



**Ciencia y
Tecnología**

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación



Eco-Lógico

Revista de divulgación científica

**HECHO EN
INECOL**

¿Nidos de
escarabajos en
cadáveres?

**JÓVENES
CIENTÍFICOS**

¿Ver el color verde
tiene ventajas?

**ANÉCDOTAS DE
BOTAS Y BATAS**

¡Fue como estar en un
videojuego!

CIENCIA HOY

¿Las plantas
hacen sonidos?

TRIVIAS Y ARTE

Hormigas, pingüinos y
jardines botánicos

Publicación
trimestral
ISSN 2954-3355

Año 6 Vol. 6 No. 2,
abril-junio,
(verano) 2025

Eco-Lógico

Año 6 / volumen 6 / número 2 / abril-junio (verano) 2025,
Instituto de Ecología, A.C.

Dr. Armando Contreras Hernández (Director General),
Dr. Gerardo Mata Montes de Oca (Secretario
Académico), Dr. Oscar Luis Briones Villareal (Secretario
de Posgrado), Dra. Betsabé Ruiz Guerra (Secretaría
Técnica) L.A. Dra. Indra Morandin Ahuerma (Directora
de Administración y Finanzas).

Responsables y Coordinadores Generales:

Ma. Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G. García-
Franco, Armando Aguirre Jaimes; Coordinación de
recepción de contribuciones:

eco-logico_MS@inecol.mx; Coordinación de diseño y
formación: M. Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G.
García-Franco, Armando Aguirre Jaimes, Vinisa Romero
(vinisadrive@gmail.com);

Apoyo informático: Alberto Rísquez Valdepeña;

Distribución general: Oficina de Enlace con la
Sociedad. Consejo de Editores Asociados y
Colaboradores: Carlos Frago, Armando Aguirre
Jaimes, Frédérique Reverchon.

Eco-Lógico, año 6, volumen 6, No. 2, abril-junio (verano)
2025, es una publicación trimestral editada por
el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a
Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073,
[https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-
item-25/eco-logico](https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico). Editor responsable: Ma. Luisa
Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al
Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN
2954-3355, ambos otorgados por el Instituto Nacional
del Derecho de Autor. Responsable de la última
actualización de este Número: Debora Lithgow,
carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa,
Veracruz, C.P. 91073, fecha de última modificación, 21 de
junio de 2025.

El contenido de los artículos es responsabilidad de las
autoras y los autores. La adecuación de materiales,
títulos y subtítulos le corresponde al equipo editorial y
al consejo editorial.

Se permite la reproducción parcial o total de los textos e
imágenes contenidos en esta publicación citando la
fuente como "Eco-Lógico, revista de Divulgación del
Instituto de Ecología, A.C." Cualquier comunicación
dirigirla a eco-logico_MS@inecol.mx.

Fotografía de portada: Ana Martínez

Fotografía de prólogo: Vinisa Romero

Navegador recomendado: Google Chrome





Este año celebramos el 50 aniversario de la fundación del INECOL, un centro de investigación de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SEHCITI). Entre las misiones más destacadas del INECOL está la de contribuir al conocimiento de la biodiversidad del país y, desde sus inicios, se ha mantenido firme en este propósito. **El INECOL es una institución ejemplar que incentiva y preserva este conocimiento.** Alberga tres colecciones reconocidas a nivel nacional e internacionalmente dos herbarios: el herbario XAL, ubicado en las instalaciones de Xalapa; el herbario IEB, en la sede Pátzcuaro; y la colección de insectos IEXA también en Xalapa. Las siglas por las que se conocen las colecciones son otorgadas por organismos internacionales. El herbario XAL incluye un poco más de 370,000 especímenes de hongos, musgos, helechos, gimnospermas y plantas con flores. El herbario IEB cuenta con más de 270,000 colecciones e IEXA, con aproximadamente 450,000 de diversos grupos de Insecta; por ello, el INECOL ocupa un lugar muy importante en las instituciones que contribuyen al conocimiento de la biodiversidad mexicana. Además, el INECOL publica dos floras: la Flora de Veracruz y la Flora del Bajío y Regiones Adyacentes, las cuales están muy relacionadas con los herbarios. En cada fascículo se describe la morfología, nomenclatura, distribución, nombres comunes, usos y datos ecológicos de cada una de las especies de un grupo de plantas distribuido en Veracruz y en el Bajío, que pueden ser familias botánicas o géneros de plantas de acuerdo con su diversidad. Asimismo, el INECOL es líder de la flora electrónica de México, “eFloraMEX”, un compendio de todas las especies de plantas vasculares nativas de México, desde helechos, gimnospermas y angiospermas. Se publica en un formato totalmente en línea, en colaboración con el Instituto de Biología de la UNAM y el Jardín Botánico de Berlín. eFloraMEX ya publicó el listado florístico incluyendo aproximadamente 26,500 especies. Esta flora está abierta al público y constituye una herramienta importante para la conservación, así como una guía útil para cualquier persona interesada en las plantas mexicanas.

En este número de **Eco-Lógico** se presentan varios ejemplos de la difusión del conocimiento de la biodiversidad del INECOL, incluyendo **artículos sobre aves, hormigas, moscas, hongos y plantas comestibles.** Hay que indicar que también se presentan artículos sobre **conservación de humedales y vegetación urbana.** También hay **textos relativos a la fenología de plantas como el aguacate o la dispersión de bellotas de encinos.** Otro artículo interesante es el presentado por el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero. Cabe recordar que **El jardín es otra de las colecciones del INECOL, que incluye plantas vivas, tanto en su entorno natural como cultivadas.** Esta es otra de las colecciones fundamentales del instituto, reconocida internacionalmente, y contribuye no sólo al conocimiento de la diversidad vegetal, sino también a su conservación. Finalmente, **Eco-Lógico** presenta la **biotrivia y una sección titulada “Qué tanto sabes del INECOL”,** secciones muy entretenidas y divertidas. Sin olvidar **la anécdota del número sobre buscar hongos cerca del Cofre de Perote.**

Victoria Sosa

Investigadora Emérita del INECOL

NAVEGADOR SUGERIDO: CHROME

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

HECHO EN EL INECOL

- P. 8 **AVES VERACRUZANAS: EL MOSQUERO REAL, UNA ENIGMÁTICA BELLEZA DE LA SELVA TROPICAL**
Rosa Inés Aguilar Amar, Gilberto Cortés Rodríguez y Fernando González García
- P. 16 **CONTAMINACIÓN EN LAGOS DE LAS ÁNIMAS: PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA**
Eugenia J. Olguín, Francisco J. Melo, Javier Hernández y colaboradores
- P. 24 **MOSCAS QUE PARECEN AVISPAS: UNA NUEVA ESPECIE EN EL BOSQUE DE NIEBLA**
Rodrigo Lasa Covarrubias, Laura Navarro de la Fuente y colaboradores
- P. 30 **VIDA DESPUÉS DE LA MUERTE: REPRODUCCIÓN DE LOS ESCARABAJOS ENTERRADORES**
Ornela De Gasperin Quintero y Ricardo de Jesús Madrigal Chavero
- P.36 **26 AÑOS DEL FESTIVAL DE AVES PLAYERAS Y HUMEDALES**
Patricia Moreno-Casasola
- P. 42 **MICOLORS EN EL REYNO FUNGI**
Rosa María Arias, Limni Silday Ramírez Gallegos y colaboradoras
- P. 50 **50 ANIVERSARIO INECOL**
Entrevistas

CIENCIA HOY

- P. 54 **UN FUTURO MENOS DIVERSO: LA HOMOGENIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS**
Jessica G. Landeros López y César I. Carvajal Hernández
- P. 62 **RECUPERACIÓN DE UN TESORO ECOLÓGICO: EL LAGO DE TEXCOCO**
Hugo López Rosas y Patricia Moreno-Casasola
- P. 70 **LAS PLANTAS TAMBIÉN HABLAN: EL LENGUAJE SECRETO DEL MUNDO VEGETAL**
Julio Misael Bojorquez Solís, Angélica Anahí Acevedo Barrera y colaboradoras
- P. 74 **PAPAS NATIVAS: PILAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA, RECORRIDO HISTÓRICO DE SU DESARROLLO EN COLOMBIA Y MÉXICO**
Wilmar Alexander Wilches Ortiz, Yuly Paola Sandoval-Cáceres y colaboradores

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

JÓVENES CIENTÍFICOS

¿QUIÉN MUEVE A LA BELLOTA MÁS GRANDE DEL MUNDO?	P. 84
María de los Ángeles García Hernández y colaboradores	
FLORACIÓN EN AGUACATE: ¿CÓMO FLORECE EL ORO VERDE?	P. 92
Miguel A. Burton, Alejandro Pereira-Santana y colaboradores	
SÚPER PROTEÍNA FLORAL FT: OPORTUNIDADES AGRÍCOLAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	P. 100
Charles R. Sánchez-Pérez, Enrique Castaño y colaboradores	
IMPORTANCIA DEL MICROBIOMA PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS	P. 106
Claudia Lucia Hernández-Castillo y Angélica Anahí Acevedo-Barrera	
EL ESTILO DE CRIANZA AFECTA LAS BACTERIAS CORPORALES DE LOS PINGÜINOS	P. 114
Manuel Ochoa-Sánchez Y Valeria Souza	
OJOS QUE VEN VERDE: LA VEGETACIÓN EN UN CONTEXTO URBANO	P. 120
Diana Helena Uscanga Alvarado, Ina Falfán y colaboradoras	
MONIEVIL: LA VILLANA COQUETA DE LA RESISTENCIA	P. 126
Kenia Elizabeth Morales Morales*	

TRIVIAS Y ARTE

¿QUÉ TANTO SABES DE LAS HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS?	P. 134
Cristobal Pizarro-Ortiz y Jorge E. Valenzuela-González	
BIOTRIVIA: ¿PROTECCIÓN BIOLÓGICA ANTIHIELO?	P. 142
Manuel Ochoa-Sánchez	
LA BELLEZA DE LOS JARDINES BOTÁNICOS	P. 146
Milton H. Díaz-Toribio	

DE BATAS Y BOTAS

DE BATAS A MARIO BROS: EN BUSCA DE HONGOS EN EL COFRE DE PEROTE	P. 152
Lucero Segura Martínez y Kenia Elizabeth Morales Morales	

ECONOTICIAS

DOCUMENTAL "ALAS DE ESPERANZA"	P. 158
XXVI ANIVERSARIO DEL FESTIVAL DE AVES Y HUMEDALES	P. 160
CONVOCATORIAS DE POSGRADO, DOCTORADOS Y ESPECIALIDADES	P. 162
JORNADAS ACADÉMICAS 2025	P. 165
DIPLOMADOS EN LÍNEA	P. 167
PRESENTACIONES DE LIBROS	P. 168
DOCUMENTAL "CUPATITZIO: EL RÍO QUE CANTA"	P. 170
ENCUESTA: INFRAESTRUCTURA VERDE	P. 172
DÍA NACIONAL DE LOS JARDINES BOTÁNICOS	P. 173
CONFERENCIA INTERNACIONAL DE BIOINGENIERÍA Y ECOINGENIERÍA	P. 174
ORGULLO INECOL	P. 176
GRADUADOS	P. 180

Hecho en INECOL

Fotografía: Vinisa Romero



AVES VERACRUZANAS: EL MOSQUERO REAL, UNA ENIGMÁTICA BELLEZA DE LA SELVA TROPICAL

Rosa Inés Aguilar Amar

Investigadora Independiente, Chetumal, Quintana Roo

Gilberto Cortés Rodríguez

Investigador Independiente, Xalapa, Veracruz

Fernando González García

Red Biología y Conservación de Vertebrados, Biblioteca de Sonidos de las Aves de México, INECOL

*fernando.gonzalez@inecol.mx



Con su cresta cerrada, el mosquero real pasa desapercibido, pero siempre está preparado para sorprender con su belleza oculta. Fotografía: Rosa Inés Aguilar

¿Qué ave tiene un penacho rojo escarlata con puntos negros y un pico con punta ganchuda? **El mosquero real, un habitante de los bosques neotropicales que enfrenta serios desafíos de conservación.** Este mosquero es el ave que todo ornitólogo y aficionado a las aves desea observar en su hábitat natural. La principal razón de este interés es la belleza que muestran los individuos maduros cuando despliegan su famosa cresta en forma de abanico de plumas ornamentadas con colores llamativos que contrastan con los diferentes tonos cafés de todo el plumaje de su cuerpo y el fondo verde de la vegetación donde habitan (Figura 1).



Figura 1. El mosquero real luce su majestuosa cresta, un abanico de colores que parece una corona digna de la realeza de los bosques tropicales. Fotografía: Rosa Inés Aguilar

Esta joya alada habita desde el sur de México hasta Bolivia. En nuestro país su distribución se extiende desde el Sur de Veracruz, hasta Chiapas y la Península de Yucatán. En México es mejor conocido con el nombre común de mosquero real, y técnicamente se le conoce como *Onychorhynchus coronatus*, que hace referencia a su pico con punta ganchuda y a la majestuosidad de su penacho (Figura 2).



Figura 2. El pico ancho y aplanado del mosquero real es una herramienta perfectamente diseñada para atrapar insectos en pleno vuelo, demostrando su adaptación como un cazador experto de los bosques. Fotografía: Gilberto Cortés

El mosquero real es un tiránido de tamaño (15-18 cm) y peso medianos (14-20 g). Las poblaciones en México (*Onychorhynchus coronatus mexicanus*) **se distinguen por la presencia de barras oscuras dispersas entre el plumaje café claro de la parte superior del pecho.** La cabeza aparenta forma de martillo debido a que las plumas del penacho generalmente se mantienen retraídas. Tiene un pico aplanado y ancho, gris oscuro con un diminuto gancho curvado en la punta superior. En la base del pico se presentan cerdas prominentes negras. Su cola es larga y redondeada. En las alas, pequeñas manchas blancas triangulares que contrastan con su color café oscuro (Figura 3A). En el macho, el penacho desplegado se ensancha lateralmente, formando un gran abanico semicircular rojo escarlata con puntos negros dispersos a lo largo de las plumas, y las puntas con una franja marginal negra que termina en tonos violeta o azul oscuro (Figura 3B). Lo mismo sucede en la hembra, a excepción de que el color dominante del penacho es amarillo-anaranjado (Figura 4). Aparte del color de la cresta, los sexos son similares en el mosquero real.

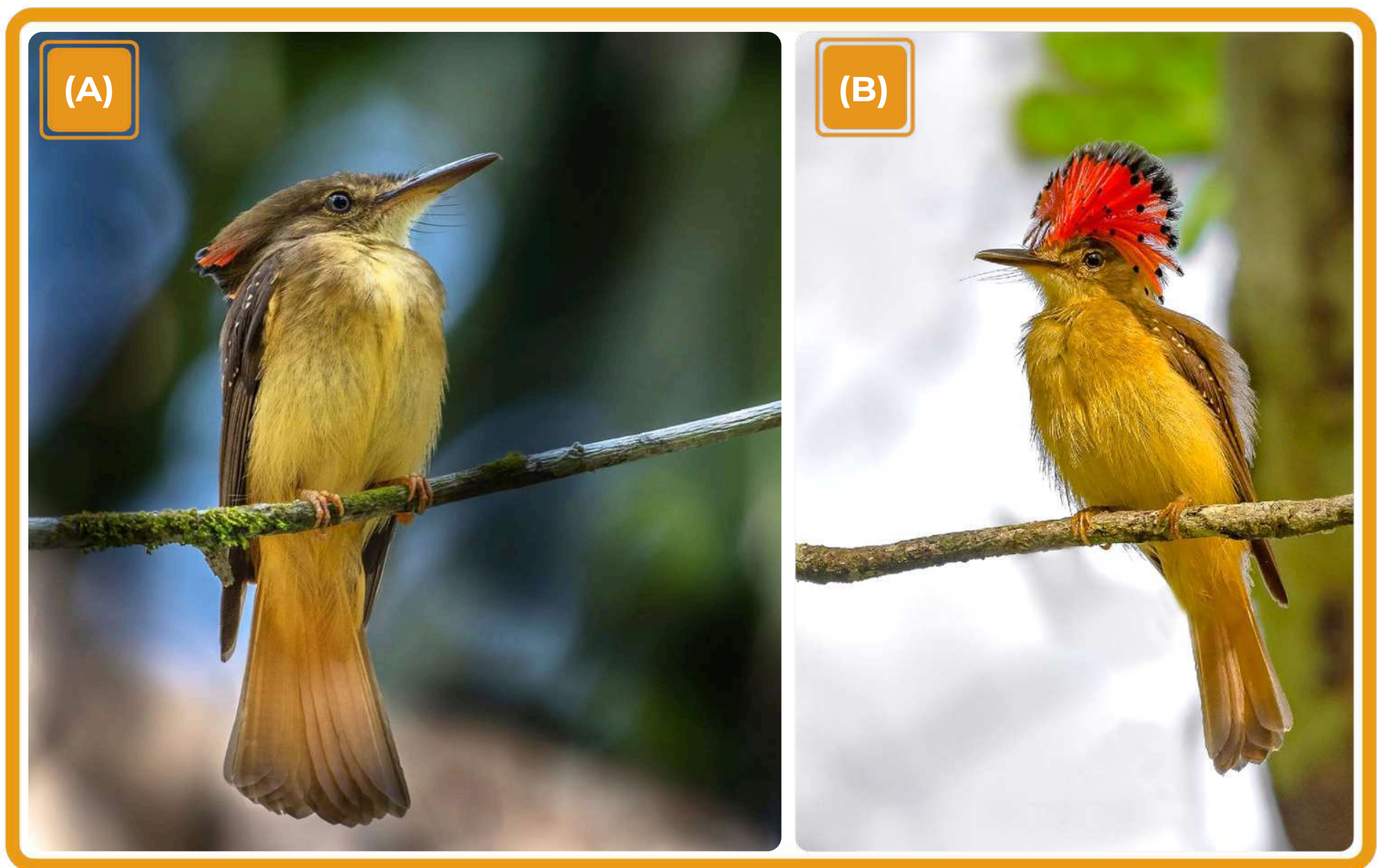


Figura 3. (A) Mosquero real posado en una rama, con su perfil característico y su cresta retraída. (B) Con su cresta desplegada, el mosquero real transforma su apariencia discreta en un espectáculo de tonos rojos, amarillos y azules. Fotografías: (A) Gilberto Cortés, (B) Rosa Inés Aguilar



Figura 4. La corona de fuego: el secreto mejor guardado del mosquero real hembra. Fotografía: Rosa Inés Aguilar

Las vocalizaciones son una serie de silbidos raramente escuchados, excepto en la época reproductiva. **El principal llamado es un silbido nasal fuerte, meloso y de sonido hueco, normalmente de dos sílabas** (Figura 5, audio 1). Estos llamados son emitidos por la mañana y por las tardes, desde alguna rama delgada a pocos metros del suelo de la selva, cuya función probablemente está relacionada con la defensa del territorio y atracción de una pareja (Figura 6A). El mosquero real es básicamente insectívoro, se alimentan de mariposas, avispas, grillos, libélulas, muchos de ellos atrapados al vuelo (Figura 6B).

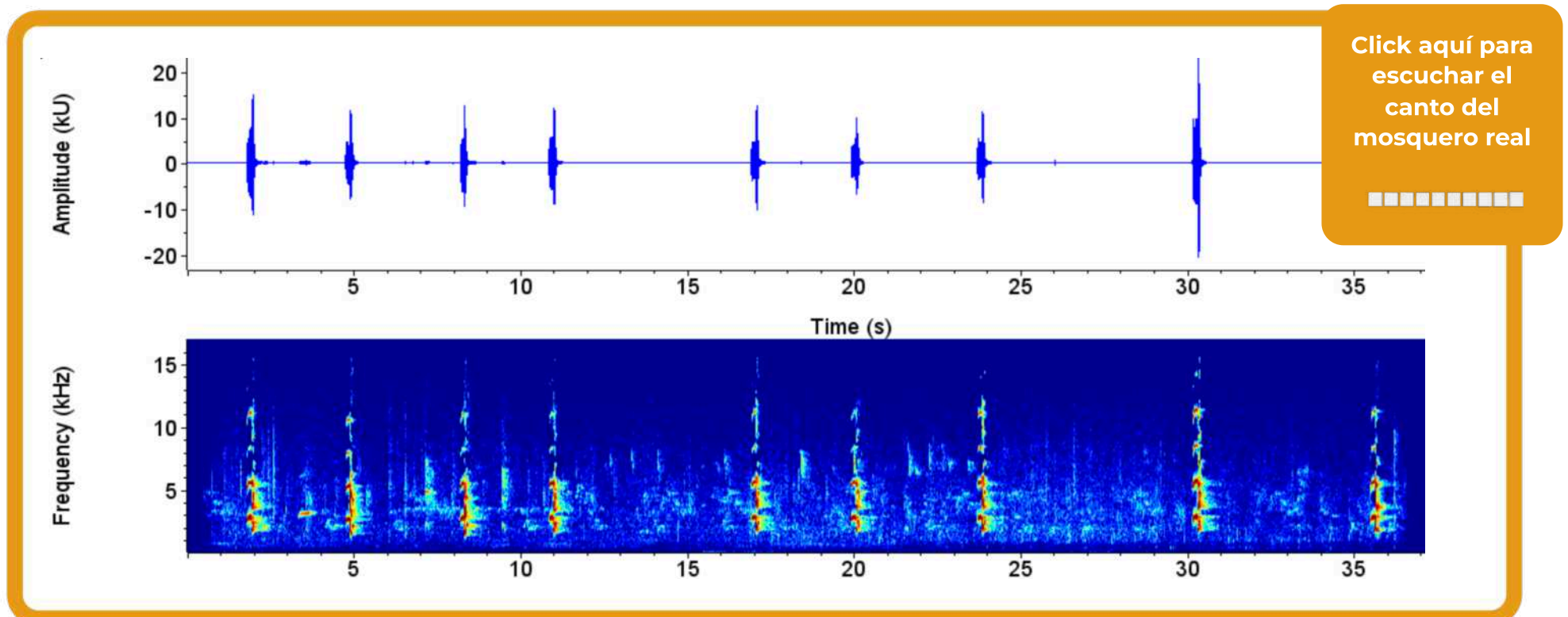


Figura 5. Representación gráfica del llamado de un individuo del mosquero real. En la parte superior se aprecia el oscilograma, en el cual se observa la energía sonora (ondas) producida por el ave a través del tiempo. En la parte inferior se muestra el sonograma, en el cual se aprecia la frecuencia (eje y) y la intensidad del canto (entre más rojo, más intenso) producido por el ave a lo largo del tiempo. Audio: tomado de xeno-canto.org (XC880201).
Espectrograma: Fernando González García



Figura 6. (A) El canto del mosquero real: un sonido que se pierde en la inmensidad de la selva. (B) Un martillo alado que se alimenta de insectos en vuelo. Fotografías: Rosa Inés Aguilar

Nuestra experiencia de campo nos ha permitido presenciar el despliegue del penacho, es necesario permanecer durante horas en campo y en periodos reproductivos. **La reproducción se presenta entre marzo y julio y existe un patrón de cortejo bien establecido cuando la pareja muestra sus penachos erguidos y con movimientos en abanico** (Figura 7A). El macho y la hembra muestran signos de exaltación moviendo el penacho como un abanico a los lados y también hacía adelante y atrás. El macho vuela y se posa en ramas cercanas al nido en construcción donde por lo general se encuentra la hembra e inicia la emisión de llamados fuertes y con el penacho totalmente erguido, segundos después se efectúa la cópula. Las exhibiciones del penacho erguido en ambos sexos se mantienen antes, durante y después de la cópula. Es un hecho que la exhibición del penacho forma parte muy importante del cortejo en este mosquero. **El nido lo construye la hembra, quién busca ramillas secas, fibras, hojas secas y raíces que enlaza firmemente y siempre la acompaña el macho, pero este no participa en el transporte, ni en la construcción del nido**, pero permanece cerca del sitio (Figura 7B). El nido se suspende de una rama delgada en el borde de un pequeño claro, y se construye cerca de algún cuerpo de agua a unos 3 o 4 metros de altura. **El nido es una estructura larga, estrecha y cilíndrica de 80 cm de largo con la base redondeada** (Figura 8A). La cámara de huevos se localiza en la parte media inferior del mismo y lleva una entrada lateral. Por lo general, la hembra pone dos huevos de color marrón rojizo, y es la única que los incuba y cría a los pollos, aunque el macho participa en la vigilancia. El periodo de incubación es de 22-23 días (Figura 8B).



Figura 7. (A) A simple vista, el mosquero real parece un ave discreta, pero oculta un secreto: su espectacular cresta, lista para desplegarse en cualquier momento. (B) La hembra del mosquero real usa distintos materiales vegetales para la construcción del nido.

