

# sabermás

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



Año 13 / Número 75 / 2024  
Morelia, Michoacán, México

U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



9

772007

704007



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

ISSN-2007-7041

# CONTENIDO



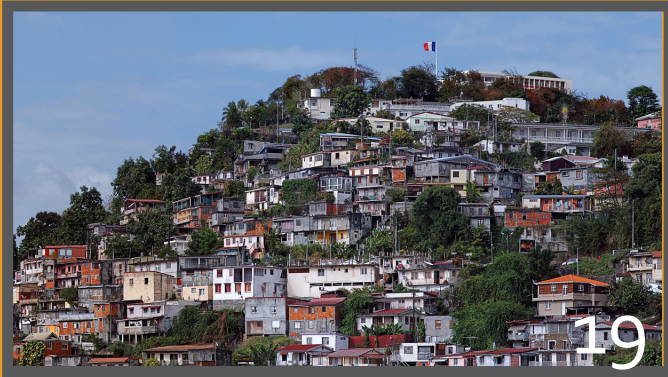
## *Trichoderma: El elixir del suelo*

44

### ARTÍCULOS

No es rural, no es urbano, es el periurbano	19
Derecho ambiental: Protección de los recursos naturales en México	23
«Modern Family»: De lo tradicional a lo emergente	27
¿Cómo proteges tu piel del sol?	31
Para ver el mar bailar	36
La increíble diversidad de los árboles con flores de margarita	40
Regeneración natural: Proceso aliado para la restauración ecológica	50
Partiendo pasteles: El juego estratégico de compartir	56
¿De dónde venimos?... de las arqueas	59
Plantas manipuladoras. ¿Cómo sacan provecho de los animales?	63
¿Qué son los patrones de consumo energético en comunidades?	68
El burro y su influencia en los mexicanos	73
La agricultura y el humano. ¿Podemos cambiar nuestro destino?	78
El colibrí esmeralda cozumeleño	82





**ENTÉRATE**

La importancia de fomentar una cultura de la paz 6

La música como instrumento para cuidar la salud 10

**TECNOLOGÍA**

Aceite de aguacate y olivo, ¿benéficos contra el cáncer y la obesidad? 86

**UNA PROBADA DE CIENCIA**

La luz del norte 91

**CIENCIA EN POCAS PALABRAS**

Carbono neutralidad y cambio climático 94

**LA CIENCIA EN EL CINE**

*Alien: Romulus* 98

**NATUGRAFÍA**

Langur de Thomas (*Presbytis thomasi*) 102

**INFOGRAFÍA**

Quehacer Científico Nicolaita 103



**Entrevista Dr. Eduardo Valencia Cantero**

Profesor Investigador, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

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

Jesús Campos García

## Secretario Administrativo

Edgar Martínez Altamirano

## Secretario Auxiliar

Jorge Alberto Manzo Méndez

## Abogado General

Dr. Raúl Carrera Castillo

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 13, No. 75, 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, septiembre 2024. 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. Jesús Campos García  
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 Solís 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. Nandini Barboza 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  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

### Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

### Administrador de Sitio Web

Fidel Anguiano Rodríguez

### Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar



# EDITORIAL

Cuando pensamos en el suelo, muchos llegamos a pensar que se trata de una superficie inerte, que en todo caso sirve únicamente como soporte de las plantas o el anclaje de obras nuestras. Sin embargo, esta es una imagen falsa. En realidad, el suelo es más que un soporte o un proporcionado de nutrientes para la vida. El suelo rebosa de vida. La mayoría, vida microscópica: bacterias, nemátodos, larvas de insectos, platelmintos, rotíferos, anélidos, virus y hongos, entre otros. En particular estos últimos son un universo completo. Miles de especies viven allí, al grado que desconocemos a la mayoría. Seguro cualquier cantidad está infravalorada. Los hongos cumplen funciones muy importantes para el resto de la vida, son los "descomponedores", que contribuyen a la nutrición del suelo y plantas; otros hongos pueden ser, parásitos y patógenos o enemigos de estos, con lo cual preservan la salud de todos los ecosistemas. Hay un género que reviste una importancia central: *Trichoderma*, que con todas sus especies es todo un mundo de funciones. En este número de Saber más que tienen en tus manos, o mejor, en tus pantallas (de hecho, el artículo de portada), aprenderás sobre estos increíbles organismos.

Pero no solo hablamos de hongos, en realidad tenemos un número muy completo, con catorce artículos más que versan sobre temas de ciencia y tecnología, tales como la importancia de la música en la salud. Imagine una terapia escuchando a Mozart o a Bach, o tal vez a Pink Floyd y salir muy mejorados. Sería genial. Entérese en este número. También hablamos del medio periurbano. Cuántas veces dudamos en señalar espacios que ni pertenecen a las ciudades ni al campo, tiene servicios de ambos mundos, o peor, las carencias de los dos. De manera que deben analizarse con criterios muy particulares. No se pierda este artículo, es muy revelador.

En fin, es un número muy rico, como ya lo comenté, con nuestras secciones fijas, entrevista, libros cine. Todo aquello que hace a Saber más, una revista de divulgación muy buena y divertida.

Saludos  
Dr. Horacio Cano Camacho  
Editor



## ENTÉRATE

### La importancia de fomentar una cultura de la paz

\*Adrián Avellaneda-Hernández



[https://www.freepik.com/free-photo/top-view-origami-chain-people-with-globe\\_9393822.htm#query=CULTURA%20DE%20LA%20PAZ&position=17&from\\_view=search&track=ais&uid=79b56868-356e-4ed5-8972-31oadodf1355](https://www.freepik.com/free-photo/top-view-origami-chain-people-with-globe_9393822.htm#query=CULTURA%20DE%20LA%20PAZ&position=17&from_view=search&track=ais&uid=79b56868-356e-4ed5-8972-31oadodf1355)

#### En un paseo por un México pacífico

Visualiza un México donde los niños, en lugar de aprender a esquivar balas, aprenden a abrazar a sus compañeros, donde en vez de construir muros, construyen puentes de amistad y amor. Un México en el que los jóvenes, en lugar de temer al futuro, lo vean con ojos llenos de esperanza y anhelos de contribuir al mejoramiento de su comunidad. Este es el México que se puede lograr al **fomentar la cultura de la paz.**

La paz, en su sentido más profundo, **no es solo la ausencia de conflictos o de violencia, sino la existencia de condiciones que permiten el**

**florecimiento de todas las formas de vida.** Es un ambiente en el que todos, sin importar su origen, pueden perseguir sus sueños sin temor, y en el que todos se tratan con respeto, dignidad y amor.

Recuerdo a mi abuela, doña Guadalupe, sentada en su mecedora de madera en la pequeña casa en la sierra de Oaxaca, contándome historias sobre cómo era México en sus días. Hablaba de la gente ayudando a sus vecinos, de los niños jugando libremente en las calles, y del orgullo que sentía por ser mexicana. Mientras escuchaba sus historias, anhelaba vivir en el México que ella describía.



### Por un México unido

¿Te has puesto a pensar cuánto podríamos lograr como nación si todos pusiéramos nuestros esfuerzos hacia la construcción de la paz? Las maravillas naturales y culturales de México, sus playas soleadas, sus ciudades vibrantes, sus majestuosas montañas y bosques, así como su rica historia y tradiciones, podrían florecer aún más en un ambiente de paz. El sabor de la paz sería más dulce que el chocolate de Tabasco, más refrescante que la cerveza de Sinaloa, y más satisfactorio que los tamales de Michoacán. En lugar de ser conocido por la violencia y la inseguridad, **México podría ser reconocido por su tranquilidad y armonía, convirtiéndose en un faro de paz para el mundo.**

Y sí, puedo escuchar a algunos diciendo: «¡Pero eso es un sueño, una fantasía! La realidad es

dura y cruda.» Y es cierto, la realidad actual puede ser desalentadora, pero también es cierto que los sueños y las fantasías son el primer paso para cambiar la realidad. Como dijo Eduardo Galeano: «Mucha gente pequeña, en lugares pequeños, haciendo cosas pequeñas, puede cambiar el mundo.» Y yo añadiría: «Y también puede cambiar México.»

### Creando la paz desde la educación

Ahora, imagina a nuestros maestros enseñando a los niños no solo matemáticas y ciencias, sino también empatía, respeto, tolerancia y amor. Imagine a nuestros jóvenes creciendo en un ambiente escolar seguro, inclusivo y respetuoso, donde aprenden a valorar la diversidad y a resolver conflictos de manera pacífica. Este es el **papel crucial que la educación puede desempeñar en**



[https://www.freepik.com/free-photo/top-view-origami-chain-people-with-globe\\_9393822.htm#query=CULTURA%20DE%20LA%20PAZ&position=17&from\\_view=search&track=ais&uuiid=79b56868-356e-4ed5-8972-310adodf1355](https://www.freepik.com/free-photo/top-view-origami-chain-people-with-globe_9393822.htm#query=CULTURA%20DE%20LA%20PAZ&position=17&from_view=search&track=ais&uuiid=79b56868-356e-4ed5-8972-310adodf1355)

**la construcción de la paz.** La educación no es solo una cuestión de impartir conocimientos, sino también de **formar a los ciudadanos del futuro.** Es en las aulas donde podemos sembrar las semillas de la paz que florecerán en la sociedad. La educación es un vehículo esencial para fomentar la cultura de paz. **A través de la educación, se pueden inculcar los valores de respeto, tolerancia, empatía y cooperación.** Se puede enseñar a los niños y jóvenes a resolver conflictos de manera pacífica, a valorar la diversidad y a promover la justicia social.

México tiene la responsabilidad y la oportunidad de **integrar la cultura de paz en su sistema educativo, desde la educación básica hasta la superior.** Esto no solo implicaría la enseñanza de valores y habilidades para la paz, sino también la creación de un ambiente escolar seguro, inclusivo y respetuoso. Al hacerlo, se estaría formando a las futuras generaciones para ser ciudadanos activos y comprometidos con la construcción de una sociedad pacífica.

#### **Cultura de paz: una necesidad imperante**

La **cultura de paz** se refiere al **conjunto de valores, actitudes, comportamientos y estilos de vida que reflejan y fomentan el respeto a la vida**

**y a la dignidad humana,** el rechazo a la violencia y el compromiso con la resolución de conflictos por medios pacíficos. Esta visión es particularmente relevante en el contexto mexicano, dada la violencia, la inseguridad y la desigualdad que han plagado al país en los últimos años.

Fomentar una cultura de paz en México **es vital para reconstruir el tejido social, promover la cohesión comunitaria y favorecer la convivencia armónica entre sus ciudadanos.** A través de la pacificación de las relaciones sociales, se puede prevenir el surgimiento de conflictos violentos, promover la inclusión y la participación ciudadana, así como garantizar el respeto a los derechos humanos. En este sentido, la paz no solo es un fin en sí mismo, sino también un medio para alcanzar una sociedad justa, equitativa y sostenible.

#### **El derecho humano a la Paz**

El derecho a la paz **no está explícitamente reconocido como un derecho humano individual en la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas de 1948,** que es el documento fundamental de los derechos humanos. Sin embargo, la paz es un tema recurrente en los discursos sobre los derechos humanos y es vista



<https://pixabay.com/es/photos/mundo-paz-continentes-tierra-3043067/>



como un estado deseable y necesario para la realización plena de los derechos humanos. De hecho, el preámbulo de la Declaración Universal de Derechos Humanos menciona la paz de la siguiente manera: «Considerando esencial que los derechos humanos sean protegidos por un régimen de Derecho, a fin de que el hombre no se vea compelido al supremo recurso de la rebelión contra la tiranía y la opresión...».

La Asamblea General de las Naciones Unidas ha adoptado varias resoluciones sobre el derecho a la paz. En 1984, adoptó la **Declaración sobre el Derecho de los Pueblos a la Paz**, que establece que «la preservación del derecho de los pueblos a la paz y la promoción de su realización son un deber fundamental de cada Estado». Más recientemente, en 2016, la Asamblea General adoptó la Declaración sobre el Derecho a la Paz, que reconoce que «todos los individuos y todos los pueblos tienen derecho a la paz». Sin embargo, es importante notar que esta declaración **no tiene la fuerza de un tratado internacional y, por lo tanto, no es legalmente vinculante**.

Aunque la paz es fundamental para la promoción y protección de los derechos humanos, **el derecho a la paz como tal es un concepto emergente que aún está en desarrollo en el derecho internacional**. Existe un reconocimiento creciente de la importancia de la paz para la realización de los derechos humanos, pero todavía no existe un consenso global sobre la forma y el alcance de este derecho.

Finalmente, quiero invitarte a soñar conmigo. A soñar con un México en paz, un México en el que todos puedan vivir con dignidad y sin miedo. Y no solo a soñar, sino también a actuar, porque la paz no es un regalo que cae del cielo, sino una meta que

debemos alcanzar juntos. En este sueño, cada uno de nosotros tiene un papel que desempeñar; desde las decisiones que tomamos en nuestra vida diaria, hasta las acciones que realizamos en nuestras comunidades, cada gesto cuenta. Cada palabra amable, cada mano extendida, cada acto de amor son semillas de paz que pueden transformar nuestro México.

Así que te invito a unirme a mí en este viaje hacia un México pacífico. Como dijo el poeta Octavio Paz: **«La paz no es un sueño, es un deber»**. Y es un deber que todos debemos asumir con amor y determinación, porque al final del día, todos soñamos con un México en paz y, juntos, podemos hacer de ese sueño una realidad.

A medida que México avanza en el siglo XXI, **el fomento de la cultura de la paz debe ser una prioridad en su agenda nacional**. A través de políticas públicas, iniciativas comunitarias y la participación de la ciudadanía, se puede construir un México en paz, un México en el que todos sus habitantes puedan vivir con dignidad y en armonía. En este esfuerzo, cada ciudadano tiene un papel que desempeñar, y cada acción cuenta. Como dijo Mahatma Gandhi, «No hay camino para la paz, la paz es el camino». Y es un camino que, sin duda, México debe emprender.

**\*Adrián Avellaneda-Hernández.**  
parlamento2010@gmail.com



Asociación AtlanTICs. *Mucha gente pequeña, en lugares pequeños, haciendo cosas pequeñas, puede cambiar el mundo.* [https://www.youtube.com/watch?v=\\_prFwgBSBmo](https://www.youtube.com/watch?v=_prFwgBSBmo)

Naciones Unidas. *La Declaración Universal de los Derechos Humanos.* <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>

Villán-Duran C. y Faleh-Pérez C. (2010). *Contribuciones regionales para una declaración universal del derecho humano a la paz.* Editorial Asociación Española para el Derecho Internacional de los Derechos Humanos. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/26866.pdf>

## ENTÉRATE

### La música como instrumento para cuidar la salud

\*José Alfredo González-Ortiz y Verónica Alejandra Godínez-Díaz



<https://pixabay.com/es/photos/adulto-m%C3%BAsica-escuchando-sonido-3086307/>

**L**a música es el arte de combinar sonidos en una secuencia donde se considera la armonía, la melodía y el ritmo que, en conjunto, generan un efecto expresivo y estético que resulta agradable para el oído, tanto es así, que la música ha acompañado al ser humano desde el comienzo de su existencia, formando parte de su cultura en cada sociedad y época a lo largo de la historia.

Sin embargo, la música va más allá de ser una expresión de arte, ya que también puede ser una forma de terapia. Escuchar música produce una gran variedad de efectos positivos en el orga-

nismo, provocando una sensación de bienestar y placer.

**Pero, ¿cómo actúa un conjunto de sonidos en el organismo humano para producir efectos de bienestar y hasta terapéuticos?**

Los sonidos emitidos por algún factor externo al organismo humano viajan a través del ambiente en forma de ondas hasta ser captadas por el pabellón auditivo que la redirige hacia el oído medio e interno donde, gracias a los órganos que los conforman (tímpano, martillo, yunque, canales



semicirculares y cóclea), son **traducidas y transmitidas hacia el nervio auditivo** que envía la señal al cerebro **donde es interpretada**, ya sea como sonidos agradables o desagradables.

Una vez que el cerebro codifica los sonidos agradables como buena música, inician los cambios en el cuerpo humano, siendo el sistema cardiovascular, endocrino, inmunológico y nervioso, los principales beneficiados. A nivel **cardiovascular**, la música provoca un **aumento en la producción de óxido nítrico**, sustancia producida por las células endoteliales que rodean a los vasos sanguíneos, dicha sustancia actúa como relajante muscular, lo que produce vasodilatación, reduciendo la presión arterial y la frecuencia cardíaca, lo que a su vez mejora el flujo sanguíneo, **produciendo un efecto relajante**. En cuanto al **sistema endocrino**, promueve la **síntesis de hormonas** como la dopamina, serotonina y endorfinas, mismas que son consideradas «**hormonas de la felicidad**». Por otro lado, puede ayudar a **reducir los niveles de cortisol**, la que es denominada «**hormona del estrés**». De este modo, se produce un **efecto de bienestar emocional**.

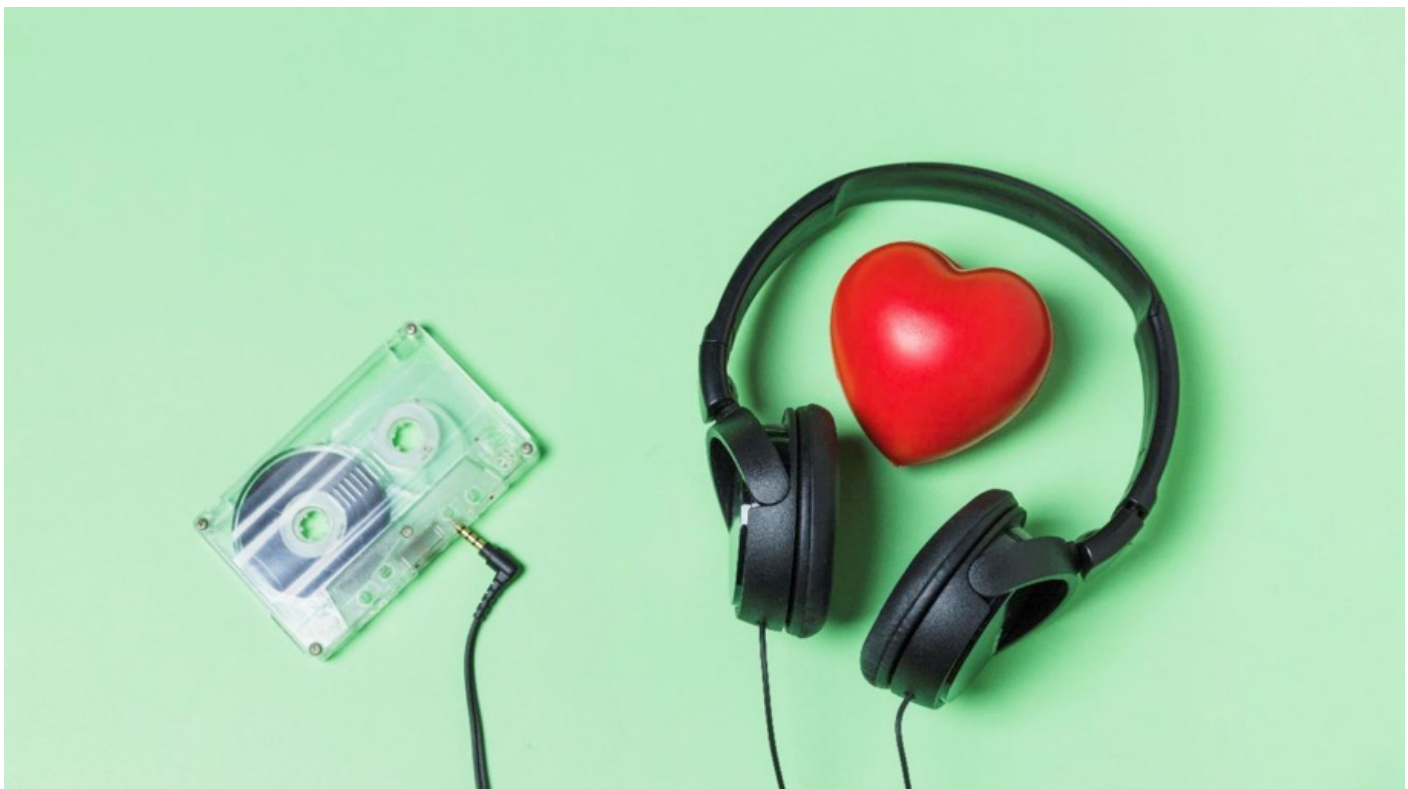
El **sistema inmune** se encuentra estrechamente relacionado con el bienestar emocional, por

lo que al escuchar música que produce tal efecto, al mismo tiempo, se está modulando la actividad inmune, aumentando la concentración de inmunoglobulinas (anticuerpos), leucocitos y otras células de defensa, **mejorando la respuesta inmune cuando agentes patógenos invaden al organismo**. Finalmente, a **nivel neurológico**, se estimula el hemisferio izquierdo —aumentando la actividad del mismo—, encargado de procesos cognitivos como el aprendizaje del lenguaje, las matemáticas y el uso de la lógica; asimismo, **favorece la liberación de neurotransmisores** como la dopamina y noradrenalina, las cuales están **relacionados con el aprendizaje y la memoria**.

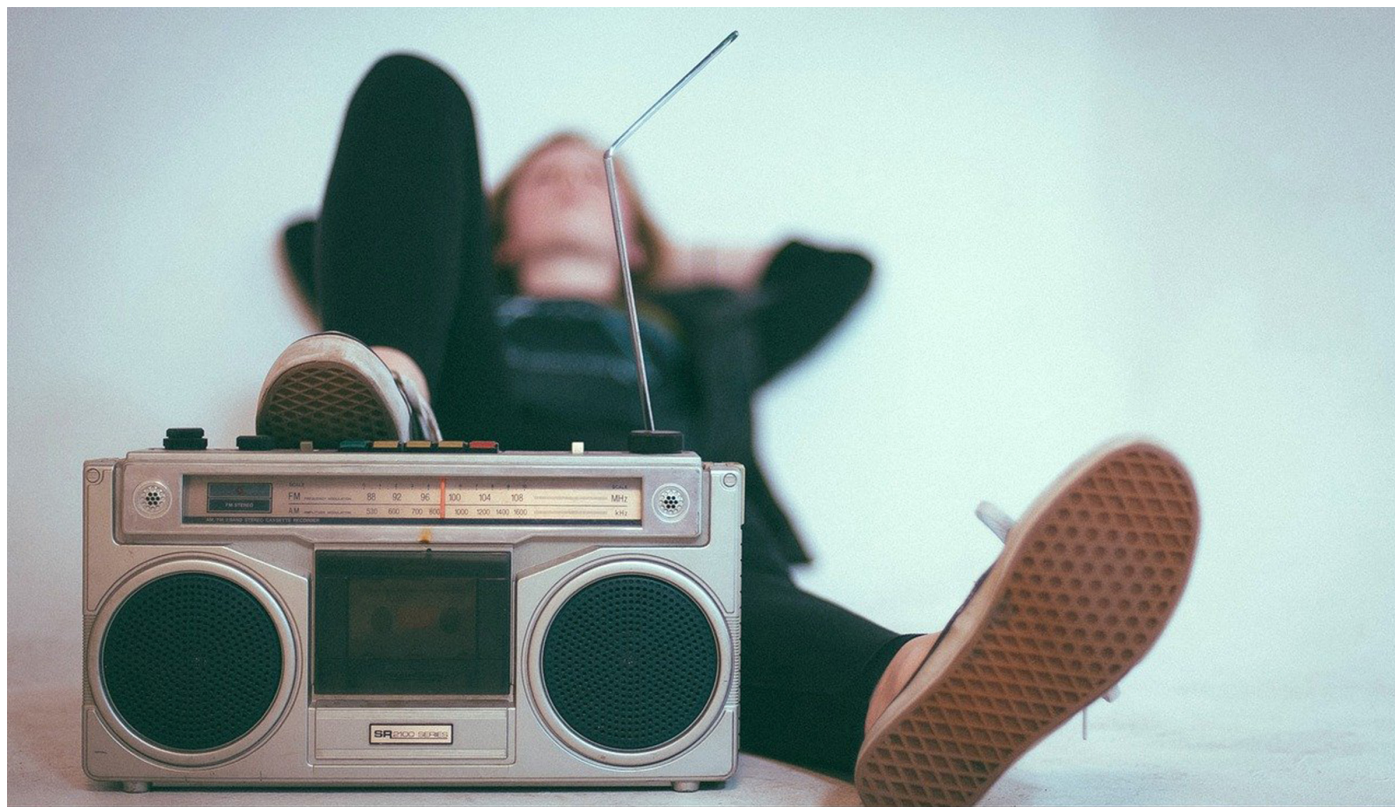
Existen diversos estudios científicos que describen cada uno de los efectos positivos que produce la música en el organismo de los seres humanos.

### ¿Cuáles son los principales efectos positivos para la salud cuando se escucha música?

El escuchar música produce un sinnúmero de efectos positivos para la salud y, con base en lo antes mencionado, resulta lógico deducir algunos de ellos. Escuchar música **mejora la capacidad de procesamiento del lenguaje y la memoria; ayuda**



[https://www.freepik.com/free-photo/transparent-cassette-tape-connected-with-headphone-around-red-heart\\_2982663.htm#query=m%C3%BAsica%20y%20salud&position=15&from\\_view=search&track=ais&uid=dob556of-974,d-44a4-9f03-b2c83b54c863](https://www.freepik.com/free-photo/transparent-cassette-tape-connected-with-headphone-around-red-heart_2982663.htm#query=m%C3%BAsica%20y%20salud&position=15&from_view=search&track=ais&uid=dob556of-974,d-44a4-9f03-b2c83b54c863)



<https://pixabay.com/es/illustrations/adolescente-el-rebelde-ciudad-6171076/>

en los mecanismos del sueño, mejorando la calidad y duración de este; puede coadyuvar en el tratamiento de la hipertensión arterial sistémica, al reducir los niveles de presión arterial; asimismo, al reducir niveles estrés y producir un efecto de bienestar, se puede utilizar para mejorar la sintomatología en enfermedades mentales, como la depresión y ansiedad.

Cuando se descubrieron los efectos que produce la música, se desató una ola de investigaciones para descubrir qué otros beneficios podría tener para la salud. En un estudio con pacientes que serían sometidos a una cirugía, el grupo que escuchó música experimentó menos dolor y ansiedad que el grupo que no lo hizo. Otro estudio, donde se incluyó a pacientes con enfermedad de Alzheimer, demostró que la música puede ayudar a recordar mejor los momentos autobiográficos. Asimismo, en pacientes que habían sufrido un derrame cerebral, se encontró que la música ayudó a mejorar la recuperación en el habla y en la función motora. Algo similar se demostró en un ensayo clínico, donde se observó que la música puede ayudar en la rehabilitación del cerebro después de una lesión

cerebral, mejorando la cognición, el habla y la memoria. Incluso, se ha demostrado que la música reduce las náuseas y los vómitos en pacientes oncológicos que son sometidos a quimioterapia. Y, por si fuera poco, se ha demostrado que escuchar música mejora la productividad laboral.

#### Musicoterapia: Una terapia musical para la salud

La aplicación de la música como instrumento para el cuidado de la salud se denomina musicoterapia. Esta rama de la ciencia comenzó a organizarse a comienzos de este siglo, lo que explica el poco conocimiento que se tiene al respecto en el personal de salud y, más aún, en la población general. A pesar de que la musicoterapia no busca ser un sustituto o una alternativa a los tratamientos ya establecidos contra las enfermedades, se debería promover la introducción de esta forma de terapia en el tratamiento de enfermedades particulares en las que se ha demostrado su eficacia, no como alternativa de tratamiento, sino como coadyuvante. Incluso, podría promoverse como una forma más para el cuidado de la salud y la prevención de enfermedades.



La musicoterapia es una disciplina aún joven. Falta mucho por descubrir, por ejemplo, otros efectos de la música en la salud, las enfermedades en las que puede utilizarse como tratamiento y las enfermedades que en las que puede actuar como factor protector. En prospectiva, la música como terapia aún tiene que desarrollarse, por lo que **no se puede descartar un escenario futurista donde los hospitales cuenten, al igual que los supermercados, con música ambiental en sus áreas críticas con el fin de ayudar en la mejoría de las patologías de los pacientes.**

**\*José Alfredo González-Ortiz.** Médico-Pasante de Servicio Social, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos y Técnico en Laboratorio Clínico por el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios núm. 56. Morelos, México.  
[jose.gonzalezo@uaem.edu.mx](mailto:jose.gonzalezo@uaem.edu.mx)

**Verónica Alejandra Godínez-Díaz.** Médico-Pasante de Servicio Social, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos, México.  
[vgodinezdiaz@gmail.com](mailto:vgodinezdiaz@gmail.com)



Gil-Antorveza I. (2002). Está de moda la musicoterapia. *Revista de la Universidad de La Salle*, (34), 113-126. <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls/vol2002/iss34/11/>

Martínez-Pizarro S. (2021). Beneficios de la musicoterapia en pacientes críticos. *Enfermería Intensiva*, 32, 54-55.

<https://doi.org/10.1016/j.enfi.2019.12.004>

Miranda M.C., Hazard S.O. y Miranda P.V. (2017). La música como una herramienta terapéutica en medicina. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 55(4), 266-277. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272017000400266>

# ENTREVISTA

Dr. Eduardo Valencia Cantero

Por: Rafael Salgado Garciglia



**E**s biólogo (Facultad de Biología, 1995) por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), maestro en ciencias en biotecnología por CINESTAV-Zacatenco (1997) y doctor en ciencias en biotecnología de plantas por CINESTAV-Irapuato (2001). Actualmente, es profesor e investigador titular C en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la UMSNH, responsable del Laboratorio de Ecología Microbiana.

Desde 2004 cuenta con Perfil Deseable PRO-MEP (actualmente PRODEP); forma parte del padrón de investigadores del estado de Michoacán, reconocido como Investigador Estatal Honorífico; es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias

(2023), y del Sistema Nacional de Investigadores desde 2002, actualmente con nivel III.

Desarrollador de líneas de investigación centradas en la ecología microbiana, incluyendo comunidades bacterianas, relación nutricional planta-microorganismo, comunicación química planta-microorganismos y microorganismo-microorganismo. Uno de los primeros investigadores en México en estudiar el efecto de compuestos volátiles orgánicos producidos por bacterias. Es autor de artículos científicos nacionales e internacionales, de docencia y de divulgación. Asimismo, ha sido participante en congresos nacionales e internacionales, a la vez que ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado.



Es profesor docente activo en los niveles de licenciatura y de posgrado. Ha participado activamente en el desarrollo institucional de la UMSNH, tanto en gestión de recursos y en la integración de comités y consejos universitarios, así como en la coordinación de programas de posgrado como el Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas (2014-2017) y en la coordinación de la creación del Programa de Doctorado en Ciencias en Biología Experimental (2018). Este año fue reconocido con el galardón «Legado Nicolaita 2024», otorgado por la UMSNH por su trayectoria en la docencia e investigación.

