no proviene de pigmentos, sino de estructuras microscópicas en sus plumas que reflejan la luz, un fenómeno conocido como coloración estructural.



# QUEHACER NICOLAITA

## Científicos Nicolaitas reciben Premios Estatales de Ciencia 2026

\*Dr. Rafael Salgado Garciglia



**E**l Segundo Patio del Centro Cultural Clavijero, Morelia, Michoacán, fue el escenario donde el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) del Gobierno del Estado de Michoacán, entregó los Premios Estatales de Ciencia 2026, como forma de celebrar y reconocer al quehacer científico en Michoacán, que engloba a la ciencia, a la tecnología, a la innovación y a la divulgación científica.

Este año, fueron galardonados los científicos Dr. Francisco Alfredo Saavedra Molina y Dr. Jesús Campos García, nicolaitas adscritos al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, debido a los aportes constantes a la ciencia, que inspiran a nuevas generaciones en las aulas de posgrado y que busca dar respuestas concretas a los desafíos de nuestra región. Este reconocimiento estatal a estos dos investigadores de nuestra Universidad, nos recuerda que la ciencia de frontera se hace en casa, con pertinencia y con un profundo sentido ético.

El Dr. Francisco Alfredo Saavedra Molina recibió el Premio Estatal de Ciencia (Subcategoría de Investigador Estatal), por realizar investigaciones científicas dirigidas a la bioquímica de la salud. Su labor en la investigación biomédica ha sido fundamental para comprender procesos metabólicos complejos que impactan directamente en las ciencias de la salud, con avances en el estudio de la diabetes mellitus y la hipertensión. Sin embargo, su legado más grande no se mide solo en artículos científicos, sino en la mentoría: ha formado a ge-

neraciones de nuevos científicos, sembrando la semilla de la curiosidad y la excelencia académica en Michoacán y más allá de nuestras fronteras.

El Dr. Jesús Campos García fue distinguido con el Premio Estatal de Tecnología, profesor e investigador especializado en Biotecnología y Microbiología Molecular, que con su trabajo demuestra cómo el conocimiento generado en el laboratorio puede convertirse en herramientas tecnológicas tangibles. Sus proyectos no solo empujan las fronteras del desarrollo sostenible, sino que buscan impactar de forma directa en el bienestar social, resolviendo problemáticas críticas del entorno productivo, ambiental y en salud. Cuenta con una destacada trayectoria en transferencia tecnológica que incluye 8 patentes otorgadas, sobre investigaciones principalmente de biotecnología microbiana, nanobiotecnología y el estudio de metabolitos con potencial biotecnológico.

Estas designaciones celebran trayectorias que posicionan a Michoacán como un referente internacional de investigación. En esta edición 2026, los premios reafirman que la soberanía científica y la innovación biotecnológica son motores indispensables para el desarrollo regional.

Para la comunidad de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, este doble galardón es un recordatorio del poder transformador de la educación pública. ¡Muchas felicidades a nuestros investigadores por este merecido reconocimiento!