Fotografías: (A) Gilberto Cortés, (B) Rosa Inés Aguilar

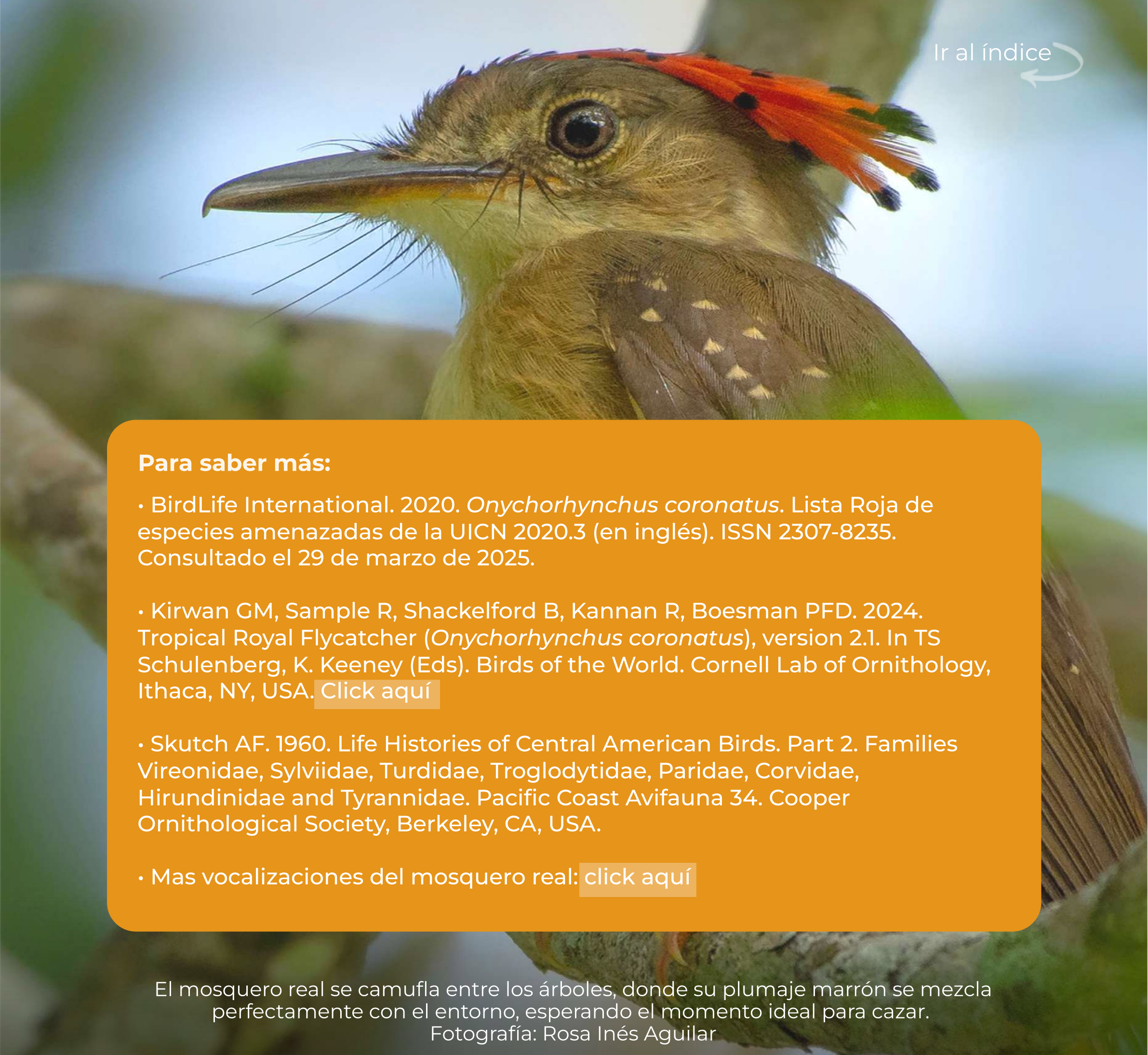


Figura 8. (A) La hembra del mosquero real, madre dedicada y constructora experta, en el interior del nido. (B) Con paciencia y dedicación, el mosquero real construye su nido, un refugio seguro para la próxima generación de esta especie única. Fotografías: Rosa Inés Aguilar

En nuestra experiencia en campo **hemos podido observar que el despliegue del penacho sucede en tres diferentes momentos de su ciclo de vida: durante el acicalamiento, durante el cortejo y en respuesta a la defensa del territorio.** Estas aseveraciones se basan en que hemos tenido la enorme oportunidad de fotografiar al mosquero real en su hábitat natural, durante largas jornadas de campo.

El mosquero real se encuentra en peligro de extinción en México. Aunque sus poblaciones naturales se encuentran por lo general en áreas de vegetación bien conservadas o reductos de selva tropical siempre verde, el cambio de uso de suelo de su hábitat lo ha impactado negativamente. En el estado de Veracruz, pueden ser vistos en la región de Los Tuxtlas, buscando siempre algún manchón de vegetación natural con alguna corriente de agua. **A nivel global y de acuerdo con La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) su estado de conservación es de “Preocupación Menor” dado que aún es común a poco común en la mayor parte de su distribución geográfica.**

El mosquero real, una joya alada de los bosques neotropicales enfrenta crecientes desafíos de conservación. **La destrucción de su hábitat, principalmente por la deforestación para actividades agrícolas y ganaderas, fragmenta sus territorios y reduce las fuentes de alimento.** Esta pérdida de hábitat pone en peligro sus poblaciones. **Es crucial implementar estrategias de conservación que protejan los bosques donde habita, promuevan la reforestación en áreas degradadas, asegurando así la supervivencia de este emblemático habitante de los bosques tropicales.** ¡¡¡¡¡Protejamos al mosquero real!!!!


[Ir al índice](#)

Para saber más:

- BirdLife International. 2020. *Onychorhynchus coronatus*. Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2020.3 (en inglés). ISSN 2307-8235. Consultado el 29 de marzo de 2025.
- Kirwan GM, Sample R, Shackelford B, Kannan R, Boesman PFD. 2024. Tropical Royal Flycatcher (*Onychorhynchus coronatus*), version 2.1. In TS Schulenberg, K. Keeney (Eds). Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. [Click aquí](#)
- Skutch AF. 1960. Life Histories of Central American Birds. Part 2. Families Vireonidae, Sylviidae, Turdidae, Troglodytidae, Paridae, Corvidae, Hirundinidae and Tyrannidae. Pacific Coast Avifauna 34. Cooper Ornithological Society, Berkeley, CA, USA.
- Mas vocalizaciones del mosquero real: [click aquí](#)

El mosquero real se camufla entre los árboles, donde su plumaje marrón se mezcla perfectamente con el entorno, esperando el momento ideal para cazar.
Fotografía: Rosa Inés Aguilar

CONTAMINACIÓN EN LAGOS DE LAS ÁNIMAS: PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA

Eugenia J. Olguín*

Francisco J. Melo

Javier Hernández

Gloria Sánchez-Galván

Red Manejo Biotecnológico de Recursos, INECOL

Eberto Novelo

Laboratorio de Algas Continentales, Facultad de Ciencias, UNAM

*eugenia.olguin@inecol.mx



Fotografía: Francisco J. Melo

En la zona residencial “Fraccionamiento de Las Ánimas” de la ciudad de Xalapa, Veracruz, existe un sistema lagunar que recibe el agua de un **manantial** ubicado al fondo de un primer lago localizado atrás de la “Iglesia de Las Ánimas” (Figura 1A). La corriente de agua se desliza debajo del puente de Paseo de Las Palmas y **forma el lago principal que ha sido un sitio recreativo importante de los vecinos de la zona** y de múltiples visitantes. La corriente de agua sigue su curso por abajo del puente de Araucarias, atraviesa el Parque de La Señoría y finalmente corre de manera paralela a la Avenida Framboyanes (Figura 2A). **Desafortunadamente, desde octubre de 2023** y posteriormente durante la época de extremo calor entre los meses de mayo y junio de 2024, **se apreció la presencia de microalgas y de plantas acuáticas, ambas indicadoras de contaminación por exceso de nutrientes**, en varias partes de este sistema lagunar. **Durante los primeros tres meses de 2025 el problema de contaminación de los lagos ha sido de dimensiones e impacto nunca antes visto**, en donde la biomasa de microalgas cubrió una gran superficie del lago principal (Figura 1B) y la presencia de plantas acuáticas invadió de manera muy impactante el primer lago (atrás de la Iglesia de Las Ánimas).

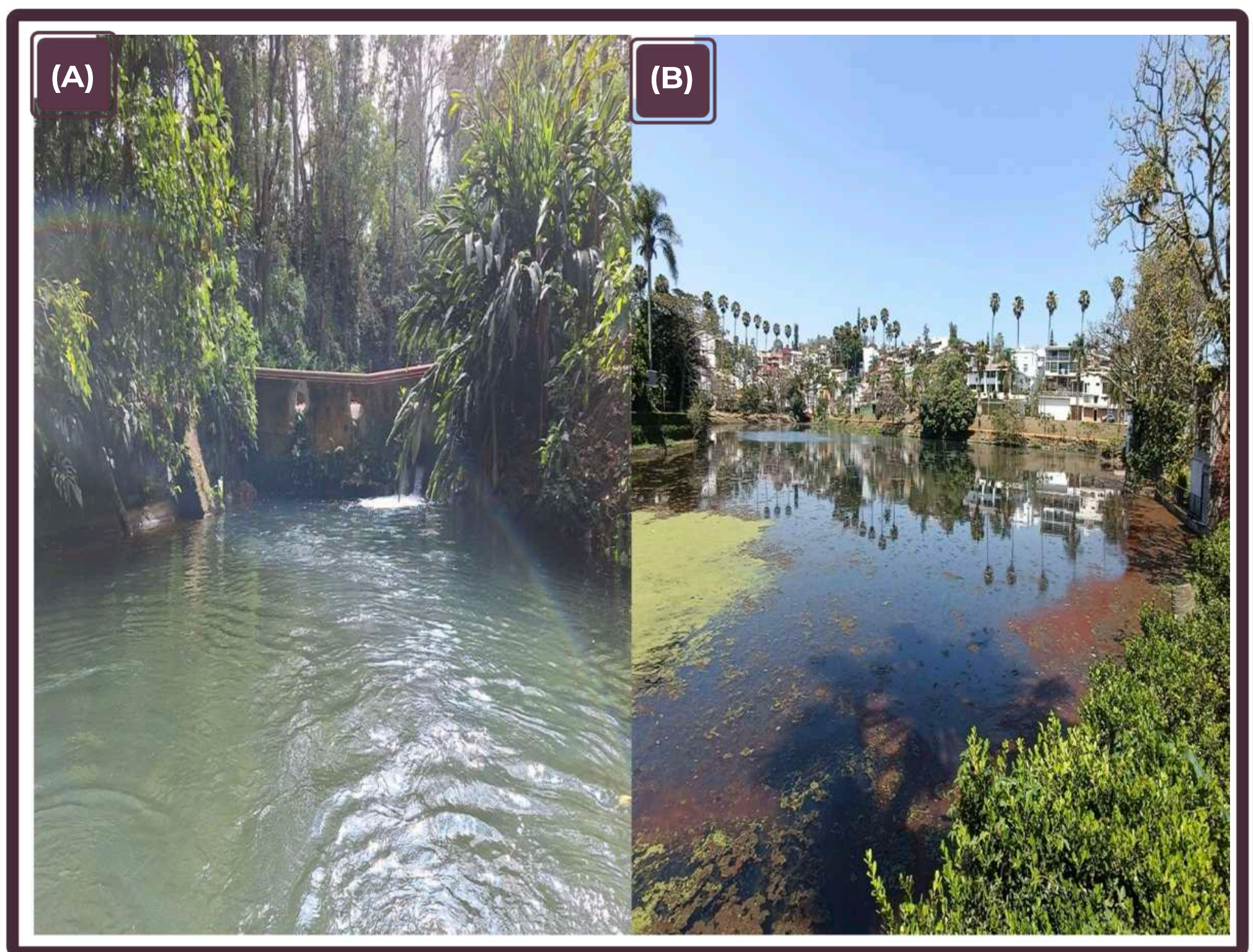


Figura 1. (A) Parte de la sección inicial del nacimiento que alimenta al lago principal de Los Lagos de Las Ánimas. (B) Presencia de microalgas y plantas acuáticas en el lago principal.
Fotografías: Eugenia J. Olguín y Francisco J. Melo

En noviembre de 2024, el **Grupo de Biotecnología Ambiental (GBA)** del **INECOL**, fue invitado por el grupo de vecinos que se han preocupado por la **contaminación de dichos lagos para intervenir con medidas de saneamiento**. El 2 de diciembre de 2024, se realizó el primer muestreo en 8 puntos dentro de los dos principales lagos (Figura 2 A, B y C).



Figura 2. (A) Puntos de muestreo establecidos en el monitoreo realizado el 02 de diciembre de 2024. Medición in situ de algunos parámetros del agua por medio de un instrumento especializado (sonda multiparamétrica) en los puntos de muestreo 1 (B) y 6 (C).
Fotografías: Anabel Hernández y Francisco J. Melo

Los resultados demostraron que en el punto 1, el cual está en un rincón del lago principal en las calles de Rincón de Las Ánimas y Paseo de Las Palmas, **la acumulación de “natas”, o biomasa de microalgas flotando sobre la superficie, generó una anoxia total** (Figura 3A). Es decir, no se detectó oxígeno disuelto (OD) en la columna de agua debajo de la nata de microalgas. En todos los puntos de muestreo, se registraron valores alcalinos del agua (pH entre 8.35 y 8.98). El valor establecido de pH para la vida acuática está entre 6.5 y 8.25. **Las observaciones al microscopio mostraron la presencia de la cianobacteria nociva *Oscillatoria limosa*** (Figura 3 B, C, D y E), en la mayoría de los puntos muestreados, excepto en los puntos 6, 7 y 8, los cuales se encuentran en un lago de menor superficie ubicado atrás de la “Iglesia de Las Ánimas”. **Dicha cianobacteria nociva está asociada a sitios altamente contaminados y se ha demostrado que genera toxinas que dañan a la fauna local, especialmente a los peces.**

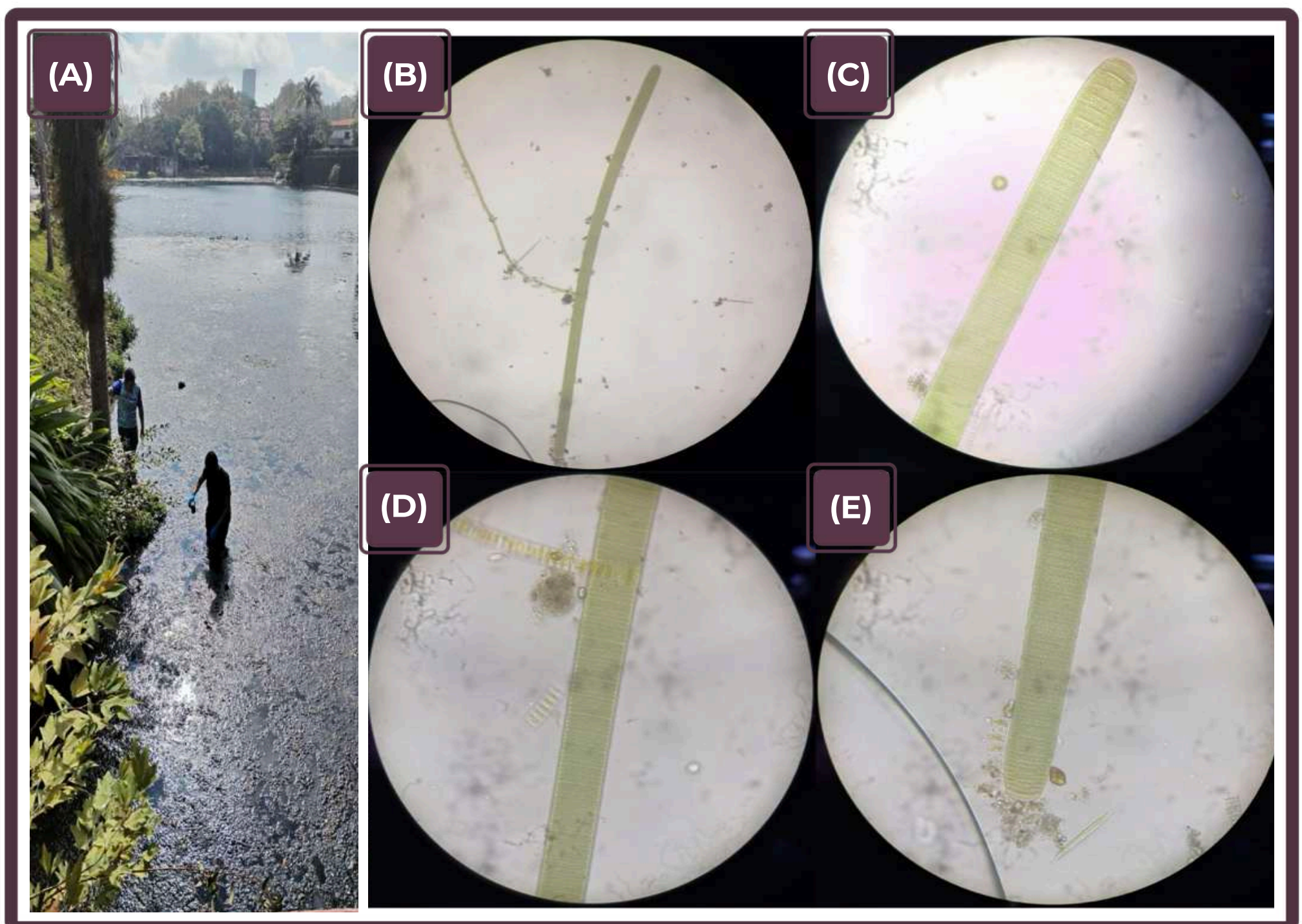


Figura 3. Natas de microalgas flotando sobre la superficie del lago principal en el punto 1 (A). Fotografías al microscopio de la cianobacteria *Oscillatoria limosa* vista en los puntos de muestreo 1 y 2, con un aumento de 40 veces su tamaño original (objetivo 40X, B) y un aumento de cien veces su tamaño original (100X, C, D y E).

Fotografías: Eugenia J. Olguín y Francisco J. Melo

Durante el mes de marzo del 2025, el lago principal, y especialmente en la esquina colindando con el Callejón de Las Ánimas, se cubrió con una capa flotante o “natas” de color rojo que atrajo la atención de medios de comunicación y notas en redes sociales (Figura 4A y B). Nuestro grupo realizó un tercer muestreo el 24 de marzo en 4 sitios, puntos 1 y 2 del lago principal y puntos 5 antes del puente, y 8 al fondo del lago atrás de la Iglesia de Las Ánimas (Figura 1 A). **Las observaciones al microscopio de las mencionadas “natas rojas”, demostraron la presencia de un florecimiento con predominancia de *Euglena sanguinea*** (Figura 4C y D), la cual ha sido reportada como una microalga que libera la toxina llamada “euglenoficina” que es **muy tóxica para los peces**. Cabe mencionar que la identificación de esta microalga nociva es una aportación importante del grupo de trabajo, y que fue reportada a las autoridades municipales y a CONAGUA.

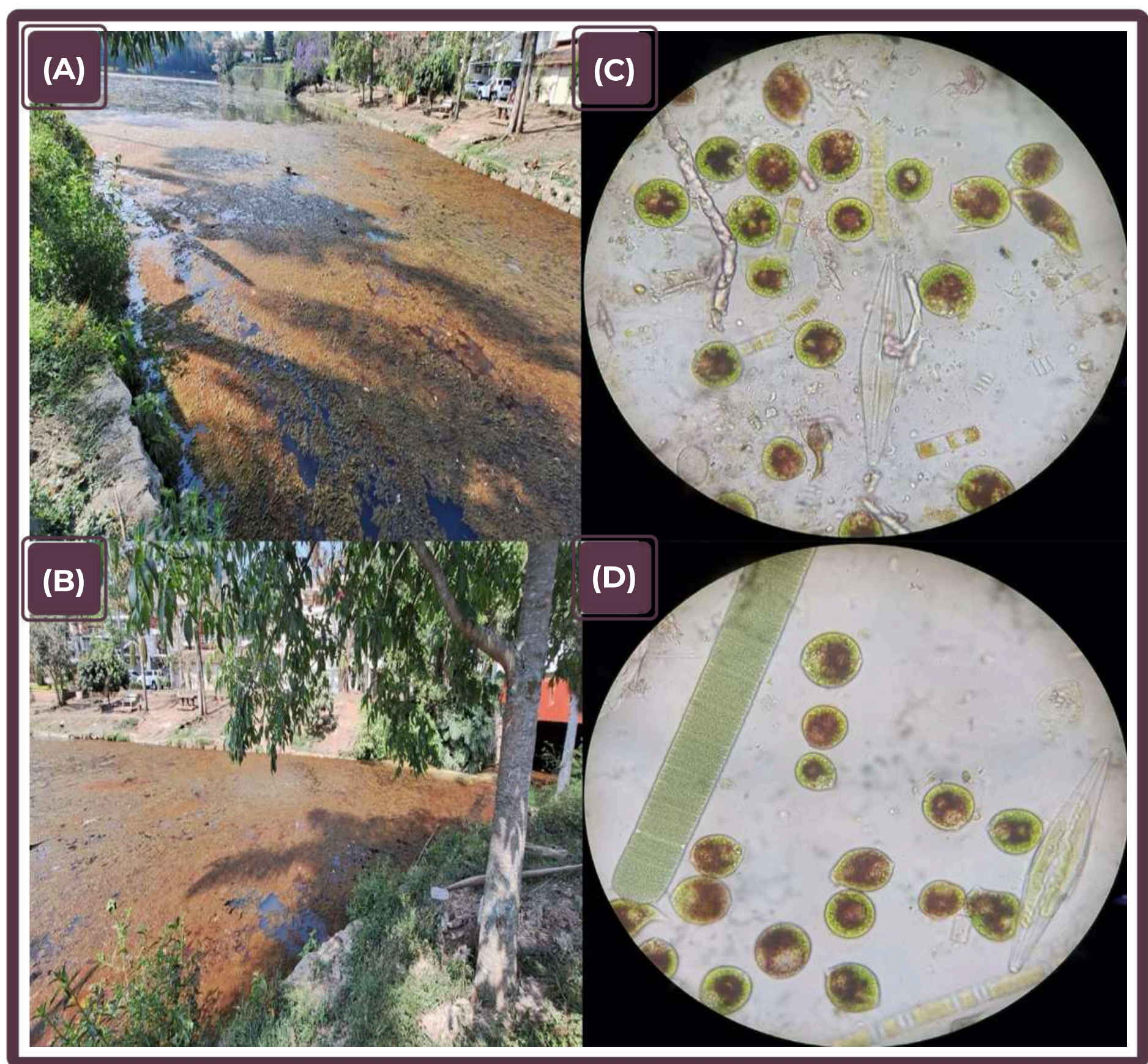


Figura 4. Natas de color rojo observadas en la superficie del lago principal en los puntos 1 (A) y 2 (B) durante el monitoreo realizado el 24 de marzo de 2025. Fotografías al microscopio de la microalga *Euglena sanguinea* vista con un aumento de 100 veces su tamaño original (objetivo 100X) de los puntos de muestreo 1 (C) y 2 (D). Fotografías: Eugenia J. Olguín y Francisco J. Melo

Adicionalmente, **el muestreo incluyó datos de los parámetros del agua en el sitio, análisis fisicoquímicos en nuestro laboratorio y determinación de coliformes fecales por un laboratorio externo.** Nuevamente, se detectó ausencia de oxígeno disuelto en el agua (0.0 mg/L) en el punto 1 y también en el punto 2, lo que evidentemente daña a los peces (Figura 5A, B y C). Los valores de oxígeno disuelto en los puntos 5 y 8 fueron bajos (4.55 y 5.45 mg/L), que nuevamente indican alta contaminación. Los datos de contenido de materia orgánica medida como Demanda Química de Oxígeno (DQO), fueron muy altos para los puntos 1 y 2 (35 y 71 mg/L).

Es importante mencionar que en el lago atrás de la Iglesia, no se observaron microalgas flotando. Sin embargo, estuvo invadido por la planta acuática *Egeria* sp. y por la lentejilla de agua (*Lemna minor*). La primera es una planta que enraiza en el fondo y emerge hasta la superficie, y la segunda de color verde limón flotaba por toda la superficie (Figura 5D, E). **Los análisis de laboratorio mostraron niveles altos de nutrientes (nitratos y fosfatos) en este lago, lo cual explica el crecimiento masivo de estas plantas acuáticas.**



Figura 5. Durante el muestreo realizado el 24 de marzo de 2025 hacia la esquina que colinda con el Callejón de Las Ánimas: *Euglena sanguinea* ("natas" de color rojo) vista en la superficie del lago (A), capas muy densas de microalgas y otros sólidos (B) que provocaron que el oxígeno disuelto fuera 0.0 mg/L (E). *Egeria* sp. y *Lemna minor* ("natas" de color verde) vistas en la superficie del lago ubicado atrás de la Iglesia de Las Ánimas durante el muestreo realizado el 02 de diciembre de 2024 (C) y el 24 de marzo de 2025 en el lago principal (D).