### **Cuéntanos, ¿cómo y cuándo empezó tu interés por los microorganismos?**

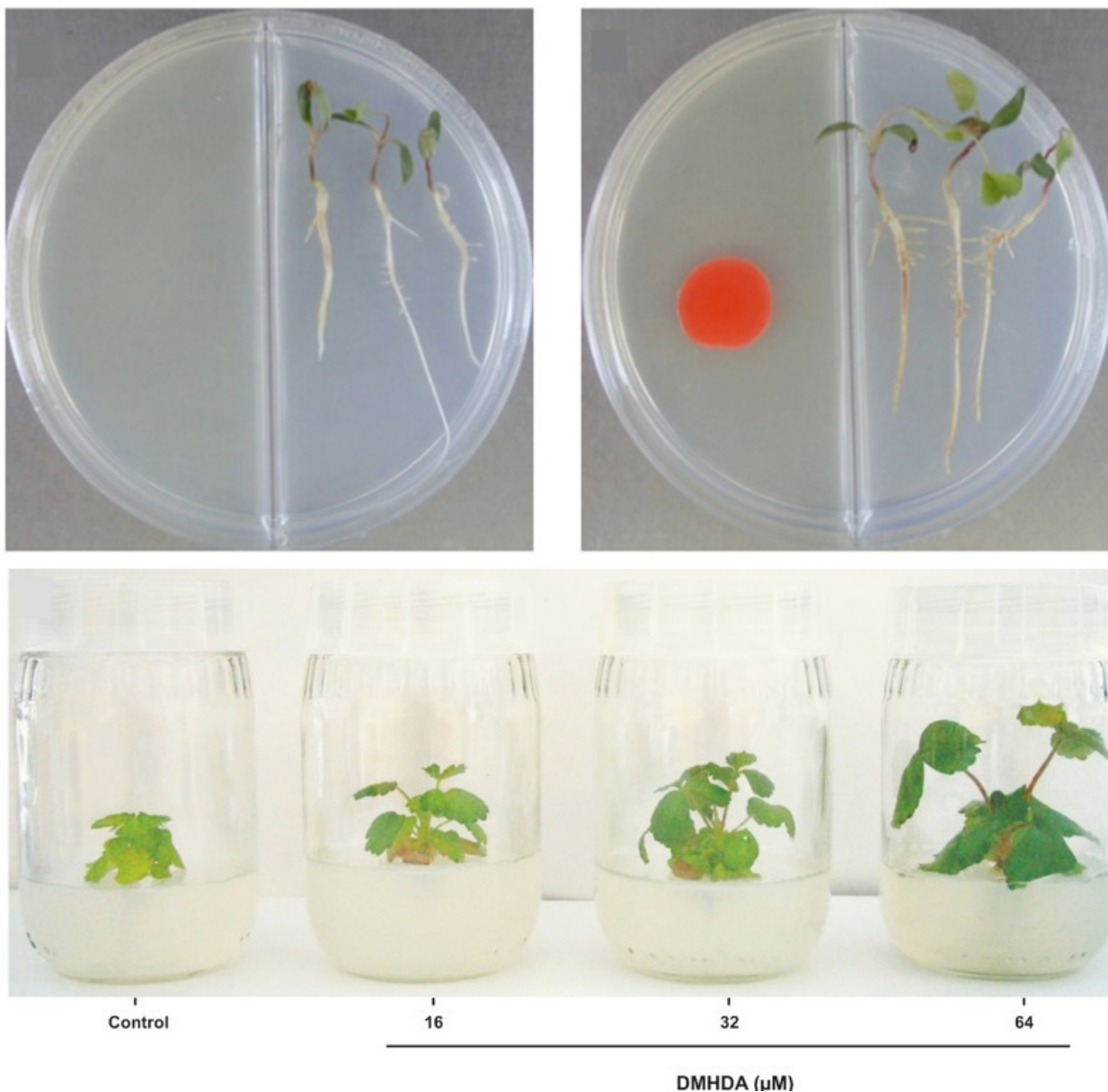
Yo fui lo que se llamaba un niño «nerd». A mí me interesaban todas las ciencias hasta finales de la preparatoria. Mi problema a la hora de elegir carrera fue que todo me gustaba, pero la biología finalmente me llamó más. La microbiología, y en particular la ecología microbiana, me resultó muy atractiva porque tenía importantes ventajas. El estudio de la ecología microbiana, siendo biología en

toda regla, me permitía trabajar con microcosmos, tener resultados más rápidos y controlar factores que no se pueden controlar en sistemas más grandes, todo ello me resultaba muy emocionante, y algo que para mí era fundamental, es que no generaba gastos adicionales como viajes al campo que, como estudiante sin recursos, no podía costear. Yo entré al Laboratorio de Ecología Microbiana perteneciente al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas cuando cursaba el séptimo semestre de la carrera y, pues, allí me quedé.

### **Una vez que te formaste como biólogo, ¿qué te llevó a hacer los estudios de posgrado?**

Cuando entré en la carrera de biología tenía la tirada de convertirme en profesor universitario. En la preparatoria (estuve en la Preparatoria Eduardo Ruiz), por relaciones familiares, tuve acercamiento con algunos profesores; en ese contexto, me formé una idea de que los profesores tenían una buena vida, un trabajo satisfactorio, un ambiente laboral académico, es decir, cultural, con cierta distinción y no demasiado exigente. En retrospectiva, veo que tal vez romantizaba un poquito el oficio.





A media carrera de biología me di cuenta de que no iba a poder ser profesor universitario si no tenía un posgrado. Primero supuse que bastaría con la maestría, pero para cuando salí de la carrera en 1994, me quedaba claro que necesitaría también un doctorado, así que ingresé a la maestría con la idea de ser profesor más que investigador. Fue en el posgrado que la actividad de la investigación me absorbió; sin embargo, la docencia, en particular, me resulta reconfortante por el trato con los chavos de licenciatura y posgrado.

**¿Nos puedes contar sobre la experiencia de regresar a la universidad que te formó, pero ahora como profesor e investigador?**

Realmente fue algo muy satisfactorio. Parafraseando, podría decir que uno sale de la universidad, pero la universidad no sale de ti. Creo que la Universidad Michoacana, en particular, tiene una personalidad fuerte que te marca. Yo realicé

la maestría y el doctorado en el CINVESTAV, centro de investigación de excelencia y muy exigente, perteneciente al Instituto Politécnico Nacional, el cual tiene su propia mística; sin embargo, cuando regresé a la Universidad Michoacana sentí que regresaba a casa. De hecho, regresé como profesor al Laboratorio de Ecología Microbiana, donde hice mi tesis de licenciatura, aunque ya se había movido de las instalaciones que tenía anexas a la Facultad de Farma (Facultad de Químico Farmacobiología) a los edificios B1 y B3 en ciudad universitaria.

Una anécdota ilustrativa fue que encontré en el librero del Dr. Farías, que fue mi asesor, la bitácora de laboratorio que usé en la tesis de licenciatura, la cual todavía uso al día de hoy. Creo que he sido afortunado, porque no solo he podido llevar a cabo investigaciones para mi universidad, sino que también he podido practicar la docencia en la Facultad de Biología, mi facultad, y con ello contribuir a la formación de nuevas generaciones de biólogos;



mientras que en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas he formado a maestros, doctores y, recientemente, a biotecnólogos.

**Desde entonces, ¿cuáles fueron tus líneas de investigación y hacia dónde las has dirigido?**

En el doctorado trabajé corrosión de acero por efecto de comunidades bacterianas sintéticas, lo que implica la participación de bacterias en las transformaciones químicas del hierro. Al llegar al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, adapté mi línea de investigación a la participación de las bacterias del suelo en las transformaciones químicas del hierro como nutriente vegetal, es decir, efecto bacteriano en la nutrición vegetal por hierro, de allí pasamos a la comunicación de las plantas con su microbiota (comunidad de microorganismos asociados) que es una comunicación de ida y de regreso, lo que implica que las plantas tiene la capacidad de ayudar a prosperar a determinadas poblaciones bacterianas que les son benéficas a través de señales bioquímicas, haciendo lo propio las bacterias hacia las plantas. En esencia, lo que estudiamos es: cuáles son estas señales, cuáles son sus

efectos en las plantas y bacterias, y cuáles son los mecanismos fisiológicos, así como los elementos genéticos involucrados en esta relación. Finalmente, hemos incursionado en la comunicación bacteria-bacteria con un enfoque similar.

**¿Cuál consideras que es la principal contribución de tus investigaciones?**

Mostrar el papel que tienen determinados compuestos orgánicos volátiles de origen bacteriano, en particular uno llamado *N,N*, dimetilhexadecilamina, importante en la comunicación planta-bacteria, en su efecto en la nutrición vegetal por hierro, en la estimulación del sistema inmunológico de la planta, en la organogénesis (es decir, formación de órganos) y en la modulación de la microbiota vegetal.

**Hasta ahora, ya sea en la docencia o en la investigación, ¿qué satisfacciones te han dado los logros que has conseguido?**

Las satisfacciones puedo clasificarlas en dos niveles. En un primer nivel están las cotidianas, como la investigación, que es una actividad sor-



**Control**



**UMCV2**

prendente, ya que todo el tiempo se van encontrando cosas nuevas. También está la docencia que, como comentaba antes, es reconfortante la interacción con los chicos, diría que es regenerativo ir a dar clases, pues te saca de los problemas del laboratorio (que vaya que los hay), da frescura y con frecuencia te proyecta a tu propia época de estudiante. También está el sentimiento de contribuir a que los estudiantes encuentren su propio camino, especialmente si se logra incidir en su forma de ver el mundo.

En un segundo nivel, y en retrospectiva, está la satisfacción de poder contribuir, aun siendo con un grano de arena, al conocimiento universal, eso es muy satisfactorio. Con un enfoque más profano diría que a los investigadores nos tiene continuamente bajo evaluación, tanto la universidad como la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), y siento que en eso he cumplido.

En mi desempeño profesional he tenido la oportunidad de dirigir estudiantes de maestría y de doctorado, varios de ellos también se han dedicado a la investigación y ahora son investigadores exitosos con sus propios grupos de trabajo. Destaco a los doctores Crisanto Velázquez Becerra y a Ma. del Carmen Orozco Mosqueda, quienes fueron mis primeros estudiantes de doctorado y que ahora son Niveles II del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNI), eso también es muy satisfactorio. Y, finalmente, algo de lo que me siento orgulloso es mi participación en el desarrollo de los programas de posgrado en los que he participado, en particular en el Doctorado en Ciencias en Biología Experimental, del que fui coordinador académico fundador.

### **Como investigador, ¿cuál es tu opinión acerca de la importancia actual de la divulgación de la ciencia?**

En el gremio de los investigadores existe la obligación de comunicar nuestros resultados a «la comunidad». Si bien esta es una cuestión que tiene distintas aristas, este punto es fácil de entender si nos preguntamos ¿De qué le sirve al mundo el conocimiento más grandioso, si este permanece oculto? Aquí algo en lo que hay que reflexionar es ¿Quién es la comunidad? Una respuesta posible es: La comunidad son nuestros colegas, especialistas en un tema en particular. La utilidad de que los colegas especialistas conozcan nuestros trabajos es casi

obvia, porque en el método científico los planteamientos de un investigador se basan en los trabajos de otros investigadores y los aportes científicos son la base de los desarrollos tecnológicos.

Sin embargo, decir que nuestra comunidad son los especialistas de un tema en particular es cuando menos muy parcial. Una vez que salgo de las instalaciones de la universidad y platico con familiares, amigos y vecinos, me queda claro que la comunidad somos todos, y estoy de acuerdo que es nuestra responsabilidad (de los investigadores) transmitir (divulgar) el conocimiento a los no especialistas. Por supuesto que es un reto, en parte porque no estamos acostumbrados y no fuimos formados para eso, pero también porque nuestros temas de investigación están plagados de conceptos y de términos técnicos que no son del todo ajenos a un docente. Ante la pregunta ¿Para qué le sirve a la comunidad no especialista saber de nuestras investigaciones? Para mí la respuesta es fácil, los humanos somos curiosos, los humanos queremos saber, el conocimiento mejora el criterio de las personas y mejora su vida.

### **¿Qué mensaje envías a los jóvenes para que opten por estudiar una carrera científica?**

Les diría que en esta vida se requiere de todo, por ejemplo, artistas, tecnólogos y también científicos, todos comprometidos con sus trabajos. Por otro lado, estudiar una carrera en ciencias no te compromete necesariamente a dedicarte a la investigación, la sociedad también necesita licenciados e ingenieros en áreas científicas. Yo opté por esta profesión buscando un desarrollo personal, o como decía antes, «una buena vida». En mi caso, puedo decir que me ha resultado bien. Cuando me preguntan ¿Qué hiciste hoy? Casi siempre respondo que estuve leyendo, revisando textos, escribiendo, haciendo experimentos, dando clase. Pero cada día es diferente, porque lo que leo, reviso, escribo, mis resultados y mis clases son diferentes. Es todo menos tedioso. Pero no voy a mentir, un investigador está sujeto a mucha presión y en eso nos hemos de parecer a otras profesiones. Para estudiar ciencias (y yo agregaría las ingenierías) se requiere vocación y es muy satisfactorio.



# ARTÍCULO

## No es rural, no es urbano, es el periurbano

Santiago Luján-Rueda y Erna Martha López-Granados



<https://pixabay.com/es/photos/planificaci%C3%B3n-urbana-ciudad-edificio-4552374/>

**Santiago Luján-Rueda.** Estudiante de la Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

[2147854x@umich.mx](mailto:2147854x@umich.mx)

**Erna Martha López-Granados.** Profesora e Investigadora, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

[erna.lopez@umich.mx](mailto:erna.lopez@umich.mx)

*Ya no muge la vaca, ni cacarea la gallina. Lo que suena son martillos golpeando clavos y palas mezclando cemento; es el periurbano anunciando que viene la ciudad.*

### El periurbano

En la naturaleza existen pocos límites que son claros como es el caso de las líneas que dividen los océanos de los continentes; en las playas y acantilados es relativamente sencillo definir dónde empieza o finaliza el uno del otro, en otros casos es más difícil establecer una demarcación, por ejemplo, en la frontera entre un ecosistema compuesto por bosques de pino y otro de bosques de encino. En México, ambos tipos de árboles crecen en alti-

tudes y con requerimientos climáticos diferentes; sin embargo, entre un tipo de bosque y otro, existe una zona de transición donde es posible ver árboles pertenecientes a ambos ecosistemas, haciendo muy difícil determinar dónde termina el bosque de encino o donde empieza el de pino. **A este proceso de transición entre un ecosistema y otro se le llama ecotono.**

En asentamientos humanos como las grandes ciudades y los pequeños poblados se pueden visualizar dos espacios claramente diferenciados: la zona rural y la zona urbana.

La **zona rural** se caracteriza por **casas dispersas en el paisaje**, extensos campos de cultivos donde el trabajo cotidiano es principalmente físico y **la economía se basa en actividades agrarias, pecuarias y forestales**, es decir, hay una dependencia económica muy estricta al aprovechamiento de las riquezas naturales. En tanto, las **zonas urbanas** se caracterizan por ser **espacios transformados por el ser humano**, con grandes cantidades de cemento para las carreteras y edificios, con **mayor concentración de personas, carros y casas**, siendo el sustento principal producto del trabajo en el sector público, la industria, el comercio y otros servicios como el turismo y la educación.

En las ciudades medias y grandes, la diferenciación entre zona rural y zona urbana no se da de un modo estricto mediante una línea divisoria, puesto que existe una transición espacial donde se mezclan características urbanas y rurales: **a esta**

**zona se le llama periurbano.** El periurbano se puede entender como una **franja de transición**, así como lo es el ecotono para los ecosistemas, un **espacio en movimiento y construcción constante** en el que, de modo continuo, en algunos casos rápido y en otros lento dependiendo de los procesos que estén construyendo al periurbano, **la zona urbana se va apropiando de zonas rurales**, quitándole sus características, cambiándolas progresivamente o de facto por características urbanas; las ciudades crecen en la zona periurbana.

### Procesos que construyen al periurbano

En una misma ciudad se pueden dar simultáneamente varios procesos que construyen al periurbano, los cuatro procesos más frecuentes son:

1. **Dinámicas de autogestión formales o informales**, donde las familias compran lotes directamente a los propietarios del suelo, o simplemente ocupan lotes baldíos y espacios abandonados sin el consentimiento de las autoridades para después construir sus casas según sus ingresos o con materiales reutilizados. Este proceso de periurbanización es el más lento y, generalmente, propicia escenarios de alta marginalidad y vulnerabilidad tanto social como económica, debido al escaso o nulo acceso a equipamientos y servicios públicos.
2. **Proyectos inmobiliarios para personas que no cuentan con el poder adquisitivo para comprar**



Asentamientos dispersos. Fotografía: Santiago Luján-Rueda.





Periurbano oriental ciudad de Morelia. Fotografía: Santiago Luján-Rueda.

**vivienda en zonas céntricas.** Este periurbano también se caracteriza por fraccionamientos en suelos más baratos a las afueras de la ciudad en medio de campos de cultivos o pastizales, con pocas vías de acceso. En este caso, los servicios como transporte público, educación y salud van llegando de manera paulatina.

3. **La construcción de casas por iniciativa individual o de empresas,** con la promesa de brindar espacios tranquilos y seguros para la vivienda, la recreación o el descanso, como es el caso de las casas de campo y los clubes campestres, los cuales, generalmente, se ubican a las afueras de la ciudad y son espacios a los cuales solo se puede acceder mediante un alto poder adquisitivo por los servicios y amenidades que se encuentran dentro del asentamiento.
4. **Polos de desarrollo generados por grandes proyectos infraestructurales,** como aeropuertos, centros educativos, centros administrativos, parques industriales y centros comerciales, ubicados a las afueras de la ciudad. Estos funcionan como atractores para las familias, puesto que son lugares con gran oferta de empleo y demás servicios; igualmente, en muchos casos cumplen la función de pequeñas centralidades fuera de la ciudad.

#### Problemáticas del periurbano

La mayoría de las problemáticas que surgen en el periurbano de las ciudades latinoamericanas

tienen su origen en la falta de planificación integral de la ciudad, entre las más recurrentes están las siguientes:

- **Problemáticas ambientales:** deforestación, pérdida de suelo agrícola y degradación de zonas de recarga de acuíferos.
- **Problemáticas sociales:** marginación de la población más vulnerable por el escaso acceso a equipamientos o servicios públicos como agua potable, alcantarillado y energía eléctrica; aumento de vulnerabilidad frente a peligros hidrológicos y geológicos; y mayor tiempo de desplazamiento de los habitantes entre su zona de vivienda y las zonas de trabajo, lo que implica una disminución en la calidad de vida.
- **Problemáticas de administración pública:** aumento de los costos de mantenimiento de servicios públicos debido a la necesidad de ampliar la cobertura en áreas distantes con una menor densidad poblacional; y litigios en la tenencia de suelos y evasión de impuestos en casas de origen informal.

Las problemáticas que surgen en el periurbano pueden ser evidentes, como la **deforestación** o la **vulnerabilidad frente a peligros naturales**, como las inundaciones que suelen ser periódicas. Sin embargo, hay problemáticas que no son tan evidentes, pero que suceden y transgreden la cotidianidad de la población, por ejemplo, la angustia

que surge entre la población rural que ve cómo **la ciudad los va arrinconando** y va desapareciendo el mundo que conocían, así como la **especulación de sus terrenos** en el cual cada vez es menos rentable la producción agrícola en comparación del **aumento del precio del suelo para la construcción de viviendas**.

Las **soluciones** a estas problemáticas son complejas y, en ocasiones, costosas (económica y socialmente), por ello, la mejor solución es evitar que se generen y anticiparlas mediante una **adecuada planificación del territorio**.

### Oportunidades del periurbano

La planificación permite **encaminar de un modo claro y ordenado** una serie de acciones que conducen al **uso adecuado del territorio**. El periurbano presenta una oportunidad para la planificación al ser un espacio de transformación, en construcción, el cual brinda una ventana de tiempo para anticipar las problemáticas venideras (como las que se describieron anteriormente), y permite la **creación de corredores ecológicos**, rondas de protección a arroyos, así como **restringir la construcción** de vivienda en **lugares con algún tipo de amenaza** como fallas geológicas. En síntesis, el periurbano es la oportunidad que

tiene la ciudad para brindar entornos de seguridad y bienestar tanto para la población como para los ecosistemas.

De esta manera, al planificar los procesos de construcción del periurbano, el crecimiento de la ciudad se estaría dando de un modo que exprese los objetivos ambientales, sociales y económicos que desea la ciudad, enfrentando directamente sus retos, tales como el **déficit de vivienda** para las familias que no cuentan con una casa propia, la declaración de **zonas de preservación agrícola y conservación ambiental**, espacios como reservorios de suelo urbanizable y parques industriales y comerciales con vías de acceso acorde a la demanda de movilización de la población, de materias primas y producción requeridas. En conclusión, el conocimiento del periurbano como el lugar donde crecen las ciudades, puede conducir a **prácticas gubernamentales y sociales que anticipen las problemáticas futuras**.



Berrardo M. (2019). Más allá de la dicotomía rural-urbano. *Revista Urbanidades*, 11, 316-324. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6974421>

Entrena-Durán F. (2004). Los límites difusos de los territorios periurbanos: Una propuesta metodológica para el análisis de su situación socioeconómica y procesos de cambio. *Sociologías*, 11, 28-63. <https://www.scielo.br/jj>

[soc/a/7d696wRRvptbVZQw5p8JtM/?lang=es&format=pdf](https://www.scielo.br/jj/soc/a/7d696wRRvptbVZQw5p8JtM/?lang=es&format=pdf)

Kleemann J., Inkoom J., Thiel M., Shankar S., Lautenbach S. y Fürst C. (2017). Peri-urban land use pattern and its relation to land use planning in Ghana, West Africa. *Landscape and Urban Planning*. [https://www.zef.de/uploads/tx\\_zefportal/Publications/jkleemann\\_download\\_Kleemann%20et%20al\\_LUP.pdf](https://www.zef.de/uploads/tx_zefportal/Publications/jkleemann_download_Kleemann%20et%20al_LUP.pdf)





de los recursos naturales. A continuación, exploraremos el marco legal y los principales instrumentos que sustentan el derecho ambiental en México, así como los retos y avances en esta materia.

### Los cimientos legales para la protección del medioambiente en México

La **Constitución política de 1917** en México sienta las bases para la protección y para el uso sostenible de los recursos naturales. Por medio de sus artículos 2 y 4 se reconoce el **derecho de las personas a un medioambiente sano** y se respalda el **derecho de las comunidades y pueblos indígenas a conservar y preservar su hábitat**. Estos artículos constitucionales son pilares fundamentales que establecen la importancia de la protección del medioambiente y **reconocen el derecho ambiental**. A través de diversas reformas y adiciones, se han incorporado principios y disposiciones específicas para la protección ambiental. Además, el país cuenta con una legislación ambiental amplia y detallada que abarca temas como la conservación de la biodiversidad, la gestión de residuos, la protección del agua y el aire, la responsabilidad ambiental, entre otros.

Es importante resaltar que la inclusión de estos puntos en la legislación mexicana se debe, en gran medida, a la **adhesión de México a diversos**

**acuerdos y convenios internacionales en materia ambiental**. Estos acuerdos y convenios han proporcionado un marco de referencia y de compromisos a nivel global para abordar los desafíos ambientales. Al suscribirse a estos instrumentos internacionales, México ha reconocido la importancia de cooperar a nivel internacional y **ha asumido responsabilidades para proteger y conservar el medioambiente**.

Esta participación activa en la comunidad internacional **ha influido en la formulación de políticas y leyes ambientales en el país**, fomentando la armonización de las normas nacionales con los estándares internacionales y promoviendo una mayor conciencia sobre la importancia de la protección ambiental a nivel nacional e internacional. Así, la participación de México en acuerdos y convenios internacionales ha sido fundamental para impulsar la legislación ambiental y para fortalecer la protección de los recursos naturales en el país.

### Las herramientas legales para la conservación de la naturaleza en México

En el ámbito del derecho ambiental, México ha adoptado diversos instrumentos legales para promover la protección del medioambiente. Entre ellos se encuentran la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General para la Pre-



Franja de manglar en playa Zipolite, San Pedro Pochutla, Oaxaca. Imagen propia.





*Invasión a la franja de manglar en la playa Zipolite, San Pedro Pochutla, Oaxaca, por construcción hotelera. Imagen propia.*

vención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de Aguas Nacionales y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Estos instrumentos establecen lineamientos para la conservación de los ecosistemas, la gestión de recursos naturales, la prevención y el control de la contaminación, la designación de responsabilidades ambientales y la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales. Asimismo, estas leyes cuentan con normativas mexicanas que funcionan como mecanismos adicionales para garantizar su cumplimiento.

### **Retos y avances en el derecho ambiental mexicano**

A pesar de los avances legislativos, México enfrenta retos significativos en la implementación efectiva del derecho ambiental, por ejemplo: **a) falta de coordinación entre las autoridades ambientales, b) insuficiente asignación de recursos financieros para la protección ambiental, y c) la impunidad en los delitos ambientales.** En este último, convergen los dos primeros retos, ya que, si bien la legislación de responsabilidad ambiental tiene el objeto de establecer los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación por los mismos, su aplicación es un procedimiento que requiere de la participación de distin-

tas instancias gubernamentales. Actualmente, las instancias gubernamentales en materia ambiental **se encuentran saturadas de procedimientos administrativos por atender** y, ante los recortes presupuestarios, no cuentan con el suficiente personal para brindar dicha atención en tiempo y forma.

Sin embargo, también se han logrado avances importantes, como el **fortalecimiento de la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales**, promoviendo la consulta pública y fomentando la inclusión de la sociedad civil en los procesos de toma de decisiones. Estos avances han permitido un mayor control y prevención de la contaminación, la creación de áreas naturales protegidas y la promoción de prácticas sostenibles en diversos sectores.

### **La participación ciudadana: Defensores del medioambiente en México**

La sociedad civil juega un papel crucial en la protección ambiental en México. Organizaciones no gubernamentales, grupos comunitarios y ciudadanos comprometidos desempeñan un papel activo en la vigilancia, promoción y defensa del medioambiente. A través de acciones de litigio ambiental, campañas de concientización y participación en procesos de consulta pública, **la sociedad**



*Franja de manglar en playa Zipolite, San Pedro Pochutla, Oaxaca. Imagen propia.*

**civil contribuye a fortalecer el cumplimiento y la efectividad de las leyes ambientales.**

En los últimos años, se ha observado un notable aumento en la difusión de casos de litigio ambiental en México. Lamentablemente, también se ha hecho eco de casos de **defensores de derechos humanos ambientales que han perdido la vida en la defensa del medioambiente**. Estos casos han contribuido a acercar el derecho ambiental a la población en general, generando un mayor interés y conciencia sobre la importancia de cuidar y preservar el medioambiente. Además, a medida que los efectos del cambio climático se hacen más evidentes, **los mexicanos están adquiriendo una mayor conciencia sobre la necesidad de tomar medidas para proteger el entorno natural**. Este aumento en la conciencia ambiental ha impulsado la adopción de prácticas más sostenibles y la exigencia de una

mayor responsabilidad por parte de las empresas y el gobierno en la protección del medioambiente.

### **El compromiso ambiental de México**

El derecho ambiental en México proporciona un marco legal para la protección y conservación de los recursos naturales. Aunque existen retos en su implementación, **es esencial fortalecer la coordinación entre las autoridades** y garantizar una asignación adecuada de recursos para lograr un equilibrio entre el desarrollo humano y la preservación del medioambiente. Además, se debe **fortalecer el enfoque hacia los problemas derivados del cambio climático**, asegurando la protección adecuada de los recursos naturales y promoviendo un desarrollo sustentable en el país. En cuanto al creciente interés de la participación ciudadana en la protección y preservación del medioambiente, ha impulsado **la adopción de prácticas más sostenibles** y la exigencia de mayor responsabilidad por parte de las empresas y el gobierno.



Anglés-Hernández M., Rovalo-Otero M. y Tejado-Gallegos M. (2021). *Manual de derecho ambiental mexicano*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 237 pp. <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/6429-manual-de-derecho-ambiental-mexicano>

Arroyo-Quiroz I. y Wyatt T. (eds.) (2018). *Green Crime in Mexico. A Collection of Case Studies*. Palgrave MacMillan

Cham, Springer International Publishing, 208 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75286-0>

Revuelta-Vaquero B. (2022). La consolidación del Derecho Ambiental en México. Tendencias y desafíos. *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, 7(21): 111-143. <http://derechoglobal.cucsh.udg.mx/index.php/DG/article/view/369/583>



## ARTÍCULO

## «Modern Family»: De lo tradicional a lo emergente

Luis Arturo Montoya-Rivera



[https://images.ecestaticos.com/GGgZEQIJGwQVGMrXA4vpLmbkoNg=/106x0:832x543/557x418/filters:fill\(white\):format\(jpg\)/f.elconfidencial.com%2Foriginal%2F4,06%2Fo8c%2Faf8%2F4,06o8caf85ffaa3362303988cf60oc5e.jpg](https://images.ecestaticos.com/GGgZEQIJGwQVGMrXA4vpLmbkoNg=/106x0:832x543/557x418/filters:fill(white):format(jpg)/f.elconfidencial.com%2Foriginal%2F4,06%2Fo8c%2Faf8%2F4,06o8caf85ffaa3362303988cf60oc5e.jpg)

**Luis Arturo Montoya-Rivera.** Maestro en Terapia Familiar, Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria, Universidad Autónoma de Baja California.

[arturo.montoya@uabc.edu.mx](mailto:arturo.montoya@uabc.edu.mx)

Sabes qué tienen en común series como «Malcolm el de en medio», «Los Simpson», «Family Guy» o incluso «La familia Peluche»? Correcto, todas tienen tramas en torno a la vida familiar, pero no solo eso, todas ellas tratan de familias tradicionales. Aunque, por supuesto, existen series, películas y otros formatos de entretenimiento que plasman la experiencia de personas que viven en grupos no tradicionales (tal es el caso de *Modern*

*Family*), la realidad es que son excepciones. En general, lo que vemos y consumimos a través de los medios y la cultura, comúnmente es una configuración familiar tradicional.

**Pero, ¿qué es eso de familias tradicionales y no tradicionales?**

Se les considera **tradicionales** a todas aquellas familias que están integradas por una pareja heterosexual monógama, en otras palabras, por la pareja exclusiva formada por **padre y madre**, además de la descendencia de los mismos, es decir, sus **hijos**. Se les llama así, ya que en la sociedad en la que vivimos, es la forma de agruparse que por costumbre o tradición se supone «ideal», por eso es más común verlo en series como las que mencionamos al inicio, también en películas, comerciales o fotos colocadas en espectaculares que promocionan zonas habitacionales para vivir «mejor» en las grandes ciudades.

Por otro lado, se les llama «**no tradicionales**» a aquellos grupos familiares que no están compuestos por el esquema nuclear (padres e hijos). Ejemplos son las familias con **solo papá e hijos** (monoparentales), con **solo mamá e hijos** (monoparentales), con **padres o madres del mismo sexo** (homoparentales y lesboparentales) e incluso las

**parejas que no tienen hijos**, por mencionar algunas de las múltiples formas en que las personas nos agrupamos y que podemos considerar familia.

**Tal vez en este momento te podrías estar preguntando, ¿entonces se puede llamar familia a cualquier agrupación entre personas? Pues la respuesta es sí y no, te explico.**

Lo primero que hay que considerar es el **contexto en el que dichas agrupaciones existen**, ya que la idea de familia en general **está influida por el medio social, cultural e histórico en el que se desarrollan**. Las familias que existen ahora, no son iguales a las que existieron en la época medieval y, seguramente, no serán las mismas que existirán dentro de algunos años. De manera similar, las familias en México no son iguales a las de China o India, por mencionar algunas, esto porque la cultura y la sociedad también son distintas. Pero de la relación entre la sociedad y la familia seguiremos hablando más adelante.

Otro aspecto a considerar para poder contestar a nuestra pregunta es que, a pesar de que comúnmente se piensa que los lazos familiares están dados únicamente por vínculos consanguíneos o legales, no son los únicos componentes o tipos de relaciones que definen a una familia. Algunos estu-



<https://wpdicta-ha-staticfiles-media-v1.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2020/10/30090709/familia-mexicana.jpg>





[https://www.eleconomista.com.mx/\\_\\_export/1653347730680/sites/eleconomista/img/2021/04/19/mujeres\\_trabajando\\_profesionistas\\_nayelly\\_tenorio\\_ilustracion\\_previsualizacion\\_crop1618870919783.jpg\\_554688468.jpg](https://www.eleconomista.com.mx/__export/1653347730680/sites/eleconomista/img/2021/04/19/mujeres_trabajando_profesionistas_nayelly_tenorio_ilustracion_previsualizacion_crop1618870919783.jpg_554688468.jpg)

diosos de este tema, refieren que otros aspectos a considerar pueden ser el **vivir bajo el mismo techo**, los **vínculos afectivos** y, por supuesto, **que sean identificados por sí mismos y la sociedad como tal**. Aunado a esto, este grupo debe cumplir ciertas funciones de acuerdo con la sociedad en la que se desenvuelven y a las necesidades de sus miembros, entre ellas, podemos nombrar las **funciones de protección, de afecto, de reproducción y de socialización**.

En ese sentido, no todas las agrupaciones pueden considerarse familia, a menos que se identifiquen así, y cumplan con la satisfacción de las necesidades y funciones ya mencionadas. De hecho, de acuerdo con el Instituto de Investigaciones Sociales de México, los **«roomies»** (grupo de personas que comparten residencia sin vínculos sanguíneos o legales) son **uno de los once tipos de familias que existen en nuestro país**. Además, se cataloga a estos 11 tipos de familia dentro de **tres grandes grupos**: las **tradicionales**, las que están **en transición** y las **emergentes**.

### Cambios en la sociedad-familia

Para el 2016, las **familias tradicionales** que ya fueron definidas previamente, representaron un poco **más de la mitad de las familias dentro del**

**país**. Los grupos familiares **en transición**, que son aquellos que por alguna circunstancia han modificado su configuración dejando fuera a alguno de los miembros nucleares (como uno de los padres o los hijos), **fueron un 42 % de los hogares**. Y, por último, **las emergentes** que son aquellos tipos de familia que se han presentado y están en desarrollo a partir de este milenio, tuvieron apenas un **7 %**, pero marcando tendencia en cuanto a crecimiento, siendo una clara muestra de cómo nuestra sociedad sigue cambiando y, por lo tanto, la forma en la que nos agrupamos para vivir también.

Hablando de la sociedad, retomemos un poco su relación con la familia. El grupo familiar, entendido como institución social, es un pilar dentro de la colectividad, considerado incluso el núcleo de la misma. Es así como **las familias son un reflejo de nuestra sociedad**, a la vez que **la sociedad se mantiene viva a través de las familias**. Esta relación es recíproca, de forma que, una alteración en la sociedad, trae consigo modificaciones en las familias que, a su vez, traen transformaciones en la sociedad. Algunos de los cambios sociales que han tenido impacto en la forma en que nos agrupamos son: la globalización, los movimientos de género —de los cuales se ha desencadenado una mayor participación de las mujeres en actividades fuera

del hogar—, también la diferenciación entre la reproducción y la vida sexual, un incremento de los divorcios y separaciones, y por supuesto, las crisis económicas.

Sin embargo, no siempre los cambios sociales vienen acompañados de aceptación social, por el contrario, se puede revisar que, a lo largo de la historia, este tipo de cambios generalmente enfrentan oposición, a fin de cuentas, ¿cómo puede ser fácil cambiar algo que durante toda tu vida te habían dicho que era de una determinada manera? Más allá de si es fácil o no, en el caso de las **nuevas formas de familia**, esta oposición representa **juicios sociales, cuestionamientos, poca aceptación y en algunos casos hasta discriminación y violencia**. Es común escuchar o leer cosas como que los niños que crecen con solo uno de sus padres no se desarrollan adecuadamente, o que tener padres o madres del mismo sexo dañará a los hijos, o incluso que es obligación de una pareja tener hijos para poder realizarse personalmente y, aunque no lo veamos así, en mayor o menor medida, todos participamos de eso.

### ¿Qué dice la ciencia al respecto?

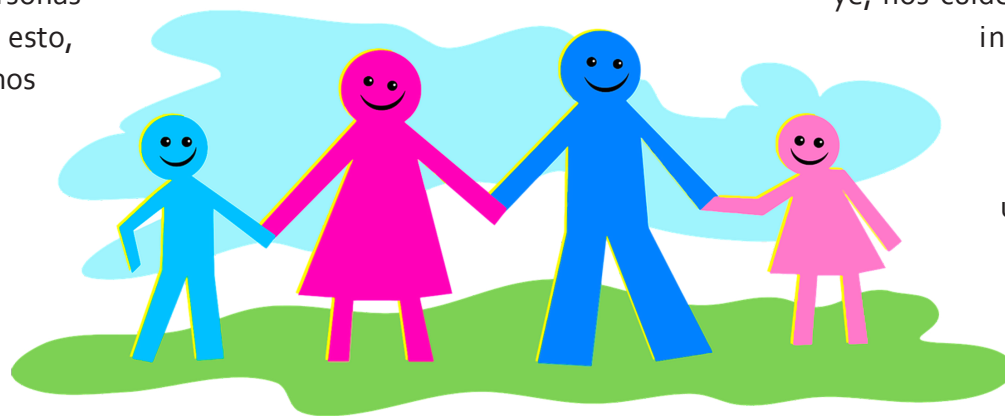
¿Son mejores las familias tradicionales?

¿Las familias nuevas o emergentes son malas para los niños? Hay distintas personas estudiando esto, pero si tenemos que mencionar a alguien sobresaliente,

te, sería a Susan Golombok, directora del Centro de Investigación sobre la Familia de la Universidad de Cambridge, Inglaterra. Ella ha llevado a cabo una investigación para poder contestar los cuestionamientos acerca de si características como la configuración, la cantidad de miembros, la genética, la orientación sexual y el género son importantes, en especial, para el bienestar psicológico de los niños. Sus resultados han retado las creencias típicas sobre ello, concluyendo que **la calidad de vida poco tiene que ver con eso**, pero sí con los lazos afectivos estables y seguros, así como con la responsabilidad y el apoyo incondicional. Aunado a ello, refiere que **los prejuicios y la estigmatización de la sociedad, sí causan daño a los niños**.

Sin duda, aún hay camino por recorrer en el estudio de las familias, pero trabajos como el de Susan Golombok pueden y tienen que ser replicados en un país como el nuestro, además que sus resultados deben ser transmitidos a la población para **colaborar en la erradicación de creencias y sistemas que afectan o invisibilizan la diversidad familiar**. Ojo, no hay ningún problema con las familias tradicionales o con que en los medios de comunicación sigan apareciendo estas, el problema es creer que todas las familias tienen que ser así, a fin de cuentas, todos tenemos el derecho a desarrollarnos dentro de una familia que nos apoye, nos cuide y nos proteja,

independientemente de que sea una forma tradicional o una moderna.



Golombok S. e Imrie S. (2020). El impacto de las nuevas formas de familia en la crianza y el desarrollo infantil. *Annual Review of Developmental Psychology*, 2, 295-318. <https://redlara.com/images/archivo/Golombok.pdf>

López-Romo H. (2016). Los once tipos de familias en México. *El Instituto de Investigaciones Sociales*, 26-31. <https://amai.org/revistaAMAI/47-2016/6.pdf>

Valdivia C. (2008). La familia: Concepto, cambios y nuevos modelos. *La Revue du REDIF*, 1, 15-22. <https://www.edumargen.org/docs/2018/curso44/intro/apunteo4.pdf>



## ARTÍCULO

## ¿Cómo proteges tu piel del sol?

Diego Alejandro Simón Nieto



[https://www.freepik.es/foto-gratis/locion-bronceadora-brazo-mujer-forma-sol\\_11599249.htm#query=protecci%C3%B3n%20luz%20solar&position=25&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.es/foto-gratis/locion-bronceadora-brazo-mujer-forma-sol_11599249.htm#query=protecci%C3%B3n%20luz%20solar&position=25&from_view=search&track=ais)

**Diego Alejandro Simón Nieto.** Químico Farmacobiólogo, estudiante en el Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[1234982A@umich.mx](mailto:1234982A@umich.mx)

**La exposición a la luz solar puede ocasionar daños irreversibles**

**E**l sol, las lámparas solares y las camas o cámaras de bronceado emiten **radiación ultravioleta (UV)**; la exposición a este tipo de rayos causa el envejecimiento prematuro de la piel y daños que **pueden dar como resultado cáncer de piel**. Algunas de las complicaciones que podrían generarse por la exposición al sol son: fotoenvejeci-

miento, manchas, quemaduras, aparición de manchas blancas en el cuerpo, paño, alergias y manchas escamosas.

Aunque el cáncer de piel es más frecuente en las personas con piel clara, también se presenta en personas con cualquier tono, incluso si tienen la piel oscura.

### ¿Qué es la radiación solar?

La radiación solar es la energía emitida por el Sol que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas y se genera en las reacciones del hidrógeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y es emitida por la superficie solar. Estas radiaciones pueden clasificarse según sus longitudes de onda en ultravioleta (UV), luz visible e infrarroja. De la radiación UV que llega a la superficie terrestre, un 97 % es ultravioleta A (UVA) y un 3 % ultravioleta B (UVB).

La radiación UVA provoca efectos a largo plazo, como fotoenvejecimiento, fotosensibilización y tipos graves de cáncer como el melanoma, cáncer en piel. En cambio, la UVB es la responsable del enrojecimiento inmediato, la alteración del sistema inmune, la pigmentación de la piel y el cáncer de piel.

### ¿Cómo puedo proteger mi piel del sol?

Hay diversas formas de cuidarnos de la radiación solar, aquí les describo las más comunes que debemos aplicar:

- Use un **sombrero** que le dé sombra alrededor de la cara, el cuello y las orejas.
- Póngase **gafas que filtren los rayos UV** para proteger los ojos y la piel que los rodea.
- Use **mangas largas y pantalones**. Las telas oscuras y de tejido más cerrado son las mejores. Algunas telas contienen factor de protección ultravioleta (UPF). Mientras más alto el número, mayor es el factor de protección solar.
- Use productos con un **factor de protección solar (SPF) mínimo de 50**. Aplique la cantidad indicada de protector a la piel expuesta 30 minutos antes de estar al aire libre.
- Es muy importante que **reaplique el protector solar cada 2 horas** o después de nadar o sudar.
- **Limite el tiempo que pasa al sol**. Evite estar al sol entre las 10 de la mañana y las 4 de la tarde. Tampoco se exponga a otras fuentes de radiación UV, como las camas de bronceado.
- **Use protección solar incluso en los días nublados**.

## Clasificación de los tipos de radiación solar

Tipo	Longitud de onda (nm)	Acción	Capa de la piel que penetra	Efectos
Ultravioleta				
-UVC	200-290	Biológica	capa externa	Carcinogénicos, enrojecimiento, supresión del sistema inmune, bronceado, fotoenvejecimiento y sensibilización
-UVB	290-320		capa externa	
-UVA	320-400		capa interna	
Visible	400-800	Luminosa	Capa más profunda de la piel	Fototoxicidad Fotoalergia
Infrarroja	800-1800	Calorífica	Capa más profunda de la piel	Vasodilatación, aumenta temperatura, enrojecimiento y deshidratación





[https://www.freepik.es/vector-gratis/coleccion-disenos-proteccion-solar\\_1059741.htm#query=protecci%C3%B3n%20soluz%20solar&position=2&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.es/vector-gratis/coleccion-disenos-proteccion-solar_1059741.htm#query=protecci%C3%B3n%20soluz%20solar&position=2&from_view=search&track=ais)

dos, ya que los rayos UV se reflejan en la arena, el agua, la nieve y el hielo y atraviesan el parabrisas del automóvil y las ventanas.

### ¿Qué es un bloqueador solar?

Los filtros solares o bloqueadores solares son ingredientes necesarios que protegen la piel de los efectos nocivos del sol y previenen los riesgos de cáncer de piel, como el melanoma, así como las quemaduras solares, el envejecimiento prematuro de la piel o incluso la aparición de manchas. Existen tres tipos de filtros solares:

**Filtros físicos.** En este grupo se incluyen los pigmentos inorgánicos (óxido de zinc, dióxido de titanio, mica), opacos a la radiación solar, característica que les permite actuar a modo de pantalla, de forma que, por una parte, reflejan la luz y por otra la absorben ofreciendo así una extraordinaria protección frente a la radiación solar.

**Filtros químicos.** Son compuestos naturales de es-

tructura aromática. Los filtros más empleados son el PABA (ácido p-amino benzoico) y sus derivados, que son capaces de absorber radiaciones energéticas con longitudes de onda propias del espectro ultravioleta. Actúan impidiendo la transmisión de la radiación hacia los tejidos, evitando así los efectos perjudiciales que provoca la radiación solar sobre ellos. Su capacidad protectora está condicionada por la longitud de onda que sea capaz de absorber la molécula (UVB, UVA), razón por la cual normalmente se utilizan combinaciones de filtros para aumentar su efectividad y conseguir un espectro de absorción lo más amplio posible.

**Filtros biológicos.** Son moléculas con propiedades antioxidantes, es decir, que ayudan a retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas responsables del envejecimiento del cutis y del cáncer de piel. Los representantes de este tipo de filtro son la vitamina C y la vitamina E, así como sus derivados. Estos ingredientes mejoran el aspecto y la elasticidad de la piel, potenciando el subsistema inmunológico cutáneo.

### ¿Qué es el factor de protección solar?

El factor de protección solar (FPS) indica el tiempo en que podemos permanecer expuestos al sol con la piel protegida, en comparación con la piel sin protección, hasta la aparición del eritema.

El valor numérico que aparece en el envase de un protector solar se refiere al efecto protector frente a la radiación UVB, que es la que genera eritema. **A mayor FPS, mayor protección.** Los dermatólogos siempre recomiendan filtros solares con FPS de 50, que es el que brinda la máxima protección frente a la luz solar.

### ¿Qué filtro solar debo escoger?

En personas con acné, rosácea o piel sensible, se recomienda el filtro físico, también aconsejado para los niños. Antes de escoger el protector adecuado, **considere que no todas las pieles son iguales.** Los distintos fototipos cutáneos de cada persona, condicionan y modulan la reacción de la piel ante la exposición solar. Se ha comprobado que más del 90 % de los cánceres de piel se producen en los fototipos I y II. Las personas de piel oscura, también son sensibles a los efectos nocivos de la radiación UV.

Otro factor que se debe tener en cuenta, ya que marca desigualdades frente a la acción de los rayos del sol, es **la edad.** La infancia es una etapa en la que la piel es más vulnerable a los rayos del sol, debido a las características de la piel del bebé/niño que lo hacen especialmente sensible, como inmadurez de las funciones cutáneas normales e inmadurez del sistema inmunitario. **Los filtros físicos o minerales, como los químicos, son seguros y han demostrado prevenir la quemadura solar y el cáncer de piel.** Los potenciales peligros del uso de estos filtros son mucho menores que los peligros de sufrir quemaduras solares.

### Errores al usar bloqueador

La aplicación errónea del protector solar hace que hasta el 55 % de nuestra piel quede desprotegida.

- **Aplicar poca cantidad de fotoprotector:** la cantidad recomendada es de 2 dedos para la cara y de 3 dedos para el resto de cada una de las zonas del cuerpo (pecho/escote, abdomen, brazo, antebrazo, espalda superior, espalda inferior, piernas).
- **No reaplicar la crema solar** después de haber sudado o haber tomado el sol: se debe reaplicar

## Fototipos cutáneos

FOTOTIPO	ACCIÓN DEL SOL SOBRE LA PIEL (NO PROTEGIDA)	CARACTERÍSTICAS PIGMENTARIAS
I	Presenta intensas quemaduras solares, casi no se pigmenta nunca y se descama visiblemente	Individuos de piel muy clara, ojos azules, pelirrojos y con pecas. Su piel, habitualmente no está expuesta al sol y es de color blanco-lechoso
II	Se quema fácil e intensamente, pigmenta ligeramente y descama de forma notoria	Individuos de piel clara, pelo rubio, ojos azules y pecas, cuya piel, que no está expuesta habitualmente al sol, es blanca
III	Se quema moderadamente y se pigmenta correctamente	Razas caucásicas (europeas) de piel blanca que no está expuesta habitualmente al sol.
IV	Se quema moderada o mínimamente y pigmenta con bastante facilidad y de forma inmediata al exponerse al sol	Individuos de piel morena o ligeramente amarronada, con pelo y ojos oscuros (mediterráneos, mongólicos, orientales)
V	Raramente se quema, pigmenta con facilidad e intensidad (siempre presenta reacción de pigmentación inmediata)	Individuos de piel amarronada (amerindios, indostánicos, árabes e hispanos)
VI	No se quema nunca y pigmenta intensamente (siempre presentan reacción de pigmentación inmediata)	Razas negras





[https://www.freepik.es/foto-gratis/mujer-relajante-hamaca-mientras-playa-libro\\_10426440.htm#query=protecci%C3%B3n%20luz%20solar&position=18&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.es/foto-gratis/mujer-relajante-hamaca-mientras-playa-libro_10426440.htm#query=protecci%C3%B3n%20luz%20solar&position=18&from_view=search&track=ais)

bloqueador solar tras un baño, cuando sudamos en exceso, cuando tomemos el sol o cuando nos secamos con la toalla, ya que una parte del filtro solar queda impregnado en la toalla y en la ropa.

- Nunca olvidar **aplicar bloqueador en labios, manos, orejas, nuca, pies, rodillas, antepié, pliegues de rodillas, ojos y la cabeza** (personas con pérdida de cabello). Diversos estudios demuestran que ciertos cánceres de piel aparecen con frecuencia en estas áreas, ya que no están correctamente protegidas.

Los rayos del sol pueden provocar cáncer y daños irreversibles a nuestra piel, aun cuando no estemos expuestos a ellos de manera directa. Por esta razón, **es necesario utilizar todos los días protector solar.**

Usar crema solar ayuda a proteger tu piel y la de tu familia, por eso se debe usar la indicada según tu tipo de piel.

Por último, no olvidar que **el mejor fotoprotector es la sombra.**



Marín D. (2005). Fototipos cutáneos. Conceptos generales. *OFFARM*, 4(5), 136-137. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-fototipos-cutaneos-conceptos-generales-13074483>

Garrote A. y Bonet R. (2008). Fotoprotección. Factores de protección y filtros solares. *OFFARM*, 27(5), 63-72. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-fotoproteccion-factores-proteccion-filtros-solares-13120520>

*Factores de riesgo: Luz solar.* (2020). Instituto Nacional del Cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/luz-solar#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20a%20la%20radiaci%C3%B3n,las%204%20de%20la%20tarde>

# ARTÍCULO

## Para ver el mar bailar

Valeria Miranda-Arizmendi y Elizabeth Carvajal-Millán



[https://www.freepik.es/foto-gratis/paisaje-mar-ondulado-luz-sol-cielo-azul\\_11678067.htm#query=olas%20el%20mar&position=3&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.es/foto-gratis/paisaje-mar-ondulado-luz-sol-cielo-azul_11678067.htm#query=olas%20el%20mar&position=3&from_view=search&track=ais)

**Valeria Miranda-Arizmendi.** Estudiante de Doctorado en Ciencias, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD, A.C.), Laboratorio de Biopolímeros.  
[vmiranda222@estudiantes.ciad.mx](mailto:vmiranda222@estudiantes.ciad.mx)

**Elizabeth Carvajal-Millán.** Profesor-Investigador del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD, A.C.), Laboratorio de Biopolímeros.  
[ecarvajal@ciad.mx](mailto:ecarvajal@ciad.mx)

Desde la playa hasta alta mar y desde la superficie hasta sus insondables abismos, los océanos han sido fuente de inspiración, de fantasía y sobre todo de recursos valiosos para nuestra civilización. La humanidad tiene en su haber muchas historias míticas y deidades temibles inspiradas por los misterios del mar. La ciencia nos ayuda a develar los océanos desde una perspectiva diferente y objetiva, pero no menos apasionante e inspiradora. Hogar de millones de especies de plantas y animales, el ecosistema marino constituye un pilar fundamental en el equilibrio de la vida en nuestro planeta. Los organismos marinos nos



inspiran con su belleza, nos alimentan el alma y la imaginación, al tiempo que sostienen las zonas costeras del planeta. Estos seres vivos son fuente de un sinfín de moléculas con estructuras y características diversas que han resultado de interés para su uso en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, entre otras.

La gran variedad de organismos en el océano representa una vasta fuente de valiosos recursos como las algas marinas. Desde las más grandes y frondosas macroalgas, hasta las minúsculas e imperceptibles a simple vista microalgas, son una fuente importante de compuestos con diversas aplicaciones, algunas de ellas con un impacto sorprendente en el beneficio de la salud humana. En este sentido, algunas algas marinas son fuente fundamental de múltiples moléculas que, por sus características, pueden ser utilizadas en el desarrollo de diversos materiales para la administración de fármacos, la cicatrización de heridas y la regeneración de tejidos, entre otras aplicaciones. No obstante, nuestro conocimiento es aún limitado. En el caso de algunas algas y otros organismos marinos, la información científica disponible es dispersa y en algunos casos incipiente. Además, las característi-

cas de organismos marinos como las algas pueden variar dependiendo de la especie y de sus condiciones de crecimiento, por ejemplo, la temperatura del agua. Así, es posible que distintas regiones del mundo conduzcan a diferencias entre dichos organismos. Esto, a su vez, podría ampliar el abanico de aplicaciones de las moléculas que contienen. De esta manera, sin duda alguna, estudiar los océanos y los compuestos que nos ofrece amplía las fronteras del conocimiento del universo marino, el cual es menos conocido que la Luna.

Aproximadamente un 71 % de nuestro planeta está cubierto por océanos y mares, los cuales favorecen el desarrollo de la vida. Esto explica por qué los océanos y las zonas costeras son tan importantes para asegurar tanto la alimentación como las condiciones ambientales y recreativas para las comunidades humanas. No obstante, las actividades humanas son la causa principal del deterioro del sistema marino.

En México, la superficie marina representa el 65 % respecto al 35 % de la superficie terrestre. Los océanos que comprenden esta región marina son el Pacífico y el Atlántico. La ubicación entre estos cuerpos oceánicos es privilegiada y explica en bue-



Fotografía: Valeria Miranda-Arizmendi. Edición: Jorge A. Márquez-Escalante.



Fotografía: Elizabeth Carvajal-Millán. Edición: Jorge A. Márquez-Escalante.

na medida la amplia gama de recursos y ecosistemas marinos de nuestro país. Son tan diversos que en los océanos existen más de 300 especies de medusas, corales y anémonas; más de 4000 especies de moluscos (pulpos, caracoles y almejas); y más de 5000 especies de crustáceos (camarones, cangrejos, jaibas y langostas). También se han reportado aproximadamente 2 500 especies de peces, incluyendo tiburones y rayas; cerca de 50 especies de mamíferos marinos; y 11 especies de tortugas y cocodrilos. Una parte de estas especies es utilizada para alimentación humana, especialmente el camarón, el atún, el huachinango, la lisa, el mero y la sardina.

Los océanos juegan un papel trascendental en nuestro planeta; regulan el clima, producen oxígeno, sostienen una gran biodiversidad y proporcionan bienestar a la humanidad a través de alimento y prácticas culturales y recreativas. Sin embargo, el océano enfrenta los efectos negativos del cambio climático y la contaminación marina, lo cual lleva al desplazamiento o a la pérdida de diversas especies y la degradación de este medio. Desafortunadamente, si no se toman medidas, es posible que para el año 2050 en el mar tengamos más plástico que

peces y que en este siglo desaparezcan los arrecifes de coral. A pesar de la importancia de los océanos y la urgencia por su conservación, la investigación oceánica representa menos del 5 % de la investigación científica de todo el planeta.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) proclamó el 5 de diciembre de 2017, el Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible de 2021 a 2030. Este plan busca que las naciones trabajen juntas para desarrollar investigación científica que permita la protección de los océanos y sus recursos, y la vinculación de las ciencias oceánicas con las necesidades de la sociedad. Se plantea también encontrar soluciones científicas que permitan revertir el deterioro de los océanos. Para lograrlo se considera promover la investigación científica en temas relativos al océano, establecer un puente de diálogo ciencia-política-sociedad y fomentar la cooperación entre las cuencas oceánicas. Los resultados esperados de estas actividades son el contar con un océano limpio, saludable y resiliente que proteja a los ecosistemas marinos, así como un océano predecible, mejor conocido, seguro y aprovechado de forma sostenible y del cual se tenga acceso abierto a información.



Este decenio favorecerá, sin duda, también a la sociedad, ya que se desarrollarán temas tales como la gestión y adaptación de zonas costeras, el establecimiento de áreas marinas protegidas y la gestión de pesquerías, así como la investigación y el desarrollo y los sistemas de alerta temprana sobre el océano, entre otros. Para que esta iniciativa sea exitosa se requiere la participación de científicos, responsables de políticas, sociedad civil, patrocinadores y el sector privado. Los resultados permitirán construir una comunidad de ciencias oceánicas global e inclusiva con acceso abierto a la información. Se contará con un enfoque oceánico mundial más integrado y sostenible que favorezca comprender y atender el sistema oceánico.

Históricamente, la economía relacionada con los océanos ha permitido generar una gran cantidad de empleos y ganancias en el planeta, pero el deterioro del sistema marino se ha visto grandemente afectado. Dedicar diez años al estudio de las ciencias oceánicas es, sin lugar a duda, una oportunidad única para abordar los grandes problemas presentes y prevenir los que podrían llegar en los años siguientes. Con esta iniciativa se busca que las comunidades costeras en el mundo puedan contar con un mejor uso de los recursos costeros, una reducción de peligros naturales relacionados con el océano y una mejor calidad de

vida.

Este decenio busca detener los efectos negativos de las actividades humanas sobre los océanos con el fin de que las generaciones futuras puedan conocer este preciado recurso y no tengan solamente imágenes o recuerdos de lo que un día fue. Esperemos que este plan sea exitoso para que nuestros nietos puedan seguir disfrutando la belleza de los océanos. Ojalá este proyecto nos asegure que en el futuro podamos todavía, como dice la vieja canción de Charles Trenet... *ver el mar bailar* (<https://www.youtube.com/watch?v=m13hKbg5KD8>).

Agradecimiento: Al proyecto «Estudio de las características macromoleculares y las propiedades gelificantes y bioactivas de los polisacáridos sulfatados de algas marinas» (319684) financiado por Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). A la Q.B. Alma Campa, al Dr. Agustín Rascón y a la Dra. Yubia De Anda por sus valiosas aportaciones en la revisión de este escrito.



Comisión Oceanográfica Intergubernamental. (2019). *La ciencia que necesitamos para el océano que queremos*. El Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021-2030). 23 p. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198_spa)

Arenas-Fuentes V., Bazán-Guzmán C., Díaz-Castañeda V., Escobar-Briones E., García-Abad M.C, Gaxiola-Castro G., Lara-Lara J.R., Robles-Jarero G., Sosa-Ávalos R., Soto-González L.A., Tapia-García M., Valdez-Holguín J.E. (2008). Los ecosistemas marinos. En *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CO-NABIO, México, pp. 135-159. [https://www.researchgate.net/publication/281831120\\_Nunez\\_Lara-Lara\\_JR\\_et\\_al\\_2008\\_Los\\_ecosistemas\\_marinos\\_en\\_Capital\\_natural\\_de\\_Mexico\\_vol\\_I\\_Conocimiento\\_actual\\_de\\_la\\_biodiversidad\\_Conabio\\_Mexico\\_pp\\_135-159](https://www.researchgate.net/publication/281831120_Nunez_Lara-Lara_JR_et_al_2008_Los_ecosistemas_marinos_en_Capital_natural_de_Mexico_vol_I_Conocimiento_actual_de_la_biodiversidad_Conabio_Mexico_pp_135-159)

Miranda-Arizmendi V., Fimbres-Olavarría D., Miranda-Baeza A., Martínez-Robinson K., Rascón-Chu A., De Anda-Flores Y., Lizardi-Mendoza J., Méndez-Encinas M.A., Brown-Bojorquez F., Canett-Romero R. y Carvajal-Millán E. (2022). Sulfated Polysaccharides from *Chaetoceros muelleri*: Macromolecular Characteristics and Bioactive Properties. *Biology*, 11(10), 1476. <https://doi.org/10.3390/biology11101476>

Miranda-Arizmendi V., Fimbres-Olavarría D., Miranda-Baeza A., Martínez-Robinson K., Rascón-Chu A., De Anda-Flores Y., Lizardi-Mendoza J., Méndez-Encinas M.A., Brown-Bojorquez F., Canett-Romero R. y Carvajal-Millán E. (2022). Sulfated Polysaccharides from *Chaetoceros muelleri*: Macromolecular Characteristics and Bioactive Properties. *Biology*, 11(10), 1476. <https://doi.org/10.3390/biology11101476>

# ARTÍCULO

## La increíble diversidad de los árboles con flores de margarita

Rosario Redonda-Martínez y Marie-Stéphanie Samain



Fotografía: E.M Martínez-Salas.

**Rosario Redonda-Martínez.** Investigador titular, Instituto de Ecología, A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México.

[r.redonda.martinez@gmail.com](mailto:r.redonda.martinez@gmail.com)

**Marie-Stéphanie Samain.** Investigador titular, Instituto de Ecología, A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México.

[mariestephanie.samain@gmail.com](mailto:mariestephanie.samain@gmail.com)

Las margaritas son flores conocidas en todo el mundo; sus inflorescencias **tienen forma de estrella** y, por lo general, están integradas por **flores de color blanco en la periferia y amarillas en el centro**. Están agrupadas en una familia de plantas conocida con el nombre de Asteraceae, a veces también llamada Compositae. Tienen distribución cosmopolita, es decir, crecen en prácticamente cualquier tipo de vegetación, con excepción de los hielos perpetuos. Asteraceae es la familia con mayor número de especies de plantas con flor y, **en México, se encuentra poco más del 10 % de la diversidad mundial**. Además, nuestro país alberga una gran cantidad de especies endémicas, esto



quiere decir que solo crecen en territorio nacional.

En nuestra vida cotidiana, es común verlas en una florería; las que ahí se comercializan tienen flores de diversos colores, ya sean moradas, rojas, anaranjadas e incluso azules. Existe una **gran cantidad de especies silvestres**, generalmente herbáceas, que podemos encontrar creciendo en un jardín o en prados, terrenos abandonados e inclusive en grietas de las banquetas, como ocurre con los dientes de león. Por ello, las margaritas y sus parientes **crecen prácticamente en cualquier sitio**, entonces, **¿habrá árboles de margaritas?**

Antes de conocer la respuesta a esa interrogante, es necesario abrir un paréntesis para hablar acerca de las formas o **hábitos de crecimiento que desarrollan las plantas**. A grandes rasgos, **podemos distinguir cuatro grupos principales**: hierbas, lianas, arbustos y árboles. Las **hierbas** se caracterizan por tener **tallos** generalmente de color verde

que **pueden ser flexibles o ligeramente rígidos**, carecen de crecimiento en grosor y, por tanto, su tiempo de vida es corto. Las **lianas** son plantas que germinan y anclan sus raíces en el suelo, después de alcanzar algunos metros, utilizan a los árboles como soporte para crecer y alcanzar la luz del sol sobre el dosel de estos. Sus **tallos pueden ser herbáceos o leñosos**, pero muy flexibles y, por lo general, conducen o almacenan grandes cantidades de agua.

Los **arbustos** son plantas leñosas con varias ramas o ejes que surgen desde la base, pueden crecer erectos, postrados sobre el suelo u otras plantas cercanas, o bien, apoyándose sobre rocas, paredes o árboles y entonces **se dice que son trepadores**. Los **árboles**, por su parte, tienen un **tronco principal definido**, cuyas ramificaciones surgen por lo menos a 1 m de altura arriba del nivel del suelo. Su tamaño varía desde menos de 10 m como los copales, hasta más de 100 como el menari amarillo, descubierto hace poco en los bosques de Borneo. Los árboles presentan **crecimiento en grosor, formación de leño** y, por tanto, un tiempo de vida de cientos de años, como ocurre con la caoba.

Ahora que ya sabemos cómo crecen las plantas con flor, comenzaremos a hablar de los árboles de margaritas o *Daisy trees*, como se conocen en inglés. En **México**, ¡hay casi 150!, con lo cual nuestro país se ubica en **segundo lugar de Asteráceas arborescentes a nivel mundial**. La altura de estos árboles varía de 2 a 20 o 25 m, y aunque no sean tan altos como los olmos o la caoba, forman parte importante de la estructura de los bosques, ya sean templados y húmedos, o tropicales y secos. **Crece principalmente en regiones montañosas del centro, occidente y sur del país**, siendo el Eje Volcánico Transversal la porción sur de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Norte de Oaxaca, la Sierra Madre del Sur y el Soconusco, donde se encuentra el mayor número de especies.



Margaritas. A. Margaritas silvestres creciendo en un jardín (*Erigeron velutipes* Hook. & Arn.). B. Margaritas moradas cultivadas (*Chrysanthemum* sp.). Fotografías: Rosario Redonda-Martínez.





Vara blanca (*Montanoa grandiflora* Alamán ex DC.) creciendo en vegetación secundaria. Fotografía: E.M. Martínez-Salas.

De las 149 especies arborescentes de margaritas que hay en el país, **65 se utilizan para algún fin**. En la **medicina tradicional** se emplean 37, principalmente para tratar afecciones estomacales, reumáticas y epidérmicas; 21 son nectaríferas y **proporcionan alimento a mariposas, abejas y colibríes**. Algunas especies también se emplean en construcción, para elaborar artesanías, o bien, como plantas ornamentales, ya sea para flor de corte o como cercos vivos. En esta última categoría destacan los tacotes blancos (*Montanoa bipinnatifida*) o amarillos (*Rumfordia floribunda*), la vara blanca o viuda alegre (*Montanoa grandiflora*), la dalia imperial (*Dahlia imperialis*), las jarillas (*Baccharis heterophylla*, *Barkleyanthus salicifolius*) y el zoapatle (*Montanoa tomentosa*). En zonas áridas, seis especies se utilizan como **forraje para chivos o vacas** y ocho para **obtener leña**. Mientras que, en sitios cercanos a selvas húmedas o bosques de niebla, los usos principales son medicina tradicional, ornamental o sombra para café, entre ellas destaca el malacate (*Vernonanthura patens*).