Fotografías: Eugenia J. Olguín y Francisco J. Melo

Por otro lado, se registraron altas concentraciones (1,100 NMP/100 mL) de coliformes fecales en los puntos 1, 2 y 5, que indican la presencia de aguas residuales no tratadas en el sistema lagunar de las Ánimas. Incluso en el punto 8 se encontraron coliformes (460 NMP/100 mL).

Cabe mencionar que nuestro grupo reportó los resultados de los tres muestreos realizados a diversas autoridades municipales, estatales y federales, y los vecinos organizados de la zona han solicitado a numerosas autoridades su intervención para detener el ingreso de aguas residuales al sistema lagunar de las Ánimas. **Como resultado de estas acciones, durante el mes de abril de este año, tanto la Dirección de Medio Ambiente (DMA) como la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (CMAS), han realizado labores de limpieza.** El trabajo de la DMA resultó en la eliminación casi total de las plantas que invadían el lago atrás de la iglesia (Figura 6A). El trabajo de CMAS ha resultado en una limpieza parcial de las microalgas del lago principal (Figura 6B), y a finales del mes de abril iniciaron el reemplazo de drenajes cercanos al Callejón de las Ánimas. **Como conclusión, aunque todavía faltan muchas acciones por realizar para lograr restablecer el sistema lagunar a niveles saludables para la fauna, para los vecinos y para los visitantes, el trabajo en equipo entre académicos, vecinos afectados y autoridades es la clave para lograr conservar ecosistemas tan valiosos como son los Lagos de las Ánimas.**

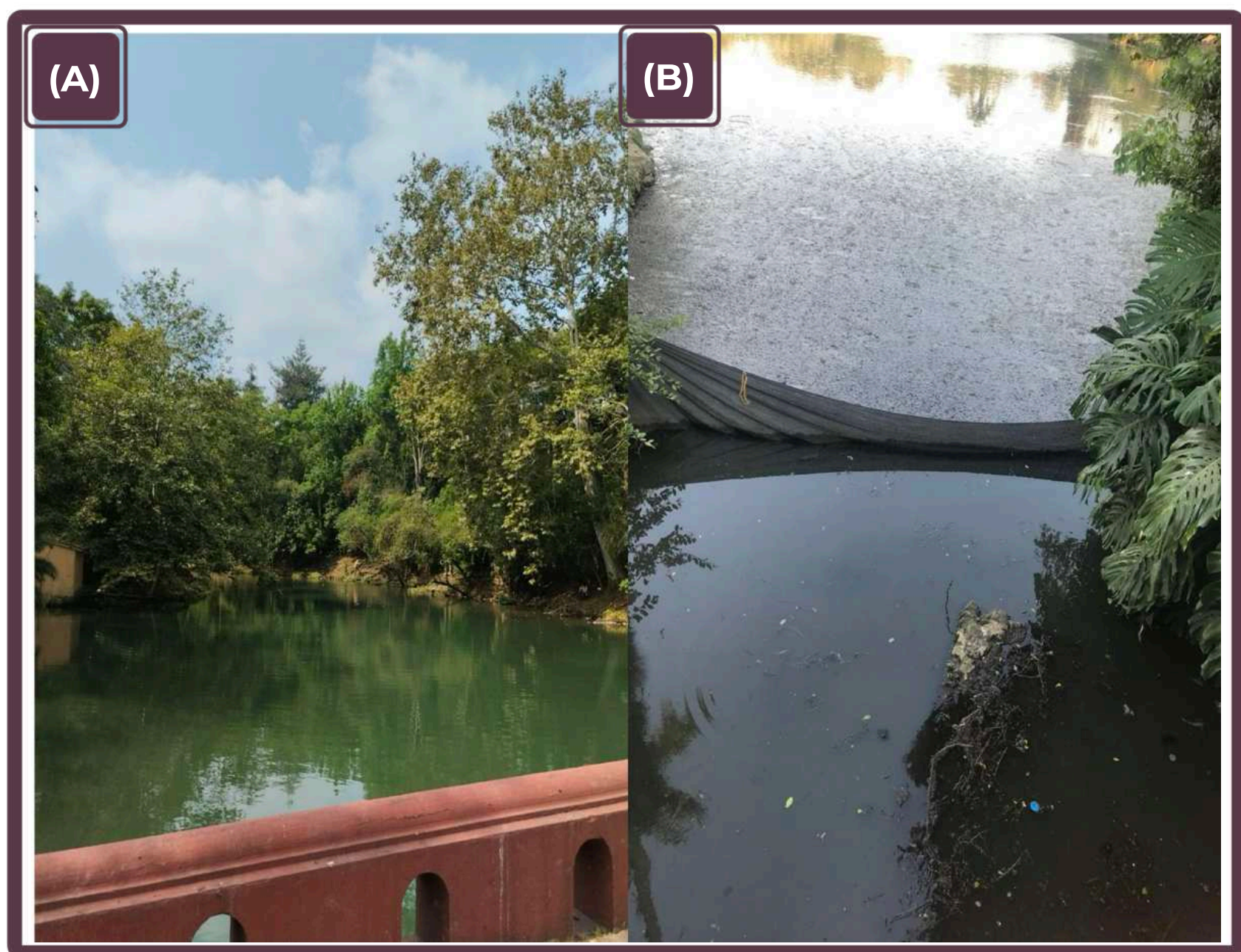


Figura 6. (A) Aspecto actual (al 08 de mayo de 2025) de la zona ubicada atrás de la Iglesia y (B) de la esquina que colinda con el Callejón de Las Ánimas en el lago principal, al 13 de mayo de 2025. Fotografías: Javier Hernández y José Pimentel



Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Dra. Imilla I. Arias Olguín, a la Lic. Anabel Hernández, al Dr. Díaz Vega y a los representantes de la Organización Civil “Lagos y Parques de las Ánimas”, C.P. Patricia Cabrera, Ing. Jorge Portillo y Lic. José Pimentel, por su apoyo durante los muestreos realizados por nuestro equipo de trabajo en los “Lagos de las Ánimas” y por tomar en cuenta nuestra opinión para la resolución del problema detectado.

Para saber más:

- Li H, Gu X, Chen H, Mao Z, Zeng Q, Yang H, Kan K. 2021. Comparative toxicological effects of planktonic Microcystis and benthic Oscillatoria on zebrafish embryonic development: Implications for cyanobacteria risk assessment. Environmental Pollution 274, 115852. [Click aquí](#)
- Sultana S, Khan S, Shaika NA, Hena SM, Mahmud Y, Haque MM. 2024. Ecology of freshwater harmful euglenophytes: A review. Heliyon 10, e29625. [Click aquí](#)

Fotografía: Eugenia J. Olguín

MOSCAS QUE PARECEN AVISPAS: UNA NUEVA ESPECIE EN EL BOSQUE DE NIEBLA

Rodrigo Lasa Covarrubias

Red de Manejo Biorracional de Plagas y Vectores, INECOL

Laura Navarro de la Fuente

Facultad de Biología. Universidad Veracruzana

José Francisco Dzul-Cauich

Red de Interacciones Multitróficas, INECOL

Vicente Hernández-Ortiz*

Red de Interacciones Multitróficas, INECOL

* vicente.hernandez@inecol.mx



Bosque de niebla. Fotografía: Vinisa Romero

Las moscas de la familia Tephritidae (Diptera), también conocidas como “moscas de la fruta” comprenden alrededor de 4,700 especies en todo el mundo. En este grupo de moscas se encuentran algunas de las especies de mayor importancia económica debido a los daños ocasionados por sus larvas en numerosos frutales cultivados. Entre ellas destaca el género *Anastrepha*, integrado por cerca de 300 especies que se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del continente americano, desde el sur de EUA (Texas y Florida) y el Caribe, hasta el norte de Argentina, aunque está ausente en Chile.

Un conjunto de especies de estas moscas con características que las hace parecerse a las avispas, se conoce como «grupo *curvicauda*», por la pronunciada curvatura que tiene la estructura que utilizan las hembras para poner sus huevos. Fueron clasificadas originalmente en el género *Toxotrypana*. No obstante, estudios recientes basados en secuencias moleculares de ADN mitocondrial y nuclear respaldan su origen común dentro del género *Anastrepha*. En la actualidad, este grupo comprende seis especies entre las que destaca la mosca de la papaya, *A. curvicauda*, debido a su alto interés económico en este cultivo y su distribución en Florida (EUA), México, Centroamérica e islas del Caribe (Figura 1).



Figura 1. Mosca de la papaya *Anastrepha curvicauda*, macho. Fotografía: Rodrigo Lasa

En un trabajo reciente revisamos la taxonomía y las relaciones genéticas de las especies del grupo *curvicauda* en México, obtenidas con trampas de monitoreo o en frutos infestados con diferentes especies. Con base en los resultados de esas investigaciones **identificamos una nueva subespecie, *A. curvicauda* subsp. *flavigaster***. Asimismo, destaca la descripción de una nueva especie para la ciencia, ***Anastrepha magnifica***, encontrada infestando frutos en el bosque de niebla del Jardín Botánico del INECOL y en sus inmediaciones, aunque también se encontró en el bosque nublado de Tamaulipas.



Figura 2. Interacciones durante el cortejo entre un macho y una hembra de *A. magnifica* (izquierda); macho de *A. magnifica* (derecha). Fotografías: Rodrigo Lasa

***Anastrepha magnifica* destaca por su gran tamaño y morfología peculiar**, con el cuerpo amarillo con marcas negras y una notable reducción de las setas (espinas o pelos sensorios), además, **imita la forma y movimientos típicos de las avispas** (Figura 2). La hembra posee en la parte final del abdomen una estructura llamada oviscapto (órgano perforador), que lleva en su interior una especie de aguja llamada aculeus (que sirve para poner los huevos dentro de los frutos), el cual es excepcionalmente largo (en comparación con las otras especies del grupo *curvicauda*) y con una pronunciada curvatura ventral distintiva (Figura 3). El órgano perforador alcanza los 36 mm de longitud, es decir, unos 10 mm más que el de la mosca de la papaya, *A. curvicauda* (Figura 4). Si bien el dibujo específico del tórax (patrón de franjas negras del escudo) de *A. magnifica* muestra similitudes con otras especies sudamericanas (*A. recurcauda* y *A. littoralis*), sus hembras se distinguen por la presencia de numerosos dientes diminutos en la punta de la aguja depositadora de huevos.



Figura 3. *Anastrepha magnifica*, hembra. Fotografía: Rodrigo Lasa



Figura 4. Comparación de la longitud del órgano perforador (oviscapto) de las hembras de *Anastrepha curvicauda* (izquierda) y de *Anastrepha magnifica* (derecha).
Fotografía: Rodrigo Lasa

En ambientes naturales *A. magnifica* infesta los frutos de plantas trepadoras silvestres del género *Gonolobus* (Apocynaceae). Durante el proceso de oviposición, las hembras utilizan la aguja depositadora de huevos, excepcionalmente larga, para atravesar la parte carnosa de los frutos e introducir los huevos en la cámara central donde se encuentran las semillas, ya que estos frutos poseen abundante látex en la pulpa que es nocivo para las larvas. **Los huevos se incuban en el interior del fruto hasta la eclosión de pequeñas larvas que se alimentan exclusivamente de las semillas hasta alcanzar todo su desarrollo.** Posteriormente, las larvas se transforman en pupas, una etapa en la que se forman las estructuras adultas y que se extiende por varias semanas hasta la madurez y dehiscencia del fruto (apertura para liberar las semillas). La apertura del fruto maduro permite la emergencia de las moscas que iniciarán un nuevo ciclo (Figura 5).



Figura 5. Larvas de *A. magnifica* alimentándose de las semillas de un fruto de *Gonolobus erianthus*. Fotografía: Rodrigo Lasa

***Anastrepha magnifica* es una especie que hasta ahora solo se conoce en México.** En Veracruz, la encontramos infestando frutos de *Gonolobus erianthus* (flor de muerto) en las inmediaciones del Santuario del Bosque de Niebla y del Jardín Botánico del INECOL, así como en el “Parque Natura” de Xalapa. No obstante, también la registramos en la región de Los Tuxtlas, infestando frutos de *G. fraternus*, así como en el sur de Tamaulipas alimentándose en frutos de *G. niger*. En la actualidad, esta especie solo ocurre en la vertiente del Golfo de México, pero **es probable que también se encuentre en el sur de México y Centroamérica, en donde habitan sus plantas hospederas a lo largo de las selvas tropicales húmedas y el bosque de niebla de montaña.**

Para saber más:

- Hernández-Ortiz V, Navarro-de-la Fuente L, Lasa R. 2025. A review of the taxonomy and phylogenetics of the *curvicauda* species group within the genus *Anastrepha* in Mexico including descriptions of new taxa. *Zootaxa*, 5613(2), 241-261. [Click aquí](#)
- Mengual X, Kerr P, Norrbom AL, Barr NB, Lewis ML, Stapelfeldt AM, Scheffer SJ, Woods P, Islam MS, Korytkowski CA, Uramoto, K, Rodriguez EJ, Sutton BD, Nolazco N, Steck GJ, Gaimari S. 2017. Phylogenetic relationships of the tribe Toxotrypanini (Diptera: Tephritidae) based on molecular characters. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 113, 84-112. [Click aquí](#)
- Norrbom AL, Korytkowski CA, Zucchi RA, Uramoto K, Venable GL, McCormick J, Dallwitz MJ. 2012. *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. (Acceso 1 de junio 2025). [Click aquí](#)

VIDA DESPUÉS DE LA MUERTE: REPRODUCCIÓN DE LOS ESCARABAJOS ENTERRADORES

Ornela De Gasperin Quintero*

Ricardo de Jesús Madrigal Chavero

Red de Ecoetología, INECOL

*ornela.degasperin@inecol.mx



Fotografía: (©) 2014 TomHousley.com

El género *Nicrophorus* pertenece a la familia Silphidae y comprende unas 75 especies de escarabajos distribuidas en el hemisferio norte (Figura 1). Se les llama coloquialmente **“escarabajos enterradores”** por su especial comportamiento reproductivo: **para reproducirse requieren del cadáver de un pequeño vertebrado que luego utilizan como nido y como alimento para ellos y para sus crías** (Figura 2).



Figura 1. Un escarabajo enterrador. Fotografía: Richard Crook, publicada bajo licencia CC

A diferencia de la mayor parte de los invertebrados y de otros escarabajos, **los escarabajos enterradores cuidan y alimentan a sus crías de principio a fin, y los padres y madres cooperan durante la reproducción**, conducta muy rara en insectos. Además, papá y mamá tienen un rol específico durante el cuidado de las crías. Para reproducirse, ambos adultos vuelan al cadáver. **Si un macho llega primero, suelta feromonas (hormonas sexuales) para llamar a una hembra. Si la hembra llega primero, ella puede reproducirse sola** (ver explicación más abajo).



Figura 2. Un escarabajo enterrador sobre un ratón antes de preparar el cadáver.
Fotografía: Dunpharlain, publicada bajo licencia CC

Ya juntos, **los padres transforman el cadáver en un hogar para sus crías: lo rasuran completamente, arrancándole el pelo o las plumas, y en menos de tres días lo convierten en una esfera perfecta** (Figura 3). Ya preparado, entierran el cadáver-nido a unos cinco centímetros bajo tierra. El macho está principalmente a cargo de rasurar el cadáver y de enterrarlo, así como de defenderlo de otros escarabajos que quisieran robarlo, y **la hembra le agrega antibióticos a toda la superficie del cadáver que ella misma secreta** (básicamente, orina antibióticos que ella produce sobre el cadáver). Estos antibióticos previenen que el cadáver se pudra, pero son muy costosos de producir: entre más concentrados con antibióticos son, más pronto se mueren las hembras después de la reproducción.



Figura 3. Etapas de preparación del nido a partir de un ratón muerto, (A) desde que se encuentra intacto, (B) conforme lo van rasurando, (C) hasta que está preparado como bola nido.
Fotografías: Ornela De Gasperin Quintero

Mientras están preparando el cadáver, la pareja se aparea muchas veces y la hembra pone sus huevos en la tierra que rodea el cadáver. **Una vez que el cadáver está totalmente preparado, las larvas salen de los huevos y se introducen en el nido a través de un hoyito que los padres hacen especialmente para ellas.** Los padres llaman a sus hijos al cadáver haciendo sonidos y dejando marcas de olores cerca del cadáver. Los padres, principalmente la madre, alimentan directamente a las larvas con carne predigerida. Las larvas piden comida a los padres, moviendo su cuerpo de arriba a abajo. Los padres las alimentan directamente (Figura 4), pero también se comen a algunas de sus larvas, sobre todo a las chiquitas. A medida que crecen, las larvas se vuelven más independientes y, al final se alimentan por sí solas. **Una vez que las larvas se han desarrollado completamente, se separan del cadáver (en este momento ya solo quedan huesos y casi nada de carne),** y pasan por un periodo por el que pasa de larva, a pupa, a adulto, de algunas semanas. Posteriormente eclosionan como adultos. Dependiendo de la especie, los escarabajos enterradores viven entre dos y cuatro meses, y pueden reproducirse en cadáveres con un peso que varía de 4 a 120 g, según el tamaño del escarabajo.



Figura 4. Un adulto del género *Nicrophorus* alimentando a su cría.
Fotografía: Syuan-Jyun Sun, publicada bajo licencia CC

Aunque ambos progenitores cooperan durante la reproducción, tienen tareas específicas. Como se mencionó anteriormente, **las hembras pasan más tiempo cuidando de las larvas y procesando la carroña, y los machos dedican más tiempo a rasurar y a vigilar el cadáver**, ya que especies de escarabajos enterradores más grandes pueden robarle el cadáver-nido a especies más chicas. Hay mucha competencia por los cadáveres tanto dentro de las especies de escarabajos enterradores como entre ellas: un mamífero o ave muerta es un recurso muypreciado para muchos animales. A veces las hembras pueden reproducirse solas, ya que pueden guardar esperma hasta por 21 días después del apareamiento. De vez en cuando, se encuentra en la naturaleza más de una hembra sin machos reproduciéndose en un mismo cadáver-nido.

Los escarabajos enterradores sirven como modelo de estudio para múltiples líneas de investigación. Por ejemplo, ya que tienen ciclos de vida cortos, se ha estudiado los procesos de negociación de cuidados entre machos y hembras, así como roles específicos de cuidados hacia las crías. **Un estudio publicado por investigadores del INECOL encontraron que la esfericidad del cadáver es un atributo importante para la sobrevivencia de la hembra.** Esto se debe a que los antibióticos que segregan las hembras que son muy difíciles de producir, y éstas se benefician de cadáveres más esféricos porque una esfera perfecta es la mejor manera de tener el mayor volumen (comida) con la menor área superficial (Figura 5). De la misma manera, **solo los machos grandes pueden construir una esfera perfecta.**



Figura 5. Variación en la preparación del cadáver nido (un cadáver que no fue hecho bola (izquierda), y uno que sí fue hecho bola (derecha). Fotografías: Ornela De Gasperin Quintero

En México existen algunas especies de escarabajos enterradores, entre ellos *Nicrophorus mexicanus*, que es una de las especies más grandes que puede alcanzar los 3.5 cm de largo. **Sus hábitats ideales son lugares húmedos, matorrales, pastizales, zonas ribereñas y bosques** (Figura 6). El tipo de suelo y la temperatura son elementos importantes para el escarabajo enterrador, ya que necesita suelo húmedo y no compactado para enterrar el cadáver. En general, la abundancia de escarabajos es mayor en ambientes que tienen un mayor volumen de pequeños mamíferos. Algunos de los depredadores del escarabajo enterrador americano son zorrillos, cuervos, mapaches y coyotes, entre otros.



Figura 6. Ambiente donde se distribuye *Nicrophorus* sp. Fotografía: Ornela De Gasperin Quintero

Para saber más:

- De Gasperin O, Duarte A, Troscianko J, Kilner RM. 2016. Fitness costs associated with building and maintaining the burying beetle's carrion nest. *Scientific Reports* 6, 35293. [Click aquí](#)
- Potticary AL, Belk MC, Creighton JC, Ito M, Kilner R, Komdeur J, Royle NJ, Rubenstein DR, Schrader M, Shen SF, Sikes DS. 2024. Revisiting the ecology and evolution of burying beetle behavior (Staphylinidae: Silphinae). *Ecology and Evolution* 14(8), e70175. [Click aquí](#)
- Scott MP. 1998. The ecology and behavior of burying beetles. *Annual Review of Entomology* 43(1), 595-618. [Click aquí](#)

Fotografía: GMB VISUALS, Pexels

26 AÑOS DEL FESTIVAL DE AVES PLAYERAS Y HUMEDALES

Patricia Moreno-Casasola

Red de Ecología Funcional, INECOL

patricia.moreno@inecol.mx



Actividades culturales en el Festival de Aves y Humedales. Fotografía: Patricia Moreno-Casasola

En 1999 se llevó a cabo el primer Festival de Aves Playeras en el Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA), el cual pertenece al INECOL. Fue una iniciativa de un proyecto de investigación-acción llamado Plan de Manejo La Mancha-El Llano. Surgió bajo mi dirección cuando un ganadero taló el manglar hasta la orilla de la laguna La Mancha, y la entonces Dirección de Medio Ambiente del estado de Veracruz le pidió al INECOL que hiciera un plan de manejo y restauración.

Se podría decir que el Festival fue la primera casa abierta del INECOL, que se desarrolló en una zona rural, en Actopan. El grupo de trabajo propuso este evento para mostrar hacia afuera del INECOL lo que hacía el proyecto e ir involucrando a las personas de la comunidad local en su organización, tratando que se fueran apropiando del evento. Queríamos que fuera la ventana del proyecto, que mostrara a los grupos comunitarios que estábamos organizando- ecoguías, palaperos, vivero de plantas, artesanías, encierros rústicos de tilapia- que se podía trabajar de manera conjunta y concertada, atraer visitantes y tener ingresos económicos con proyectos sustentables. **Era una manera de practicar la organización y desarrollar o fortalecer capacidades y confianza, además de realizar investigación. Ahí surgieron los recorridos de ecoturismo al manglar, a la selva y las dunas.**



Figura 1. Asistentes de todas las edades con gran interés en el taller.
Fotografía: Patricia Moreno-Casasola

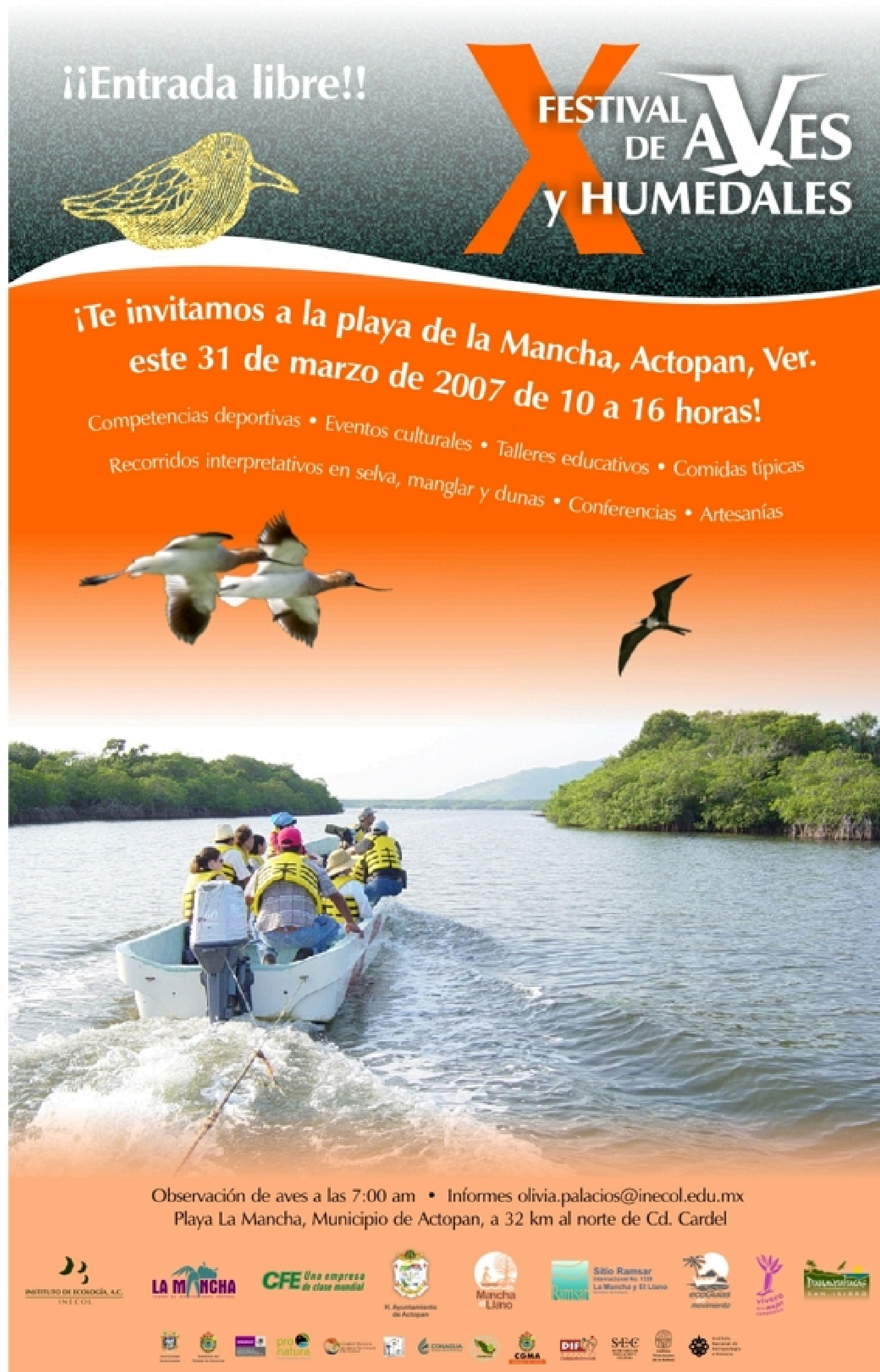


Figura 2. Cartel promocionando el X Festival de aves y Humedales desarrollado en el 2007.
Diseño: Arturo Piña, Archivo del INECOL

En el año en curso, 2025, se desarrolló el Festival número 26, el más antiguo de los eventos en los que el INECOL abre sus puertas. Al inicio se llamó Festival de Aves Playeras, ya que las escuelas primarias de la zona estaban hermanadas con escuelas de Estados Unidos y los niños intercambiaban cartas y dibujos. Las aves los unían. Posteriormente, consideramos que en Veracruz los humedales eran fundamentales y por tanto se cambió el título.



Figura 3. Los talleres hacen énfasis en aves y humedales, buscando sensibilizar a los visitantes con actividades creativas y sensoriales. Fotografías: Patricia Moreno-Casasola

Bajo la dirección del Dr. Armando Contreras, director general del INECOL, pasó de ser un esfuerzo de un grupo de investigadores y técnicos a un evento institucional que se desarrolla en una de nuestras reservas. **Cada año participan en su organización y en las actividades de ese día, miembros de la comunidad, del municipio y del INECOL, con apoyo de los pobladores locales, de diversas organizaciones académicas, de gobierno, de la sociedad civil, entre otros.**



Figura 4. Vista general de algunos talleres que se desarrollan en las instalaciones de CICOLMA como parte de las actividades del Festival. Fotografía: Patricia Moreno-Casasola

Es un evento familiar y escolar que permite a los visitantes acercarse a la naturaleza a través de recorridos, visitas guiadas, talleres, juegos, videos, posters, y otras actividades educativas. También se impulsa el deporte mediante torneos de volibol, fútbol, carreras y cuando la playa es muy ancha ha habido beisbol. Además, se busca incluir actividades culturales musicales, de teatro, y danza. Uno de los principales objetivos es que los asistentes se sensibilicen y conozcan más sobre la zona costera, su biodiversidad, los procesos y servicios ambientales de los ecosistemas costeros y el impacto del cambio climático.



Figura 5. Uno de los torneos deportivos que atrae más es el de volibol.

Fotografía: Patricia Moreno-Casasola

Conocer a la naturaleza y vivirla de cerca es la mejor manera de lograr el interés por conservarla. Este tipo de iniciativas benefician a todas las personas participantes y se quedan en su memoria. Es una forma maravillosa de pasar un día en la playa y aprender más sobre estos ecosistemas. **¡Estás invitado(a) no solo a visitar, sino a participar cada año!**

Ir al índice

Para saber más:

- Encuentra más fotos del evento [aquí](#)

La Mancha, Veracruz. Fotografía: Vinisa Romero

MICOLORS EN EL REINO FUNGI

Rosa María Arias*

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

Limni Silday Ramírez Gallegos

Centro de Investigación en Micología Aplicada, Universidad Veracruzana

Salma Jacqueline Hernández

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

Jimena Ester Alba Jiménez

Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Universidad Veracruzana

*rosa.arias@inecol.mx



Fotografía: Paula, Pixabay

Los colores le dan vida y belleza a nuestro mundo, pero **el uso de colorantes sintéticos ha levantado algunas alarmas por sus posibles efectos negativos en nuestra salud y en el medio ambiente.** Por eso, **cada vez más gente está buscando alternativas naturales que sean biodegradables y no tóxicas.** Estos pigmentos naturales pueden venir de muchas fuentes, como minerales, plantas, insectos, algas y, por supuesto, hongos (Figura 1).



Figura 1. Algunos pigmentos naturales pueden venir de muchas fuentes, como minerales, plantas, insectos, algas y, por supuesto, hongos. Fotografía: Congerdesign, Pixabay

Hablando de hongos, ¡son unos verdaderos artistas! Pueden crear una increíble variedad de colores. **Hay varios tipos de hongos que producen pigmentos como *Neurospora*, *Monascus*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Talaromyces*, *Aspergillus* y *Trichoderma*,** entre otros. Cada uno de estos hongos genera pigmentos **con diferentes estructuras químicas, lo que les da su color único.** Por ejemplo, los carotenoides son responsables de los tonos amarillos, naranjas y rojos; las melaninas son de color marrón y negro; los flavonoides suelen ser amarillos y blancos; y los azulenos son los que dan ese hermoso color azul. ¡Así que **la próxima vez que veas un color vibrante, piensa en los hongos y sus colores!**

Hoy en día, algunos de **estos pigmentos están siendo utilizados en diferentes industrias**; en el mundo de la comida, por ejemplo, la cantaxantina, que es un pigmento de color naranja-rojizo que se saca de un hongo llamado *Cantharellus cinnabarinus*, se usa en una gran variedad de productos como dulces, pescados, carnes, quesos, botanas, y también en bebidas, cerveza y vino. Por otro lado, tenemos la riboflavina, que es de un color amarillo-anaranjado y se obtiene de otros hongos como *Ashbya gossypii* y *Eremothecium ashbyii*; ésta se utiliza en helados, bebidas y postres instantáneos (Figura 2). Además, **se ha descubierto que los alimentos que contienen estos pigmentos de hongos no solo son coloridos, sino que también tienen propiedades antioxidantes y antimicrobianas**, lo que los hace aún más interesantes para la industria alimentaria. ¡Así que la próxima vez que disfrutes de una botana colorida, piensa en todo lo que hay detrás de esos colores!



Figura 2. La riboflavina, que es de un color amarillo-anaranjado y se obtiene de otros hongos como *Ashbya gossypii* y *Eremothecium ashbyii*; ésta se utiliza en helados, bebidas y postres instantáneos. Fotografía: Roman Odintsov, Pexels

Gracias a sus propiedades antioxidantes, estos pigmentos protegen la piel de los daños causados por los radicales libres, moléculas inestables que pueden dañar las células del cuerpo. Esto resulta ser muy beneficioso para la industria cosmética.

Un ejemplo interesante es la melanina, que se obtiene de un hongo llamado *Aspergillus fumigatus*. Este pigmento es muy resistente a la radiación ultravioleta, por lo que se usa en la fabricación de cosméticos y protectores solares.

Además, **los pigmentos que vienen de hongos tienen una gran variedad de colores y son biodegradables**, lo que es un punto a favor para la industria textil. Sin embargo, todavía se necesita trabajar en un proceso estandarizado para usarlos en el teñido a gran escala. ¡Así que hay mucho potencial por explorar!

Los pigmentos de los hongos tienen varios beneficios para la salud, siendo de gran importancia para la industria farmacéutica, gracias a sus propiedades antioxidantes, anticancerígenas y antimicrobianas (Figura 3). Un buen ejemplo es la monascina, que se obtiene de un hongo llamado *Monascus* y que ayuda a frenar el crecimiento de células cancerígenas. Otro ejemplo es la riboflavina (o vitamina B2), que es clave para el desarrollo y crecimiento de las células.

Estos pigmentos son interesantes para la industria porque **son ecológicos, biodegradables, seguros, estables y renovables. Además, se pueden producir de manera rápida y económica en ambientes controlados de fermentación** y sin necesidad de condiciones muy específicas. Algunos incluso tienen propiedades antioxidantes, antimicrobianas y que ayudan a prevenir enfermedades, lo que les da aún más valor. Sin embargo, hay retos que se deben superar para aprovechar todo su potencial. Uno de los principales es mejorar su rendimiento, lo cual se puede lograr ajustando las condiciones de fermentación, cambiando los sustratos donde crecen o aplicando ingeniería genética. También es crucial que se logre una producción a gran escala para que estos pigmentos sean más accesibles y competitivos en el mercado.



Figura 3. Los pigmentos de los hongos tienen varios beneficios para la salud, siendo de gran importancia para la industria farmacéutica. Fotografía: Pixabay, Pexels

Nuestro equipo de trabajo se ha sumado a la búsqueda de pigmentos de hongos y sus posibles usos. Mientras analizábamos el potencial que tienen las cepas que aislamos de los cafetales para su uso como biofertilizantes, nos dimos cuenta de que muchas de ellas tenían colores bastante vivos en sus colonias, e incluso algunas liberaban pigmentos al medio (Figura 4). Esto nos motivó a investigar si tenían propiedades antioxidantes y si la cantidad de estos se relacionaba con el medio de incubación. De las cepas que producían pigmentos, seleccionamos las que tenían una coloración más intensa. Al mismo tiempo, hicimos un análisis molecular, evaluamos su capacidad antioxidante y la variedad de colores que presentaban al cultivarlas en medios de cultivo tanto sólido llamado agar de papa dextrosa como líquido llamado caldo de papa dextrosa (Figura 5).

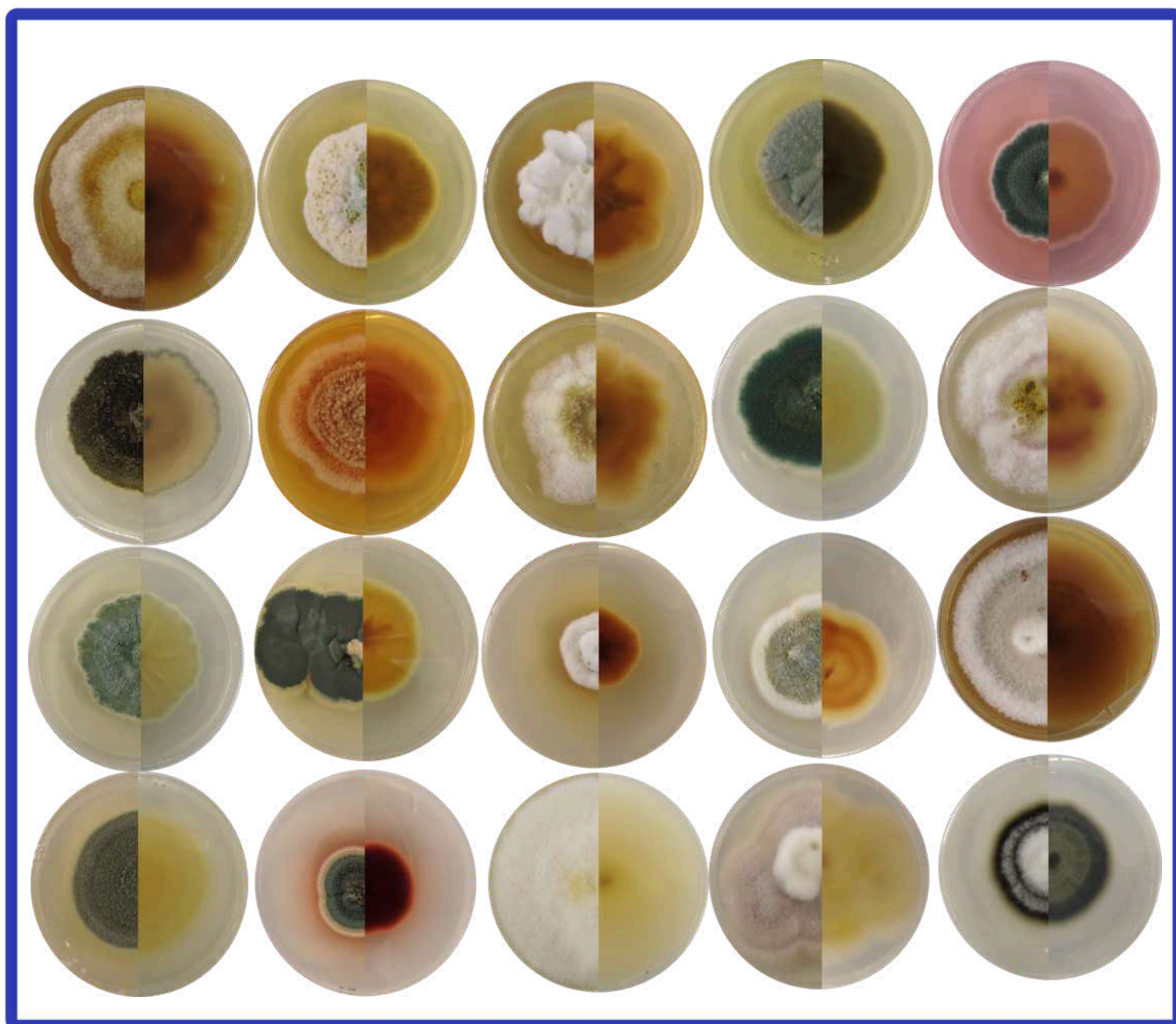


Figura 4. Diversidad de colores de las cepas de hongos del suelo en medio de agar de papa dextrosa. Fotografía: Limni Silday Ramírez Gallegos

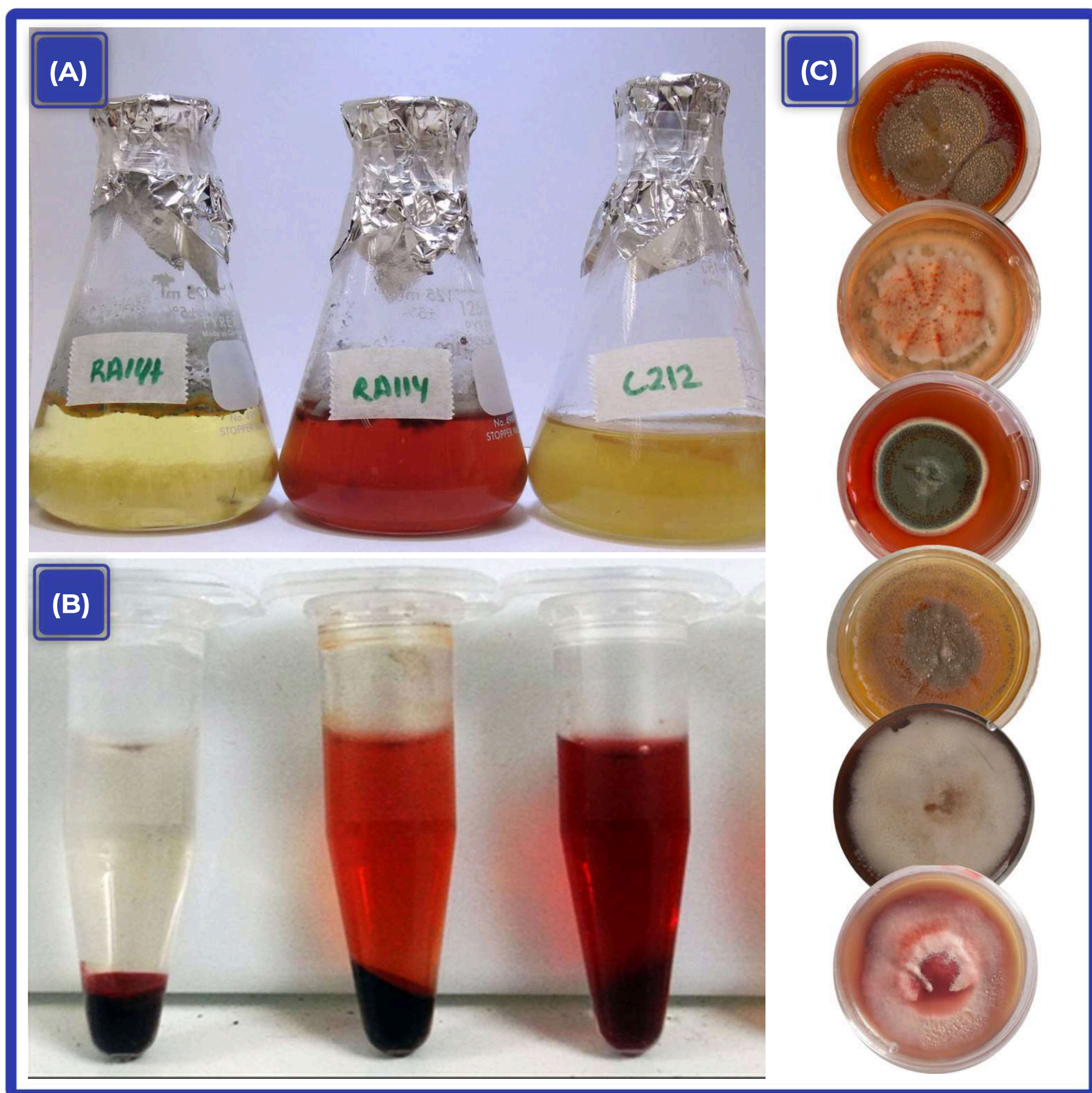


Figura 5. Cepas de hongos productoras de pigmentos en medio de cultivo líquido caldo de papa dextrosa (A, B) y sólido papa dextrosa agar en placas Petri (C).

Fotografía: Rosa María Arias Mota

Algunas de las cepas más interesantes que hemos encontrado son *Epicoccum nigrum*, *Penicillium mallochii* y *P. chongqingense*, porque tienen una gran variedad de colores, como amarillo, naranja, rojo-anaranjado, rosado y más. Además, tienen una fuerte actividad antioxidante y un alto contenido de polifenoles (Figura 6). De hecho, ***P. mallochii*, que también se aisló recientemente en la India, se ha demostrado que tiene propiedades que ayudan a frenar el crecimiento de células cancerígenas, lo que hace que estos pigmentos sean aún más importantes en el ámbito de la medicina.**

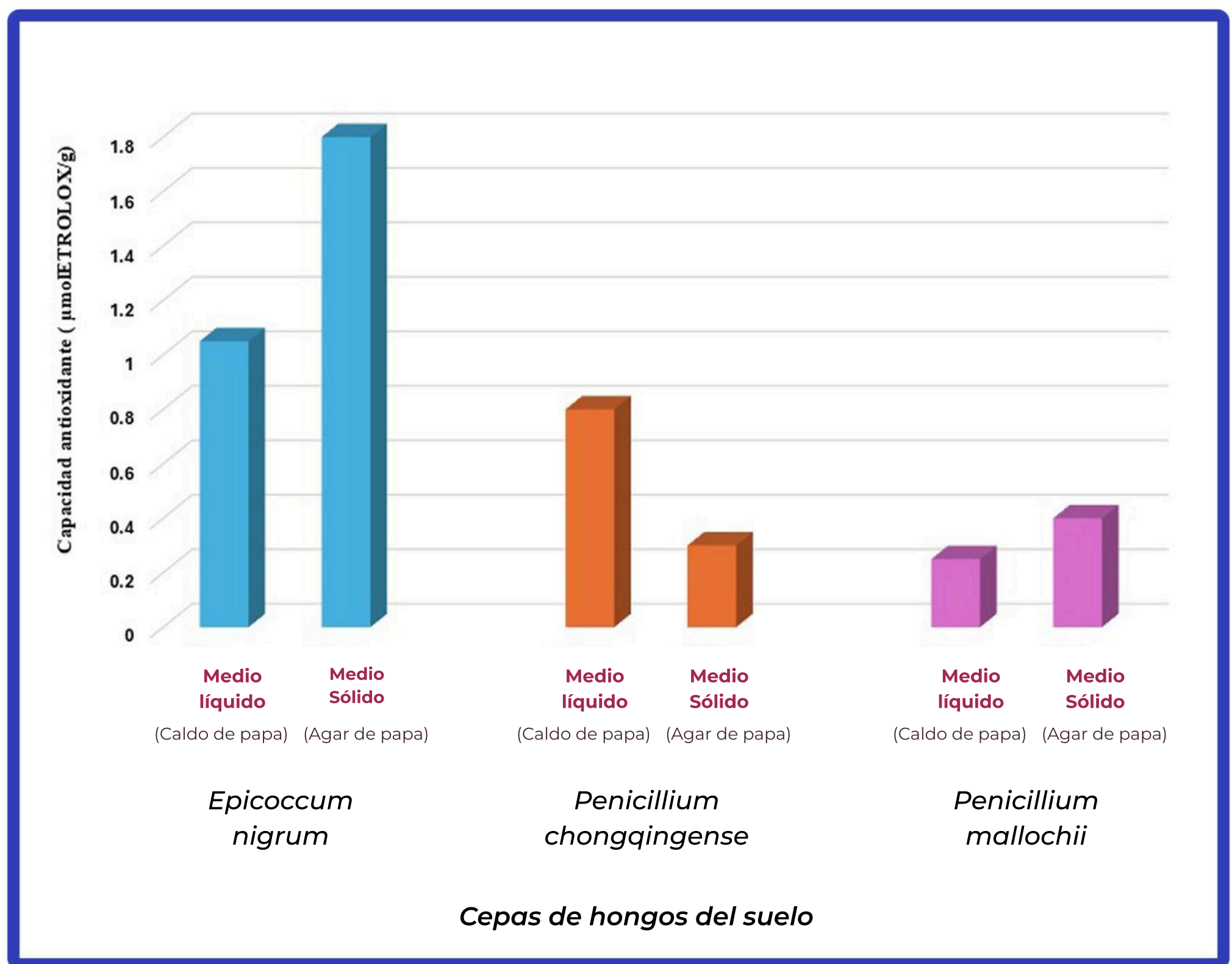


Figura 6. Capacidad antioxidante de tres cepas de hongos del suelo productoras de pigmentos (*Epicoccum nigrum*, *Penicillium chongqingense* y *P. mallochii*) en medio de caldo de papa dextrosa (CPD) y agar papa dextrosa (APD). Gráfica: elaboración propia

En la búsqueda de alternativas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, actualmente, **estamos explorando nuevas formas de utilizar los extractos fúngicos para teñir fibras naturales.** Comenzamos con la tinción de fibras de algodón, utilizando extractos obtenidos con alcohol y biomasa (hongos) en cultivos tanto sólidos como líquidos. Sin embargo, nos enfrentamos a un desafío importante; la capacidad de los colores para adherirse a las fibras y mantener su durabilidad y estabilidad. Para superar este obstáculo, estamos probando distintos fijadores naturales, como alumbre, sal y vinagre que sirven para fijar el color. En estos ensayos hemos visto que el vinagre mejora de manera significativa la afinidad de los colores. **Nuestro objetivo es promover el uso de textiles más sostenibles y amigables con el medio ambiente, que puedan reemplazar los pigmentos sintéticos y ofrecer una opción más saludable tanto para los consumidores como para el planeta** (Figura 7).



Figura 7. Ensayos de teñido de fibras de algodón con pigmentos de cepas de hongos del suelo.
Fotografías: Limni Silday Ramírez Gallegos

Para saber más:

- Elkhateeb W, Daba G. 2023. Fungal Pigments: Their Diversity, Chemistry, Food and Non-Food Applications. *Applied Microbiology* 3(3), 735-751. [Click aquí](#)
- Venil CK, Velmurugan P, Dufossé L, Renuka Devi P, Veera Ravi A. 2020. Fungal pigments: Potential coloring compounds for wide ranging applications in textile dyeing. *Journal of fungi* 6(2), 68. [Click aquí](#)
- Yadav S, Tiwari KS, Gupta C, Tiwari MK, Khan A, Sonkar SP. 2023. A brief review on natural dyes, pigments: Recent advances and future perspectives. *Results in Chemistry* 5, 10073. [Click aquí](#)

Fotografía: Wonderwoman627, Pixabay

SECCIÓN ESPECIAL



Continuamos con la sección especial "Celebrando el 50 aniversario del INECOL". **Durante los cuatro números de Eco-Lógico del 2025 recapitularemos de diferentes formas las memorias y eventos de la comunidad del INECOL.** Desde alumnos, científicos, administrativos, personal en general y por supuesto los cofundadores, quienes han visto crecer esta institución.

En este segundo número platicamos con diversas personas que vieron nacer una parte fundamental del INECOL: ¡el posgrado!. Esta parte representa varios de los objetivos de este centro de investigación, generar Información técnica y científica y formar humanos altamente especializados.