Las poblaciones de algunas margaritas arbóreas enfrentan problemas de supervivencia debido al número reducido de individuos que las integran,

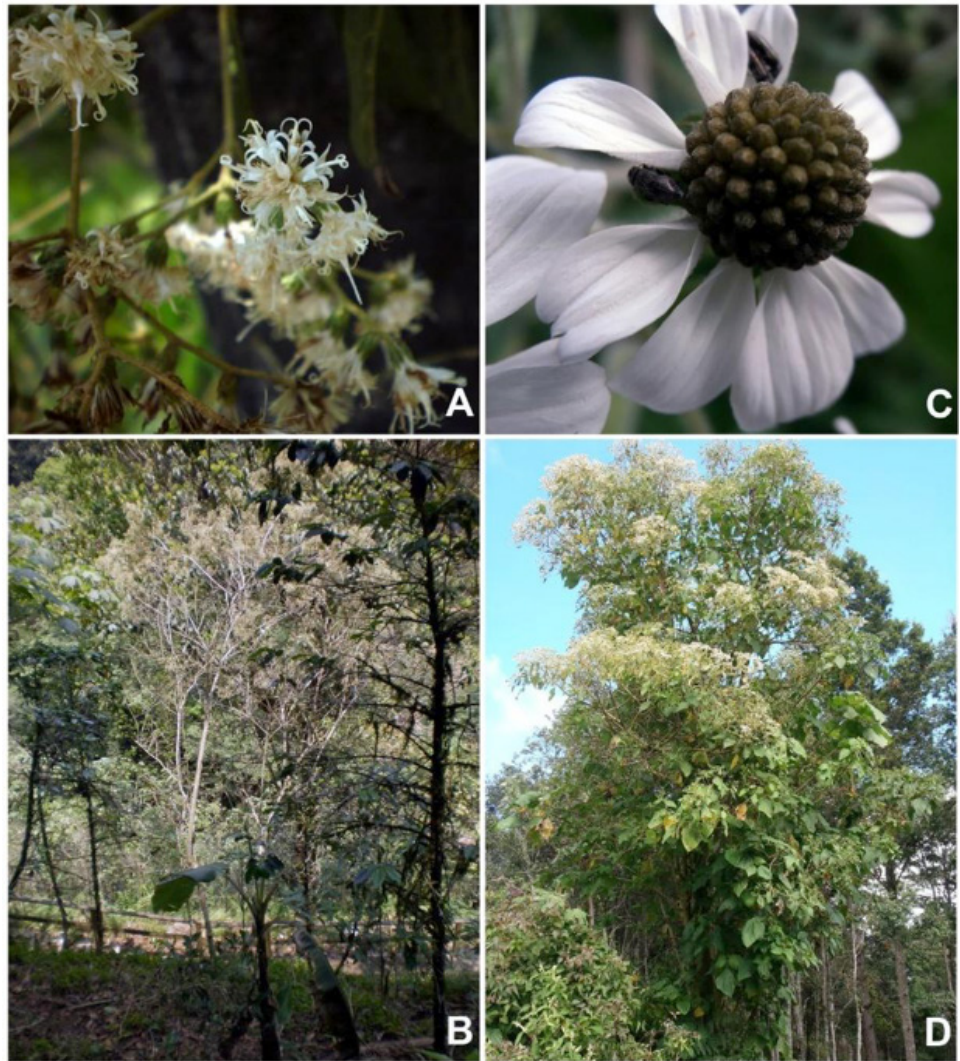
su grado de rareza (concepto relacionado con la baja abundancia de individuos en una población con distribución restringida), incluso su nivel de endemismo, ya que varias especies se conocen solamente en una o dos localidades. No obstante, **muchas de ellas se encuentran en Áreas Naturales Protegidas** federales o comunales, con lo cual **su permanencia en el corto y mediano plazo podría estar garantizada** siempre y cuando dichas zonas no sean alteradas gravemente.

Las principales regiones donde se puede conservar un número significativo de margaritas arborescentes son las **Reservas de la Biosfera Sierra de Manantlán y Mariposa Monarca**, las cuales ocupan extensiones importantes de bosque templados; el **Valle de Tehuacán-Cuicatlán** donde se encuentran principalmente ecosistemas propios de zonas áridas y semiáridas; **Montes Azules y El Triunfo**, que albergan selvas tropicales y bosques de niebla, respectivamente, y que concentran un número importante de especies endémicas. Esos sitios estarían fungiendo como **refugios antropocénicos para las asteráceas arbóreas**, ya que cuentan con condiciones climáticas relativamente estables que les permitirían sobrevivir a eventos adversos provo-



cados por el cambio climático. Esto ocurrió durante las glaciaciones del Pleistoceno, periodo en el cual algunas áreas del país mantuvieron condiciones de humedad y temperatura que permitieron la conservación de una gran cantidad de especies, con la consecuente dispersión a otros sitios después del periodo glacial.

Los refugios antropocénicos, además de ser un importante reservorio de germoplasma de *Daisy trees* y otras especies de plantas con flores, **constituyen áreas fundamentales de recarga de mantos acuíferos para las grandes ciudades.** Por ejemplo, la Sierra de Manantlán surte agua a casi medio millón de habitantes en Colima y Jalisco, mientras que la Reserva de la Mariposa Monarca provee cantidades significativas del vital líquido a la Ciudad de México y diversos municipios limítrofes de Michoacán y el Estado de México.



Asteraceae arbóreas. A-B Malacate (*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.), especie nectarífera empleada como cerco vivo o sombra para café. C-D. *Montanoa hexagona* B.L. Rob. & Greenm., especie melífera y medicinal con potencial ornamental. Fotografías: Rosario Redonda-Martínez.

Ahora ya sabes que los árboles de margaritas, al igual que sus parientes herbáceos, también están por doquier y que el refrán «el que a buen árbol se arrima, buena sombra lo cobija», tiene mucho de verdad y, por ello, a las asteráceas arbóreas debemos conservar.



Martins, A. (24 de abril de 2019). Los secretos de Menera, el gigante de los bosques tropicales (y por qué no hay árboles tan altos en la Amazonía). BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48043265>

Redonda-Martínez, R., Pliscoff P., Moreira-Muñoz A., Martínez Salas E.M. y Samain M.S. (2021). Towards conservation of the remarkably high number of daisy trees

(Asteraceae) in Mexico. *Plants*, 10(3), 534. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10030534>

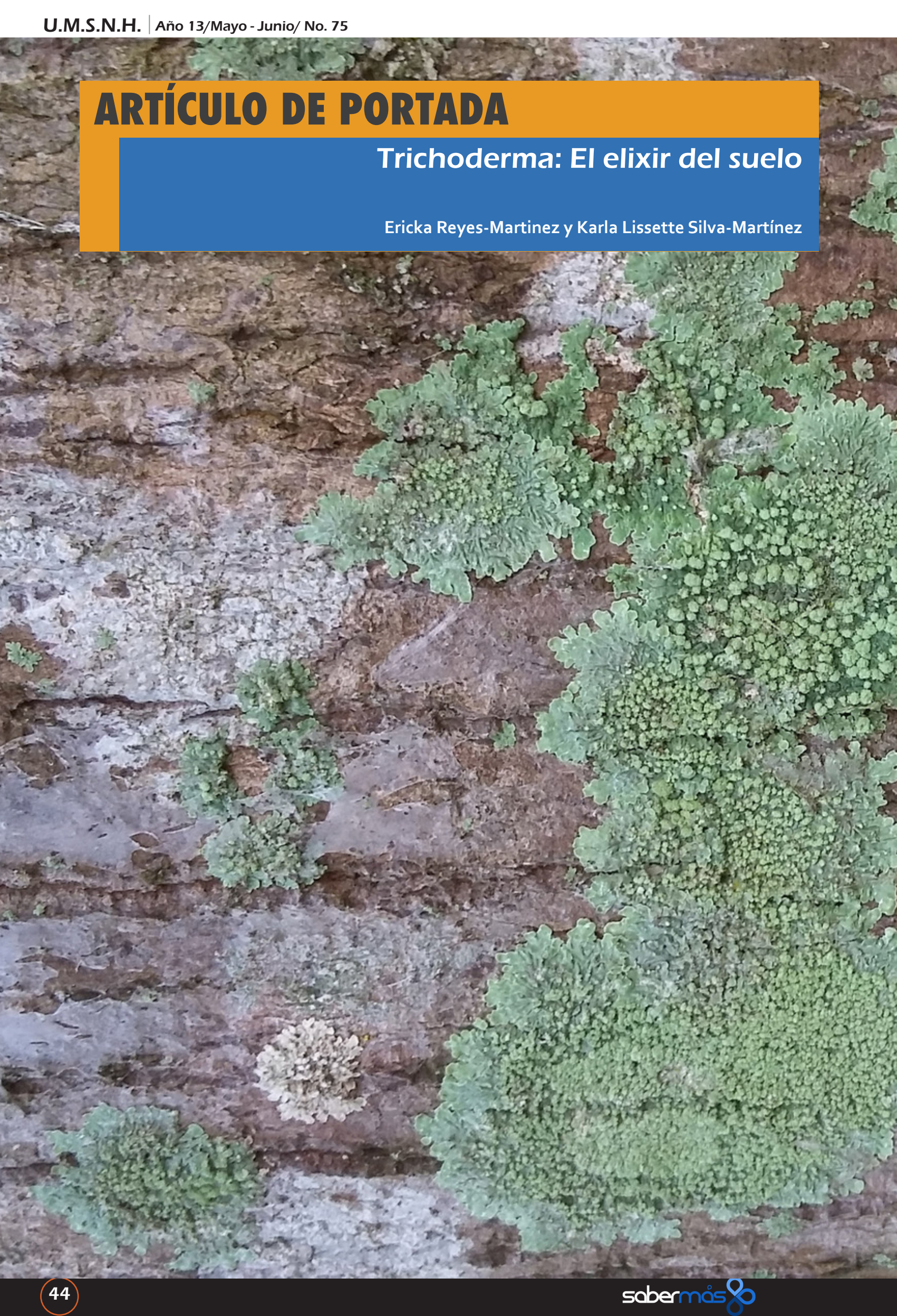
Svampa, M. (2019). El Antropoceno como diagnóstico y paradigma. Lecturas globales desde el sur. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 24(84), 35-54. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2653161>



# ARTÍCULO DE PORTADA

## Trichoderma: El elixir del suelo

Ericka Reyes-Martinez y Karla Lissette Silva-Martínez











[https://www.freepik.com/free-photo/young-plant-isolated-white\\_22234112.htm#query=plantas%20tierra&position=4&from\\_view=search&track=ais&uuid=8c4e5948-3ee4-4e20-b153-078bd48c8c08](https://www.freepik.com/free-photo/young-plant-isolated-white_22234112.htm#query=plantas%20tierra&position=4&from_view=search&track=ais&uuid=8c4e5948-3ee4-4e20-b153-078bd48c8c08)

### ¿Qué es *Trichoderma*?

**T***richoderma* es un tipo de hongo que se encuentra en el suelo. Se ha descubierto que estos hongos son **beneficiosos para la agricultura** debido a su capacidad para establecer relaciones positivas con las plantas, pues tienen la habilidad de **descomponer la materia orgánica presente en los suelos** y hacen que los **nutrientes estén disponibles**. Además, pueden colonizar las raíces sin causar daño, formando una especie de «amistad» con ellas. Este amigo de las plantas, también las ayuda a **prevenir y controlar enfermedades**, debido a que compite con otros hongos que enferman a las plantas y **estimulan las defensas naturales de ellas**. Su presencia en los suelos beneficia la agricultura al **reducir la dependencia de productos químicos** y promover el crecimiento saludable de los cultivos.

#### *Trichoderma*: Controlador de enfermedades en cultivos agrícolas de forma natural

*Trichoderma* es un hongo beneficioso que ha demostrado ser una **poderosa herramienta para controlar enfermedades en los cultivos de forma natural**, sin necesidad de utilizar productos químicos dañinos; es como tener un ejército amigable de microorganismos que protegen a las plantas de las enfermedades.

Cuando los cultivos son atacados por hongos, bacterias o nemátodos, *Trichoderma* entra en acción y **tiene la capacidad de competir contra estos microorganismos por los nutrientes y el espacio**,

evitando de esta manera que crezcan y se multipliquen. Es como si les quitara el alimento a estos microorganismos dañinos, debilitándolos y reduciendo su capacidad de causar enfermedades.

*Trichoderma* produce **moléculas específicas que pueden degradar las paredes de los hongos dañinos**, estas sustancias actúan directamente contra las defensas de estos patógenos y, como resultado, los hongos malos tienen dificultad para infectar a las plantas y para reproducirse.

Utilizar productos elaborados a base de *Trichoderma* como controlador de enfermedades, **es una alternativa amigable con el medio ambiente**, ya que, al reducir el uso de productos químicos, evitamos la contaminación del suelo y del agua, a la vez que protegemos la salud de los agricultores y consumidores.

### ¿Cuáles son los principales beneficios de *Trichoderma*?

Como se mencionó anteriormente, *Trichoderma* es un hongo benéfico que puede ayudar a los agricultores de distintas maneras, entre las cuales destacan las siguientes:

- **Control de enfermedades**, gracias a la protección que ejerce sobre las plantas, ya que actúa como un «defensor» natural al competir con los microorganismos dañinos que causan enfermedades, manteniendo a las plantas sanas y evitando la propagación de enfermedades.
- **Estimulación del crecimiento de las plantas**,



ya que produce sustancias que ayudan a las raíces a crecer más fuertes y a absorber nutrientes importantes del suelo, lo cual hace que las plantas sean más saludables, más grandes y que tengan mejores rendimientos.

- **Biorremediación de suelos**, ya que es útil para mejorar la calidad del suelo en el que se cultivan las plantas; ayuda a descomponer la materia orgánica en el suelo, lo que lo hace más rico en nutrientes, y también mejora la estructura del suelo, lo que permite que el agua y el aire circulen mejor alrededor de las raíces de las plantas, manteniendo así un suelo con un ambiente favorable para las plantas.

#### *Trichoderma* vs productos químicos

Cuando se trata de proteger los cultivos de enfermedades, existen dos enfoques principales: el uso de **agroquímicos** (como plaguicidas químicos) y el uso de *Trichoderma*, un hongo beneficioso, **ambos métodos tienen ventajas y desventajas.**

Los **agroquímicos**, como los plaguicidas químicos, pueden ser efectivos para controlar enfermedades en los cultivos; sin embargo, estos productos están diseñados para matar o inhibir el crecimiento de los organismos dañinos, por lo que **el uso excesivo puede tener efectos negativos en el medio ambiente y en la salud humana.** Los plaguicidas químicos contaminan el suelo, el agua y el aire, lo que afecta a otros organismos benéficos y puede generar resistencia en las enfermedades, lo que disminuye su efectividad a largo plazo.

Por su parte, *Trichoderma* es una opción más respetuosa con el medio ambiente, ya que **es selectivo en su acción, atacando solo a los microorganismos dañinos sin perjudicar a las plantas, no contamina el entorno y no causa daños a los polinizadores** ni a otros organismos benéficos. Además, tiene una baja probabilidad de que los hongos dañinos desarrollen resistencia, puesto que utiliza múltiples mecanismos para combatir las enfermedades.



Inoculación de semilla de maíz con *Trichoderma* sp. Fotografía: Ericka Reyes-Martínez.



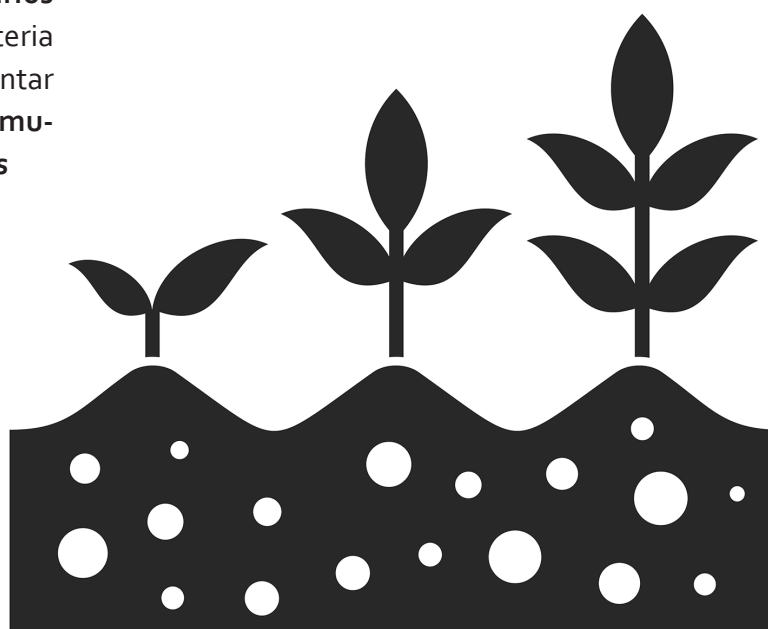
Al disminuir el uso de productos químicos, se protege el medio ambiente y se evita la exposición a sustancias tóxicas para los agricultores y los consumidores.

### ¿Cómo mejorar la calidad del suelo mediante el uso de *Trichoderma*?

*Trichoderma* tiene la capacidad de descomponer residuos de plantas y otros materiales orgánicos en el suelo, esto **libera nutrientes importantes que las plantas pueden absorber y utilizarlos para su crecimiento**. Al descomponer la materia orgánica, ayuda a enriquecer el suelo y aumentar su fertilidad, a la vez que también puede **estimular las actividades de otros microorganismos benéficos en el suelo**. Al producir ciertas moléculas, estas actúan como señales que promueven el crecimiento y la actividad de estos microorganismos. Esto es bueno para el suelo, ya que, una mayor actividad microbiana beneficia la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Además, *Trichoderma* **mejora la estructura del suelo**, esto significa que

contribuye a la formación de grumos en el suelo que son agregados de partículas que ayudan a crear espacios porosos, los que permiten una **mejor retención de agua y una mayor circulación de aire alrededor de las raíces de las plantas**. Una buena estructura de suelos es esencial para que las plantas crezcan bien y puedan obtener los nutrientes que necesitan, ayudando a obtener un suelo más fértil donde las plantas puedan crecer de manera saludable.







**Ericka Reyes-Martínez.** Ingeniero agrónomo con especialidad en Fito-tecnia, egresada del Tecnológico Nacional de

México campus Tantoyuca, Veracruz, con participación en congresos nacionales e internacionales, asesora de productores agrícolas en la Huasteca Veracruzana. Es estudiante de Maestría en Producción Pecuaria Tropical.

[erickareyesmartinez07@gmail.com](mailto:erickareyesmartinez07@gmail.com)

**Karla Lissette Silva-Martínez.** Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México campus Tantoyuca, Veracruz, es SNI CONACyT, autora de diversos artículos publicados en revistas indexadas y arbitradas, con participación en congresos nacionales e internacionales. Recientemente galardonada como "Mujer que Inspira" por su trayectoria en áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Distinción honorífica por su contribución en favor de la educación Tantoyuquense por el Instituto Veracruzano de

Asuntos Indígenas y Mujeres Activistas por el Desarrollo Social, A. C.

[karla.silva@itsta.edu.mx](mailto:karla.silva@itsta.edu.mx)



López-Valenzuela B., Tzintzun-Camacho O., Armenta-Bojórquez A., Valenzuela-Escoboza F., Lizárraga-Sánchez G., Ruelas-Islas J. y González-Mendoza D. (2022). Microorganismos del género *Trichoderma* productores de fitohormonas y antagonistas de fitopatógenos. *Bioagro*, 34(2), 163-172. <https://doi.org/10.51372/bioagro342.6>

Rodríguez-García D. y Vargas-Rojas J. (2022). Efecto de la inoculación con *Trichoderma* sobre el crecimiento ve-

getativo del tomate (*Solanum lycopersicum*). *Agronomía Costarricense*, 46(2), 47-60. <https://doi.org/10.15517/rac.v46i2.52045>

Zin N.A. y Badaluddin N.A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.a0as.2020.09.003>

# ARTÍCULO

## Regeneración natural: Proceso aliado para la restauración ecológica

Moisés Méndez-Toribio e Isela E. Zermeño-Hernández



<https://pixabay.com/es/photos/prado-verde-campo-naturaleza-5095514/>

**Moisés Méndez-Toribio.** Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. Investigador por México, Instituto de Ecología A.C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío; Pátzcuaro, Michoacán.

*moises.mendez@inecol.mx*

**Isela E. Zermeño-Hernández.** Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, Investigadora por México. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Morelia, Michoacán.

*isela.zermeño@umich.mx*

**R**egeneración natural, restauración y reforestación son tres **conceptos asociados a la recuperación de ecosistemas degradados** que comúnmente se usan como sinónimos. En este artículo describimos estos conceptos, sus diferencias y la importancia de cada uno en la recuperación de los ecosistemas que han sido afectados por las actividades humanas.

### Regeneración natural y restauración ecológica, más allá de la reforestación

¿Qué es la regeneración natural y la restauración ecológica? ¿Qué relación tienen con la refores-



tación? Escuchar tantos conceptos de pronto puede generar confusión, pero desmenuemos poco a poco este entramado de ideas para poder entender la diferencia entre estos términos y la importancia de cada uno en la recuperación de los ecosistemas.

La **regeneración natural** es la capacidad que tienen los bosques de **renovarse por sí mismos**. En términos generales, **los bosques pueden recuperarse sin intervención humana** después de una alteración ocasionada por el ser humano o un fenómeno natural.

La **restauración ecológica**, por otro lado, es el proceso de **asistir con intervenciones humanas la recuperación de la estructura, composición y funcionalidad original** de un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido. Esta práctica de manejo sustentable **suele priorizar el uso de especies nativas** para recuperar sus ensamblajes originales y aspira, en el mejor de los casos, a

la recuperación completa de las características del ecosistema original. Esto solo se puede lograr si el ecosistema no ha sido demasiado dañado, pero **si el ecosistema está altamente degradado**, la recuperación total **es complicada** de lograr.

En función del daño a reparar se implementan diferentes niveles de intervención, por ejemplo, **si la destrucción del ecosistema fue total**, la recuperación se inicia desde un «punto cero», comenzando con las funciones mínimas, como la recuperación del suelo, proceso denominado **reclamación**. En ocasiones, solo se desea **reparar algunas funciones**, procesos y servicios clave del ecosistema, aunque el nuevo ecosistema pueda llegar a **tener un aspecto distinto al original**, esto se conoce como **rehabilitación**.

En estos procesos, **la regeneración natural** suele ser un **aliado importante para la restauración de ecosistemas**, ya que muchas veces solo



Restauración ecológica del bosque tropical caducifolio a través de la exclusión de ganado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.



se requiere excluir el factor de disturbio para que el bosque pueda recuperarse.

La **reforestación** es el término con el que la mayoría estamos más familiarizados, la cual implica la **plantación masiva de unas pocas especies de árboles** (a veces solo una) **en áreas sin vegetación**. Esta actividad se enfoca, principalmente, en recuperar la cobertura forestal sin importar el origen ni la identidad de las especies introducidas. Esta moda de plantar miles de árboles puede ocasionar **prácticas costosas e ineficientes que, incluso, pueden ser nocivas para los ecosistemas**.

Ejemplo de ello es cuando **se colocan árboles en ecosistemas donde nunca existieron** (exóticas), tal es el caso de los bosques de eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) y de casuarinas (*Casuarina* sp.), especies que provienen de Australia y las Islas del Pacífico, y que ahora ocupan grandes extensiones del territorio mexicano formando parte de la vegetación urbana y de los paisajes forestales.

La introducción de especies afecta la recuperación de la biodiversidad nativa y las múltiples contribuciones que esta les otorga a las sociedades humanas. Por ejemplo, los **eucaliptos** generan compuestos en el suelo que **evitan que otras especies se desarrollen** y, debido a esto, son bosques poco diversos.

La **reforestación** es la **estrategia más adoptada por los programas de gobierno**. Sin embargo, aún existen muy **pocas iniciativas y programas que consideren la regeneración natural** como aliado clave para la recuperación de ecosistemas degradados y su biodiversidad.

**¿Cómo puede ayudar la regeneración natural a la restauración de los ecosistemas?**



En la fotografía de la izquierda se observa un bosque recién quemado. En la imagen de la derecha se muestra el mismo lugar bajo regeneración natural después de dos años y medio que sucedió un incendio en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio en Uruapan, Michoacán.

Siguiendo con esta línea de los superhéroes, sabemos que entre los diferentes personajes puede haber alianzas y amenazas. Las **alianzas** se refieren al **pacto o la unión que puede existir entre personas o grupos para lograr un fin común**. Por ejemplo, en el universo Marvel, una de las alianzas más importantes es la que formaron Los Vengadores, que son un equipo de poderosos superhéroes que se dedican a proteger al mundo de amenazas que son muy difícil de manejar por un solo héroe. Este grupo de valientes defensores se han enfrentado a numerosos villanos y amenazas como Loki, Kang el Conquistador, Thanos, entre otros.

En este caso, pensaremos que una alianza también **puede ocurrir entre la regeneración natural y la restauración ecológica para lograr un fin común**. El fin último de estos procesos y acciones es **contrarrestar el impacto de las actividades humanas y recuperar biodiversidad** y servicios ecosistémicos en los paisajes degradados. En este sentido, ambas estrategias se pueden convertir en aliadas clave para la restauración de ecosistemas.

En principio, los métodos de restauración basados en fomentar la regeneración natural se



pueden aplicar en grandes extensiones de territorio. Para ello, se requiere asegurar la **existencia de propágulos** (semillas, plantas, rebrotes, etc.), una **buena calidad de sitio** (condiciones ambientales adecuadas) y **excluir los agentes de disturbios externos** (vacas, fuego y actividades de extracción de leña). Debido a esto, se reconoce cada vez más la importancia de evaluar la capacidad de regeneración de los bosques, ya que con ello se pueden identificar los parches de vegetación que tiene capacidad de recuperarse de manera natural.

Sin embargo, a pesar del alto potencial que tiene la **regeneración natural** para rescatar grandes extensiones de bosques degradados, esta es **comúnmente ignorada cuando se diseñan políticas y programas de restauración y conservación**. Por eso es importante considerar la regeneración dentro del marco normativo y priorizar áreas que

puedan ser destinadas a la recuperación natural. Pensemos en las **áreas naturales protegidas** de nuestro país, muchas alejadas de asentamientos urbanos y con baja densidad poblacional, estos son **sitios ideales para fomentar la regeneración natural a gran escala**, ya que las reservas representan una importante y diversa fuente de propágulos, tienen poca presencia de disturbios inducidos por el hombre y se puede lograr una buena calidad de sitio con pocas acciones.

A pesar de que la regeneración natural toma décadas en algunos ecosistemas, proteger este proceso de disturbios **presenta varias ventajas**. La **diversidad genética** de las especies reclutadas naturalmente es mayor que en las plantaciones con fines de restauración y mucho mayor si estas son con fines comerciales. Además, generalmente, las especies que llegan son nativas, **mantiene mayor**



Reserva de la Biosfera Zicuirán Infiernillo, ubicada en la depresión del río Balsas-Tepalcatepec, Michoacán. Cuenta con 265 117 ha y es una de las áreas naturales protegidas más grandes de México. En la imagen se observa un área desprovista de vegetación que, potencialmente, se puede recuperar mediante su protección, ya que está rodeada por una abundante vegetación que forma parte de la Reserva y es fuente importante de semillas.





Plantaciones de casuarinas (*Casuarina* sp.; fotografía superior) y de eucaliptos (*Eucalyptus* sp.; imagen inferior). En ambas fotografías se puede observar la poca diversidad de especies que constituyen este tipo de plantaciones.

**diversidad local e interacciones bióticas.** Las especies reclutadas de manera natural se **autoorganizan durante la regeneración natural**, se adaptan a las condiciones ambientales locales y **traen consigo a sus socios mutualistas** que, en última instancia, **generan mayor diversidad y variedad de hábitats** dentro del paisaje. En comparación con una plantación de restauración de especies mixtas, genera una **mayor variedad en las edades de los árboles** y un sotobosque con una estructura natural y diversa. Estas características permiten que el bosque resista o se recupere mejor de perturbaciones posteriores.

Los bosques **regenerados de manera natural** también producen numerosos **productos no maderables**, con usos tradicionales conocidos que, comúnmente, son usados por los pueblos y comunidades locales, ayudando a perpetuar y mejorar sus tradiciones. La carne de animales silvestres, frutos y semillas son algunos **productos alimenticios** de-

rivados de los bosques regenerados. Las hojas de palma para construir refugios y como **producto ornamental**, así como fibras para cuerdas y una amplia variedad de plantas medicinales, son otros productos derivados de los bosques. En conclusión, los bosques regenerados naturalmente **contribuyen al mantenimiento de procesos ecológicos y tienen múltiples beneficios a las comunidades locales.**

Otra ventaja de la regeneración natural es que este **proceso es considerablemente menos costoso** en comparación con las plantaciones de árboles o arbustos. Por ejemplo, la restauración de 3 000 ha en Río de Janeiro, Brasil, habría costado cerca de \$ 15 millones de dólares mediante la plantación de especies nativas producidas en viveros.

Producir plántulas de calidad que puedan sobrevivir a largo plazo en campo **consume mucho tiempo, dinero y esfuerzo.** Se requiere coleccionar semillas, procesarlas (limpieza y selección) y comprar sustrato para germinar. Por al menos tres a seis



meses **las plantas se tienen que cuidar en vivero**, una vez que la planta está lista para ser llevada al campo, existen **gastos asociados al transporte** (gasolina o renta de vehículo), **suministros y materiales** que se usan para incrementar la sobrevivencia de las plantas.

En torno a todas estas actividades, es importante mencionar la gran cantidad de recursos humanos requeridos para asegurar el éxito de las plantaciones. En contraste, **el costo asociado al reclutamiento de una planta** proveniente del banco de semillas, banco de plántulas o de la lluvia de semillas, **es prácticamente nulo**. Los **gastos para la exclusión de las amenazas** (agentes de disturbio) o para la protección de los sitios para fomentar la regeneración natural, **suelen ser bajos** en comparación con los asociados a la producción de plantas en vivero y posterior plantación y mantenimiento en campo.

Dar prioridad a la regeneración natural en áreas que son adecuadas para ello, permite destinar recursos económicos limitados a la restauración de áreas donde verdaderamente se necesitan intervenciones humanas que son costosas e intensivas,

a la vez que la convierten en una aliada importante en la recuperación de grandes superficies de ecosistemas degradados.

Como podrán haberse dado cuenta, **la regeneración natural es un proceso aliado, efectivo y poderoso en la recuperación de nuestros ecosistemas**. Sin embargo, es importante mencionar que siempre será mejor proteger nuestros bosques existentes y detener o mitigar las fuentes que los destruyen y dañan, ya que **no todo lo que destruimos lo podemos recuperar**. Es momento de implementar acciones dirigidas a reducir la tala ilegal y la degradación de los diversos ecosistemas. Esto es fundamental porque no tenemos certeza si los árboles que plantemos ahora podrán adaptarse a las condiciones futuras del cambio climático. Estas son algunas razones por las cuales debemos primero conservar lo que ya existe y **optar por alternativas de manejo sustentable** que permitan la permanencia de nuestros recursos naturales a largo plazo.



Gann G.D., McDonald T., Walder B., Aronson J., Nelson C.R., Jonson J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K. y Dixon K.W. (2019). *Principios y estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica*. Society for Ecological Restoration (SER). Washington, DC, EUA. [https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/Spanish\\_SER\\_International\\_St.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/Spanish_SER_International_St.pdf)

Rivas-Alonso E., Martínez-Garza C., De la Peña-Domene M. y Méndez-Toribio, M. (2021). Large trees in resto-

red tropical rainforest. *Forest Ecology and Management*, 498, 119563. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112721006538?via%3Dihub>

Méndez-Toribio M., Izquierdo-Calderón N. y Martínez-Garza, C. (2021). *La urgencia de hacer restauración ecológica en México*. *Blodiversitas*, 156, 7-12. [https://www.researchgate.net/publication/354970147\\_La\\_urgencia\\_de\\_hacer\\_Restauracion\\_ecologica\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/354970147_La_urgencia_de_hacer_Restauracion_ecologica_en_Mexico)

# ARTÍCULO

## Partiendo pasteles: El juego estratégico de compartir

Liliana Márquez-Benavides y Berenice Yahuaca-Juárez



[https://www.freepik.com/free-photo/elevated-view-hand-holding-spatula-with-cake-slice\\_2554808.htm#query=partida%20de%20pastel&position=0&from\\_view=sear](https://www.freepik.com/free-photo/elevated-view-hand-holding-spatula-with-cake-slice_2554808.htm#query=partida%20de%20pastel&position=0&from_view=sear)

**Liliana Márquez-Benavides.** Profesor Investigador, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

*[liliana.marquez@umich.mx](mailto:liliana.marquez@umich.mx)*

**Berenice Yahuaca-Juárez.** Profesor Investigador, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

*[berenice.yahuaca@umich.mx](mailto:berenice.yahuaca@umich.mx)*

### El arte de partir pasteles: Una mirada científica a la repartición equitativa

**P**artir un pastel en celebraciones es un acto común y aparentemente sencillo, pero **¿Qué pasaría si te dijera que detrás de este acto se esconde una fascinante ciencia basada en la teoría de juegos?** En este artículo, exploraremos cómo las decisiones estratégicas pueden influir en la repartición equitativa de un pastel, tomando en cuenta la particularidad de los pasteles mexicanos con su suave betún. Acompáñanos en este recorrido donde la ciencia y la golosina se encuentran.



### Estrategias dulces: Cómo obtener tu porción perfecta en el juego del pastel

Cuando llega el momento de partir el pastel, entramos en un juego estratégico donde cada comensal desea obtener su parte preferida. Aquí es donde entra en escena la **teoría de juegos, una rama de las matemáticas y la economía que estudia y analiza la toma de decisiones estratégicas en situaciones de interacción.**

Se utiliza para **comprender cómo las personas toman decisiones cuando sus acciones afectan y son afectadas por las acciones de otros.** Examina conceptos como jugadores, estrategias y resultados equitativos, y busca encontrar el equilibrio entre los intereses individuales y colectivos. Es una herramienta que nos permite comprender mejor las dinámicas de toma de decisiones en situaciones sociales y económicas.

En el contexto de partir un pastel, esta teoría nos ayuda a analizar las diferentes estrategias que los comensales pueden utilizar para obtener una porción deseable y equitativa. Uno de los **conceptos fundamentales en la teoría de juegos es el de los jugadores.** En este caso, los jugadores son los

comensales que participan en el juego de partir el pastel.

En el contexto mexicano, los pasteles suelen tener un betún suave que puede desempeñar un papel crucial en las estrategias de repartición. El objetivo es obtener un pedazo que incluya la cantidad adecuada de betún, evitando tanto quedarse con una porción sin betún como obtener una sobrecarga azucarada.