En las siguientes entrevistas (de máximo 5 minutos) encontrarás anécdotas personales y laborales relacionadas al Instituto de Ecología A.C. ¡desde hace varias décadas!

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 2 · Verano · 2025

Dra. Patricia Moreno-Casasola B.
Investigadora Emérita

"Ser científico es un trabajo que te da mucha satisfacción. Ha sido felicidad y plenitud"

**Dra. Patricia Moreno-Casasola,
Fundadora del Posgrado del
INECOL**

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 2 · Verano · 2025

Dr. Oscar L. Briones Villareal
Secretario de Posgrado

"Se requiere ser perseverante, ser inteligente para poderte colocar en el tiempo y espacio que te tocó vivir"

**Dr. Oscar Briones, Coordinador
actual del Posgrado del INECOL**

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 2 · Verano · 2025

Dra. Claudia E. Moreno Ortega
Investigadora Titular

"La voluntad siempre es a colaborar. El capital humano es lo que ha permitido el avance de la institución (INECOL)."

**Dra. Claudia Moreno, primera
mujer egresada del Doctorado
del INECOL**

¡Esperamos que disfrutes esta sección!

Si deseas compartírnos tu experiencia escríbenos a ecologicorevista@gmail.com

Ciencia hoy

Fotografía: Geralt, Pixabay



UN FUTURO MENOS DIVERSO: LA HOMOGENIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Jessica G. Landeros López*

Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana

César I. Carvajal Hernández

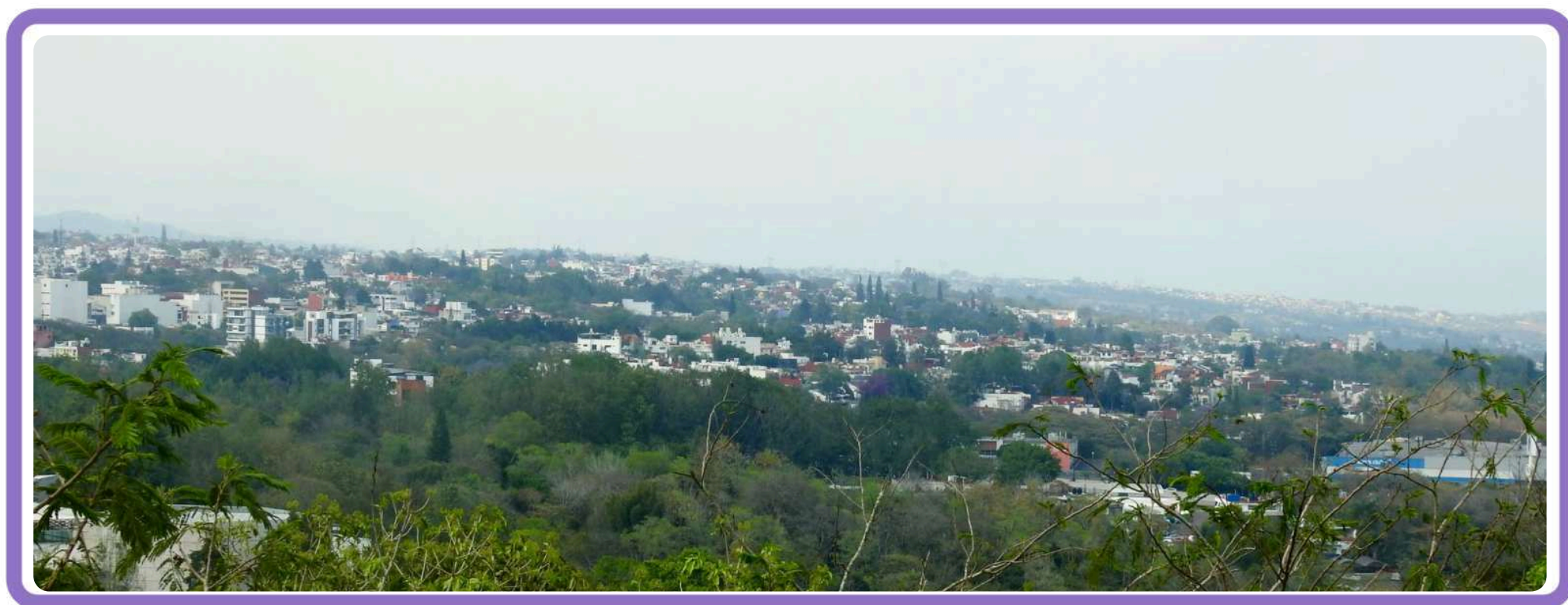
Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana

*jessgll@hotmail.com



Sendero de la USBI-Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz, dominado por plantas exóticas. Fotografía: César Carvajal

Desde hace décadas, los ecosistemas de todo el mundo han experimentado transformaciones significativas. Lo que alguna vez fueron paisajes naturales y diversos, hoy en día se encuentran en su mayoría profundamente modificados. **La conversión de hábitats naturales en tierras agrícolas, urbanas e industriales ha sido uno de los factores determinantes en estos cambios, alterando tanto la estructura como el funcionamiento de los ecosistemas. Esto ha generado una serie de consecuencias ecológicas negativas**, entre las que se incluyen: la pérdida de biodiversidad, resultado de la destrucción de hábitats y la explotación de recursos; la fragmentación de hábitats, con la consecuente creación de “islas” de biodiversidad rodeadas por paisajes transformados; así como la alteración de procesos clave en los ecosistemas como los ciclos del carbono, nitrógeno y agua. Este contexto de modificaciones masivas ha generado ecosistemas cada vez más vulnerables, con menos capacidad de adaptación y resistencia ante perturbaciones, sobre todo a través de procesos que, en muchos casos, son irreversibles.



Panorámica de la ciudad de Xalapa, Veracruz, mostrando la transformación del paisaje.
Fotografía: César Carvajal

Una de las consecuencias ecológicas más visibles es la homogenización biótica. Ésta se refiere al **proceso mediante el cual existe una reducción en la biodiversidad**, provocando que las comunidades de plantas, animales y otros organismos que viven en diferentes ecosistemas se vuelvan más similares entre sí (Figura 1). Se trata de un proceso multifacético con diversas causas que involucra alteraciones ambientales, así como invasiones y extinciones de especies. Es decir, factores como la modificación de los ecosistemas, la pérdida de hábitat y el cambio climático crean condiciones ambientales adversas que actúan como “filtros ambientales”, favoreciendo la permanencia de especies con características resistentes, como la tolerancia a la contaminación o al estrés hídrico, la capacidad de dispersarse rápidamente o la habilidad para aprovechar recursos limitados.

Además, **en estos entornos modificados es común la introducción de especies no nativas (exóticas), que pueden tener una mayor capacidad de adaptación a las nuevas condiciones ambientales.** Esta característica les supone una ventaja que contribuye al desplazamiento de especies locales (nativas), y que las puede convertir en especies invasoras. Mientras que las especies locales, por lo general, están menos preparadas para enfrentarse a tales cambios, ya que requieren condiciones ambientales más especializadas. Entonces, **a medida que las especies no nativas prosperan y las nativas disminuyen o desaparecen, los ecosistemas tienden a compartir una composición biológica cada vez más similar entre sí,** dominada por especies generalistas capaces de resistir las perturbaciones (Figura 2). Estos patrones de invasión y pérdida de especies son complejos, pues suelen estar influenciados por una combinación de factores ecológicos, ambientales y antrópicos, por lo que su comprensión requiere un enfoque integral que considere múltiples escalas.



Figura 1. Comparación de la presencia de plantas epífitas en áreas conservadas y perturbadas. (A) Árbol de un bosque mesófilo conservado con gran variedad de epífitas en su tronco; (B) Árbol en medio de un área urbana, únicamente con una sola especie de epífita en su tronco.

Fotografías: Jessica Landeros y César Carvajal

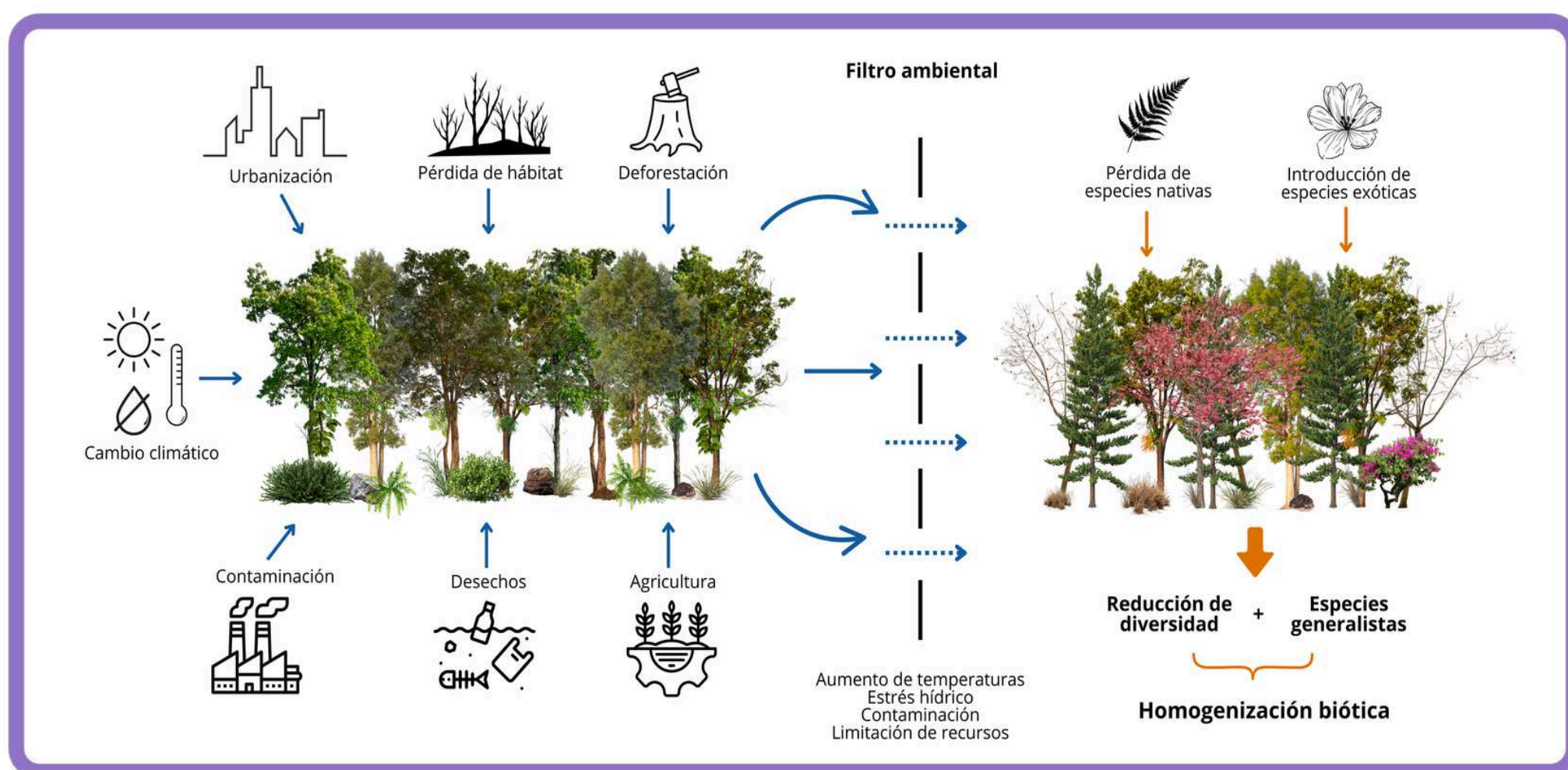


Figura 2. Esquema ilustrativo de la homogenización biótica. Diversos factores de origen humano ejercen presión sobre los bosques naturales, generando filtros ambientales que solo permiten la permanencia de las especies más resistentes a las nuevas condiciones estresantes. Esto provoca la pérdida de especies nativas y favorece la llegada de especies exóticas, lo que reduce la diversidad biológica y desencadena procesos de homogenización biótica.
Elaboración: Jessica Landeros

Aunque generalmente el concepto de homogenización biótica intenta definirse utilizando a la especie como unidad de investigación, esto no refleja con precisión la naturaleza multidimensional del concepto. De hecho, **se pueden identificar formas diferentes de homogenización biótica:**

- **A nivel molecular**, la homogenización genética describe a aquellas poblaciones que se vuelven genéticamente más similares con el tiempo. Esto ocurre cuando los individuos de una misma especie o de especies distintas se reproducen entre sí de manera exclusiva. Con el tiempo, este intercambio genético disminuye la variabilidad, haciendo que las poblaciones compartan características más semejantes.
- **A un nivel superior de organización**, la homogenización funcional ocurre cuando los ecosistemas se vuelven más parecidos en términos de las funciones que cumplen las especies que los habitan. Esto se debe a que las especies que se pierden o aquellas que son invasoras suelen tener rasgos similares. Así, con el tiempo, más ecosistemas quedan dominados por especies que desempeñan roles similares, mientras se pierden aquellas con funciones únicas.
- Finalmente, **la homogenización taxonómica** hace referencia al proceso por el cual dos o más comunidades biológicas se vuelven más parecidas en términos de su composición de especies. En otras palabras, las comunidades comparten cada vez más especies en común y reducen la diversidad entre ellas.

Estos procesos de homogenización afectan a diferentes grupos biológicos, siendo impulsados principalmente por cambios en los ecosistemas derivados del impacto de las actividades humanas. En plantas, la homogenización ocurre principalmente en paisajes alterados donde las especies con alta capacidad de dispersión y tolerancia a los disturbios prosperan, mientras que las especies nativas se pierden (Figura 3). En aves se ha observado que la expansión urbana y agrícola ha facilitado la introducción de especies generalistas que tienden a reemplazar a las nativas. Aunque los insectos y otros vertebrados han sido menos estudiados, muestran patrones similares, con las especies más resistentes prosperando, especialmente en áreas agrícolas. Anfibios, reptiles y mamíferos se ven principalmente afectados por la pérdida de hábitat y la eliminación de especies nativas dominantes, lo que provoca una disminución en la diversidad regional. Como consecuencia, la biodiversidad local se empobrece, y los ecosistemas pierden su complejidad biológica en todos los niveles (Figura 4).



Figura 3. Áreas verdes de la Unidad de Servicios Bibliotecarios y de Información (USBI-Universidad Veracruzana) dominadas por plantas exóticas inmersas en medio de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Fotografía: César Carvajal



Figura 4. Comparación de la estructura de un bosque conservado y uno perturbado. (A) Sendero en un bosque mesófilo conservado en el Santuario del Bosque de Niebla del Instituto de Ecología A. C. en Xalapa, Veracruz; (B) Sendero en bosque mesófilo perturbado en el Parque Natura de Xalapa, Veracruz. Fotografías: Jessica Landeros y César Carvajal

Actualmente, **la homogenización biótica se considera una de las formas más prominentes de “empobrecimiento” biológico en todo el mundo**, y probablemente seguirá aumentando en respuesta a los impactos asociados con el crecimiento de las poblaciones humanas (Figura 5). Esto conlleva una variedad de consecuencias. **Ecológicamente, cuando disminuye la variedad de funciones que cumplen los organismos en un ecosistema, éste se vuelve más frágil frente a perturbaciones.** Por ejemplo, si todos los árboles tienen características similares, una sequía fuerte podría afectarlos por igual, mientras que la diversidad ayuda a que algunos sobrevivan y mantengan el equilibrio del ecosistema. En términos evolutivos, al reducirse la diversidad genética, se reducen también las posibilidades de que las especies cambien y se adapten a nuevas condiciones. Por ejemplo, si solo hay un tipo de planta resistente a la sequía, es más difícil que evolucione para enfrentar un clima más seco en el futuro. Mientras que a nivel social, se ponen en riesgo servicios ecosistémicos fundamentales como la polinización, el control de plagas, la formación del suelo o la regulación del clima, todos ellos procesos que sostienen nuestra salud, seguridad alimentaria y bienestar.

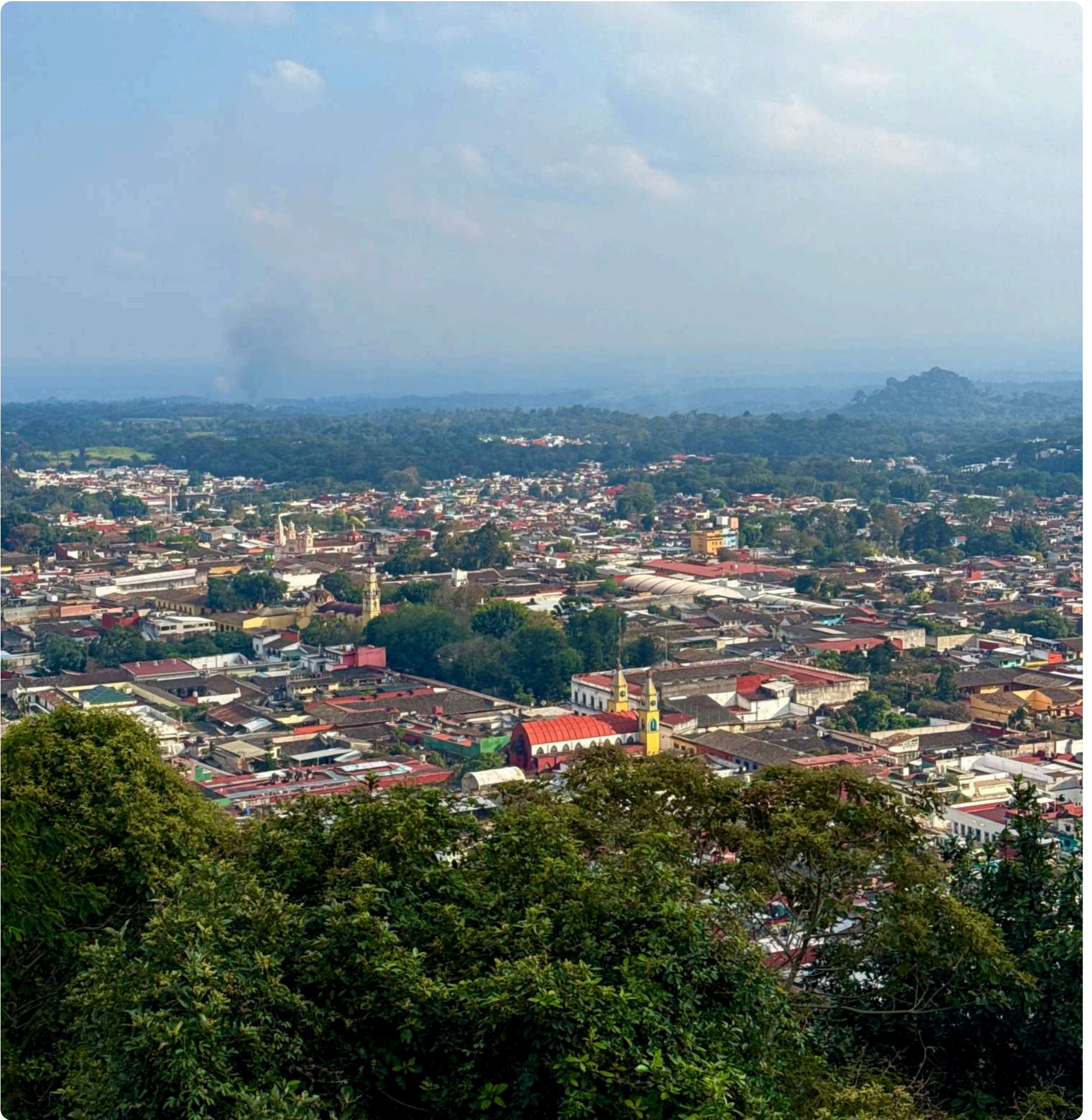


Figura 5. Crecimiento del municipio de Coatepec, Veracruz, demostrando un paisaje modificado por la población humana. Fotografía: Jessica Landeros

En resumen, los factores fundamentales que promueven la homogenización biótica se relacionan inevitablemente con las actividades humanas. Por ello, **un paso primordial para mitigar este proceso incluye la conservación de la biodiversidad, no solo a través de la protección de especies, sino también con la implementación de estrategias que reduzcan la transformación de hábitats y que prevengan la pérdida e invasión de especies.** Aunque se trata de un desafío crítico para la biodiversidad global, se requieren esfuerzos conjuntos para equilibrar el progreso humano con la preservación biológica.

Agradecimientos

Se agradece a las personas que contribuyeron a la idea y revisión de este artículo, así como a los investigadores cuyos trabajos fueron clave para el desarrollo de este texto.

Para saber más:

Olden JD, Comte L, Giam X. 2008. Biotic homogenization. Encyclopedia of Life Sciences 1, 1-8. [Click aquí](#)

McKinney ML. 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. Urban Ecosystems 11, 161-176. [Click aquí](#)

Lagos de las Ánimas en Xalapa, Veracruz, mostrando una combinación de plantas nativas y exóticas. Fotografía: Sara López

RECUPERACIÓN DE UN TESORO ECOLÓGICO: EL LAGO DE TEXCOCO

Hugo López Rosas*
El Colegio de Veracruz

Patricia Moreno-Casasola
Red de Ecología Funcional, INECOL

*hlopezr@colver.edu.mx



Parvada de patos levantando el vuelo. Fotografía: Adolfo Tovar

El lago de Texcoco ha sido testigo de una historia de transformación radical. De ser un eje vital en la cosmovisión y la infraestructura hidrológica de los aztecas, a su casi total desaparición por la expansión de la Ciudad de México. **En la última década, este humedal ha resurgido como un símbolo de restauración ecológica y resiliencia.** Su recuperación representa un hito en la conservación de los ecosistemas acuáticos y en la mitigación de los efectos del cambio climático en el Valle de México.

Un gran lago para una gran ciudad

Desde tiempos prehispánicos, **este lago ha sido un eje central en la vida de la Ciudad de México.** Su vastedad y riqueza en recursos naturales permitieron el florecimiento de la cultura mexicana y el establecimiento de un complejo sistema hidráulico que facilitó el crecimiento urbano. En la actualidad, **su recuperación refuerza su papel como un regulador ecológico y un espacio vital para la sustentabilidad de una de las ciudades más grandes del mundo.**



Diversas especies de patos y monjitas.
Fotografía: Adolfo Tovar

Época prehispánica

Antes de la llegada de los españoles, el lago de Texcoco era el corazón de la cuenca lacustre del Valle de México. Conectado a otros lagos por canales y diques, el sistema acuático **era regulado por ingeniosas obras hidráulicas diseñadas por los mexicas y sus aliados**. Ejemplo de ello era el albarradón de Nezahualcóyotl (construido entre 1440 y 1503), que separaba el agua dulce de la salobre y ayudaba a controlar el nivel de las aguas del lago de Texcoco. Mientras que los lagos de Xochimilco y Chalco estaban formados con aguas dulces, los de Texcoco, Zumpango y Xaltocan eran salobres (Figura 1).