Existen diferentes enfoques estratégicos que se pueden emplear. Uno de ellos es la **estrategia «divide y elige»**, en la cual una persona es designada para dividir el pastel en porciones y la otra persona tiene la primera elección de cuál porción tomar. En esta estrategia, **la persona que divide el pastel tiene el incentivo de hacer cortes equitativos**, ya que, si hace porciones desiguales, es probable que la otra persona elija la porción con más betún suave. Esto impulsa a la persona que divide a considerar cuidadosamente cómo hacer los cortes para maximizar la equidad, asegurando que ambas partes obtengan una porción de betún suave.

Otra **estrategia es la negociación**, donde las partes involucradas pueden acordar un **reparto**



[https://www.freepik.com/free-photo/rainbow-layer-cake-white-wooden-table-blue-background\\_20108128.htm#query=pastel%20partido&position=8&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.com/free-photo/rainbow-layer-cake-white-wooden-table-blue-background_20108128.htm#query=pastel%20partido&position=8&from_view=search&track=ais)



[https://www.freepik.com/free-vector/cakes-events-isometric-set-isolated-icons-with-round-cake-cut-into-slices-individual-pieces-vector-illustration\\_26763460.htm#query=partes%2oiguales%2opastel&position=4&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.com/free-vector/cakes-events-isometric-set-isolated-icons-with-round-cake-cut-into-slices-individual-pieces-vector-illustration_26763460.htm#query=partes%2oiguales%2opastel&position=4&from_view=search&track=ais)

### equitativo mediante el diálogo y la comunicación.

En este caso, se deben considerar las preferencias individuales y buscar un compromiso que satisfaga a todos los comensales. Por ejemplo, si un jugador prefiere un trozo con más betún suave, podría estar dispuesto a aceptar una porción ligeramente más pequeña.

Un ejemplo adicional es la **estrategia de «quien parte elige»**, en la cual una persona divide el pastel en porciones y luego **elige su porción después de que los demás hayan hecho su elección**. Aquí, el repartidor tiene el incentivo de hacer cortes equitativos, ya que su elección será la última y desea asegurarse de obtener una porción justa con el betún suave que tanto le gusta.

Es importante destacar que la teoría de juegos nos enseña que el resultado de la repartición no siempre será justo o equitativo. Puede haber desigualdades dependiendo de las habilidades estratégicas de los jugadores o factores impredecibles. Sin embargo, el objetivo es utilizar esta ciencia para maximizar la equidad en la medida de lo posible.

### Saboreando la equidad: Reflexiones finales sobre la ciencia de partir pasteles

La teoría de juegos aplicada al acto de partir un pastel nos muestra que, incluso en los actos cotidianos y aparentemente simples, **existen estrategias y decisiones que pueden influir en el resultado final**. En el caso de los pasteles en México, el betún suave añade una capa adicional de consideraciones estratégicas.

Al comprender estas estrategias, podemos aplicar principios de equidad y buscar reparticiones justas en diferentes contextos de la vida diaria. Además, **podemos apreciar cómo la ciencia y las matemáticas se entrelazan con nuestro día a día**, transformando algo tan común como partir un pastel en un juego intrigante y divertido.

La próxima vez que compartas un pastel con tus seres queridos, recuerda que la teoría de juegos puede ayudarte a tomar decisiones estratégicas más informadas para lograr que todos disfruten de su porción deseada, incluyendo ese delicioso betún suave que hace de cada bocado una experiencia dulce y equitativa.

Cuando te encuentres frente a un pastel, recuerda que hay ciencia y estrategia en cada corte.



Amster P. y Pinasco J.P. (2014). *Teoría de juegos. Una introducción matemática a la toma de decisiones*. México, FCE, 301 pp.

López R., Calvo J.L. y De la Torre I. (2022). Teoría de juegos conductual y psicológica: Una revisión sistemática.

RETOS. *Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 12(24), 308-328. <https://retos.ups.edu.ec/index.php/retos/article/view/6353>



# ARTÍCULO

## ¿De dónde venimos?... de las arqueas

Mónica Marcela Galicia-Jiménez y Serafín López-Garrido



[https://www.freepik.com/free-vector/various-types-cells-back-school-concept\\_8940477.htm#query=n%C3%BAcleo%20%-C3%Aglula&position=36&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.com/free-vector/various-types-cells-back-school-concept_8940477.htm#query=n%C3%BAcleo%20%-C3%Aglula&position=36&from_view=search&track=ais)

**Mónica Marcela Galicia-Jiménez.** Profesor-Investigador del Instituto de Investigación de Genética, Universidad del Mar, Oaxaca, México.

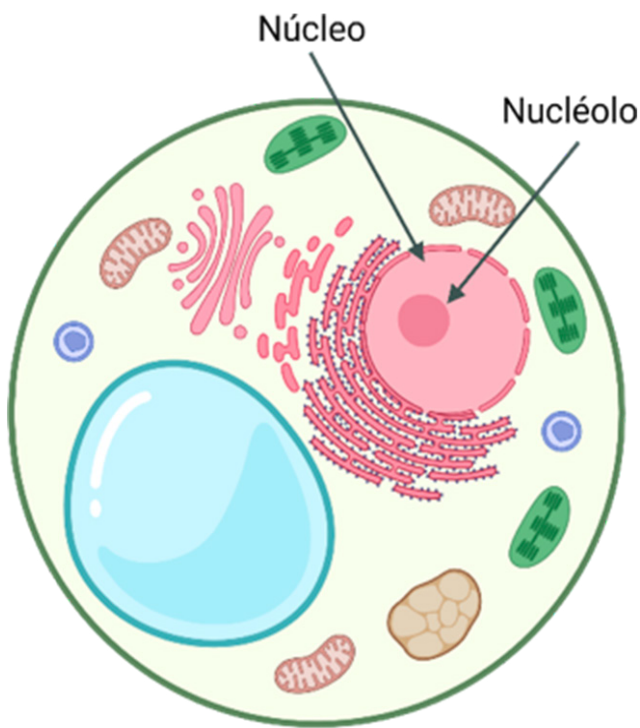
[mmgaliciaj@gmail.com](mailto:mmgaliciaj@gmail.com)

**Serafín López-Garrido.** Profesor-Investigador del Instituto de Investigación de Genética, Universidad del Mar, Oaxaca, México.

[serafin@zicatela.umar.mx](mailto:serafin@zicatela.umar.mx)

¿Te has preguntado alguna vez de dónde venimos?

**N**o me refiero a tus padres o abuelos, sino a tus antepasados más lejanos, los que vivieron hace miles de millones de años. Pues resulta que hay una teoría que dice que todos los seres vivos que conocemos, desde las bacterias hasta los humanos, **descendemos de un grupo de microorganismos llamados arqueas.** Las arqueas son seres diminutos que solo se pueden ver con un microscopio; se parecen mucho a las



### Eucariota

Núcleo y nucléolo de la célula eucariota.

bacterias, pero tienen algunas diferencias importantes en su estructura y en su forma de obtener energía. Lo más sorprendente es que **las arqueas podrían ser las responsables de la aparición de los eucariotas**, el grupo al que pertenecemos todos los animales, plantas y hongos. Y es que todos somos un poco arqueas y en este artículo te explicamos por qué.

### El núcleo de las células eucariotas

¿Sabías que las células de tu cuerpo tienen un núcleo que guarda tu ADN? ¿Y que ese núcleo es el resultado de una fusión entre dos tipos de células diferentes hace miles de millones de años? Todo empezó cuando **una célula procariota**, es decir, una que no tiene núcleo, sino nucleóide, se «comió» a otra más pequeña, pero en vez de «digerirla», la célula pequeña se quedó dentro de la grande y empezó a colaborar con ella. Así se formó una relación simbiótica en la que ambas células se beneficiaban de la presencia de la otra. La **célula pequeña le proporcionaba energía a la grande, mientras que esta le ofrecía protección y nutrientes a la pequeña**. Con el tiempo, esta relación se hizo tan estrecha que las dos células se fusionaron

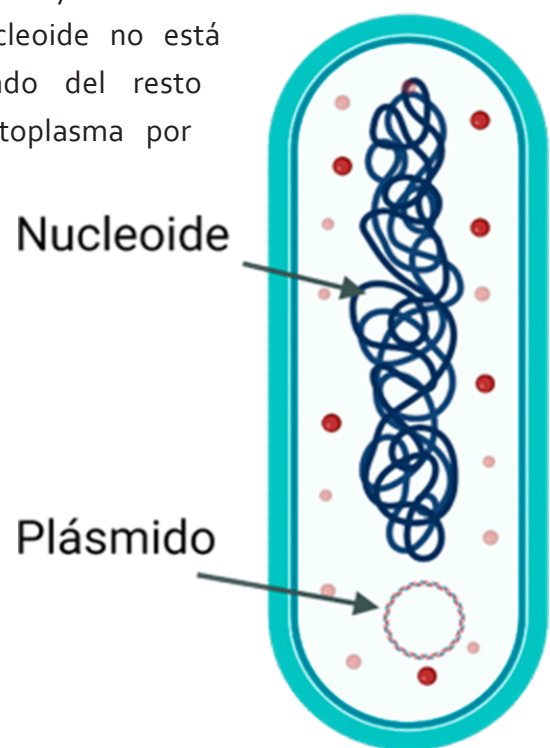
y formaron una sola. La célula pequeña se convirtió en el núcleo y la grande en el citoplasma. **Así nació la primera célula eucariota**, que dio origen a todos los organismos multicelulares que conocemos hoy, desde las plantas hasta los animales.

Esta hipótesis se llama **endosimbiosis seriada** y fue propuesta por la bióloga Lynn Margulis en 1967. Aunque al principio fue muy criticada, hoy en día cuenta con muchas evidencias que la respaldan. Por ejemplo, el ADN del núcleo tiene similitudes con el nucleóide de algunas bacterias, lo que sugiere que proviene de una célula procariota. Además, el núcleo tiene una doble membrana, como si fuera una célula dentro de otra.

### El nucleóide de las bacterias

Las bacterias poseen nucleóide y es una región del citoplasma donde se encuentra el ADN bacteriano. **El ADN es la molécula que contiene toda la información genética de un organismo**, como un manual de instrucciones para fabricar todas las proteínas que necesita. El ADN bacteriano es circular y muy largo, por lo que tiene que enrollarse y compactarse para caber en el espacio limitado de la célula. Para ello, cuenta con la ayuda de unas proteínas especiales que lo sujetan y le dan forma.

El nucleóide no está separado del resto del citoplasma por



### Bacteria



ninguna membrana, como sí ocurre en el núcleo de las células eucariotas (las que tienen núcleo definido, como las nuestras). Esto significa que el ADN bacteriano está en contacto directo con el medio interno de la célula y puede interactuar con otras moléculas, como el ARN y las enzimas.

### Nucleoide de la célula procariota

El **nucleoide** es una estructura dinámica y flexible que cambia de forma y tamaño según las condiciones ambientales y el ciclo celular de la bacteria. Por ejemplo, cuando la bacteria se va a dividir, el ADN se duplica y se forma un segundo nucleoide que se separa del primero y se dirige hacia los polos opuestos de la célula. Así, cada célula hija recibe una copia idéntica del ADN original y un nucleoide.

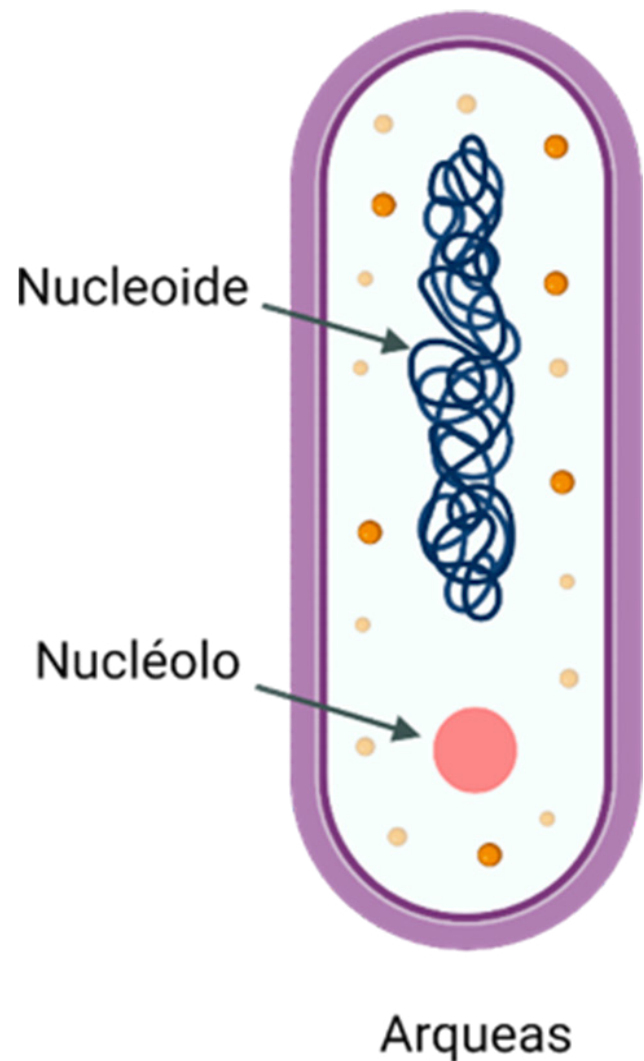
El nucleoide es **una de las características distintivas de las bacterias** y una fuente de diversidad genética. Además del ADN cromosómico, algunas bacterias tienen pequeñas **moléculas de ADN circular llamadas plásmidos** que se encuentran dispersas en el citoplasma o asociadas al nucleoide. Los plásmidos **contienen genes adicionales** que pueden conferir ventajas a las bacterias, como la **resistencia a los antibióticos** o la capacidad de intercambiar material genético con otras bacterias. De eso, ¡hablaremos en otra ocasión!

### El nucléolo de las arqueas

¿Sabías que las arqueas son unos microorganismos muy antiguos y muy interesantes? Aunque se parecen a las bacterias, en realidad son muy diferentes. Una de las diferencias más importantes es que **las arqueas tienen un nucléolo**, una estructura dentro del núcleo de las células que **se encarga de fabricar los ribosomas**, que son unas máquinas moleculares que **producen las proteínas**. Las proteínas son esenciales para la vida, así que el nucléolo es como una fábrica de vida.

### Nucléolo de una arquea

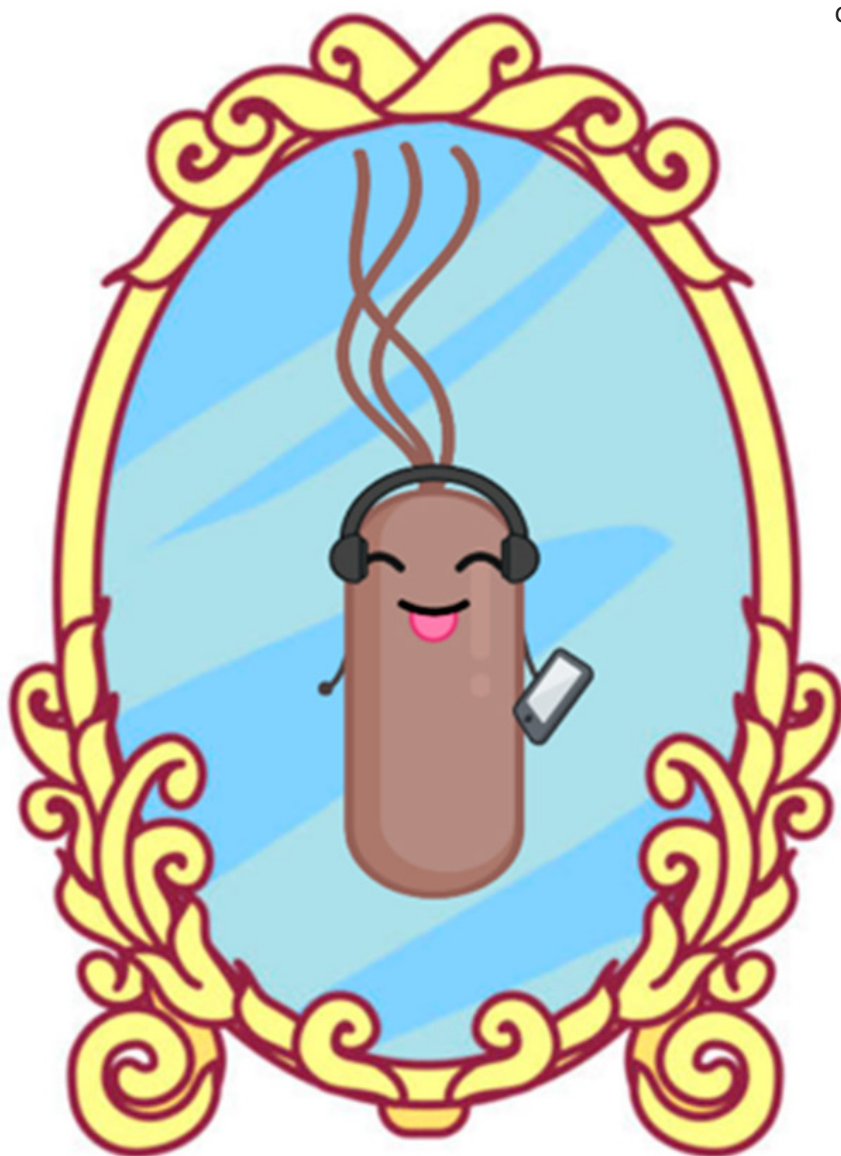
Pero lo más curioso es que **las arqueas no tienen núcleo**, como es el caso de las células eu-



cariotas. Entonces, ¿dónde está el nucléolo en las arqueas? Pues resulta que el nucléolo de las arqueas **está flotando libremente en el citoplasma**, que es el líquido que rellena la célula. Es como si tuvieras una fábrica de coches sin paredes ni techo, y los coches salieran rodando por la calle. ¿No te parece increíble?

### La importancia del nucléolo en la evolución

¿Por qué fue tan importante el nucléolo? Como antes se mencionó, en él se fabrican unas moléculas llamadas ribosomas, que son las encargadas de leer el ARN mensajero y de producir las proteínas que hacen funcionar a la célula. Cuantos más ribosomas tenga una célula, más proteínas podrá hacer, y más compleja y diversa podrá ser. Así, **las arqueas con nucléolo fueron ganando ventaja sobre las que no lo tenían** y empezaron a adquirir otras características que las hicieron **más parecidas a las células eucariotas actuales**, como la presencia de orgánulos (pequeños órga-



nos dentro de la célula), una membrana nuclear (que separa el núcleo del resto de la célula) y una mayor variedad de formas y tamaños.

Pero, ¿cómo sabemos todo esto? Gracias al trabajo de científicos, entre ellos, **unos mexicanos que han descubierto recientemente el nucléolo de las arqueas**. Estos investigadores han usado técnicas muy avanzadas de microscopía y genética para observar y analizar las arqueas que viven en unas fuentes termales de Yellowstone, Estados Unidos. Allí han encontrado unas arqueas muy especiales que tienen un nucléolo muy parecido al de las células eucariotas. Este hallazgo es una prueba de que el nucléolo fue una pieza clave en la transición de las arqueas a células eucariotas y **nos ayuda a entender mejor cómo surgió la vida tal y como la conocemos**.

Así que ya sabes, la próxima vez que te mires al espejo, recuerda que llevas dentro de ti un pedacito de historia muy antigua y fascinante de la vida en la Tierra. ¡Y todo gracias al nucléolo!

Imágenes de Mónica Marcela Galicia Jiménez creadas BioRender.com



Islas-Morales P.F., Cárdenas A., Mosqueira M.J., Jiménez-García L.F. y Voolstra C.R. (2023). Ultrastructural and proteomic evidence for the presence of a putative nucleolus in an Archaeon. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1075071. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2023.1075071>

Paz S. (2023). Científicos de Facultad de Ciencias y Arabia Saudita cambian paradigma de la biología celular al descubrir el nucléolo en procariontes. *Noticias/*

*Facultad de Ciencias UNAM*. <https://www.fciencias.unam.mx/noticias/2023/cientificos-descubren-nucleolo-en-procariontes>

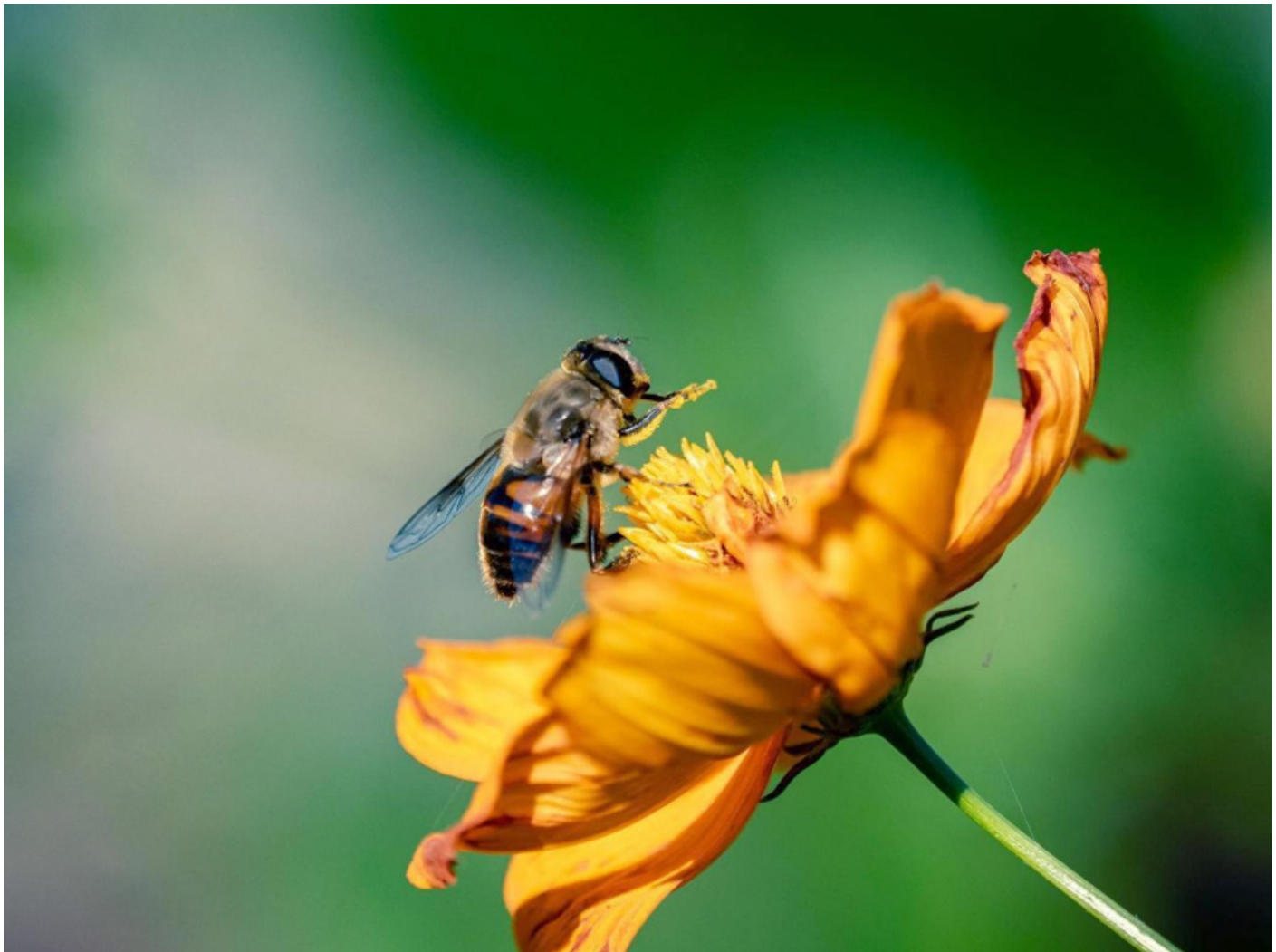
WIRED. (2023). Estos científicos mexicanos desafían una creencia de cien años en la biología celular. *Ciencia*. <https://es.wired.com/articulos/biologia-celular-durante-100-anos-se-creyo-que-estas-celulas-no-tenian-nucleolo-hasta-ahora>



# ARTÍCULO

## Plantas manipuladoras. ¿Cómo sacan provecho de los animales?

Carlos Eduardo Ramírez-Torres y Laura Teresa Hernández-Salazar



[https://www.freepik.com/free-photo/closeup-common-drone-fly-collecting-pollen-from-garden-cosmos-tree-field\\_30182686.htm#query=flor%20insecto&position=20&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.com/free-photo/closeup-common-drone-fly-collecting-pollen-from-garden-cosmos-tree-field_30182686.htm#query=flor%20insecto&position=20&from_view=search&track=ais)

**Carlos Eduardo Ramírez-Torres.** Estudiante de Doctorado en Neuroetología del Instituto de Neuroetología, Laboratorio de Ecología Sensorial y Cognitiva, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.

[neri3838@gmail.com](mailto:neri3838@gmail.com)

**Laura Teresa Hernández-Salazar.** Investigadora en el Instituto de Neuroetología, Laboratorio de Ecología Sensorial y Cognitiva, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.

[herlatss@gmail.com](mailto:herlatss@gmail.com)

La relación planta-animal es muy antigua; de hecho, se ha propuesto que desde el periodo Paleozoico se han presentado diversas interacciones entre animales terrestres y plantas. Estas interacciones han sido un motor de cambio y evolución de estos organismos, lo cual se refleja en la riqueza y abundancia de plantas y animales que hoy conocemos. Sin embargo, como en toda relación, puede ser que los beneficios obtenidos no sean equitativos. Por ejemplo, algunos animales se alimentan de partes vitales de las plantas, como

hojas, semillas, o frutos inmaduros, afectando las probabilidades de supervivencia de las plantas y su descendencia. Aunque, por otro lado, los animales pueden ser buenos dispersores de semillas, polinizadores, o ayudan a la defensa, lo que en conjunto favorece a la planta.

A primera vista, parecería que, dada la incapacidad de desplazamiento de las plantas, podrían tener limitaciones en aspectos básicos como la defensa o la reproducción. Sin embargo, **las plantas han desarrollado una maquinaria física y bioquímica** que les permite hacer frente a todos estos retos y **sacar provecho de los animales que las rodean**. ¿Cómo lo hacen? La respuesta no es fácil, algunas utilizan la seducción, la voracidad o, bien, simplemente, ¡van al ataque!

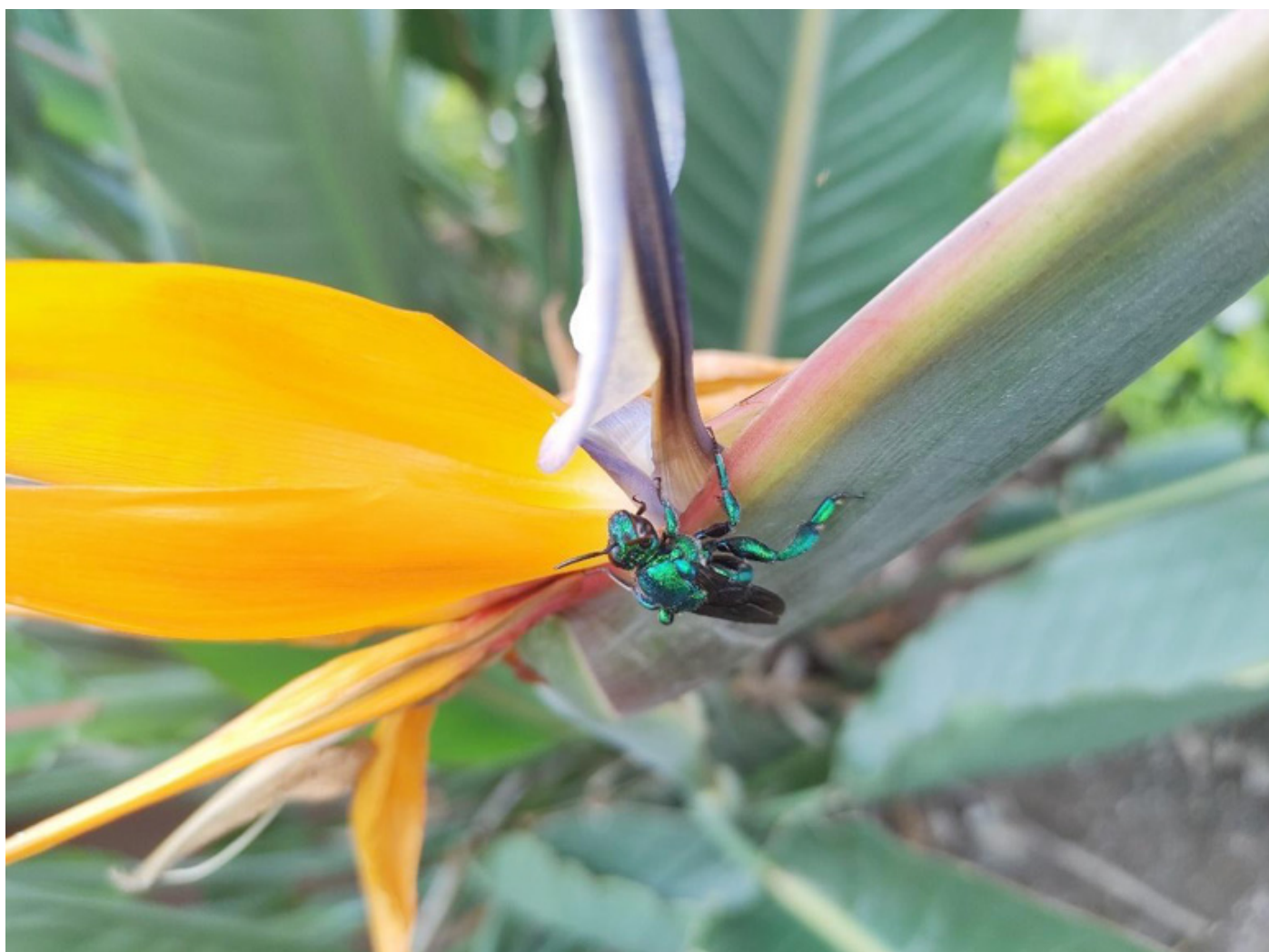
### Plantas seductoras

#### Las señales de las plantas

Las plantas han desarrollado diferentes características que les permiten enviar **señales visuales** a través de colores, formas y tamaños, además

de **señales gustativas y olfativas**, como sabores y aromas. **¿Cuál es el objetivo de estas señales?** Entre otros objetivos, atraer a los animales y llevarlos hacia sus frutos o flores para **dispersar sus semillas o ser polinizadas**.

Los colores en flores y frutos las hacen más notorias y atractivas, pero **¿Por qué deben llamar su atención?** Los animales, al visitar y consumir estas partes, **ayudan a la reproducción**. Por ejemplo, el colibrí de Atacama (*Rhodopis vesper*) poliniza al cactus candelabro (*Browningia candelaris*) al ser atraído por sus flores rosadas. En el árbol del ojoche (*Brosimum alicastrum*) vemos otro ejemplo, ya que este posee frutos de color rojizo que son fácilmente detectados por los monos aulladores (*Alouatta pigra*), los cuales, al consumirlos, transportan y defecan las semillas en otro sitio. Pero, **¿todos los colores son igual de atractivos?** La respuesta es no. **Las plantas producen ciertos colores para atraer a un grupo específico de animales**, por ejemplo, los colores brillantes atraen a mamíferos, los rojizos a aves y los ultravioletas a insectos.



Avispa polinizando flor de ave de paraíso.





Pelos urticantes de una planta.

Además de los colores, las plantas pueden producir compuestos que generan sabores agradables como el dulce. **¿Para qué crean este tipo de sabores?** Los sabores dulces y umami son producidos en ciertas partes de las plantas (flores y frutos) **para atraer a polinizadores o dispersores de semillas**. Es así como el sabor dulce generado por los carbohidratos en los frutos maduros del árbol del jobo (*Spondias monbin*), atrae a los monos araña (*Ateles geoffroyi*) para que los consuman y así dispersen sus semillas maduras. Incluso, **algunas plantas tienen la capacidad de regular su perfil químico** y, por consecuencia, su sabor, **lo que les ayuda a atraer animales específicos**. Por ejemplo, colocando compuestos que generan un sabor amargo en el néctar, repelen a algunos herbívoros, mientras que otros pueden soportarlo. Esto sucede en el *Aloe vera* (*Aloe viridensis*), el cual es consumido por algunas aves, mientras que es evitado por las abejas.

Las plantas pueden generar diversos compuestos que las dotan de aromas deliciosos que estimulan el olfato y evocan sensaciones placen-

teras. **¿Qué variedad de perfumes pueden crear las plantas?** Esta respuesta es tan amplia como ambigua, ya que **pueden producir aromas dulces** o bien, inundar el ambiente con **aromas azufrados que caracterizan la putrefacción** y así simular los sitios de cría y alimentación de insectos, como ocurre con algunas orquídeas.

Generalmente, creemos que las plantas siempre les dan alguna recompensa a los animales que son atraídos a ellas, pero esto no siempre ocurre así. La orquídea araña (*Ophrys sphegodes*) combina varias señales que simulan el color, la forma y el aroma de hembras de abeja minera (*Andrena sp.*), atrayendo a los machos para pseudocopular y lograr su polinización, sin que el macho de la abeja minera obtenga un beneficio.

#### Plantas voraces

Es común creer que las plantas solo se alimentan a partir de los nutrientes que obtienen del suelo y la fotosíntesis, pero ¿Siempre ocurre así? No, ya que **algunas tienen la capacidad de nutrirse a partir de animales** y lo logran gracias a su capaci-



dad de atraer, capturar y alimentarse de sus presas. Ejemplo claro de esto son las plantas carnívoras, las cuales obtienen nutrientes a partir de los insectos que atrapan y disuelven, pero **¿Cómo logran capturar sus presas?**

Las diferentes especies de plantas carnívoras se han desarrollado de forma independiente, pero usan estrategias similares para atraer a sus presas, como el camuflaje y el mimetismo de aromas. En el **camuflaje las plantas carnívoras se ocultan entre otras plantas** para que algún animal desprevenido se pose sobre ellas, mientras que en el **mimetismo crean señales olfativas particulares para atraer a un conjunto de presas específicas**. El mimetismo es la estrategia más usada por este tipo de plantas, pero ¿Qué es lo que mimetizan las plantas carnívoras? Se ha identificado que **simulan ser recursos atractivos como frutos y flores** mediante la creación de olores, formas y colores similares a ellos. Por ejemplo, las plantas jarra (*Sarracenia flava*) producen una gran variedad de compuestos, los cuales se encuentran típicamente en las frutas y flores, por lo que los animales al detectarlos se acercan para alimentarse, pero son capturados al caer en el líquido interno de estas plantas.

Las plantas carnívoras no solo imitan el aroma de las flores y frutos, ya que plantas como la **dionea**

**atrapamoscas** (*Dionaea muscipula*) genera aromas similares a los emitidos por las hojas verdes y por la carne en descomposición, lo que atrae a insectos como moscas y escarabajos. Incluso plantas del género *Sarracenia* pueden cambiar el aroma producido con el paso del tiempo, atrayendo insectos con los aromas florales y, posteriormente, cambiar a aromas similares a los de carne putrefacta para atraer insectos que quieran depositar sus huevos.

Entonces, **¿las plantas carnívoras solo pueden usar los aromas para atraer y capturar?** Aunque la emisión de compuestos volátiles es la principal estrategia en este tipo de plantas, se sabe que **algunas también imitan la forma y coloración de los frutos**. Por ejemplo, las plantas jarra del género *Nepenthes* presentan coloraciones rojizas similares a las de frutos maduros y marcas en el espectro ultravioleta (UV), lo que las hace atractivas para los insectos.

#### Plantas al ataque

Las plantas no pueden desplazarse ni huir de sus depredadores, entonces **¿Cómo es que se defienden y atacan herbívoros?** Las plantas han creado diferentes estructuras que disuaden a los depredadores, como los **pelos urticantes** de la mala mujer (*Solanum rostratum*) y las **espinas** de



Espinas de color negro.



los cactus. Incluso plantas como las acacias sayal (*Vachellia seyal*), pueden aumentar la cantidad y el tamaño de las espinas en los lugares que son más atacados por animales como las jirafas (*Giraffa spp.*) y así evitar que consuman sus hojas.

¿Alguna vez te has preguntado si las espinas solo disuaden a los animales al causarles una herida? La respuesta es no. Algunas plantas, como los agaves, tienen espinas con coloraciones marrones, amarillas, negras y rojas, lo cual sirve como **advertencia visual para disuadir a los herbívoros de consumirlas**. Además, en algunos casos, las heridas causadas por espinas pueden generar infecciones, debido a que en ellas se encuentran bacterias peligrosas como *Clostridium tetani* que causa tétanos.

### ¿Las plantas se defienden solo mediante estructuras físicas?

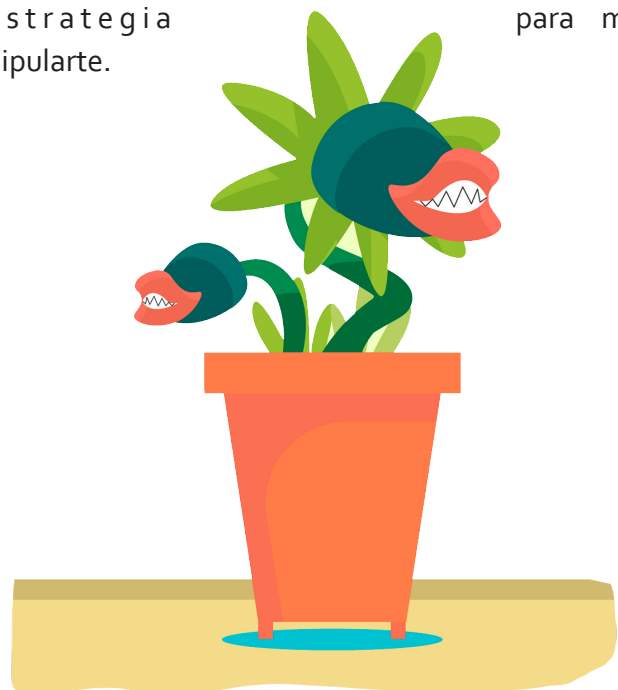
Aunque los mecanismos de defensa físicos son los más fáciles de ver, existen las **defensas bioquímicas**. Las plantas **crean compuestos conocidos como metabolitos secundarios**, que son moléculas con potenciales efectos negativos en los herbívoros, por ejemplo, malestar postingestivo, mala nutrición y, en algunos casos, **pueden ser letales**. Los metabolitos secundarios tienen la peculiaridad de provocar sabor amargo, lo que funciona como una señal gustativa que **disuade a los animales de consumir las partes vegetales** que los presenten. Existe una amplia variedad de metabolitos secundarios en las plantas, pero, en general, los diferentes grupos de estos compuestos tienen la capacidad de evitar que animales los consuman.

¿Los metabolitos secundarios solo afectan a los animales cuando son consumidos? Aunque por lo general es así, **algunas plantas han desarrollado compuestos volátiles**, los cuales son capaces de

**atraer a los depredadores o parásitos de los herbívoros que las están consumiendo**. Un ejemplo ocurre en las plantas del maíz, las cuales emiten volátiles al ser atacadas por las larvas de la polilla rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*), estos volátiles atraen a las avispas del género *Cotesia*, las cuales son parásitas de estas larvas.

En algunos casos, **la sola presencia de defensas físicas y químicas nos son suficientes para que animales dejen de consumir plantas**, es por esto que plantas como las acacias no solo dependen de las espinas y metabolitos secundarios para defenderse. Las acacias han desarrollado una asociación con hormigas (*Crematogaster spp.*), las cuales disuaden a las cabras de alimentarse de ellas. ¿Cómo logran las acacias convencer a las hormigas de protegerlas? Debido a que las acacias desarrollaron espinas huecas que brindan un lugar donde vivir para las hormigas, estas últimas defenderán a la planta al ser su hogar.

Como podemos ver, **las plantas no se encuentran indefensas ante su entorno**, ya que han desarrollado diferentes estrategias que les permiten atraer o repeler a los animales según les convenga, por lo que la próxima vez que las veas en un parque y huelas el dulce aroma de las flores, recuerda que puede ser una estrategia para manipularte.



Camarena-Gutiérrez G. (2009). Señales en la interacción planta-insecto. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1), 81-85. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Camarena-2009.pdf>

Johnson S.D., Hargreaves A.L. y Brown M. (2006). Dark, bitter-tasting nectar functions as a filter of flower visitors in a bird-pollinated plant. *Ecology*, 87(11), 2709-

2716. <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/0012-9658%282006%2987%5B2709%3ADB-NFAA%5D2.o.CO%3B2>

Vivanco J.M., Cosío E., Loyola-Vargas V.M. y Flores H.E. (2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Investigación y Ciencia*, 341(2), 68-75. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/vivanco-et-al-2005.pdf>

# ARTÍCULO

## ¿Qué son los patrones de consumo energético en comunidades?

Luis Bernardo López-Sosa y Carlos A. García-Bustamante



[https://www.freepik.com/free-photo/view-bioengineering-advance-with-human-hands\\_57314140.htm#query=energ%C3%A1Da%20sustentable%20rural&position=29&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.com/free-photo/view-bioengineering-advance-with-human-hands_57314140.htm#query=energ%C3%A1Da%20sustentable%20rural&position=29&from_view=search&track=ais)

**Luis Bernardo López-Sosa.** Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México.

[llopez@enesmorelia.unam.mx](mailto:llopez@enesmorelia.unam.mx)

**Carlos A. García-Bustamante.** Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México.

[cgarcia@enesmorelia.unam.mx](mailto:cgarcia@enesmorelia.unam.mx)

**E**ste trabajo aborda una **visión de los patrones de consumo energéticos**. Particulariza sobre aquellos enfocados al sector rural, discerniendo entre los patrones de consumo de zonas urbanas y rurales. También se ejemplifica un caso de estudio donde se han estimado estos patrones en una comunidad rural. Se muestra, además, **la importancia del estudio de estos patrones**, así como su vínculo con impactos económicos y socioambientales, al tiempo que se sugiere el uso de una plataforma web de libre acceso desarrollada por los



autores para conocer estos impactos en el tiempo. Finalmente, se concluye señalando la relevancia del uso de esta información en la toma de decisiones locales orientada a la **mejora en los procesos de uso de la energía**.

De forma habitual, **la sociedad satisface necesidades que requieren de algún tipo de energía**. La movilidad, la cocción de alimentos, el entretenimiento, el calentamiento de agua para uso sanitario, son algunos ejemplos. Esta **energía que se consume para atender tareas específicas es conocida como energía final**, la cual previamente pasa por un proceso de transformación, transmisión y distribución hasta llegar a los diferentes sectores, como el residencial, el industrial, el transporte y el agropecuario. La forma como se consume la energía es diversa, en cantidad y por sector, pero es importante conocerla en sus fuentes, vectores energéticos y usos finales para entender la dinámica de las nece-

sidades, así como los impactos ambientales y económicos de la actual demanda energética. Si bien este tipo de **análisis es bastante conocido en las zonas urbanas** y se presenta en informes técnicos gubernamentales, **no siempre ocurre lo mismo para espacios rurales e indígenas**. Por lo anterior, resulta importante conocer en términos generales esta información que se asocia a los patrones de consumo energético en dichas poblaciones.

### Patrones de consumo

Un **patrón de consumo energético** es la forma en **cómo se consume la energía a diferentes escalas geográficas** (localidad, región, país, planeta), y toma en cuenta los recursos energéticos o combustibles que se utilizan, las tecnologías que los transforman, los sectores que los consumen y los usos finales a los que se destina esta energía. De manera que, estudiar los patrones de consumo



(a) Integración de los patrones de consumo por categorías comunitarias; (b) Clasificación de la demanda por tipo de energía. Fuente: elaboración de autores.

energéticos, representa un proceso diagnóstico que posibilita saber cuánta energía se consume y cómo se consume.

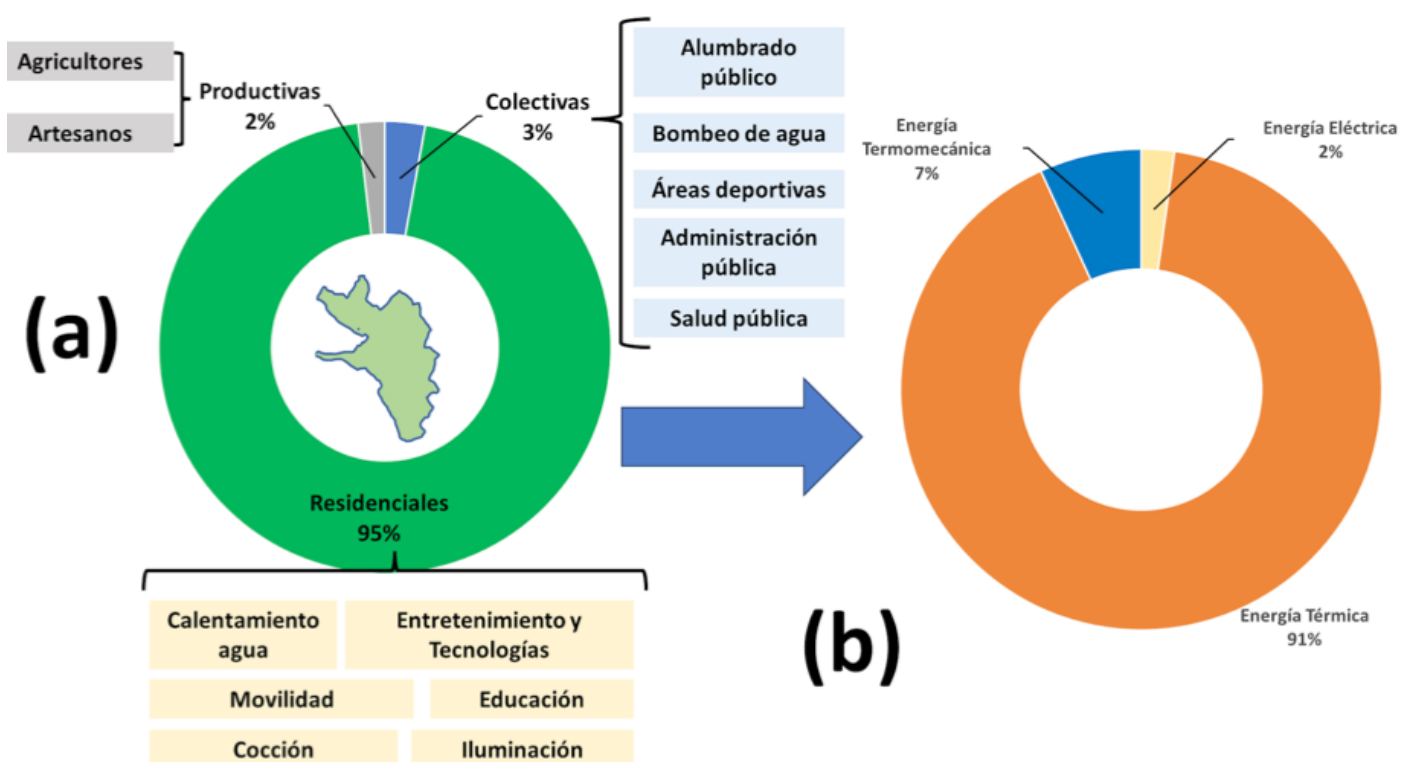
Para realizar una estimación de los patrones de consumo energético es necesario identificar las prácticas de uso, los combustibles y las tecnologías con las que se satisfacen las diferentes necesidades energéticas que, en muchos casos, en las zonas urbanas se determinan a partir de cada uno de los sectores: comercial, residencial y público, industrial, transporte y agropecuario. Por su parte, en comunidades rurales los sectores, aunque son los mismos, difieren en magnitudes del consumo, en las fuentes primarias y, en algunos casos, en las tecnologías de uso final.

Un ejemplo de los patrones de consumo energético en el sector rural se puede apreciar en el proyecto denominado «Desarrollo e implementación de alternativas energéticas sustentables en comunidades rurales de la Meseta Purépecha, Michoacán, No. 319333 (2022)», financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) en el marco del Programa Nacional de Energía y Cambio Climático, donde se ha definido una estrategia para la estimación de es-

tos patrones a escala comunitaria. La comunidad indígena de San Francisco Pichátaro, en Michoacán, en el occidente de México, es una población de vocación agrícola y artesanal que funge como población piloto de dicho proyecto, mediante la cual se ha identificado, a partir de diagnósticos participativos consensuados y de diálogo de saberes, tres categorías de necesidades energéticas que engloban los sectores donde se consume la energía:

- **Residenciales**, que incluyen la cocción de alimentos, iluminación, calentamiento de agua para uso sanitario, uso de tecnologías y entretenimiento, movilidad y servicios educativos.
- **Comunitarias**, que son necesidades colectivas que integran el alumbrado público, el bombeo de agua, el uso de espacios deportivos, los servicios de administración pública local y los servicios de salud comunitarios.
- **Productivas**, que consideran las vocaciones artesanales y agrícolas.

Los patrones de consumo en esta localidad muestran que las actividades requieren de diversos tipos de combustibles y se han documentado a par-



Taller participativo para la construcción de los patrones de consumo energético comunitarios. Fuente: Víctor Valencia-Castro.





Interfaz de la plataforma web sobre planeación energética y patrones de consumo. Disponible en: <https://www.planeacionenergetica.org/> Fuente: elaboración de autores.

tir de la demanda energética. En la siguiente figura se observa que, de la demanda de energía total, el 95 % corresponde a las necesidades del sector residencial, en tanto que el 3 % representa las actividades que consumen energía para los servicios de necesidades comunitarias, mientras que el 2 % se orienta hacia el uso de energía para la operación de talleres artesanales y el uso de combustible para la agricultura.

Toda la demanda energética de las necesidades que se atienden proviene de diversas fuentes de energía, que en particular se pueden identificar tres tipos:

- **Térmica**, derivada de todos los procesos de combustión y representa el consumo mayoritario con el 91 %. Se asocia a combustibles, en el caso del estudio planteado, a la leña que se consume en el sector residencial.
- **Termomecánica**, de los motores de los vehículos que utilizan combustibles líquidos, el cual representa el 7 % del total del consumo, vinculado, principalmente, al sector transporte y, minoritariamente, a las actividades agrícolas de siembra local.

- **Eléctrica**, que proviene de la red de suministro de la Comisión Federal de Electricidad y satisface todas las necesidades colectivas, la operación de la maquinaria de los talleres artesanales, así como la iluminación y el uso de tecnologías domésticas y de entretenimiento en el sector residencial. Este consumo representa solo el 2 %.

Estos resultados ilustran la información que se puede obtener de los patrones de consumo energético en comunidades rurales. En el caso presentado, a diferencia de las zonas urbanas, mantienen una perspectiva participativa y consensuada, a la vez que la población local identifica las necesidades.

#### ¿Para qué sirven?

La estimación de los patrones de consumo no solo permite conocer la demanda de energía y las particularidades de esta, sino que también es una **herramienta cuantitativa y cualitativa que sirve para hacer estimaciones del impacto ambiental que genera el consumo**, por ejemplo, en términos de las emisiones de los kilogramos de bióxido y monóxido carbono, óxidos nitrosos y metano,

los cuales contribuyen al calentamiento global; así como material particulado que afecta la salud de las personas. Además, son útiles para conocer los costos de la energía, hacer análisis sobre condiciones de pobreza energética y para generar escenarios de implementación de nuevas tecnologías más eficientes, donde **se puede proyectar su uso en el tiempo y explorar sus posibles beneficios** energéticos, económicos y ambientales.

En este sentido, una herramienta que se ha puesto al servicio de las comunidades es la plataforma web «**Sistema integral de planeación energética para la generación de alternativas sustentables en comunidades rurales 2022**», la cual es de libre acceso y cuenta con una calculadora de análisis preliminares de impactos ambientales, análisis de costo y proyección de la demanda energética en el tiempo.

Esta plataforma se alimenta de datos de los patrones de consumo energéticos locales y es útil para conocer el

estatus actual del consumo energético, sus impactos presentes y futuros hasta en 20 años.

Finalmente, es importante resaltar que todas las estrategias de mejora en las prácticas de consumo energético, parten de un **diagnóstico que identifique las áreas de oportunidad** y, sobre ello, se puedan **construir estrategias de optimización de procesos**, tecnologías, hábitos y fuentes de energía, esto relacionado con la satisfacción de necesidades energéticas, por lo que los patrones de consumo constituyen una herramienta fundamental para mejorar el uso de la energía en el sector rural.



Balance Nacional de Energía. (2023). Secretaría de Energía. <https://www.gob.mx/sener/documentos/balance-nacional-de-energia-2019>

López-Sosa L.B. y García C.A. (2022). Towards the construction of a sustainable rural energy system: Case study of an indigenous community in Mexico. *Energy*

*Sustain. Dev.*, 70, 524-36. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.08.022>

Martínez-Bravo R.D. y García-Bustamante C.A. (2022). *Energía, ambiente y sociedad. Libro de apoyo a la docencia (2022)*. Primera Edición, UNAM. [http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/3473/Energia\\_ambiente.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/3473/Energia_ambiente.pdf?sequence=4&isAllowed=y)



# ARTÍCULO

## El burro y su influencia en los mexicanos

Mauricio Perea-Peña y Selene Ramos-Ortiz



[https://www.freepik.com/free-photo/closeup-shot-dark-brown-donkey-wooden-cage\\_11942293.htm#query=burro%20en%20m%C3%A9xico&position=4&from\\_view=sear](https://www.freepik.com/free-photo/closeup-shot-dark-brown-donkey-wooden-cage_11942293.htm#query=burro%20en%20m%C3%A9xico&position=4&from_view=sear)

**Mauricio Perea-Peña.** Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[mauricio.perea@umich.mx](mailto:mauricio.perea@umich.mx)

**Selene Ramos-Ortiz.** CONAHCYT-Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[selene.ramos@umich.mx](mailto:selene.ramos@umich.mx)

*Platero es pequeño, peludo, suave; tan blando por fuera, que se diría todo de algodón, que no lleva huesos. Solo los espejos de azabache de sus ojos son duros, cual dos escarabajos de cristal negro».* Es el párrafo de un libro que millones de mexicanos en la niñez tuvimos que leer y que nos llevó a conocer una criatura noble y carismática, conocida como «burro, asno, borrico, pollino», animal doméstico cuadrúpedo de la fa-



milia de los caballos, que deambulaba de manera cotidiana afuera de las casas o mercados locales mexicanos, con unos costales acuestas, ya sea de madera o tierra de encino.

En México, al comenzar el siglo XXI, desafortunadamente, **el burro (*Equus africanus asinus*) es reconocido como uno de los mamíferos mexicanos en peligro de extinción**, debido a la disminución de su uso en prácticas de transporte y carga con importancia económica; siendo una ayuda indispensable para el campesino, ha sido **sustituido paulatinamente por las máquinas agrícolas y por el desarrollo de los modernos medios de transporte.**

A pesar de ello, **poco se ha hecho para mantener a este equino mexicano**, al contrario, a través de siglos de mala alimentación (bajo nivel nutricional y barata), pérdida de poblaciones silvestres, aislamiento geográfico, cruce entre parientes

cercanos y abusos en todos los sentidos, **los burros presentan actualmente defectos de conformación**, especialmente, de sus extremidades (patas cortas y osamenta delgada, principalmente en las hembras) comparados con sus ancestros europeos de hoy.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONUAA), o más conocida como FAO, en 2007 señaló la **desaparición de razas domésticas de ganado a finales del siglo XX**, perdiendo seis de manera mensual a nivel mundial en países de primer mundo, en el caso de la especie asnal, existe un total de 156 razas de burros. Para nuestro país se ha observado un **descenso dramático en las últimas cuatro décadas**. A principios del siglo XXI, se registraron 581 000 individuos, de tal manera que se **ha disminuido el inventario nacional de burros en un 80 %**, aproximadamente. De seguir a esa velocidad —sin ser



Fotografía: Ramos-Ortiz (2021)





Tomado de <http://Burrolandia.mx>

catastróficos—, el burro en México estaría en peligro de desaparecer a mediano plazo en un contexto biológico —solamente podríamos encontrarlos en museos o zoológicos—, convirtiéndose en una especie de estudio de los evolucionistas o paleontólogos.

### ¿Y qué sabemos del origen del burro doméstico?

Remontémonos primero a su origen. Darwin propuso una teoría, en la cual plantea «un único tronco común africano, del que luego derivaron todas las razas asnales actuales. Aranguren, 2002» y en realidad no estaba tan equivocado. Estudios recientes de ADN permitieron sostener el origen, arrojando datos de **259 burros domésticos de 52 países, siendo África el continente de origen, hace aproximadamente unos cinco mil años.** Se conoce desde entonces, a partir del árbol genealógico asnal, que los burros han sido movilizados y muy intensamente comercializados en todo el mundo, hasta llegar a nuestro continente americano.

Los primeros burros de América los trajo Cristóbal Colón en 1502 —«sin que con esto parez-

ca que hablamos de sus congéneres» (con el intercambio de especies)— y fueron utilizados entre los indígenas en la época colonial y aun después para el trabajo en minas, agricultura, transporte y abastecimiento de víveres a ciudades y pueblos.

### El burro en México

Enfocándonos en tierra nacional, el origen del burro mexicano procede de la cruce de razas españolas introducidas en la Nueva España después de la conquista. Se sabe que durante más de 500 años los burros fueron criados por poblaciones indígenas y campesinas de nuestro país, llevándolos a su adaptación local por presión ambiental a las diversas regiones geográficas, ecológicas y a condiciones precarias resultado de la población que los alberga, manteniéndose actualmente así en zonas rurales, principalmente, del centro y sur de México. Además, la cría y explotación de los híbridos «mulas y burdéganos» han tenido también un impacto similar o de mayor trascendencia, debido a que heredaron características sobresalientes de los padres.

El informe sobre la situación de los Recursos Genéticos Pecuarios (RGP) de México, menciona que, en la época de los 70 del siglo pasado, más del 62 % de la superficie cultivada en territorio nacional se realizaba con tracción animal, utilizando principalmente a los equinos. Actualmente, **el burro mexicano es aprovechado en un sistema de producción familiar a pequeña escala**, ubicándolo en regiones de trópico seco y templado, utilizándolo como animal de trabajo, siendo en muchas ocasiones pieza fundamental en la economía familiar (transporte de materias primas y alimentos).

**¿Por qué es importante conocer y mantener a esta especie doméstica?**

El burro tiene ventajas con respecto a otras especies, entre las que destacan: su **gran capacidad de adaptación** a nivel local como regional; es generador de ingresos extras al ser rentado por su propietario; y no menos significativo, **es un animal de trabajo**, apto para cargar hasta 50 kg. Como bien se ha mencionado, **la dieta del burro es más barata con respecto a los caballos**, su aparato digestivo es más resistente, esto debido a que comen alimentos de la región sin tener necesidad de una dieta especial, permitiéndoles **consumir más variedades de plantas y extraer de forma más eficiente el agua de los alimentos** a diferencia de sus parientes equinos.

Otra de sus fascinantes cualidades es que **se considera un animal social** al poder convivir fácilmente con otros animales de granja por su **temperamento tranquilo**; es una especie longeva que **puede vivir entre 30 y 40 años**; es sumamente **resistente a enfermedades** lo que le permite adaptarse fácilmente a su entorno —hasta para vivir en el desierto—; con sus grandes orejas, **detectan frecuencias de audio imperceptibles para el humano** y disipan su calor corporal; y con su olfato, **detectan olores a 10 km de distancia**.

Es escasa la información del burro mexicano. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) inició estudios en la década de 1990, pero enfocándose en el peso, edad en que empiezan a trabajar, años productivos, peso de cargas y tiempo

en que las transportan. No hay investigaciones sobre estudios ecológicos, reproductivos y de manejo, aun sabiendo la disminución de las poblaciones asnales —como se ha mencionado— y su importancia en la cultura mexicana.

**El burro y la cultura mexicana**

El burro tiene una **influencia cultural en la sociedad mexicana**.

Podemos escuchar mencionar la **música** «Con mi sabanecami-

na. Podemos escucharlo en **popular: burrito ro voy no de**



B e -

l é n » ,

«Arre borriquito, arre **b u r r o** arre, anda más deprisa que llegamos tarde», o por el memorable Cri-Cri: «Ay burrito no seas burro, ni tampoco seas llorón». Verlos en **películas del Cine Mexicano de Oro**, donde aparecen por doquier o en los **juegos populares**, tales como «la lotería» o «ponle la cola al burro»; en **refranes** y frases de picardía mexicana dichas a menudo: «Ando como burro sin mecate», «Si te digo que la burra es parda, es porque tengo los pelos en la mano».



También tiene una gran **presencia en festividades religiosas**, por ejemplo, en la que se celebra el jueves de *Corpus Christi*, «el día de las mulas», en las pastorelas, posadas —en forma de piñatas—, villancicos y pesebres de las casas mexicanas, costumbres que también se están perdiendo.

El burro **carga estigmas**, ya que constantemente se hace alusión a su aspecto y es compartido por



sabermás

Beja-Pereira A., England P.R., Ferrand N., Jordan S., Bakhiet A.O., Abdalla M.A. y Luikart G. (2004). African origins of the domestic donkey. *Science*, 304(5678), 1781-1781. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.1096008>

Quintero-Venegas G.J. y Rosales-Estrada P.T. (2020). Las valoraciones éticas de dos prácticas zooturísticas en México: cuestiones sobre geografía de los animales.

asocia a la torpeza, pobreza, a la flojera o **incluso es utilizado como un insulto**: «*Si no rebuznas, es porque no te sabes la tonada*». No obstante, **estos equinos son muy inteligentes**, «*tienen el cerebro más grande que el de los caballos*». Es bien sabido que es un ícono de la población más marginada y que se asocia a la clase más baja, dando como resultado un rechazo, lo cual pueda ser determinante para su permanencia en tierras nacionales.

También es **utilizado con «fines turísticos»**, como en **Oaxaca**, donde es usado para arrastrar la rueda con la que se machaca el agave en la elaboración del mezcal —aunque el proceso ya está más tecnificado—, siendo sumamente atractivo para el turista. Otro ejemplo es su uso como **modelo para fotografías, en Acapulco** (en la época de 1970 a 1990), donde la visita a la isla La Roqueta era de rigor para tomarse la foto dándole de beber cerveza al «**burro chelero**» que era patrimonio de la Nación; o en **Tijuana, con el «burro-cebra»**, donde el asno es pintado con rayas negras y blancas para hacer referencia a la cebra, pero carga una carreta y lo acompañan con una escenografía mexicana.

Finalmente, existe en el Estado de México una organización no gubernamental (ONG) llamada «**Burrolandia**» donde **albergan a casi 100 burros**, los nombran y apadrinan para **mantenerlos estables y a salvo**; incluso, ya tienen su día (**8 de mayo**) donde **se conmemora a nivel mundial**, esto con el fin de resaltar la **importancia de esta especie** y reivindicar su papel en la sociedad.

«**El burro siempre ha ayudado al hombre, en especial al marginado, en México todavía lo hace, y nunca pide nada a cambio**». Se deben sumar esfuerzos para frenar su extinción, llevando a cabo una propuesta de manejo integral para mantener a esta especie carismática y con gran influencia en nuestra cultura e identidad mexicana.

*PatryTer*, 3(5), 29-40. <https://www.redalyc.org/journal/6040/604063281005/604063281005.pdf>

Martínez R.R., Castañón S.R., Cortez J.A.J., Cortez H.I.J., Balderas A.C., Galicia C.L. y Peralta F.B. (2019). Morfometría del burro criollo de la región de Zozutla, Puebla, México. *Revista Biológica Agropecuaria Tuxpan*, 7(2), 166-173. <https://www.revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/60>

# ARTÍCULO

## La agricultura y el humano. ¿Podemos cambiar nuestro destino?

Iván Oros-Ortega y Luis Lara-Pérez



**Iván Oros-Ortega.** Profesor Investigador, Laboratorio de Estudios Avanzados en Agroecosistemas, Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya. [ivanoros1109@hotmail.com](mailto:ivanoros1109@hotmail.com)

**Luis Lara-Pérez.** Profesor Investigador, Laboratorio de Estudios Avanzados en Agroecosistemas, Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya. [ingluislara@gmail.com](mailto:ingluislara@gmail.com)

### El humano y la agricultura

**E**l humano apareció en la tierra hace relativamente poco tiempo, claro, si lo comparamos con la historia del planeta. Durante miles de años fuimos una especie que se comportó como las demás especies de animales. En un principio, **nos dedicábamos a la caza, a la recolección de semillas, granos, hojas, frutos y flores** para utilizarlos como alimento, abrigo, herramientas, etc. De esa forma empezamos a relacionarnos con la naturaleza para conseguir especies que nos pudieran brindar alivio a ciertas enfermedades o incluso ciertos gustos o placeres.



Dicho lo anterior, es fácil suponer que **nuestra creatividad e inteligencia nos ayudó a sobrevivir en ese ambiente hostil** y generar así estrategias para permanecer vivos en una tierra primitiva, al menos, para los seres humanos. Hasta hace unos doce mil millones de años, todavía no habíamos generado un gran impacto en nuestro planeta. Gracias a su inteligencia, el humano logró observar e imitar a las plantas, comenzó a explorar su entorno y, en un hecho maravilloso, consiguió de manera más ordenada cultivar algunos de sus alimentos.

Se estima que **fue apenas hace unos diez mil años que el cultivo de alimentos se extendió de manera más amplia**. Fue así, que aquellos homínidos, los cuales durante mucho tiempo presentaron un estilo nómada, **ahora empezaban a inventar un sistema para sobrevivir: la agricultura**. Este nuevo sistema cambió para siempre el propio destino de todo un planeta. En este andar, el humano, además de seleccionar granos y semillas, fue aún más atrevido, ya que **empezó a domesticar y a alimentar distintas clases de animales**. ¿Con cuál objetivo? Como herramienta de trabajo, para comerlos o, incluso, más fascinante aún, solo como compañeros.

El invento de **la agricultura fue crucial para que el ser humano pudiera iniciar un impresionante desarrollo**. Muchos científicos e historiadores discuten, apasionadamente, que este hecho fue el puente y el inicio de nuestro mundo civilizado. También permitió que, una recién nacida especie, se desarrollara; logró reinventar la experiencia y el entendimiento del mundo desde facetas tan diversas, como la invención de una sociedad organizada, la guerra, la política, el arte, la cultura y la ciencia.