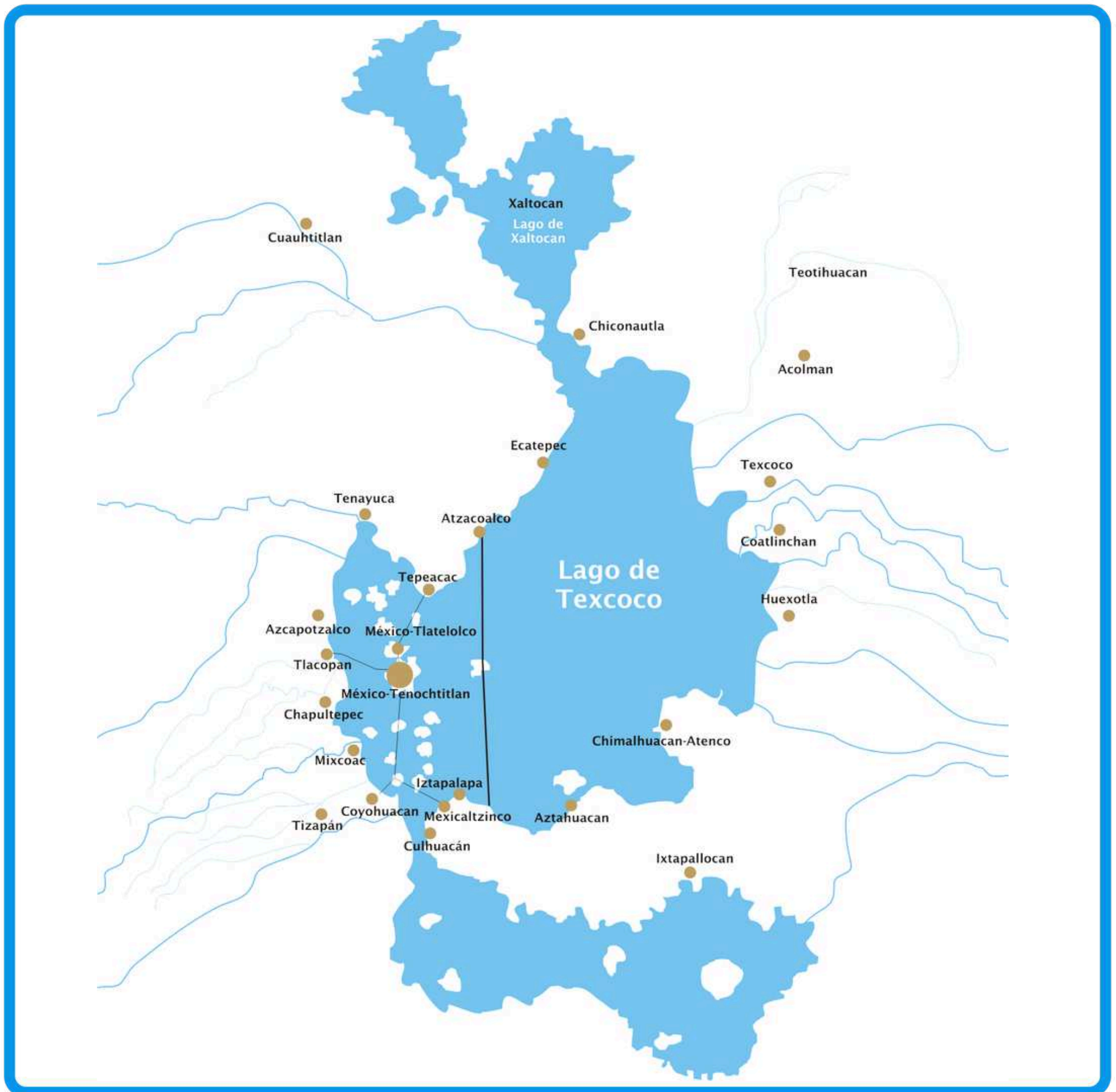


Figura 1. El lago de Texcoco a la llegada de los españoles en 1519, mostrando el albarradón de Nezahualcóyotl dividiendo los lagos (Línea negra). Al oriente, quedaban las aguas salobres de Texcoco, y al poniente, las aguas dulces provenientes de los lagos de Xochimilco y Chalco, que se encuentran a una mayor altitud que el vaso oriental de Texcoco.
(https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Lago_de_Texcoco-poscl%C3%AIsico.png)

Los mexicas sustentaron la producción agrícola mediante el uso de chinampas, una técnica avanzada de cultivo flotante que permitió el crecimiento de la ciudad de Tenochtitlán. Fue una zona de aprovechamiento de recursos como el tequesquite (sal mineral de diversos usos), ahuate (huevo de chinches acuáticas del orden Hemiptera), charal (*Chirostoma jordani*), mexcalpique (pez godeido), romeritos (*Suaeda* spp.) y alga espirulina (una rica fuente de proteínas).

Desecación e impacto ambiental

Con la conquista española y la fundación de la Ciudad de México, el agua pasó de ser un recurso esencial a un obstáculo que debía ser eliminado. Durante la colonia y el periodo novohispano, **la desecación del lago de Texcoco se intensificó con obras de drenaje para prevenir inundaciones.** La culminación de este proceso fue el Gran Canal de Desagüe, iniciado en el siglo XVII y completado en el siglo XX, lo que provocó la desaparición de gran parte del ecosistema lacustre. Como consecuencia, **la ciudad enfrentó problemas de hundimientos, contaminación del aire debido a tolveneras y escasez de agua. Los hundimientos en la ciudad de México ocurren debido a la extracción masiva de agua subterránea, la cual genera la compactación del suelo. El resultado es que zonas enteras de la ciudad se han hundido hasta 15 metros.**



Vista aérea del lago de Texcoco en proceso de recuperación ecológica. La imagen muestra los cuerpos de agua restaurados y los canales de drenaje en la zona que originalmente estaba destinada para la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de México. Esta área forma parte del Área Natural Protegida decretada en 2022, donde actualmente se desarrolla el Proyecto Ecológico Lago de Texcoco (PELT) para la restauración del ecosistema lacustre.

Fotografía: Adolfo Tovar

La recuperación de este gran humedal

En un giro histórico, **el 22 de marzo de 2022 se decretó el lago de Texcoco recibió protección legal oficial al decretarse como área natural protegida: Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) Lago de Texcoco**. Se localiza en el Estado de México con más de 10,000 hectáreas. Esto marcó el inicio de su restauración ecológica bajo el Proyecto Ecológico Lago de Texcoco (PELT), **cuyo objetivo es recuperar cuerpos de agua, mitigar tolveneras y crear hábitat para la fauna local y migratoria**.

Este humedal es importante para la regulación hídrica de la Cuenca de México, ya que actúa como un vaso regulador que previene inundaciones y permite la recarga de acuíferos. Además, mejora la calidad del aire y estabiliza el clima local, beneficiando a millones de habitantes de la Ciudad de México y su zona metropolitana.

Refugio de biodiversidad acuática y puente internacional

La vegetación acuática del lago juega un papel fundamental en el equilibrio ecológico de la región. Plantas como los tules (*Typha* spp.) y carrizos (*Phragmites* spp.) no solo contribuyen a la filtración del agua y la estabilización del suelo, sino que también **proporcionan refugio y alimento para diversas especies de fauna**. **Aves migratorias, peces y anfibios dependen de esta vegetación para completar sus ciclos de vida, asegurando la biodiversidad del ecosistema**.



Un gavilán (*Buteo* sp.). Fotografía: Adolfo Tovar

El lago de Texcoco es hábitat de más del 60 % de las aves del Estado de México y refugio de aves migratorias cada año, provenientes de Estados Unidos y Canadá. Gracias a su relevancia ecológica, ha sido designado como un Sitio Ramsar de importancia internacional (sitio Ramsar #2469, desde marzo de 2022) y un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA, desde septiembre de 2007). Además, forma parte de los 33 humedales prioritarios para la distribución de las aves acuáticas en México (SEMARNAT, 2008).

La zona recibe anualmente en promedio 150,000 aves migratorias que viajan a través de la Ruta Migratoria del Centro. Es un sitio clave para la reproducción, hibernación, alimentación y descanso de aves acuáticas (30 especies con una abundancia estimada de 60,000 individuos por año). Alberga, al falaropo (*Phalaropus tricolor*), varias especies de chichicuilotos (*Calidris bairdii*, *C. minutilla* y *C. mauri*), todas migratorias de invierno. Entre las especies residentes, las más representativas son avoceta americana (*Recurvirostra americana*), candelero mexicano (*Himantopus mexicanus*, Figura 2), tildío (*Charadrius vociferus*), playero alzacolita (*Actitis macularius*) y chorlo nevado (*Charadrius nivosus*). Se han estimado alrededor de 85,000 aves acuáticas migratorias, principalmente pato cuchara (*Spatula clypeata*), pato golondrino (*Anas acuta*), cerceta alas azules (*Spatula discors*), cerceta canela (*Spatula cyanoptera*), falaropo y chichicuilotos.



Figura 2. Monjita americana (*Himantopus mexicanus*) volando sobre el lago de Texcoco. Aquí hay poblaciones tanto residentes como migratorias. Fotografía: Adolfo Tovar

El mantenimiento de este ecosistema fortalece las relaciones internacionales de México con los países del norte, ya que su conservación asegura el cumplimiento de los ciclos biológicos de especies migratorias esenciales en el mantenimiento de la estabilidad de los sistemas naturales a escala continental (Figura 3).



Figura 3. El lago de Texcoco es hábitat de numerosas especies acuáticas que llegan en grandes números, convirtiendo el ambiente en un paisaje espectacular.

Fotografía: Adolfo Tovar

Hacia un futuro sustentable

El Valle de México, donde se localiza el lago de Texcoco, es actualmente la región con mayor densidad demográfica en nuestro país (Figura 4). **El renacer de este lago no solo es un triunfo de conservación y protección de ecosistemas, sino también una oportunidad para fomentar un desarrollo urbano sustentable en una enorme conurbación y recuperar los numerosos servicios ecosistémicos que proporcionan los humedales.** La integración de áreas de uso público, ecoturismo y actividades productivas tradicionales, como la producción de tequesquite y del alga espirulina, permiten que este espacio sea una fuente de bienestar ambiental, social y económico para las comunidades aledañas.

La historia del lago de Texcoco es una lección sobre la interacción entre la naturaleza y la humanidad. Su recuperación es un recordatorio de que, con la voluntad y el compromiso adecuados, es posible revertir los daños ambientales y construir un futuro más armónico entre la sociedad y su entorno natural.



Figura 4. Área Protegida Lago de Texcoco (APRN Lago de Texcoco). La línea roja delimita el polígono que conforma el APRN Lago de Texcoco. Entre las estructuras y construcciones se observan restos del proyecto cancelado del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM). También se observa la alta densidad de población que rodea parte del área protegida. Elaboración: Roberto Monroy Ibarra

[Ir al índice](#)

Para saber más:

- Texcoco: sitio demostrativo de ecohidrología. [Click aquí](#)
- La Jornada - Lago de Texcoco, uno de los 63 referentes globales en ecohidrología, señala Unesco. [Click aquí](#)
- Especial la jornada: Parque Ecológico Lago de Texcoco, una realidad. [Click aquí](#)

Fotografía: Adolfo Tovar

LAS PLANTAS TAMBIÉN HABLAN: EL LENGUAJE SECRETO DEL MUNDO VEGETAL

Julio Misael Bojorquez Solís

Angélica Anahí Acevedo Barrera*

Ángela Yumil Romero Mosqueda

Nubia Orduño Cruz

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas,
Universidad Autónoma de Chihuahua

* aacevedo@uach.mx



En las plantas, la cavitación ocurre especialmente bajo condiciones de estrés hídrico.
Fotografía: Deniz ŞENGÜL, Pexels

Las plantas pueden "gritar" cuando están estresadas o "susurrar" durante su crecimiento. Aunque estos sonidos no son perceptibles para el oído humano, emiten señales acústicas que podrían ser clave para entender su salud y forma de comunicación.

Los sonidos ocultos de las plantas

Cuando pensamos en sonidos en la naturaleza, nos vienen a la mente el canto de los pájaros, el murmullo de un río o el susurro del viento entre los árboles. Sin embargo, investigaciones recientes han revelado que **las plantas "hablan" de maneras fascinantes, emitiendo señales acústicas que podrían transformar nuestra forma de entenderlas** (Figura 1).



Figura 1. Una bocina instalada en una pared parcialmente cubierta por enredaderas, sugiriendo una interacción entre la propagación del sonido y la presencia de vegetación.

Fotografía: Anton Ivanov, Pexels

¿Cómo producen sonidos las plantas?

A diferencia de muchos animales, **las plantas carecen de cuerdas vocales, pero esto no significa que sean silenciosas. Los sonidos que emiten no son intencionales, sino que son subproductos de sus procesos internos.** Un fenómeno clave es la cavitación, un proceso en el que **burbujas de aire se forman y colapsan dentro de los conductos que transportan agua en la planta, generando pequeños "chasquidos"**. Este fenómeno es similar a lo que sucede cuando se bebe con un popote: al quedar atrapado aire cuando el líquido se acaba, se produce un sonido burbujeante. **En las plantas, la cavitación ocurre especialmente bajo condiciones de estrés hídrico, cuando el agua no fluye con normalidad en sus tejidos.**

¿Cómo estudian estos sonidos los científicos?

Para detectar los sonidos de las plantas, los **investigadores emplean tecnologías avanzadas como micrófonos ultrasónicos y sensores de alta sensibilidad. Estos equipos permiten capturar emisiones acústicas que normalmente ocurren en frecuencias inaudibles para el oído humano.** Los estudios han demostrado que las plantas sometidas a estrés, como la sequía o daños físicos, producen más sonidos que aquellas en condiciones normales. Estos sonidos podrían ser una señal de advertencia sobre el estado de la planta, ayudando a los científicos a entender mejor sus necesidades (Figura 2).



Figura 2. Se pueden emplear micrófonos ultrasónicos para registrar emisiones acústicas que generan algunas plantas. Fotografía: Jeremy Enns, Pexels

La conexión sonora entre plantas y personas

La investigación sobre los sonidos emitidos por las plantas permite comprender mejor sus mecanismos internos y necesidades. También ayuda a ampliar el conocimiento de las formas que se conocen sobre la interacción entre humanos y plantas y sus efectos en la salud a través de los paisajes sonoros. Por ejemplo, **al percibir el murmullo de un bosque o el susurro de las hojas movidas por el viento, se produce un efecto benéfico para la salud humana reduciendo el estrés, mejorando el estado de ánimo y aumentando el rendimiento cognitivo.** En entornos urbanos, donde el ruido es predominante, la incorporación de elementos acústicos por medio de plantas en parques y áreas verdes puede ofrecer ambientes que promuevan el bienestar.

Para saber más:

• Buxton RT, Pearson AL, Allou C, Fristrup, Wittemyer G. 2021. A synthesis of health benefits of natural sounds and their distribution in national parks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(14), e2013097118.

[Click aquí](#)

• Del Stabile F, Marsili V, Forti L, Arru L. 2022. Is there a role for sound in plants? *Journal of Experimental Botany* 67(15), 4483–4494. [Click aquí](#)

• Demey ML, Mishra RC, Van Der Straeten, D. 2023. Sound perception in plants: From ecological significance to molecular understanding. *Trends in Plant Science* 21(5), 448-461. [Click aquí](#)

Al percibir el murmullo de un bosque o el susurro de las hojas movidas por el viento, se produce un efecto benéfico en la salud humana reduciendo el estrés, mejorando el estado de ánimo y aumentando el rendimiento cognitivo. Fotografía: Vinisa Romero

PAPAS NATIVAS: PILAR PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA, RECORRIDO HISTÓRICO DE SU DESARROLLO EN COLOMBIA Y MÉXICO

Wilmar Alexander Wilches Ortiz*

Yuly Paola Sandoval-Cáceres**

Ruy Edeymar Vargas Diaz***

Clara Viviana Franco Florez****

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia.
Dirección Centro de Investigación Tibaitatá.

*wwilches@agrosavia.co; **ysandoval@agrosavia.co;

rvargas@agrosavia.co; *cfranco@agrosavia.co



Fotografía: Manuel Parra, Pexels

La importancia de la papa en Latinoamérica no es un hecho aislado. Debido a su trascendencia, se ha convertido en un alimento básico en la canasta familiar, posicionándose en la alimentación de múltiples consumidores a nivel mundial.

De las papas y su importancia

El cultivo de la papa juega un papel crucial para garantizar la seguridad alimentaria y sostener la economía en Latinoamérica. En Colombia, las papas son cruciales en la canasta familiar tanto del sector rural como de la población urbana, con un consumo constante. Las principales zonas de producción en este país corresponden a los departamentos de Boyacá, Nariño y Cundinamarca (Figura 1). Por otra parte, **en México el cultivo de la papa es uno de los más importantes debido a su valor nutricional y versatilidad en la gastronomía.** Las zonas que destacan por la alta producción del tubérculo son Sonora y Sinaloa.



Figura 1. Cultivo de papa en etapa de floración en Cundinamarca, Colombia.
Fotografía: Wilmar Wilches

Colombia cuenta con un clima diverso, ideal para cultivar varios tipos de papa en múltiples altitudes. Sin embargo, **las tendencias del clima son impredecibles y alteran la producción agrícola**. De manera similar, en México las condiciones climáticas pueden cambiar con frecuencia, y la mitigación del cambio climático es limitada por falta de tecnología sostenibles. Por mencionar, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el Censo Agropecuario 2022 encontró que las zonas agrícolas no tienen suficientes inversiones en equipos y que la falta de aprendizaje y adopción de tecnologías sostenibles limita la cantidad de tubérculo a producir.

De las Papas que impactan

La papa genera impactos a nivel económico, social y ambiental. En países como Colombia el cultivo es fuente de empleo y sustento para miles de familias. El país cuenta con una gran diversidad de papas nativas (Figura 2), lo que contribuye a su biodiversidad agrícola y cultura gastronómica.



Figura 2. Diversidad de papas nativas de Colombia.
Fotografía: Wilmar Wilches

El cultivo de la papa enfrenta desafíos fitosanitarios y alteraciones climáticas que afectan su producción. Por ello, **se han desarrollado programas para el manejo integrado del cultivo, mediante prácticas sostenibles, buscando conservar el suelo y el agua, ayudando así a aumentar su productividad.**

En México, aunque el cultivo de la papa también es importante, **la economía de los pequeños productores se ve afectada debido a dificultades en las cadenas de comercialización, que no permiten la venta directa entre el productor y el consumidor final**, aumentando los costos de producción, reduciendo las ganancias para los productores y favoreciendo a los acaparadores o bien conocidos intermediarios. En el país, el tubérculo es considerado como un alimento básico en la dieta y de importancia cultural, utilizándose en una amplia gama de platillos tradicionales.



Fotografía: Shiwa Yachachin, Pexels

Mucho más que solo papas

Existe una gran diversidad de papas en el mundo, **tan sólo en Latinoamérica subsisten más de 4,000 variedades de papas nativas**, las cuales varían en tamaños, colores, formas y provienen del conocimiento ancestral de las comunidades indígenas y su conexión con la tierra.

Algunas de estas papas nativas provienen de la vasta red de almacenes del estado Inca, donde la papa era uno de los principales productos alimentarios, usado como reserva y sustento de la población local, soldados, oficiales y esclavos.

A pesar de que la invasión española exterminó la civilización Inca en el año 1532, la producción de papa perduró como actividad agrícola de importancia cerca del lago Titicaca. Es por esta razón que en **países como Perú, Ecuador y Colombia se mantiene una gran diversidad de estos tubérculos con cualidades nutricionales de gran importancia para la seguridad alimentaria.** Es así, que en Colombia se cultivan las variedades de papa criolla (pequeña de color amarillo intenso, textura suave y sabor dulce), sabanera (mediana de color morado opaco y pulpa blanca, textura firme), perilla o criolla mariposa (piel amarilla y pulpa morada), la pacha negra (cáscara morada y pulpa amarilla con tonos morados), capiro (grande de piel clara y pulpa) y la pastusa (piel clara, textura harinosa).

En la frontera sur de México también existen y se cultivan diversas variedades de papas, entre las que se destacan la papa criolla (pequeña y amarilla con sabor intenso, textura cremosa), amarilla (con pulpa amarilla), negra (de piel oscura y pulpa amarilla), de agua (papa sembrada principalmente para obtener semillas), Huayacocotla (adaptada a clima fríos) y finalmente la blanca (menos común, de piel clara y pulpa blanca).



Fotografía: Lukas Seitz, Pexels

De papas nativas a la salud y nutrición

La rica diversidad de papas nativas cultivadas en Latinoamérica no solo refleja un legado cultural ancestral, sino que también ofrece valiosas propiedades nutricionales.

El consumo de estas papas puede contribuir en la salud del consumidor, aportando carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales, que las convierten en un alimento esencial para una dieta equilibrada y nutritiva. Algunas papas nativas destacan en su alto contenido en antocianinas, pigmentos naturales que les confieren colores llamativos, como morado o azul (Figura 3). Estas papas **tienen propiedades antioxidantes que permiten combatir daños celulares como el cáncer y pueden reducir el riesgo de enfermedades crónicas cardiovasculares y algunos carcinomas.** Adicionalmente, a las antocianinas se les atribuye una notable mejoría de la salud cerebral y efectos antiinflamatorios.

En general, las papas nativas se consideran una excelente fuente de carbohidratos, minerales (hierro y potasio), fibra, vitaminas C y B. Su perfil nutricional contribuye a una dieta equilibrada, en la cual el consumo regular puede ayudar a prevenir deficiencias nutricionales.



Figura 3. Papas nativas colombianas con presencia de antocianinas.
Fotografía: Wilmar Wilches

Papas más allá de la nutrición

Las papas nativas contribuyen a la conservación de la biodiversidad agrícola, diversificando las huertas familiares. Además, las variedades tradicionales pueden presentar resistencia a problemas fitosanitarios y cambios climáticos, que contribuyen con la salud del suelo al evitar la erosión y mantener la fertilidad.

Adicionalmente, en la actualidad, **para la obtención de alimentos más sanos para el consumo humano, existe la implementación de las buenas prácticas de manejo del cultivo, en las que se prioriza la reducción del uso indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas.** Por consiguiente, las papas nativas pueden contribuir con la sostenibilidad, al adaptarse a prácticas agroecológicas amigables con el medio ambiente.



Fotografía: Isaac Suca Fuentes, Pexels

Las papas nativas representan un recurso invaluable para la seguridad y soberanía alimentaria de comunidades rurales y regiones vulnerables. Su diversidad genética contribuye a la resiliencia en estas poblaciones, asegurando una fuente constante de nutrientes esenciales para el consumo, fortaleciendo su economía local, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y preservando su patrimonio cultural. Proteger y valorar estas variedades es esencial para construir sistemas alimentarios más sostenibles y resistentes a los desafíos globales.

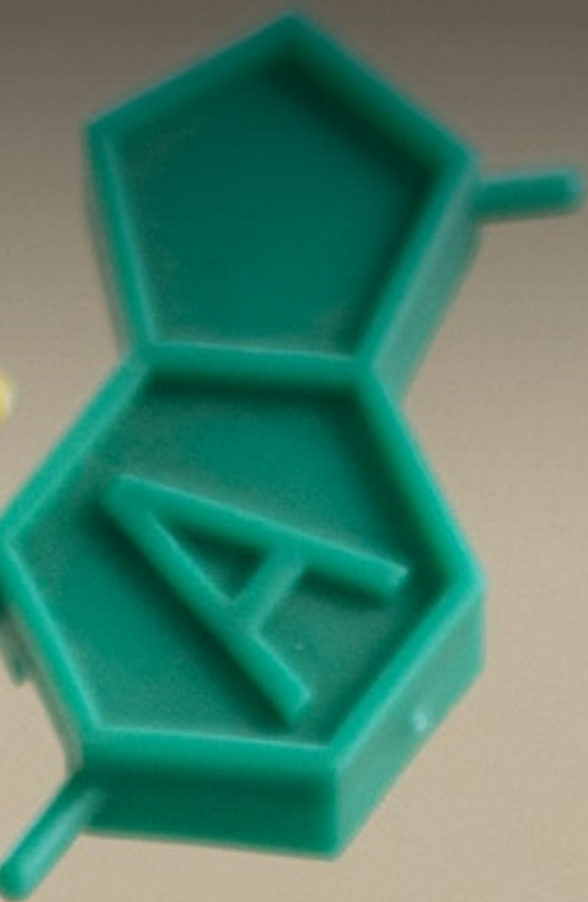
[Ir al índice](#)**Para saber más:**

- Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). 2023. Memorias del XXIX Congreso Latinoamericano de la Papa. El Reencuentro: una mirada hacia la Sustentabilidad y al Cambio Climático. [Click aquí](#)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2023. Resultados definitivos del Censo Agropecuario 2022. [Click aquí](#)
- CREPIB, Gobernación de Boyacá, Minciencias, UPTC, & INTAL. 2021. La papa nativa en Boyacá: un esfuerzo de cohesión desde la cadena productiva. CREPIB. [Click aquí](#)

Fotografía: Wilmar Wilches

Jóvenes Científicos

Fotografía: RF_Studio, Pexels



¿QUIÉN MUEVE A LA BELLOTA MÁS GRANDE DEL MUNDO?

María de los Ángeles García Hernández*

Fabiola López Barrera

Víctor Manuel Vásquez Reyes

Red de Ecología Funcional, INECOL

*mag_10f@yahoo.com.mx



Comparación del tamaño entre bellotas maduras de *Quercus xalapensis* (izquierda), *Quercus germana* (centro) y *Quercus insignis* (derecha). Fotografía: M. A. García-Hernández

La dispersión de semillas, que es el movimiento de semillas hacia sitios donde pueden germinar y establecerse, es un proceso crucial para la persistencia de los bosques. **A través de la dispersión, las plantas pueden colonizar nuevos sitios** y con ello reducir la competencia por recursos entre individuos de su misma especie; además también reduce el riesgo de depredación por fauna al no estar agregados los individuos. Dependiendo de las características de las semillas, **la dispersión puede ser llevada a cabo por diferentes agentes, entre ellos el viento (anemocoría), el agua (hidrocoría), la gravedad (barocoría) y los animales (zoocoría).**



La dispersión de semillas puede ser llevada a cabo por diferentes agentes.
Fotografía: domeckopol, Pixabay

En los bosques tropicales, el papel de los animales como dispersores de semillas cobra todavía más relevancia ya que **existen numerosas especies vegetales que tienen semillas grandes, haciendo que su dispersión dependa casi completamente de que las semillas sean movidas por la fauna.** Por ello, hay una preocupación creciente sobre la pérdida de la fauna en los bosques degradados.

Cuando un bosque es transformado o alterado, con frecuencia las primeras especies de animales dispersores que se pierden son las especialistas, es decir, aquellas especies asociadas a ambientes más conservados (con disponibilidad de madrigueras, comida, agua, un clima estable) y que tienen una dieta específica. Además, dichos dispersores suelen ser de tamaño intermedio o grande. Diversos estudios muestran que, en el caso de los vertebrados, el tamaño del animal determina el tipo, número y volumen de semillas que puede desplazar, ya que existe una relación entre el tamaño del hocico o pico y el tamaño de las semillas. Esto sugiere que existen umbrales de tamaño en el que esta interacción ya no puede ocurrir. Por lo tanto, **en ausencia de fauna de mayor tamaño, las especies vegetales con semillas grandes podrían enfrentar problemas de regeneración asociados con la baja dispersión de sus semillas** y las distancias cortas de movimiento.

En el bosque de niebla de México y Centroamérica habita una especie de encino blanco conocida localmente como chicalaba (*Quercus insignis*). Esta especie se caracteriza por producir semillas (bellotas) de gran tamaño (Figura 1). El peso promedio de una bellota es de alrededor de 50 g, sin embargo, algunas pueden superar los 100 g. El gran tamaño de sus semillas sugiere que la especie podría haber sido originalmente dispersada por animales grandes como tepezcuintles (*Cuniculus paca*) y agutíes (*Dasyprocta* spp.), pero en la actualidad, y considerando que los bosques de niebla se encuentran en su mayoría degradados, su dispersión podría estar limitada, especialmente en sitios con poca vegetación.



Figura 1. Árbol adulto de *Quercus insignis*. (A) Tronco y (B-C) bellotas.
Fotografías: M. A. García-Hernández

En otoño de 2021 y 2022 implementamos un experimento en el campo para registrar a la fauna que interactúa con las semillas de *Q. insignis*. Colocamos 40 sitios de observación en cuatro ambientes, tres fragmentos de bosque de niebla con diferente grado de conservación de la vegetación y un potrero con árboles aislados. Cada sitio contenía 15 bellotas de *Q. insignis* marcadas para poder seguirlas (Figura 2). Durante cuatro semanas del otoño de 2021 y 2022, 20 cámaras trampa (que se activan mediante un sensor de movimiento) videograbaron a la fauna que interactuaba con las semillas en los tres fragmentos de bosque y el potrero (Figura 2). **A partir de esos videos calculamos el porcentaje de participación para cada especie de animal registrado.** También realizamos búsquedas de las bellotas marcadas alrededor de cada estación para medir las distancias a las que eran transportadas por la fauna.



Figura 2. Estación con bellotas marcadas y cámara trampa asociada.
Fotografía: M. A. García-Hernández

Durante el experimento, **registramos 10 especies de mamíferos pasando por los sitios en donde colocamos las semillas marcadas.** Sólo cuatro de las especies registradas son consideradas frugívoras-granívoras. Es decir que consumen frutos y semillas y, por lo tanto, son potenciales dispersores de las mismas: tepezcuintle (*Cuniculus paca*), ardilla tropical o ardilla roja (*Sciurus deppei*), ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) y ratones (*Peromyscus* spp.) (Figura 3).



Figura 3. Especies de mamíferos registradas en el bosque de niebla del centro de Veracruz. (A) ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), (B) ardilla tropical (*Sciurus deppei*), (C) ratones (*Peromyscus* spp.) y (D) tepezcuintle (*Cuniculus paca*). Fotografías: M. A. García-Hernández

Contrario a lo esperado, el tepezcuintle (roedor que puede alcanzar los 10 kg de peso) no se observó participando en la movilización de las bellotas de *Q. insignis*, aunque se registró varias veces pasando y olfateando las semillas que se encontraban en los sitios.

Sin embargo, la falta de participación del tepezcuintle no implicó una baja o nula dispersión de las bellotas. Considerando que éstas pesaban entre 10 y 86 g, **fue sorprendente conocer que todos los tamaños de semilla fueron movilizados dentro de los bosques e incluso en el potrero.** Del total de bellotas en las que se identificó la fauna que las movió, 57 % fueron transportadas por la ardilla gris, 30 % por la ardilla tropical y menos de 5 % por ratones.

Encontramos que las especies de fauna varían en cuanto a su capacidad de cargar bellotas de diferente tamaño. Ambas especies de ardillas encontraron y movieron todos los tamaños de bellotas ofrecidas (desde 10 hasta 86 g), y a distancias de casi 60 m (Video 1); mientras que los ratones sólo movieron bellotas que en su mayoría no rebasaban los 31 g y a distancias menores de 5 m (Video 2). Un estudio publicado en España demostró que los ratones sólo mueven semillas que no superen el 70 % de su peso. Nuestros resultados son bastante similares para los ratones, ya que el peso promedio de los ratones del género *Peromyscus* ronda entre los 30 y 50 g, por lo que una bellota de 31 g corresponde al 62 % del peso de un ratón de 50 g. En el caso de las ardillas, las bellotas de 86 g apenas representan 34.4 % del peso de una ardilla tropical (250 g) y 24.6 % del peso de la ardilla gris (350 g). **Considerando la baja participación de los ratones en la remoción de las bellotas de *Q. insignis*, es posible que el tamaño de la semilla si sea una limitante para los ratones. Sin embargo, la dispersión de las semillas grandes de *Q. insignis* se mantiene debido a la participación de las ardillas.**



Video 1. Ardilla desplazando una bellota de *Q. insignis* de más de 60 g (grupo de semillas en la parte inferior derecha). Video: M. A. García-Hernández



Video 2. Ratón desplazando una bellota de *Q. insignis* con peso menor a 35 g (grupo de semillas en la parte inferior izquierda). Video: M. A. García-Hernández

Los resultados obtenidos resaltan la importancia ecológica de las ardillas. Más allá de ser especies abundantes en las ciudades, en los bosques en donde naturalmente habitan, participan en importantes procesos, como la dispersión de semillas grandes. De otro modo, diversas especies vegetales dependerían únicamente de la gravedad (barocoría) para su dispersión, poniendo en riesgo la regeneración de los bosques. **Debemos considerar también estrategias de conservación y refaunación de especies intermedias y grandes que ya no se encuentran o son poco abundantes en los bosques.** La conservación del hábitat y la protección de las especies animales y sus interacciones es vital para la persistencia de los ecosistemas.

Agradecimientos

A The Morton Arboretum y Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas por el financiamiento otorgado para la ejecución del proyecto. MAGH agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, ahora SECIHTI) por la beca otorgada para los estudios de doctorado. A los doctores Ramón Perea, Vinicio Sosa e Ignacio Pérez, miembros del comité tutorial. A Graciela Sánchez y Ma. de Jesús Peralta por su ayuda en el pesaje de semillas.

Para saber más:

- Barcelos González AP. 2023. Servicio de entrega natural: el papel de los animales en la dispersión de semillas. *Ciencia* 74, 14–19. [Click aquí](#)
- Levey DJ, Silva WR, Galetti M (Eds). 2002. Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation. CABI Publishing Series. [Click aquí](#)
- Valdés-Alarcón A. 2003. Las ardillas de México. *Biodiversitas* 51, 1–7. [Click aquí](#)

Bosque de niebla en el centro de Veracruz. Fotografía: M. A. García-Hernández

FLORACIÓN EN AGUACATE: ¿CÓMO FLORECE EL ORO VERDE?

Miguel A. Burton*

Posgrado en Innovación Biotecnológica, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)

Alejandro Pereira-Santana

SECIHTI- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Sede Sureste, Mérida, Yucatán

Carlos E. Rodríguez-López

Tecnológico de Monterrey

Rafael Urrea-López

Unidad de Biotecnología Vegetal. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)

*mijimenez_al@ciatej.edu.mx



Fruto de aguacate Hass. Fotografía: Matthias Oben, Pexels

El aguacate (*Persea americana*) es mucho más que un ingrediente estrella en la gastronomía global. Este fruto que en México ha sido cultivado desde tiempos prehispánicos, es hoy una pieza clave en la economía agrícola de muchos países. **Apodado el "oro verde", el aguacate ha conquistado diversos mercados por su sabor, textura cremosa y beneficios nutricionales. Países como Estados Unidos, Japón y miembros de la Unión Europea se encuentran entre los principales importadores.** Sin embargo, detrás de su éxito hay una historia botánica fascinante, tejida con lazos de evolución, genética y adaptación. En el corazón de esa historia se encuentra un proceso sorprendente y esencial: la floración.

La floración es el momento en que una planta llega al punto en que está lista para reproducirse. En el aguacate, este proceso es especialmente interesante. **Sus flores son hermafroditas, es decir, poseen estructuras masculinas y femeninas en la misma flor**, pero no las utilizan al mismo tiempo (Figura 1). En cambio, **siguen un ciclo preciso conocido como dicogamia - protogínica, en el que los órganos sexuales de cada flor maduran en tiempos distintos** (dicogamia), madurando primero sus órganos femeninos, pistilos, y después sus órganos masculinos, estambres (protoginia).

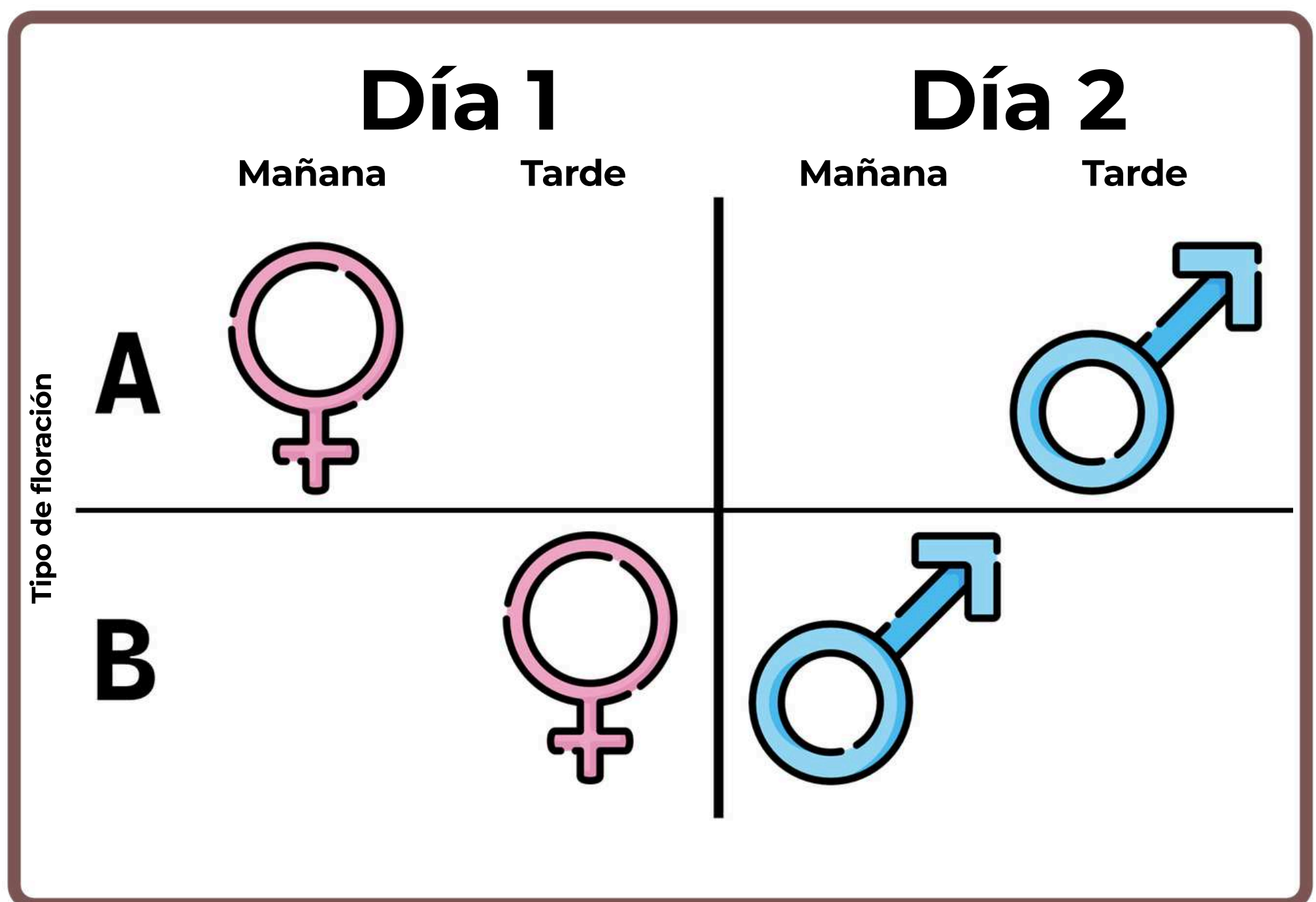


Figura 1. Tiempo de floración para flores tipo "A" y "B" en aguacate. Elaboración propia

Los aguacates presentan una gran diversidad, con múltiples variedades derivadas de tres razas: mexicana, guatemalteca y antillana. Aunque todas ellas comparten una separación temporal en la maduración de los órganos sexuales dentro de sus flores, se dividen entre las que tienen disponibles sus pistilos o estambres en la mañana o en la tarde, clasificándose en dos tipos. A partir de mañana o en la tarde, clasificándose en Tipo A o Tipo B. En el tipo de floración A, los órganos femeninos maduran por la mañana del día 1. Por la tarde del segundo día, los órganos masculinos. Mientras que en el tipo de floración B los órganos femeninos maduran en la tarde del día 1; y por la mañana del día siguiente maduran los masculinos (Figura 1).

Este "baile floral" está diseñado para fomentar la polinización cruzada (Figura 2). **Un árbol tipo A necesita estar cerca de uno tipo B (y viceversa) para aumentar las posibilidades de que sus flores reciban polen y desarrollen frutos.** Aunque ha funcionado bien en la naturaleza, la estrategia que emplea el aguacate representa un desafío en los sistemas de cultivo modernos. **Con las tecnologías agrícolas disponibles, sólo el 1 % de las flores de aguacate logran convertirse en frutos maduros**, y se desconocen los factores por lo que este porcentaje es más bajo que en otros frutales. **Factores como el clima, la disponibilidad de polinizadores, las altas cantidades de agua para su mantenimiento y la sincronía floral pueden afectar directamente el rendimiento de los huertos.**

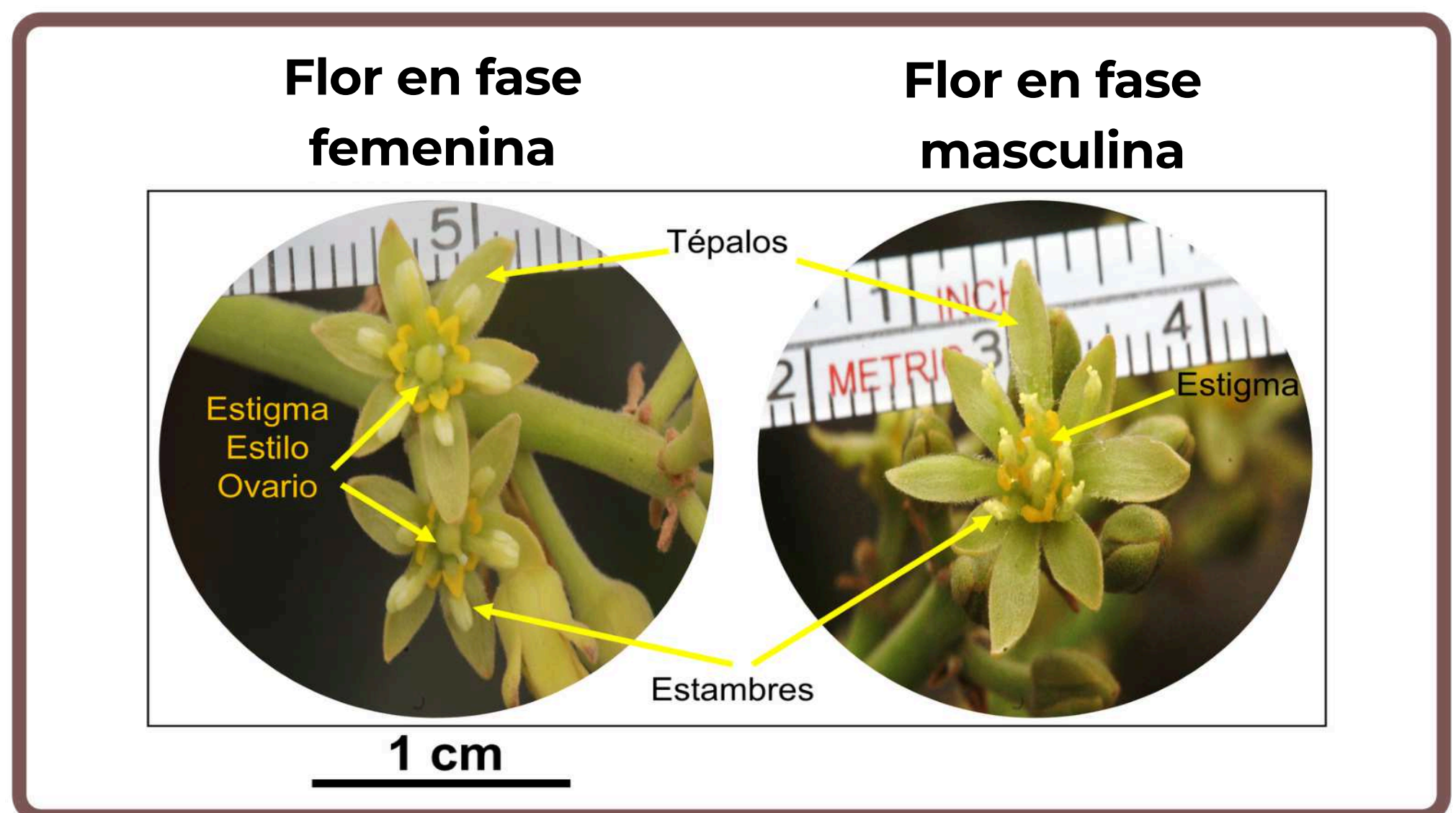


Figura 2. Floración de aguacate en fase femenina (izquierda) y fase masculina (derecha).
Fotografía: Víctor Javier Acevedo Valentín

Las plantas no florecen por casualidad. Esta capacidad única de las plantas de generar estructuras reproductivas se da en respuesta a señales externas del ambiente, como la luz, la temperatura o el estrés, y a señales internas, como las hormonas vegetales y el estado nutricional de la planta. Todas estas señales participan en una compleja ruta de señalización altamente regulada, pero a su vez altamente conservada entre el más diverso grupo de plantas terrestres, las angiospermas. **Tanto las señales que vienen del interior de la planta, como las del ambiente y las llamadas modificaciones epigenéticas** (que son cambios químicos que regulan la actividad de los genes sin alterar el ADN) **se combinan en genes que controlan la floración**, siendo uno de los más importantes el *FLOWERING LOCUS T (FT)*. El gen *FT* forma parte de una familia de genes llamada PEBP (phosphatidylethanolamine-binding protein), presentes en microorganismos, animales y plantas. Esta familia tiene funciones clave no solo en floración, sino también en la arquitectura de la planta y su adaptación a cambios ambientales. **La comprensión sobre la manera en que funcionan estos genes en el aguacate podría ser la clave para mejorar la producción, y en el futuro hasta lograr que las plantas florezcan en el momento óptimo, incluso bajo condiciones adversas** (Figura 3).

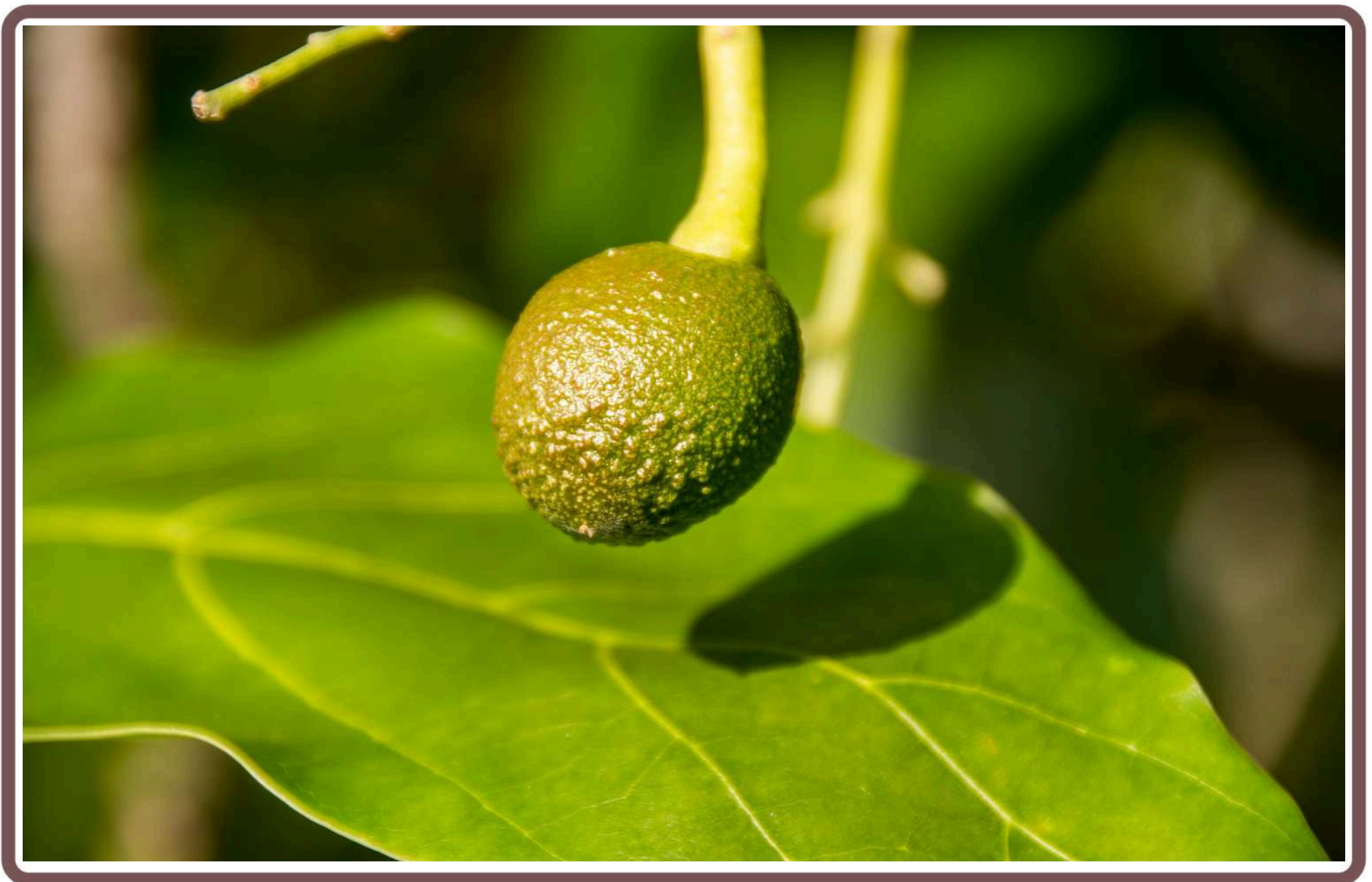


Figura 3. La comprensión sobre la manera en cómo funcionan estos genes en el aguacate podría ser la clave para mejorar la producción, y en el futuro hasta lograr que las plantas florezcan en el momento óptimo. Fotografía: Sandid, Pixabay

A diferencia de cultivos como el maíz o el trigo, donde el ciclo reproductivo es relativamente predecible, en el aguacate intervienen factores ambientales y genéticos que aún no comprendemos del todo. Por ejemplo, **este cultivo tarda varios años en generar frutos, lo que hace más lento cualquier intento de mejora genética o selección** (Figura 4). Se ha observado que temperaturas muy bajas o altas pueden interrumpir el ciclo de floración, desincronizando las fases masculina y femenina. Además, **aunque los tipos de floración A y B están claramente definidos por su comportamiento, aún no sabemos con certeza qué mecanismos moleculares están detrás**. Podrían ser genes, cambios en cómo y cuándo se activan los genes (ya sea por control interno o influencias externas como la epigenética) o incluso algún estímulo externo que encienda los genes en momentos determinados. También se sospecha que pequeñas variaciones en el ADN, es decir, diferencias mínimas en una sola letra del código genético llamadas SNPs, podrían estar involucradas. Este tipo de marcadores genéticos han sido utilizados en otros cultivos para seleccionar plantas con floración más predecible o mejor adaptada a ciertos climas.