### **La agricultura y sus consecuencias**

Desafortunadamente, este avance de la humanidad trajo consigo consecuencias ambientales drásticas, directas e indirectas, como el cambio climático, la deforestación, la pérdida de fertilidad de los suelos y la desaparición local, regional y global de la biodiversidad. El concebir este mundo industrializado ha llevado a la **sobreexplotación de los recursos naturales de manera intensiva**. Por mínimo que parezca, el siguiente dato que les mencionaré es perturbador: entre el 2000 y el 2020, la proporción de superficie forestal del planeta disminuyó casi uno por ciento de la superficie total. Es







decir, que en **20 años perdimos casi 100 millones de hectáreas de bosques a nivel mundial**. Esto es comparable con la superficie total de Egipto o casi la mitad de nuestro país.

Con el desarrollo de la agricultura, así como el avance en la medicina y la invención de la industria, se promovió el crecimiento poblacional, así como una mayor longevidad, por lo que hoy día estamos muy cerca de ser diez mil millones de habitantes en el mundo. Actualmente, **un tercio de la superficie terrestre está dedicado exclusivamente al establecimiento de cultivos agrícolas**. Aunado a lo anterior, nuevamente con la creatividad del humano, hace unos setenta años empezamos a explotar los combustibles fósiles para incrementar la producción de alimentos. Este evento fue más notorio en épocas de crisis. Por ejemplo, durante la Segunda Guerra Mundial se popularizó el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas.

### La importancia del suelo en el avance de la agricultura

Durante mucho tiempo creímos que el suelo era un elemento inerte y sin vida, únicamente

como una estructura física que albergaba nutrientes y humedad para permitir a las plantas nacer y desarrollarse. No obstante, está bien documentado que es **un elemento dinámico que alberga una impresionante biodiversidad de organismos**. A pesar de lo valioso que es el suelo, desde que iniciaron los cultivos a gran escala, **este recurso ha sido drásticamente dañado**. Desde hace muchos años, investigadores de todo el mundo se han dado a la tarea de estudiar el suelo. Por ejemplo, descubrieron que **las lombrices son imprescindibles para brindar nutrientes y estructurar el suelo**.

Asimismo, encontraron diversos organismos como pequeños insectos (micro artrópodos) y grandes insectos (macro artrópodos), tales como hormigas y escarabajos, que brindan la funcionalidad al suelo. Un dato por demás relevante es que se descubrió, hace unos 140 años, la **existencia de pequeños hongos que se asocian de forma simbiótica con las raíces de las plantas: los hongos micorrízicos**. Las evidencias sugieren que **fueron estos hongos quienes, hace unos 450 millones de años, ayudaron a que las plantas acuáticas pudieran colonizar ahora los ambientes terrestres**.



En las últimas décadas, se ha descubierto que **las bacterias**, unos de los seres más diminutos que existen en el planeta, son **vitales para mantener la fertilidad de los suelos**. En los sistemas de producción agrícola, la diversidad de microorganismos incluye a bacterias que  **fijan un elemento que es fundamental para las plantas: el nitrógeno**. Estos pequeños organismos también ayudan a las plantas a transformar algunos nutrientes y convertirlos en formas asimilables, además se encargan de transportar, a lo largo del suelo diversos, nutrientes para el desarrollo vegetal y, como buenos compañeros, son **fundamentales para ayudar en momentos de estrés de las plantas**. Ante este panorama, es preciso reunir toda esta información de forma sistemática y confiable, de tal suerte que nos permita contribuir de forma sostenible al desarrollo agropecuario.

### El reto: Nuevos paradigmas en la producción de alimentos

Por otra parte, **la crisis alimentaria no es solo por la forma en la que producimos alimentos, sino también por la forma en que los consumimos**. Estos alimentos se pierden tras la cosecha, el almacenamiento y la elaboración, principalmente en los países de primer mundo. **La ganadería extensiva ha sido una de las actividades más perjudiciales para el ambiente**, contribuyendo de gran forma el aumento del efecto invernadero, principalmente, por las liberaciones de un gas que se llama metano. En este sentido, producir carne tiene un costo de agua muy alto por las grandes extensiones de terreno y agua requeridas. La próxima ocasión que piensen en consumir carne, debemos pensar

que **un kilogramo de este producto puede costar unos quince mil litros de agua**.

Sin ser pesimista, si continuamos existiendo con las prácticas convencionales, las tecnologías de producción de monocultivos en grandes extensiones dependientes de insumos químicos, así como los estilos de vida actuales, durante los próximos años, nos enfrentaremos a un mundo aún más difícil para vivir. Se agudizará una carestía alimentaria global, inflación, falta de agua, así como falta de tierra cultivable, energía y recursos en general. Hay quienes incluso mencionan que viviremos una crisis similar a la posguerra. Por ello, la sociedad, los gobiernos y las escuelas tienen el reto de **construir nuevos modos (paradigmas) en la producción de alimentos**.

Estos, necesariamente, **deben integrar el respeto por la vida, la sociedad, la cultura, los conocimientos tradicionales** como la milpa maya, o bien las chinampas, como lo hacían los mexicas, aunado a promover el uso y conservación de la biodiversidad. Estos paradigmas los han empezado a diseñar los gobiernos, los centros de investigación y las escuelas de nuestro país. Requerimos continuar con los esfuerzos por conocer los procesos **q u e** hacen funcionar la vida en los ecosistemas y la relación entre la naturaleza y el hombre.



Cubero J.I. (2018). *Historia general de la agricultura. De los pueblos nómadas a la biotecnología*. Editorial Almuzara, Colección Guadalquivir y Divulgación Científica, 217 p. <https://agrocultura.com/general/wp-content/uploads/2021/11/Libro-Cubero-copia.pdf>

Jácome A.G. (1999). *Agricultura y sociedad en México: Diversidad, enfoques, estudios de caso*. Universidad Iberoamericana. 333 p. [https://books.](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TEbPXM0Xm2QC&oi=fnd&pg=PA7&ots=G4QBF1--ld&sig=nmvKE9grwFZgK-dphxaiFtaOSQ_1#v=onepage&q&f=false)

[google.es/books?hl=es&lr=&id=TEbPXM0Xm2QC&oi=fnd&pg=PA7&ots=G4QBF1--ld&sig=nmvKE9grwFZgK-dphxaiFtaOSQ\\_1#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TEbPXM0Xm2QC&oi=fnd&pg=PA7&ots=G4QBF1--ld&sig=nmvKE9grwFZgK-dphxaiFtaOSQ_1#v=onepage&q&f=false)

Tilman D., Fargione J., Wolff B., D'Antonio C., Dobson A., Howarth R., Schindler D., Schlesinger W.H., Simberloff D. y Swackhamer D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292(5515), 281-284. <https://doi.org/10.1126/science.1057544>

# ARTÍCULO

## El colibrí esmeralda cozumeleño

Haziel Eleazar Dzib-Baak



Colibrí esmeralda hembra de Cozumel. Fotografía: Telmo-Villanueva.

**Haziel Eleazar Dzib-Baak.** Estudiante del posgrado en Ciencias Biológicas, opción Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán.  
[hazieldzibbaak@gmail.com](mailto:hazieldzibbaak@gmail.com)

**E**l colibrí esmeralda (*Chlorostilbon forficatus*) es un habitante endémico de la isla de Cozumel, Quintana Roo. Se puede observar durante todo el año en el interior de la selva y en jardines urbanos, aunque es necesario tener una buena visión debido a que **llega a medir de 6-9 cm**, tanto en machos como en hembras, pero con una marcada diferencia en el plumaje. Los **machos se distinguen por presentar un plumaje verde esmeralda brillante** en gran parte del cuerpo que muestra diferentes tonalidades a la luz del sol, haciendo un contraste con sus alas oscuras. Además, presentan una notable cola larga en forma de tijera de color



negro azulado, con un pico recto que es más largo que la cabeza. En cambio, **el plumaje de las hembras es de un color verde pálido con gris** en la garganta y el vientre, con una cola más corta.

La **reproducción sucede durante los primeros meses del año**. Las hembras **ponen dos huevos** en pequeños nidos en forma de taza hechos de finas fibras vegetales, donde se distinguen algunas especies nativas de la región como el algodón (*Gossypium hirsutum*) o el chaká (*Bursera simaruba*). Las hembras, frecuentemente, **construyen sus nidos a baja altura**, a orillas de la selva o dentro de jardines en zonas urbanas. Incluso se tiene registro de que las hembras construyen sus nidos sobre cables eléctricos en los interiores de las casas. Como ocurre con la mayoría de las especies de aves, en el **colibrí esmeralda es común ver a la madre defendiendo el nido** y cuidando a los polluelos recién nacidos. Este comportamiento es tan sorprendente que se ha observado al colibrí esmeralda batirse a duelo con reptiles de gran tamaño, como las iguanas.

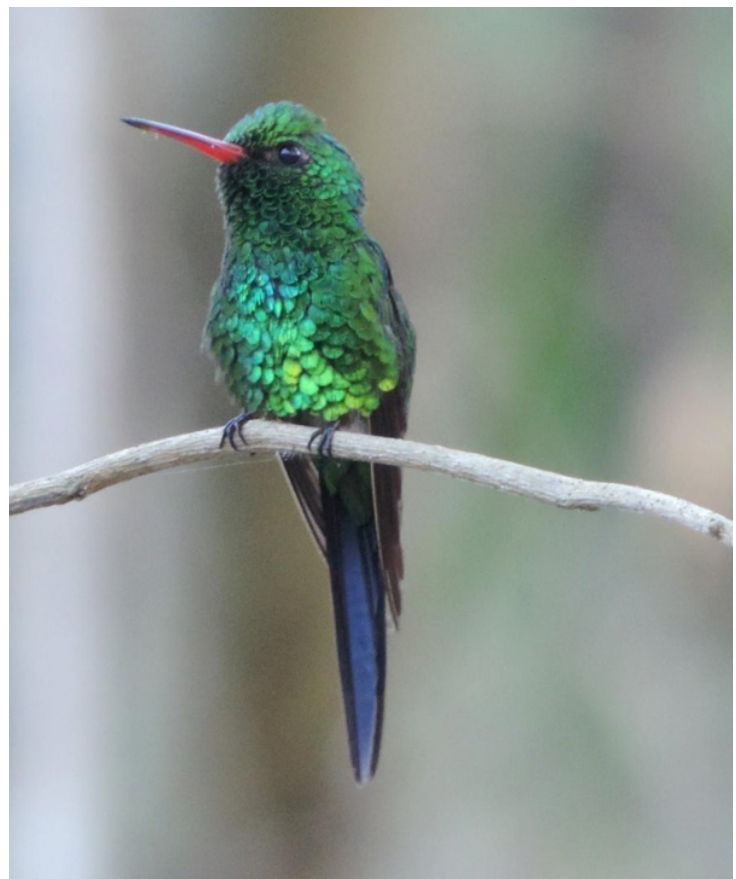
Como otras especies de colibríes, el colibrí esmeralda tiene un acelerado metabolismo. **Su corazón puede llegar a latir hasta mil veces por minuto y tiene la capacidad de batir sus alas hasta 60 veces por segundo durante el vuelo**. Las tasas de consumo de energía en sus músculos son hasta diez veces mayores que las de un atleta olímpico. Como es de imaginarse, el colibrí esmeralda necesita cubrir esta enorme demanda de energía. Para ello, **basa la mayor parte de su alimentación en el néctar floral**, una sustancia rica en azúcares, con la que obtiene la mayoría de la energía necesaria para sus actividades diarias y **complementa su dieta con pequeños insectos como hormigas y arañas**. Lo interesante es que, para obtener el néctar, ha desarrollado una bonita relación de mutuo beneficio con las plantas florales de la isla.

#### Colibrí + planta = vida

En un ambiente natural, **las interacciones que existen entre las plantas y los animales son primordiales para mantener un ecosistema saludable**. Esto quiere decir, un ecosistema en equilibrio, donde los seres vivos, el medio ambiente físico y los procesos ambientales interactúan de manera sostenible. **Estas interacciones se**

**consideran mutualistas cuando las especies participantes obtienen un beneficio recíproco**. Por mucho tiempo, los colibríes han establecido este tipo de interacción con las plantas florales tomando el papel de polinizadores. En algunas plantas, la polinización requiere de la intervención de otras especies, como el colibrí, el que vuela de flor en flor, buscando el néctar necesario para alimentarse, en el proceso entra en contacto con el polen de las mismas flores y lo transporta hacia otras promoviendo la reproducción de las plantas. **Esta polinización cruzada es esencial para mantener la diversidad dentro de las poblaciones de plantas y para favorecer su adaptación y supervivencia a largo plazo**.

Se ha documentado que **el colibrí esmeralda puede obtener el néctar de hasta más de veinte especies de plantas florales**, aunque se han distinguido algunas donde es más frecuente observar sus visitas. Por ejemplo, es común ver a más de un individuo compitiendo por el néctar de las flores de tulipán (*Malvaviscus arboreus*), una planta nativa que, además de tener un fuerte uso ornamental en parques y jardines, es una especie que tiene diversos usos medicinales, dado que las flores se emplean para tratar síntomas de enfermedades respiratorias y digestivas.



Colibrí esmeralda, macho de Cozumel. Fotografía: Telmo-Villanueva.



Colibrí esmeralda de Cozumel anidando. Fotografía: Telmo-Villanueva.

Otra especie es la albahaca silvestre (*Scutellaria gaumeri*), una planta aromática que también es visitada por colibríes. El colibrí esmeralda tiene la capacidad de visitar flores con una variedad de colores, formas y tamaños, por lo que **podemos considerarlo como una especie que no está especializada en un grupo específico de especies vegetales**. Al polinizar una amplia variedad de plantas, el colibrí esmeralda ayuda a la diversidad en el ecosistema, promueve la reproducción y la regeneración de varias especies de plantas, ayuda a proporcionar alimento y refugio para otros seres vivos que dependen de las especies vegetales, como otras aves, insectos y mamíferos.

#### Una especie en riesgo

Al ser un ave con una distribución restringida a la isla de Cozumel, las **poblaciones del colibrí esmeralda son completamente vulnerables a las mínimas perturbaciones que ocurren en su ambiente**. Por ejemplo, se conoce que el impacto cada vez más frecuente de fenómenos meteorológicos, como los **huracanes**, tiene un efecto directo sobre la diversidad de aves que se encuentran en la isla.

Además, el acelerado crecimiento de la población humana en Cozumel en los últimos años, y que ha llevado a la construcción de nuevos fraccionamientos urbanos, ha tenido como resultado una **elevada deforestación de las selvas y pérdida del hábitat para el colibrí esmeralda**.

También, **la introducción de especies invasoras representa un problema**. Las especies invasoras pueden convertirse en depredadores de las especies endémicas, especialmente si no tienen depredadores naturales en el ambiente que invaden. Esto puede llevar a una disminución de las poblaciones de especies endémicas, o incluso a su extinción local. En Cozumel, la **boa** (*Boa constrictor*), los **perros** (*Canis lupus familiaris*) y **gatos** (*Felis catus*) ferales, son ejemplo de especies invasoras que tienen un impacto negativo en la avifauna local.

Como se ha mencionado, las poblaciones de especies endémicas suelen ser más vulnerables a las amenazas y tienen un mayor riesgo de extinción. Todos los factores descritos con anterioridad han causado la extinción de otras especies de aves endémicas de Cozumel, como es el caso del Cuitlacoche (*Toxostoma guttatum*), que no se ha registra-

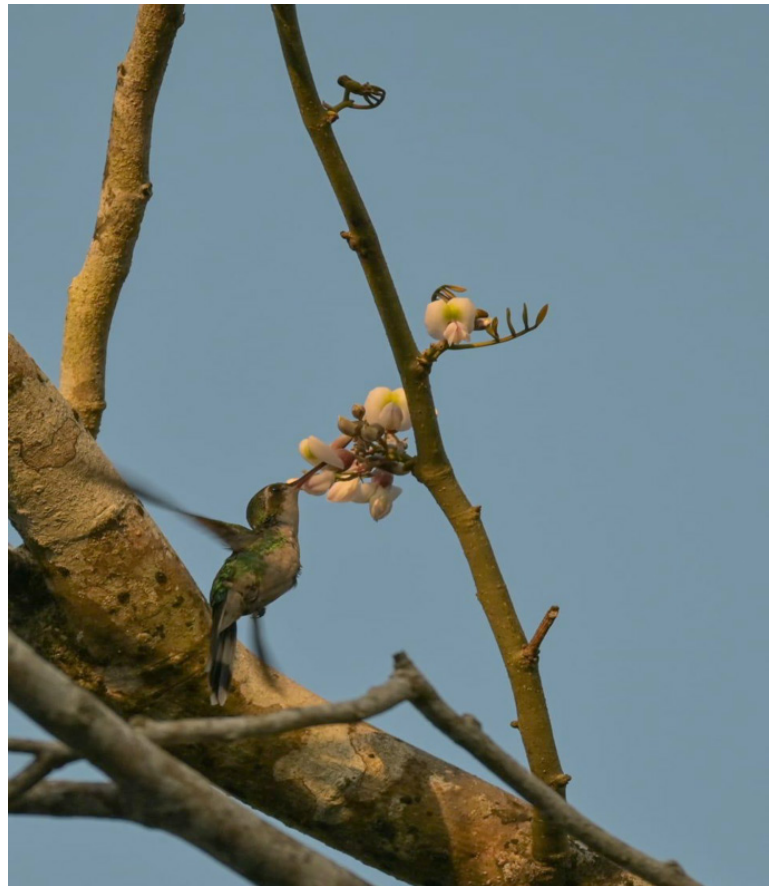


do su avistamiento en más de 20 años. Por ello, **es importante poner atención en las especies endémicas que aún podemos encontrar en la isla**, en especial aquellas que participan de manera importante en la interacción con otras especies y ayudan al mantenimiento de la diversidad vegetal, como el colibrí esmeralda.

Para conservar las poblaciones del colibrí esmeralda, existen diversas acciones que podemos implementar. Primero, es fundamental **diseñar programas de manejo de especies invasoras que ayuden a disminuir su impacto sobre las especies endémicas**. Es importante la participación conjunta entre la sociedad local, los científicos y las autoridades en la toma de decisiones para **solucionar y mitigar los efectos negativos de las actividades humanas, como la construcción de fraccionamientos**.

Por último, es importante **fomentar la investigación ciudadana y científica para obtener datos precisos** sobre el estado de conservación de las poblaciones del colibrí esmeralda y así poder desarrollar estrategias de conservación efectivas.

En conjunto, estas acciones nos permitirán preservar la especie y asegurar su supervivencia, garantizando un equilibrio en el frágil ecosistema de la isla.



Colibrí esmeralda de Cozumel alimentándose del néctar de las flores. Fotografía: Telmo-Villanueva.

#### Agradecimientos

A José Luis Andrade Torres, Elizabeth González, Olivia Zapata Martínez, Julio Salas Rabaza, Gabriela Aguilera y Manuela Salas Herrera por sus valiosos comentarios y sugerencias para la mejora de este artículo.



Lara-Rodríguez N.Z., Díaz-Valenzuela R., Martínez-García V., Mauricio-López E., Anaid-Díaz S., Valle O.I. y Ortiz-Pulido R. (2012). Redes de interacción colibrí-planta del centro-este de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2), 569-577. <https://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/965>

Macouzet T. (2023). *Aves de Cozumel*. <https://avesdecozumel.org/>

Morales-Contreras J., Martínez-Morales M.A. y Márquez-Luna U. (2020). Recursos florales usados por el colibrí esmeralda de Cozumel (*Chlorostilbon forficatus*). *Huitzil*, 21(1). <https://www.mexorn.org/index.php/huitzil/article/view/467>

# TECNOLOGÍA

## Aceite de aguacate y olivo, ¿benéficos contra el cáncer y la obesidad?

Alfonso Topete-Betancourt y Héctor Eduardo Martínez-Flores



[https://www.freepik.es/foto-gratis/vista-frontal-personas-cocinando-pizza-cocina\\_40132307.htm#fromView=search&page=2&position=24&uuid=4ac5f97c-cc9c-4afo-gdaa-2of80698a617](https://www.freepik.es/foto-gratis/vista-frontal-personas-cocinando-pizza-cocina_40132307.htm#fromView=search&page=2&position=24&uuid=4ac5f97c-cc9c-4afo-gdaa-2of80698a617)

**Alfonso Topete-Betancourt.** Posdoctorado en la Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[topetealfonso219@gmail.com](mailto:topetealfonso219@gmail.com)

**Héctor Eduardo Martínez-Flores.** Profesor-Investigador, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[hector.martinez.flores@umich.mx](mailto:hector.martinez.flores@umich.mx)

**S**eguramente te has dado cuenta de que en la etapa adulta de una persona es común padecer enfermedades degenerativas como la diabetes, la obesidad, diferentes tipos de cáncer, e hipertensión, entre otras. Hay diversos factores involucrados para presentar este tipo de enfermedades, por ejemplo, la falta de ejercicio, el estrés, una dieta baja en fibra, el consumo de alimentos procesados con conservadores, de mejoradores de sabores, de color, de edulcorantes artificiales, de aceites reutilizados en el freído con alto contenido



de grasas *trans*, el contenido de acrilamida y por los altos índices de contaminantes, entre otros. Todo este desorden emocional, ambiental y alimenticio está directamente relacionado con trastornos como la colitis, úlceras gástricas, estreñimiento y colon irritado que, a su vez, **se asocian como causantes del padecimiento de alguno de los más de cien tipos de cáncer**, además que inducen a la obesidad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha clasificado a **la obesidad y al cáncer como problemas de salud pública a nivel mundial**, haciendo un llamado a países como México, Estados Unidos y Canadá, a que implementen programas para reducir estos padecimientos, lo que significa, básicamente, realizar ejercicio y alimentarnos con productos más naturales. Por ejemplo, en el mediterráneo (España, Francia, Italia y Portugal), el cáncer de colon, próstata y mama, así como la obesidad, son menos comunes que en México y Estados Unidos de América.

#### Un vistazo al aceite de olivo

Resulta que se ha encontrado que en la gastronomía mediterránea está presente el vino tinto y el **aceite de olivo**, siendo este último el de mayor

importancia, puesto que, desde los primeros estudios, se observó que tenía la **capacidad de controlar los niveles de colesterol**. Diversas investigaciones llevaron a descubrir que uno de los principales responsables de esta actividad es la **biomolécula  $\beta$ -sitoesterol**, la cual inhibe la absorción del colesterol malo. Además, este aceite contiene **omegas 3, 6 y 9**, los cuales, por su consumo, **disminuyen tanto el nivel de triglicéridos como los riesgos de una colesterolemia**, ambos asociados con las enfermedades cardiovasculares.

Por otro lado, como la tecnología no se detiene, se han desarrollado técnicas más sensibles para el análisis del aceite, encontrando que **contiene biomoléculas** como el hidroxitirosol, tirosol, flavonoides, lignanos,  $\alpha$ -tocoferol, estilbenos, carotenos y escualeno, que son **capaces de intervenir en diversos mecanismos bioquímicos, así como en la prevención y potencial contra el tratamiento del cáncer**.

Lo anterior, porque sus **estructuras químicas son muy similares a los estrógenos esteroideos o estructuras moleculares de los vertebrados**. Esto es muy importante porque les permite actuar como moduladores para reducir los procesos de proliferación celular, estrés oxidativo e inducir apoptosis ce-



<https://pixabay.com/es/photos/aceite-de-oliva-aceitunas-comida-968657/>





<https://pixabay.com/es/illustrations/palta-aguacates-aguacate-saludable-8979115/>

lular (programación natural de muerte celular), así que son estas moléculas las que han posicionado al aceite de olivo como un agente de prevención de enfermedades degenerativas, pero...

### **Entonces, ¿el aceite de aguacate podría competir con el aceite de olivo?**

La respuesta es que sí, de hecho, ni siquiera necesitamos vivir en el mediterráneo para disminuir la posibilidad de padecer enfermedades mórbidas o degenerativas. Como sabes, entre otras tantas cosas, **en México se cultiva una gran cantidad de hectáreas de aguacate** (*Persea americana*), un árbol nativo de América con una antigüedad de más de ocho mil años de antigüedad; no la trajeron los españoles. Sin embargo, aunque existen tres variedades botánicas, hay más de 400 cultivares o híbridos que se cultivan en el mundo, **cuya diversidad está influenciada por el clima y tipo de suelo.**

No obstante, el cultivo del Hass es el que se ha convertido en un símbolo de sabor, color, olor, tamaño y consistencia únicos, y una marca de autenticidad mexicana, aunque su enorme demanda ha generado un aumento en el área de cultivo alterando ecosistemas, así como la biodiversidad endémica donde se produce, consecuencia, más bien, de una falta de planeación y de más estudios científicos que permitan seguir cultivando con el menor

de vida de quienes lo producen y **México cuenta con una cosecha que representa el 30 % a nivel mundial**, siendo el estado de Michoacán el que más produce y el principal exportador hacia Estados Unidos, Francia, Japón, Canadá, China, Chile y Australia, aunque hay una férrea competencia por estos mercados por parte de países como Perú, Chile, Países Bajos, España, Colombia, Kenia y Sudáfrica, quienes también se mantienen en la lucha por desplazar al aguacate mexicano.

Comúnmente, el aguacate se consume directamente en pequeñas porciones; no obstante, es el guacamole el platillo más representativo. Pero, **¿sabías que se están llevando a cabo investigaciones e innovaciones tecnológicas en el desarrollo de productos tipo *healthy* o sanos para diversificar el consumo de aguacate?** En la industria alimenticia, este fruto se procesa aplicando distintos métodos como el envasado de la pulpa a altas presiones, el liofilizado que permite conservar la mayoría de sus propiedades, o el secado por aspersion. Este último provoca cambios más notorios en color, sabor y valor nutrimental. Los procesos mencionados anteriormente permiten aumentar su vida de anaquel.

Por otro lado, **se están estudiando las propiedades de las diferentes partes del aguacate,**



como la cáscara, pulpa y semilla, encontrándose diversos compuestos, algunos de ellos **tienen aplicaciones terapéuticas**, como en el tratamiento contra la psoriasis que es una enfermedad de la piel, o la aterosclerosis, entre otras. **Los atributos de sabor y textura** en el aguacate **se deben al contenido de aceite**, y para su obtención se aplican diferentes etapas de proceso, en la que cada una tiene un impacto en la calidad nutricional. Los procesos de extracción aplicados son extrusión, con el uso de disolventes, prensado, separación con agua a alta temperatura y el método *cold-press* o prensado en frío, siendo este último el más utilizado industrialmente.

Los aceites **se clasifican en aceite crudo** (sin ningún tipo de tratamiento), **refinados y extra refinados**, a través de parámetros como el índice de acidez, valor peróxido, constantes K<sub>270</sub> y K<sub>232</sub>. Con el refinado se producen aceites cristalinos, resistentes a la rancidez, con vida de anaquel mayor; cabe mencionar que **la calidad del aceite de aguacate varía dependiendo de la región y condiciones de cultivo**. Esta variación se observa en la relación del contenido de ácidos grasos saturados respecto al

contenido de omegas 3, 6 y 9, así como la cantidad de antioxidantes.

#### Similitudes de los aceites de olivo y de aguacate

El **aceite de aguacate sin refinar**, principalmente, y de frutos en estado de madurez óptimo, **es el que contiene compuestos relevantes en la prevención del cáncer**, como el hidroxitiroso, tiroso,  $\alpha$ -tocoferol, lignanos, flavonoides y escualeno, que han sido usados en modelos con roedores de laboratorio o células cancerosas (Caco-2). **Estos compuestos se encuentran en el aceite de olivo**, resaltando su importancia entre el resto de los aceites.

El análisis de los aceites de oliva y aguacate tienen especial valor cuando se conocen algunas cifras de personas con cáncer. Por ejemplo, en México, en 2018, de un total de 190 667 casos de cáncer, murieron 83 476 pacientes, y las cifras siguen aumentando, mientras que **la obesidad es el principal problema público de México**, ocupando el primer lugar en el mundo tanto de adultos como de niños. Por si fuera poco, en 2019, el 12 % de los decesos de la **población masculina**, entre 30 a 59



[https://www.freepik.com/free-photo/weight-loss-scale-with-centimeter-top-view\\_13807346.htm#query=obesidad%20aguacate&position=9&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.com/free-photo/weight-loss-scale-with-centimeter-top-view_13807346.htm#query=obesidad%20aguacate&position=9&from_view=search&track=ais)

años, se debió a **cáncer de colon o rectal**, seguido por tumores de estómago (10 %) y de tráquea (8 %). Con relación a las **mujeres**, el 23 % de las muertes fueron por tumores de **cáncer de mama**, seguido por el cuello de útero (13 %). Y, desafortunadamente, el cáncer más común en niños es el de **leucemia linfoide**, que se presenta en una población de 0 a 19 años.

Michoacán, uno de los estados con pocos casos de cáncer en comparación a Sonora y Veracruz, trató a 5 860 pacientes con cáncer uterino, colon y de mama en adultos, además de leucemia y sistema nervioso en 160 menores, según informó en 2020 la Secretaría de Salud de Michoacán (SSM).

El potencial anticanceroso del aceite de aguacate representado por el contenido de compuestos fitoquímicos antes mencionados, han mostrado una probable protección contra el cáncer de colon debido a la interacción con los radicales libres que inducen inflamación y proliferación, migración e invasión celular, a través de la regulación de rutas bioquímicas que controlan la expresión de genes relacionados con el cáncer. **Si se aumentara el consumo tanto de pulpa como de aceite de aguacate, podría representar para México, lo que el aceite de oliva para el mediterráneo;** esto se traduciría en mayor ingesta, básicamente, de escualeno que actualmente es de 30 mg/día, mientras que en el mediterráneo es de 200 a 300 mg/día en promedio, ¡sí que hay diferencia! Se sabe que **el escualeno** es muy importante, ya que al estar presente en suficiente cantidad en la célula, **genera un ambiente**

**de estrés oxidativo en las células cancerosas**, controlando indirectamente la inflamación o crecimiento tumoral.

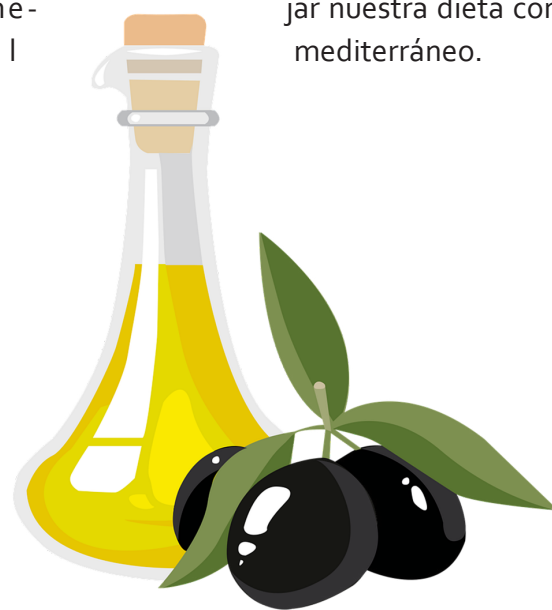
Otro aspecto fundamental es que el **consumo de las biomoléculas** presentes en el aceite de aguacate, potencialmente **ayuda a mantener nuestra microbiota intestinal saludable**, permitiendo el desarrollo de bacterias benéficas para el correcto funcionamiento de nuestro intestino y así tener tanto una **mejor absorción de nutrimentos como una mayor protección contra patógenos** responsables de inducir desórdenes fisiológicos o enfermedades que aumentan la posibilidad de padecer cáncer u obesidad.

En la actualidad, se llevan a cabo investigaciones en modelos celulares para explorar y comprender a fondo el comportamiento del aceite de aguacate y de olivo en la malformación y desarrollo celular. Estos productos funcionales podrían ser integrados a la dieta en casos con problemas de cáncer u obesidad, al mismo tiempo que **su consumo en personas sanas contribuiría a prevenir o disminuir el padecimiento de enfermedades mórbidas** como se le ha atribuido al aceite de olivo dentro de la dieta mediterránea. En México somos productores de aguacate y vinos tintos, por lo que contamos

aseme-

d e l

con la disponibilidad de  
jar nuestra dieta con la  
mediterráneo.



Castorena-García J.H., Rojas-López M., Delgado-Macuil R. y Robles-De la Torre R.R. (2011). Análisis de pulpa y aceite de aguacate con espectroscopia infrarroja. *Conciencia Tecnológica*, 42, 1-6. <https://www.redalyc.org/pdf/944/94421442002.pdf>

Rodiles-López J.O., Arriaga-Martínez L.P., Martínez-Flores E.H., Zamora-Vega R., García-Martínez R.M. (2018). Development of an added tortilla with avocado and no-

pal flours and its effect on the reduction of cholesterol, triglycerides and glucose in rats. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 2, 71-77. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971083009.pdf>

Pérez-Rosales R., Villanueva-Rodríguez S. y Cosío-Ramírez R. (2005). El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. *e-Gnosis*, 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/730/73000310.pdf>



# UNA PROBADA DE CIENCIA

*La luz del norte*

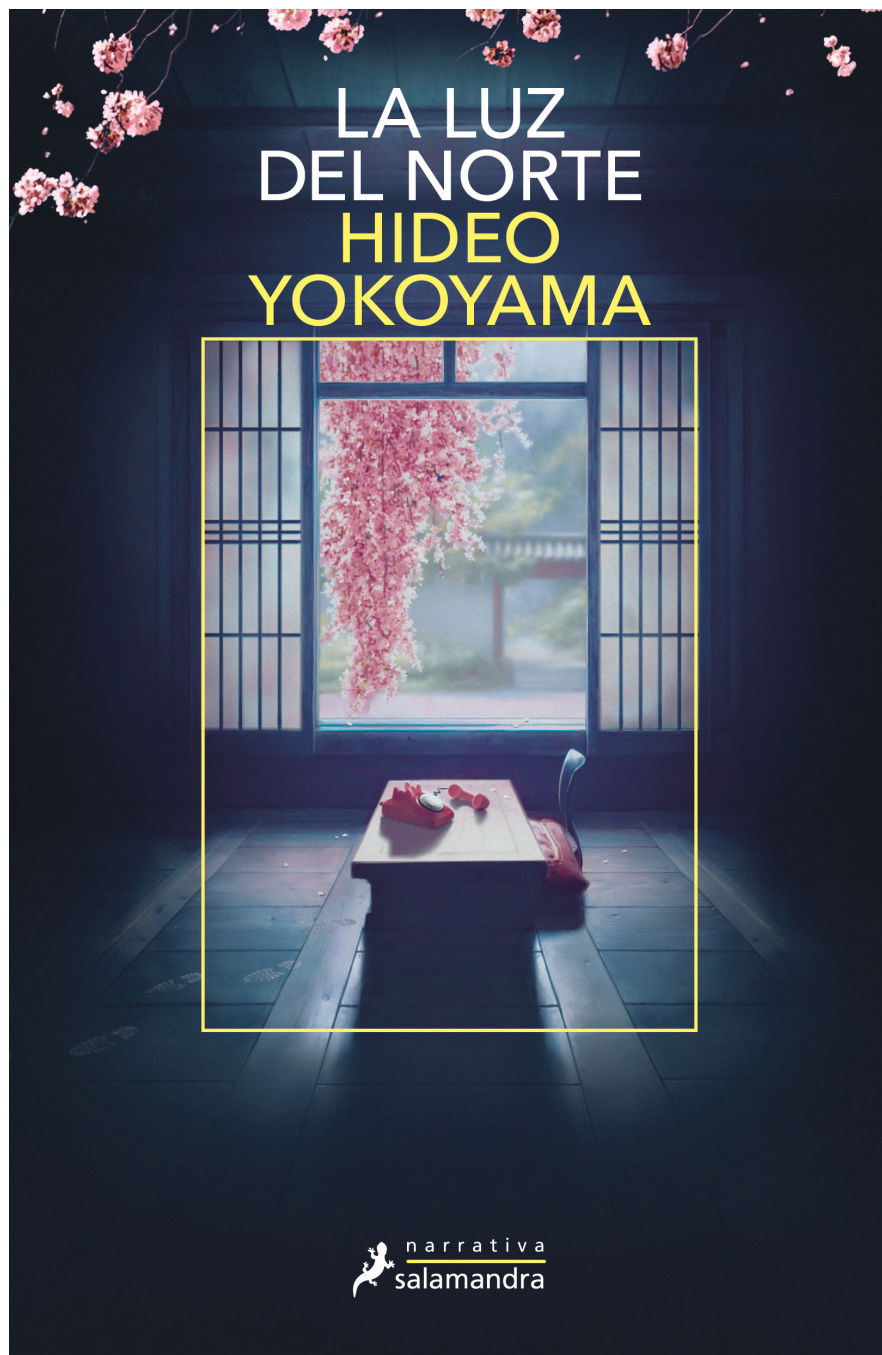
Horacio Cano Camacho



Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
horacio.cano@umich.mx

**H**oy voy a recomendar una novela negra, un *thriller*; pero también es una oda a la arquitectura, en particular a la japonesa. Este libro es una obra que parte de una idea aparentemente sencilla sobre un arquitecto fracasado que ha dejado de tener sueños y ambición. Al parecer, un problema serio en la sociedad japonesa donde se valora la autoexigencia laboral, al grado que los que tienen «éxito» es porque abandona-





ron su vida personal para consagrarse de lleno a la actividad laboral en las todopoderosas compañías que impulsan y sostienen ese modelo.

*La luz del norte* es la segunda novela en español del escritor japonés Hideo Yokoyama (Salamandra, 2024), autor que alcanzó proyección internacional como escritor de novela negra con *Seis cuatro* (Salamandra, 2021).

Minoru Aose es un arquitecto con un futuro brillante, trabajador incansable de unos de los estudios de arquitectura más renombrados de Japón y con una vida cómoda y feliz al lado de su esposa, una diseñadora también de mucho renombre. Jóvenes, ambos, se ven atrapados por el sistema

laboral que exige de ellos olvidar su propia vida y, poco a poco, su matrimonio se va desmoronando sin que ninguno caiga en cuenta. La crisis, que ya se anuncia inexorable, se precipita cuando estalla la burbuja inmobiliaria que afectó a buena parte del mundo occidental. Aose es despedido —como tantos otros trabajadores— y su vida, con dificultades de comunicación, aislamiento y competencia, lo frustran por completo, cae en la abulia y termina definitivamente su matrimonio.

Pero Aose, que es un profesional de origen humilde y muy talentoso, es rescatado por un antiguo compañero de estudios, Okajima, para trabajar en la compañía de este, la pequeña agencia Tokorozawa. Allí lucha con sus demonios, su sentido de fracaso y con una gran frustración. Desde pequeño, Aose sentía gran fascinación por la arquitectura y por la naturaleza, por lo que se propuso construir edificios únicos... Y tiene el talento para hacerlo.

La oportunidad llega cuando la familia Yoshino, en Shinano-Oiwake, le encarga un proyecto único: «Construya una casa donde usted mismo querría vivir». Esta sentencia despierta al diseñador y le permite expiar el trauma de no haber diseñado nunca la casa para su familia, antes de que el fracaso lo alcanzara. Con obsesión y gran determinación, diseña y construye la «Residencia Y», un proyecto que mezcla la arquitectura tradicional japonesa y las ideas del arquitecto alemán Bruno Julius Florian Taul (1880-1938), quien cam-

La oportunidad llega cuando la familia Yoshino, en Shinano-Oiwake, le encarga un proyecto único: «Construya una casa donde usted mismo querría vivir». Esta sentencia despierta al diseñador y le permite expiar el trauma de no haber diseñado nunca la casa para su familia, antes de que el fracaso lo alcanzara. Con obsesión y gran determinación, diseña y construye la «Residencia Y», un proyecto que mezcla la arquitectura tradicional japonesa y las ideas del arquitecto alemán Bruno Julius Florian Taul (1880-1938), quien cam-



bió el diseño europeo-occidental por elementos de la cultura japonesa como la madera y el bambú.

Minoru Aose diseña una gran obra para la familia Yoshino, con gran creatividad e imaginación, casi como si estuviera, efectivamente, «construyendo la casa donde él mismo viviría», al grado de ser considerada como una de las grandes obras en la «Selección de doscientas casas de la era Heisei», el periodo imperial iniciado con el ascenso de Akihito como el 125º emperador de Japón.

Lo que la hace destacar es la ubicación, los materiales y en especial el juego de la luz. La casa da al bosque y a las montañas, pero la disposición de ventanas y chimeneas de luz logra efectos inusitados que a Aose le recuerdan los bosques y las cañadas donde él mismo vivió de niño, como un nómada hijo de una familia que se dedicaba a trabajar en la construcción de presas en el periodo de consolidación de la economía japonesa en los años 60.

La vida de nuestro arquitecto da un vuelco cuando otros clientes potenciales le piden conocer la ya prestigiada «Residencia Y». No obstante, son los mismos clientes quienes luego le señalaron que allí parecía no vivir nadie. Aose se siente frustrado porque no sabe qué es lo que pasa, pues la familia estaba feliz con la obra lograda y entendía que la habitaría de inmediato, pero ya no responden a sus llamados para pedir el consentimiento de que otros clientes visiten la casa, lo que le hace suponer que los dueños finalmente despreciaron su creación.

Frustrado, visita personalmente la casa para descubrir que no existe rastro de haberse

ocupado nunca, ni hay pistas sobre el paradero de los dueños. Solo una escena llama su atención. En la segunda planta hay una silla solitaria, pero no cualquier silla. Esta parece una reproducción exacta de una construida por el famoso dibujante y arquitecto Bruno Taut y se encuentra colocada de manera que recibe de la chimenea de luz, la luz del norte.

Comienza así un viaje de descubrimiento de lo que pudo haber sucedido con la familia Yoshino y el abandono de la obra de sus sueños. Este viaje es un recorrido por la arquitectura japonesa y su influencia en muchos artistas occidentales que vieron en ella un ejemplo de integración estética con el ambiente y la sustentabilidad por el uso de materiales tradicionales.

Esta es una obra de misterio, un *thriller* muy bien escrito, tanto que apasiona por lo fino de la construcción de la historia, pero, aún más, por sus referencias a la arquitectura y el arte en general del país de oriente. Muy recomendable para todos.



# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## Carbono neutralidad y cambio climático

Yazmín Rubí Córdoba-Mora y Victorino Morales-Ramos



[https://www.freepik.com/free-photo/climate-change-concept-collage\\_19332541.htm#query=cambio%20clim%C3%A1tico&position=0&from\\_view=search&track=ais](https://www.freepik.com/free-photo/climate-change-concept-collage_19332541.htm#query=cambio%20clim%C3%A1tico&position=0&from_view=search&track=ais)

**Yazmín Rubí Córdoba-Mora.** Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Estudiante del Programa de Innovación Agroalimentaria Sustentable. Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México.  
[cordoba.yazmin@colpos.mx](mailto:cordoba.yazmin@colpos.mx)

**Victorino Morales-Ramos.** Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Ciencia y Tecnología del Café. Profesor Investigador, Programa de Innovación Agroalimentaria Sustentable, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México.  
[vicmor@colpos.mx](mailto:vicmor@colpos.mx)

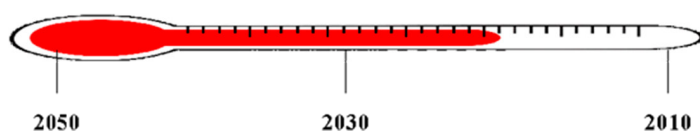
Las **actividades económicas** que realizamos los seres humanos **requieren de energía**, la cual en su mayoría proviene de la quema de combustibles fósiles, como gasolina, combustible y diésel que, al quemarse, **producen gases de efecto invernadero (GEI)**, entre los cuales se encuentran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano, óxido nitroso, entre otros, de nombre y simbología más compleja. Estos gases **han existido desde hace millones de años en la Tierra** y las cantida-



des en las que se encontraban presentes en el aire (atmósfera) permitieron mantener la temperatura media óptima para que se desarrollara la vida en el planeta. En los últimos años, **la concentración de estos gases ha aumentado**, dificultando a la atmósfera la liberación de calor hacia el espacio, o bien, su recirculación e incorporación a los ciclos de vida. **El aumento en la temperatura**, provocado por el cambio climático, ha ocasionado que el planeta se caliente, **fenómeno conocido como calentamiento global**.

### Cambio climático

El planeta Tierra es un ente viviente, con corrientes de aire frío y caliente, así como de agua fría y caliente de los mares bien establecidas; pero **el cambio en las cantidades de GEI** presentes en el aire, ha ocasionado que los patrones de estas corrientes cambien, ocasionando una convulsión del clima conocida como cambio climático, cuya **principal consecuencia es el calentamiento global**, al cual se le acusa de provocar una reducción en el rendimiento de cultivos, aumento de plagas y enfermedades, tanto en plantas como seres humanos,



Efectos del cambio climático. Elaboración propia.

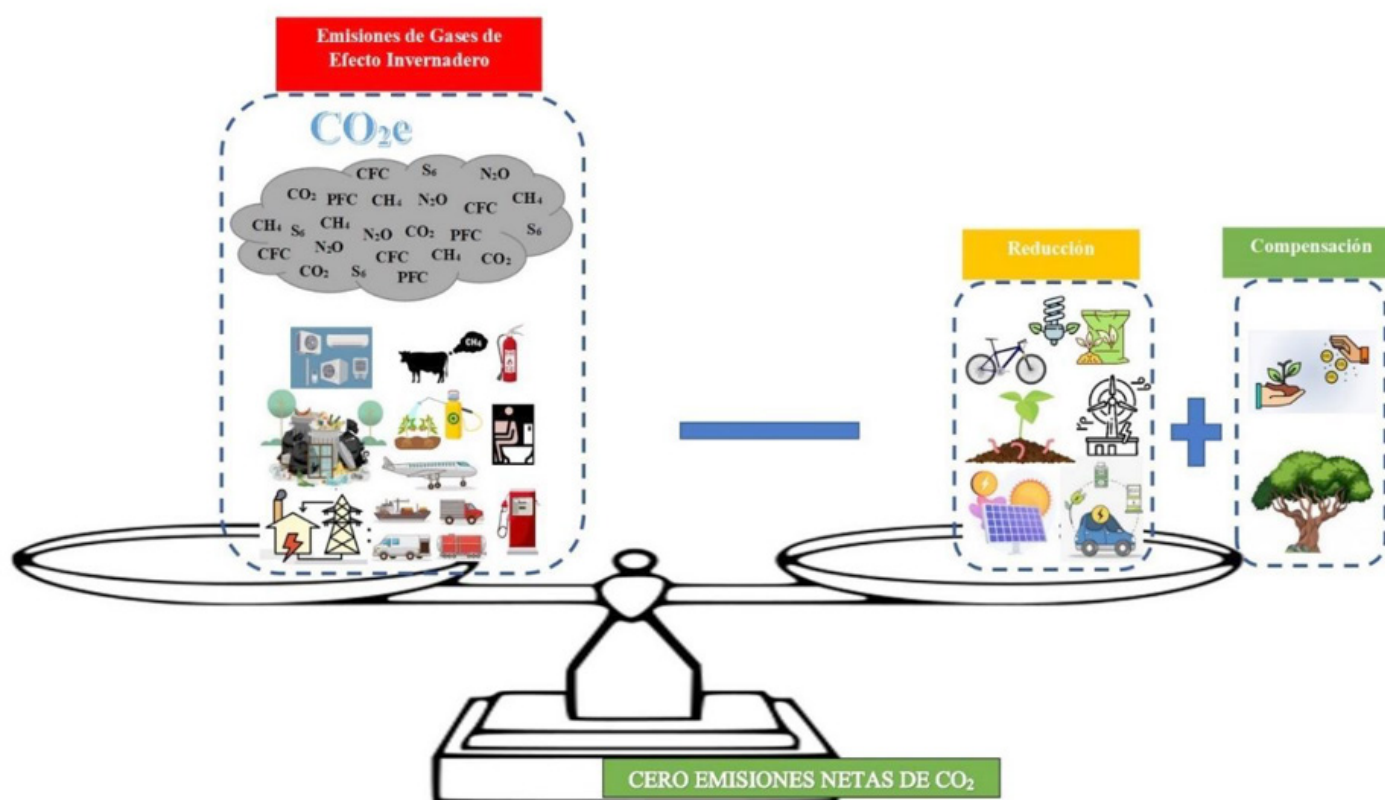
inundaciones, sequías, olas de calor, entre otros **desastres naturales**. Resulta entonces razonable tratar de disminuir, tanto a nivel personal como a nivel país, la emisión de estos gases, especialmente del CO<sub>2</sub>, el cual tiene un mayor efecto sobre el cambio climático.

Los esfuerzos y compromisos a nivel país para enfrentar los retos del calentamiento global se han dado en las Conferencias de las Partes (COP), que iniciaron en 1992 con el establecimiento del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Posteriormente, de la COP3 derivó el **Protocolo de Kioto**, que es el **primer compromiso internacional para la reducción de las emisiones de GEI**. Este protocolo fue la pauta para que, durante la COP21, se aprobara el Acuerdo de París, donde los países participantes se comprometieron a disminuir significativamente sus emisiones en una fecha límite. En 2020, se estableció el precio del carbono como mecanismo de mitigación y desarrollo sostenible, mientras que durante la COP26, en 2021, se trataron temas relacionados con el uso de energía sostenible hacia una economía neutra en carbono.

### ¿Qué es carbono neutralidad?

Carbono neutralidad surgió como **iniciativa estratégica de las negociaciones COP para llevar a cero las emisiones de GEI**, con el fin de contrarrestar los impactos negativos ocasionados por el cambio climático, a través de medidas de mitigación que permitan reducir el consumo energético y la implementación de prácticas sostenibles y sostenibles a largo plazo.

No obstante, alcanzar la neutralidad es una tarea compleja, por lo que se desarrolló un **sistema de compensación a través de créditos de carbono** para aquellas emisiones de GEI que no puedan ser mitigadas; es decir, **si alguien no puede reducir sus emisiones, le puede pagar a alguien más para que las reduzca por él**, sembrando o cultivando árboles, por



Fórmula para lograr la Carbono Neutralidad. Elaboración propia.

ejemplo. Se trata de una compra-venta de derechos, ya sea entre organizaciones, personas, e inclusive países, representando un beneficio económico para quien los oferta y un beneficio ambiental para quien los adquiere.

La estrategia de la carbono neutralidad se representa a través de una fórmula en la que se establece el total de emisiones de GEI, menos reducciones y menos compensación que es igual a cero. Para implementar la estrategia de carbono neutralidad **se requiere cuantificar las emisiones totales de GEI, así como las cantidades mitigadas o reducidas de estos gases en el sistema**, para ello, se emplea la huella de carbono como una métrica para cuantificar las emisiones de GEI en diferentes etapas de los sistemas productivos. Es importante destacar que, **para hacer el cálculo, todas las emisiones se deben convertir con su equivalente a CO<sub>2</sub>**.

En el caso del café tostado y molido, la cadena de valor está conformada por los eslabones de la fase agrícola, procesamiento (beneficiado húmedo y seco), tueste, molienda, distribución y consumo. Entonces, si nos enfocamos en el pri-

mer eslabón (que por cierto representa uno de los mayores porcentajes de emisiones de GEI, cuando usa fertilizantes químicos), vemos que el **uso de abonos orgánicos es una alternativa de mitigación**, competitiva en términos económicos, con la compra de fertilizantes químicos. De igual forma, sucede con la quema de combustibles fósiles —combustóleo, diésel o gas— para el secado de café; es decir, si se implementan técnicas como el **uso de secadores solares**, el importe a pagar por el empleo de combustibles y electricidad también disminuye.

La **Agenda 2030 para el desarrollo sostenible**, aprobada por la Asamblea de las Naciones Unidas (ONU) en 2015, presenta **17 objetivos para combatir un conjunto de males que afectan a la humanidad y al planeta** en el que vivimos, entre ellos, el cambio climático. El objetivo de desarrollo sostenible (ODS) 13 establece la necesidad de **monitorear los niveles de CO<sub>2</sub>** para asegurarnos de que su trayectoria alcista cambie de dirección en el mediano o largo plazo. Para cuantificar los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico, se usan metodologías de análisis plasmadas en normas, tales como la



ISO14064-1, la PAS 2050 y el *GHG protocol*, que sirven como guía para la cuantificación de emisiones netas. Sin embargo, **cada país adapta sus propias políticas para lograr su objetivo** fijado con respecto a la reducción de emisiones de GEI.

La **carbono neutralidad es un concepto relativamente nuevo**, con muy poca información al alcance de productores, profesionales y público en general, quienes no están familiarizados con el concepto y su **importancia como herramienta para acreditar la huella de carbono que estamos generando en la producción de bienes y**

**servicios**. Documentar el balance, en cualquier actividad económica, entre el carbono generado y el consumido, brinda información sobre la cantidad de créditos de carbono que una empresa debe pagar para estar en condiciones de proclamarse como un negocio de cero emisiones o carbono neutral. La condición de empresa de cero emisiones brindará una ventaja competitiva a cualquier negocio en el futuro cercano, además de los beneficios que brindará al planeta en la tarea conjunta de mitigar los efectos del cambio climático.



Metodologías para el cálculo del carbono neutralidad. Gases de Efecto Invernadero. Elaboración propia.



Informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2023). <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>

Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHGP). (2023). Estándar Corporativo de Contabilidad y Repor-

te. [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/protocolo_spanish.pdf)

Schneider H. y Samaniego J. (2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf)

# LA CIENCIA EN EL CINE

## *Alien: Romulus*

Horacio Cano Camacho



**Horacio Cano Camacho**, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[horacio.cano@umich.mx](mailto:horacio.cano@umich.mx)

**A** mí, las secuelas del cine suelen no gustarme, salvo algunas excepciones. Así que fui con toda la incredulidad del mundo a ver el estreno de la octava película, secuela de una de mis favoritas: ***Alien, el octavo pasajero*** (1979, Ridley Scott), un clásico de la ciencia ficción y el terror cósmico.



Esta película dejó huella en el cine por varias razones. Entre otras cosas, se adelantó a transformar el papel de la mujer en el cine, trastocando el rol de género que solía mostrar a una damisela en peligro rescatada por un hombre para darle a la mujer el papel central y mostrar que ellas pueden defenderse por sí mismas y que suelen ser más racionales. Ellen Ripley, interpretada por Sigourney Weaver, es uno de los primeros personajes femeninos fuertes y complejos en una película de acción y ciencia ficción. Su personaje rompió con los estereotipos de género de la época, presentando a una mujer como la protagonista y superviviente en una situación extrema. Ripley se convirtió en un icono feminista y en un modelo a seguir en el cine.

Pero esa película tiene aún más. Logró una combinación muy novedosa de ciencia ficción con el género de horror, creando un estilo de «terror espacial» único. El diseño de producción fue espectacular, creando un ambiente oscuro y opresivo (gótico, se dijo en su momento) que, por sí mismo, causaba una profunda sensación de agobio en los espectadores. La película aborda temas como la supervivencia, la naturaleza del miedo y el peligro de lo desconocido. Rompe con la idea de especies «inteligentes» y humanoides en el espa-

cio para mostrarnos a un ser, el xenomorfo (o el Alien), totalmente dominado por sus instintos de cazador y «egoísta», dispuesto a sobrevivir a pesar de todo y de todos.

La película también aborda, como un intertexto, la explotación corporativa y la deshumanización con la tripulación de la Nostromo, siendo enviada a una misión peligrosa sin tener conocimiento completo de ella, un tema que resuena con las preocupaciones sobre la ética empresarial.

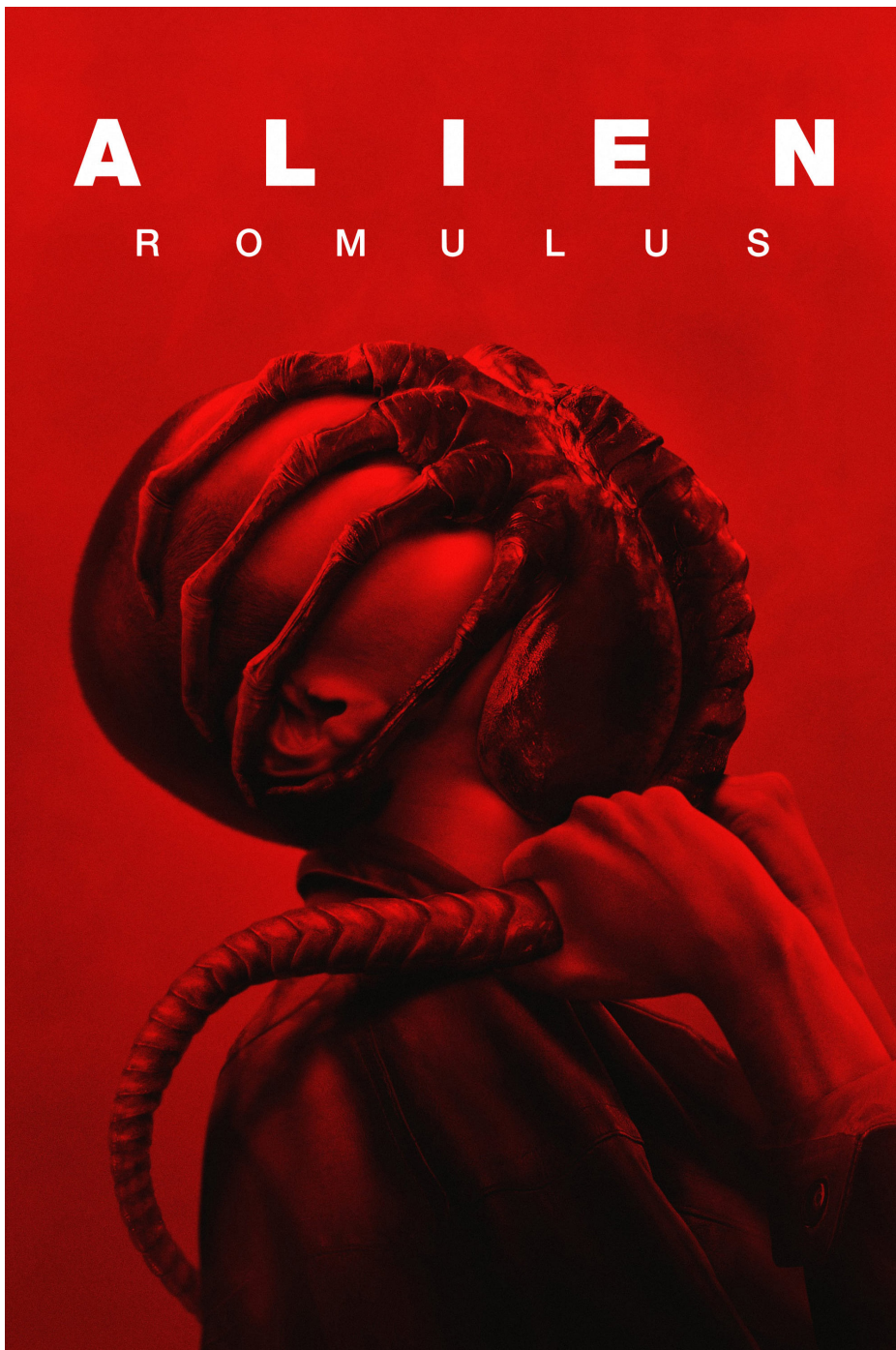
El éxito absoluto de su exhibición trajo consigo una serie de secuelas y precuelas de calidad muy dispar, desde algunas películas respetables hasta verdaderos «churros». La precuela *Prometheus* (2012) y su derivada *Alien: Covenant* (2017), aunque muy bien realizadas y producidas (dirigidas por el mismo Ridley Scott), cayeron en un rollo *new age*, defendiendo la idea de la siembra de la humanidad en la Tierra por «seres superiores» en el pasado, casi como si fueran guiones elaborados por seguidores de alguna religión moderna, mostrando una enorme cola de cine pretencioso y moralista.

De manera que no tenía motivos para ver esta nueva cinta, pero las buenas críticas y un director latino detrás, además de no tener nada que



# A L I E N

R O M U L U S



hacer un viernes por la noche, me llevaron al cine.

Estamos, sin duda, ante la mejor de las películas de la saga, después, claro, de la primera y la segunda. Es un regreso a los orígenes, a su atmósfera de terror visceral, muy al estilo lovecraftiano y gótico. La cinta hace un homenaje al octavo pasajero y contiene chispas de referencias a varias de las otras películas, incluso un homenaje velado a *2001: Odisea del espacio*.

El director, Fede Álvarez (Uruguay), recrea la atmósfera retrofuturista de la película número uno. El diseño de producción retoma las computadoras con monitor verde óptico de los ochenta

e imagina el futuro con ese alcance propuesto por Ridley Scott para el *Alien, el octavo pasajero*, también con una estética de un mundo industrial desgastado, feo, sin luz y de lluvia perenne.

Los personajes son un grupo de jóvenes colonos de alguna luna minera que no ven futuro para sus vidas, controladas hasta la muerte por las corporaciones y quienes deciden huir hacia una luna «libre», fuera del control de las empresas. Su destino, de no hacerlo, es morir en las minas, en un ambiente tóxico e irrespirable.

El personaje principal es la huérfana Rain, interpretada magníficamente por Cailee Spaeny, y su torpe hermano adoptivo Andy, un replicante sintético, interpretado con exquisitos matices por David

Jonsson. Uno de estos jóvenes ha detectado una nave abandonada que vaga solitaria por el espacio y está a punto de chocar con el cinturón de asteroides del planeta, destruyéndose inexorablemente. Su idea es abordar esa nave y recuperar las cámaras de criopreservación para usarlas en su propia nave, reconstruida con chatarra, y lograr llegar a la luna libre, un viaje que les tomará nueve años. Para desbloquear lo necesario en la nave abandonada, se requiere de la ayuda del androide Andy, aprovechando su condición de propiedad de la empresa.



Ante la falta de futuro, los jóvenes vuelan hacia la nave y se acoplan a ella, felices de la esperanza de vida futura, pero algo que no estaba en sus cálculos se esconde en esta trampa.

Resulta que la nave vagabunda es, en realidad, una estación espacial, creada con algún propósito experimental que descubriremos en el primer minuto de la cinta, por lo que me atrevo a mencionarlo. La empresa mandó una misión para «recuperar» el xenomorfo lanzado al espacio en ***Alien, el octavo pasajero*** por Ellen Ripley, en su lucha por sobrevivir. La corporación, sin escrúpulos, quiere usar a esa criatura con algún fin inconfesable. Recordemos que, en la primera cinta, envían a la tripulación de la nave Nostromo para investigar una «extraña» señal de auxilio que resulta ser una misión secreta para traer a la Tierra una forma de vida muy compleja y peligrosa para usarla en la guerra.

Los jóvenes descubrirán así que la tripulación de la estación espacial fue exterminada por el xenomorfo y ahora ellos deben sobrevivir en un

micromundo terrible que recuerda a la *Alien* original en una lucha absolutamente asimétrica.

No les cuento más. Creo que, con todos sus «fallos», inevitables cuando se trata de comparar con la cinta original, ya un clásico de toda la historia del cine, esta propuesta es muy digna y disfrutable. Lo único innecesario de mi aventura en el cine fue una brutal sacudida, mojada y despeinada en la sala 4Dx que hasta las palomitas me tiró. Unos efectos que considero no aportan nada; mi imaginación es más que capaz de construir todo el ambiente de terror sin que me distraigan con una batidora mega gigante.

Existen en la película muchos elementos para discutir desde la perspectiva de la ciencia, como la minería espacial, la colonización del espacio y la posibilidad de vida más allá de nuestro planeta, además de aspectos éticos y estéticos que necesitan analizarse. Pero no quiero arruinar la sorpresa por lo reciente del estreno. Véala y seguro regresaremos a esos temas en *Saber Más*, revista de divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.





# NATUGRAFÍA

## Langur de Thomas (*Presbytis thomasi*)

\* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Una tierna escena de madre y cría que me regalaron este par de langures de Thomas y que tuve la oportunidad de capturar a través de mi lente en la selva tropical de Sumatra.



# INFOGRAFÍA

## Reconocimiento a investigadores nicolaitas por el SNII (CONAHCYT-2024)

Rafael Salgado Garciglia

NIVEL	MUJERES	HOMBRES	TOTAL
Candidatos	59	50	109
Nivel I	131	228	359
Nivel II	33	82	115
Nivel III	4	33	37
Emérito	1	4	5
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>	<b>397</b>	<b>625</b>

El Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNII) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), en la más reciente convocatoria (5 de julio, CONAHCYT-2024), otorgó reconocimientos a investigadores de nuestra universidad: nuevos miembros, promoción en los diferentes niveles (I, II y III) y dos nuevos investigadores eméritos.

Los investigadores Dra. Catherine Rose Etinger Mc Enulty de la Facultad de Arquitectura y el Dr. Carlos Antonio Martínez Palacios del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, recibieron el reconocimiento como eméritos, por lo que nuestra universidad ahora cuenta con cinco investigadores eméritos, sumándose al Dr. Carlos Cervantes Vega del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Dr. Mario Teodoro Ramírez Cobán del Instituto de Investigaciones Filosóficas y al doctor Christian Johannes Schubert Baumgartel del Instituto de Físico-Matemáticas.

Con las promociones de esta convocatoria, los niveles II y III se vieron favorecidos, representando un aumento en el número de investigadoras. Actualmente, la Casa de Hidalgo cuenta con 625 investigadores en el SNII, de los cuales 228 son mujeres y 397 son hombres.

Este número de investigadores e investigadoras es indicio de que, en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la investigación científica, los diversos programas de posgrado y la formación de recursos humanos, son de alta calidad. Cada año, este número ha incrementado debido, en gran parte, al apoyo que se ofrece desde la administración central por parte de la Dra. Yarábí Ávila González, a través de la Coordinación de la Investigación Científica, a cargo del Dr. Jesús Campos García.

<https://www.cic.umich.mx/noticias/52-noticias-cic/5145-nuevos-nicolaitas-promocionados-en-el-sistema-nacional-de-investigadoras-e-investigadores-del-conahcyt-2024.html>