Figura 4. El aguacate tarda varios años en generar frutos, lo que hace más lento cualquier intento de mejora genética o selección. Fotografía: July Salomena Trujillo Reyes, Pixabay

Una mejor comprensión del ciclo de floración y las necesidades fisiológicas del árbol podría contribuir a mejorar su eficiencia productiva, disminuyendo la cantidad de área necesaria para la producción. Incluso puede acortarse su etapa juvenil, para reducir el tiempo del cultivo antes de la primera producción de aguacates. De este modo, **la ciencia puede ser una aliada para lograr una producción más sostenible y consciente con el medio ambiente.**

En resumen, el estudio del proceso de floración en el aguacate no es solo una curiosidad científica. Es una herramienta esencial para enfrentar retos reales como:

- Aumentar el rendimiento de los cultivos
- Adaptarse al cambio climático
- Reducir la dependencia de polinizadores en riesgo
- Optimizar el uso de recursos como el agua
- Mejorar la sincronía floral entre cultivares

Además, **si logramos predecir o incluso controlar cuándo y cómo florece el aguacate, podríamos desarrollar nuevas variedades que aprovechen mejor las condiciones locales, florezcan de forma más eficiente o incluso sean más resistentes a enfermedades** (Figura 5).



Figura 5. Collage de flores en árboles de aguacate con: floración Tipo A (en fase femenina) donde se aprecia el estigma receptivo (izquierda, margen blanco). Tipo B (en fase masculina) donde se aprecian los estambres con polen (derecha, margen verde).

Fotografías: <http://www.myavocadotrees.com/>

La investigación en biotecnología vegetal avanza rápidamente. **Gracias a tecnologías como la secuenciación del genoma y el análisis de expresión génica (transcriptómica), hoy podemos estudiar en detalle qué genes se activan en cada etapa del desarrollo floral.** En el futuro, esto podría permitirnos “leer” los mensajes moleculares que determinan si una flor será femenina o masculina, o si florecerá temprano o tarde. Incluso podríamos llegar a modificar sutilmente la expresión de ciertos genes para que las plantas se adapten mejor a su entorno, sin necesidad de introducir genes externos. Estas herramientas no solo revolucionarán el cultivo del aguacate (Figura 6), sino también de otras especies con floraciones complejas o variables.

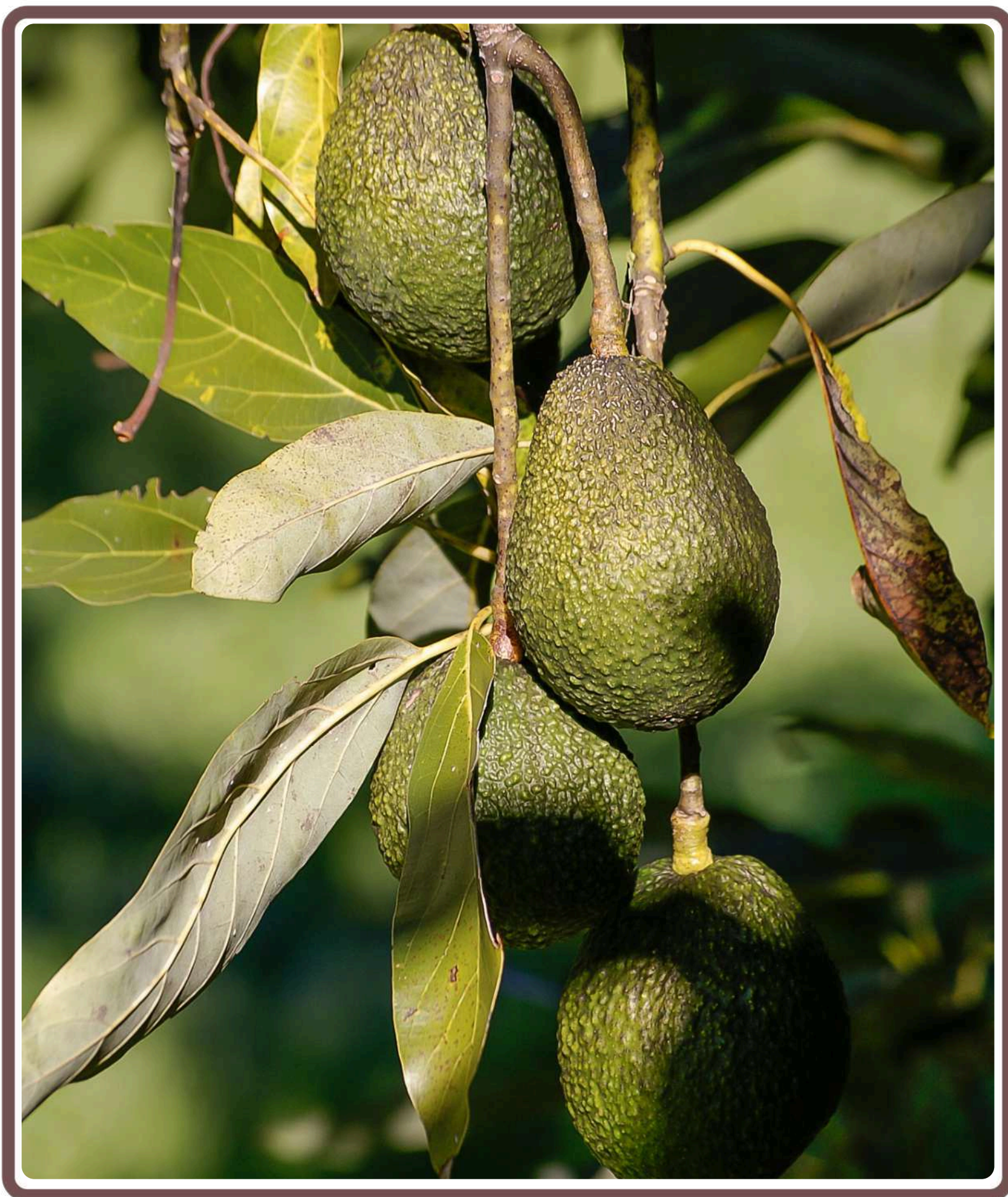


Figura 6. Hoy podemos estudiar en detalle qué genes se activan en cada etapa del desarrollo floral. En el aguacate se ha observado que temperaturas muy bajas o altas pueden interrumpir el ciclo de floración. Fotografía: Sandid, Pixabay

Para saber más:

- SNICS-FSSC-CICTAMEX, Fundación Salvador Sánchez, 2027, Diversidad de Aguacate en México. [Click aquí](#)
- Junta de Andalucía, Ifapa, Accedido en febrero 2025, El cultivo del aguacate. [Click aquí](#)
- Genotipia, Rubén Megía González, Fran Garrigues, Accedido en febrero 2025, NGS: Secuenciación de Nueva Generación. [Click aquí](#)

Fruto de árbol de aguacate. Fotografía: July Salomena Trujillo Reyes, Pixabay

SÚPER PROTEÍNA FLORAL FT: OPORTUNIDADES AGRÍCOLAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Charles R. Sánchez-Pérez

Unidad de Biotecnología Vegetal, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)

Enrique Castaño

Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)

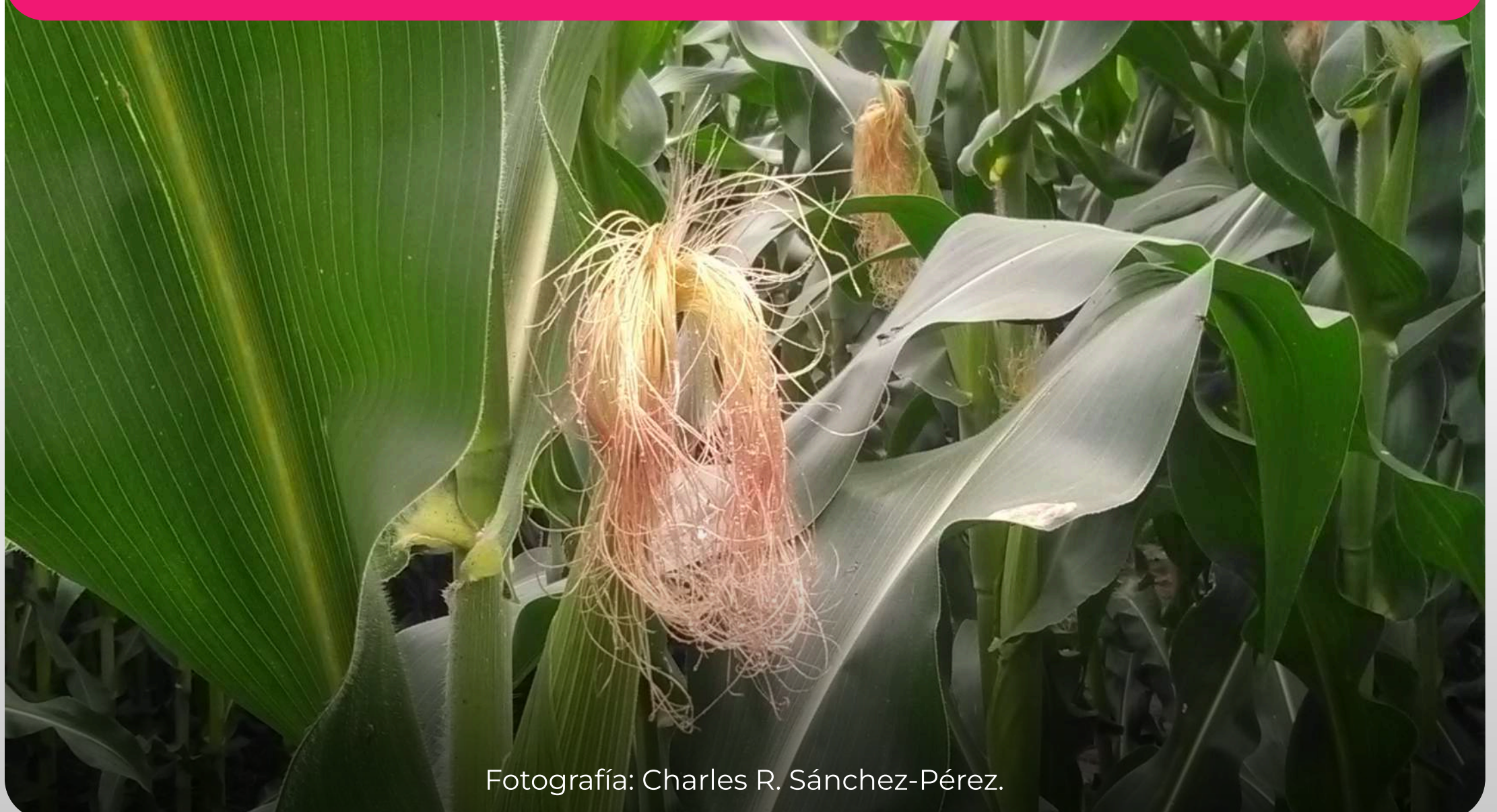
Alejandro Pereira-Santana

SECIHTI-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), Sede Sureste, Yucatán

Rafael Urrea-López*

Unidad de Biotecnología Vegetal, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)

*rurrea@ciatej.mx



Fotografía: Charles R. Sánchez-Pérez.

La floración y su importancia para la humanidad

Entre la gran variedad de plantas que hay en la naturaleza **el grupo más diverso son las plantas con flores, también conocidas como angiospermas** (Figura 1). Este grupo de plantas se originó hace millones de años cuando aún los dinosaurios vivían en el planeta tierra. Las flores son órganos sexuales reproductivos especializados que, **después de la polinización producen semillas dentro de frutos**, los cuales no sólo son fundamentales para la producción de nuevas plantas, sino también en la cadena alimenticia de muchos seres vivos, incluidos los humanos. Dada la importancia de la floración en la producción de frutos y semillas indispensables para nuestra alimentación, el desarrollo económico y nuestra calidad de vida, diversos investigadores han estudiado a profundidad cómo ocurre este fenómeno. **A continuación, se presenta de forma clara y sencilla los mecanismos moleculares que controlan la floración con el fin de ampliar el conocimiento de este importante proceso biológico** entre lectores no especializados en el tema.



Figura 1. El grupo más diverso son las plantas con flores, también conocidas como angiospermas. Este grupo se originó cuando aún los dinosaurios vivían en el planeta tierra.
Fotografía: Charles R. Sánchez-Pérez.

La floración va más allá de lo que vemos

En la cotidianidad, **el mundo de las moléculas en el que se incluyen los genes es ignorado porque no se pueden ni tocar ni ver**. Este mundo molecular está relacionado con todo eso que alguna vez escuchamos en las noticias como son las proteínas, genes, ácido desoxirribonucleico (ADN) y que muchas veces asociamos con los científicos.

Las moléculas están presentes en muchos procesos que permiten que las plantas se desarrollen y formen hojas, raíces y flores. Al estudiar las flores, **los científicos han encontrado una proteína súper poderosa que integra diversos estímulos y permite que se produzcan las flores.** La proteína a la que nos referimos se llama “Flowering Locus T”, en adelante nos referiremos a ella por su acrónimo FT. Esta proteína se moviliza por el tejido vascular de la planta llamado floema, que son como las arterias de las plantas, encargadas del transporte de agua y nutrientes desde los sitios de síntesis hacia toda la planta. La proteína FT se sintetiza en las hojas y es transportada a través del floema hasta los meristemas (tejidos de crecimiento), donde desencadena una cascada de vías de comunicación para que las nuevas células en lugar de producir tejido vegetativo generen un nuevo tejido reproductivo. Es decir, **la FT lleva el mensaje de producir flores en lugar de hojas** (Figura 2).



Figura 2. La FT lleva el mensaje de producir flores en lugar de hojas.
Fotografía: Charles R. Sánchez-Pérez

Vías de comunicación que permiten la floración

La floración es un fenómeno regulado por estímulos internos y externos (ambientales), en una compleja red de vías de comunicación entre moléculas. En la naturaleza **hay hierbas que producen flores a pocos días de haber germinado, mientras que otras, como por ejemplo los árboles, tardan años en florecer.** A pesar de que el tiempo de los ciclos de vida entre los distintos tipos de plantas pueden ser diferentes, las vías que desencadenan la floración pueden ser parecidas. Incluso, existen genes integradores de vías de comunicación bastante similares entre diferentes especies. Es así como varias de las vías de comunicación convergen en la proteína FT (Figura 3).

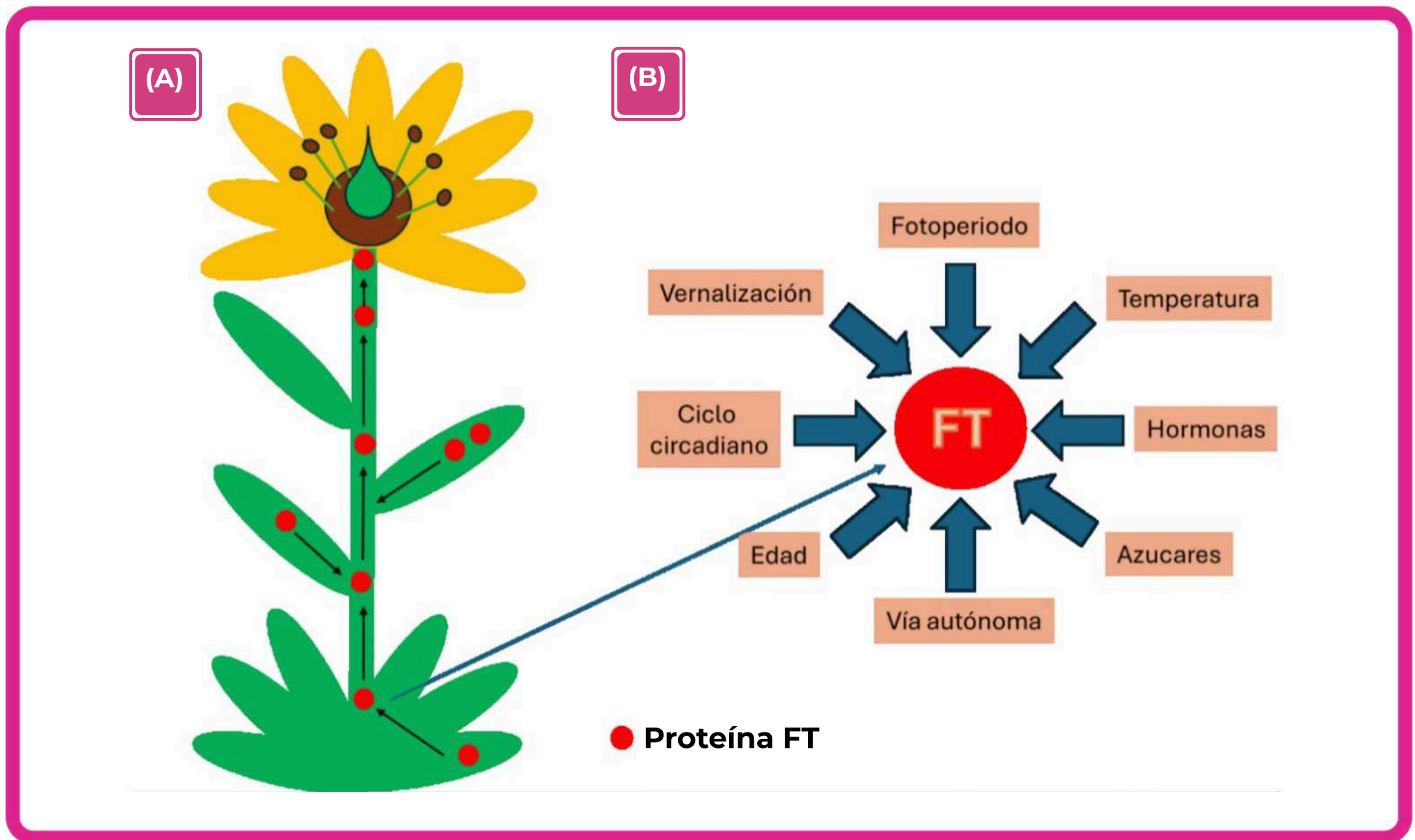


Figura 3. La proteína FT como molécula integradora de la floración. (A) Esquema del transporte de la proteína FT. (B) Vías de comunicación activadas por estímulos ambientales y cambios endógenos que están involucradas en la regulación de la función de la proteína FT para lograr la floración. Elaboración propia

Las vías mencionadas son específicamente las asociadas con factores ambientales como el fotoperiodo, la vernalización, la temperatura y los factores internos de la planta como la edad, producción de hormonas, ciclo circadiano, azúcares y una vía autónoma. El fotoperiodo es una vía regulada por la luz del sol y que se asocia también con el ciclo circadiano de las plantas en la que intervienen moléculas en los ciclos de luz y oscuridad, regulando funciones fisiológicas a lo largo del día.

La vernalización hace referencia al requerimiento de un estímulo de frío temporal, como lo es la presencia del invierno para que una planta pueda posteriormente florecer. **Los cambios de temperatura entre altas y bajas, diarias o estacionales, pueden intervenir en el proceso de floración.** La edad es un factor interno, en la que las plantas más viejas tienen mayor probabilidad de florecer. Las fitohormonas regulan diversos procesos de desarrollo como la floración, las hormonas más importantes son el ácido abscísico (ABA) y el ácido giberélico (GA). El nitrógeno es un macronutriente esencial para el desarrollo de la planta, su alta disponibilidad puede impedir la floración, sin embargo, una alta concentración de azúcares puede contrarrestar el efecto inhibitorio de la floración del nitrógeno. Por último, está la vía autónoma, que es un mecanismo interno que puede hacer que la planta florezca, incluso si no recibe estímulos del ambiente, ya que inhibe la expresión del gen "Flowering Locus C" (FLC) que es el que detiene el proceso de floración (Figura 4).

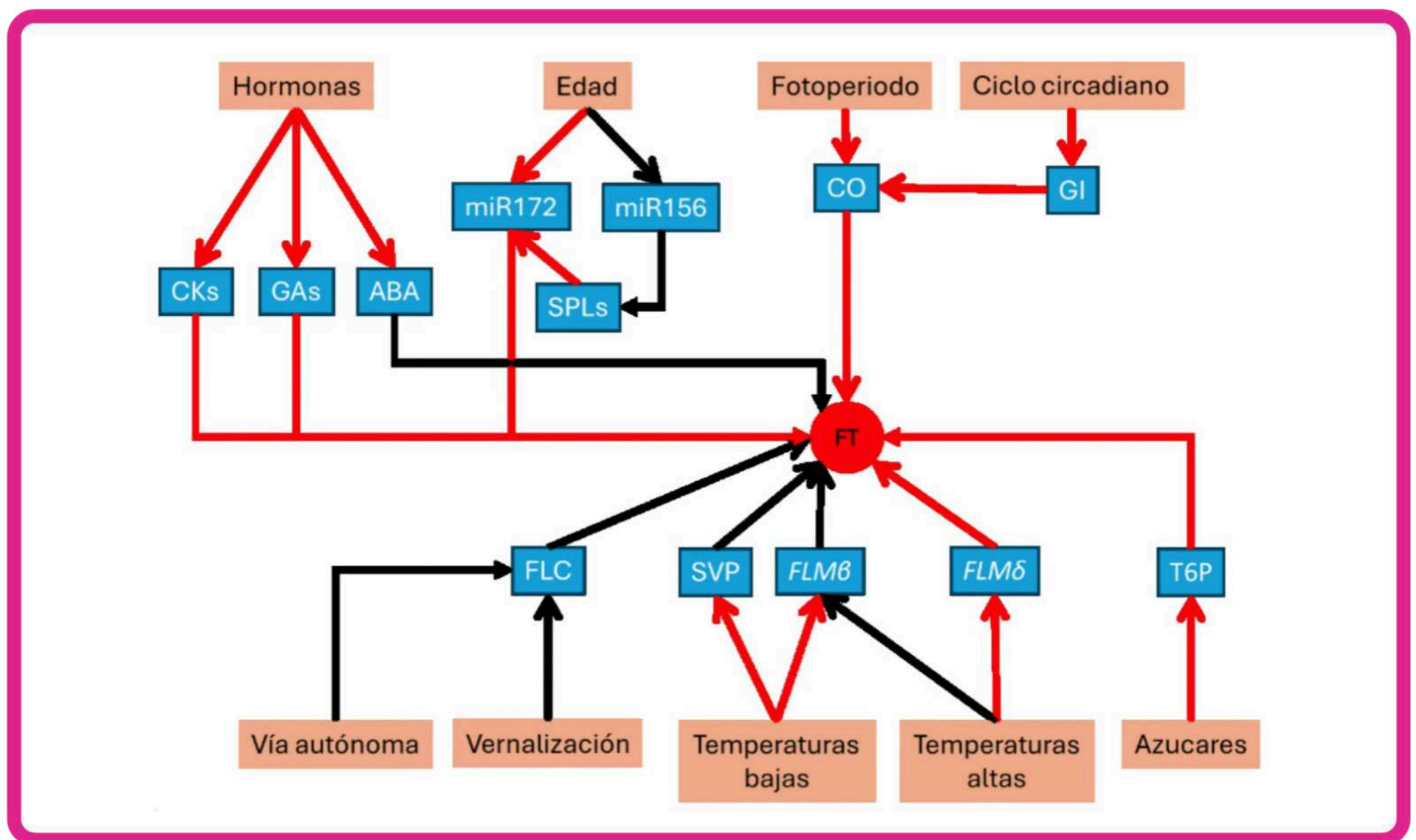


Figura 4. Genes involucrados en cada una de las vías de comunicación que regulan la función de FT. Flechas rojas indican regulación positiva, flechas negras indican regulación negativa. Algunas vías pueden actuar simultáneamente con diferentes genes, ya sea positivamente o tener efectos opuestos. Acrónimos de los genes: FLOWERING LOCUS T (FT), CONSTANTS (CO), GIGANTEA (GI), FLOWERING LOCUS C (FLC), SHORT VEGETATIVE PHASE (SVP), FLOWERING LOCUS M β (FLM β), FLOWERING LOCUS M δ (FLM δ), microRNA156 (miR156), microRNA172 (miR172), SQUAMOSA PROMOTER BINDING PROTEINS (SPLs), TREHALOSA-6-FOSFATO (T6F), ácido abscísico (ABA), giberelinas (GA), citoquininas (CKs). Para una mayor profundización consultar la base de datos FLOR-ID ([click aquí](#)). Elaboración propia

Inducción de la floración para acelerar el mejoramiento genético de plantas

Con el fin de acelerar la floración de algunas especies, investigadores han aprovechado el rol de la proteína FT, como molécula central de la regulación de la floración (Figura 4). **Mediante el uso de herramientas de ingeniería genética se ha sobre-expresado el gen FT en diferentes plantas, lo que ha conducido a una mayor producción de la proteína FT que ha resultado en la aceleración de la floración.**

Los avances en especies modelo, permitieron aplicar técnicas de experimentación en especies perennes de interés agrícola, que requieren entre 5 a 10 años para florecer de forma natural. Estos largos periodos retrasan los programas de fitomejoramiento, en el que se necesitan flores de una planta padre y de una planta madre para realizar varios cruzamientos generacionales y obtener, tras más de 20 años, nuevas variedades (plantas hijas) con características agrícolas superiores, como mayor rendimiento o resistencia a enfermedades causadas por hongos o bacterias.

Un logro importante fue la sobre-expresión del gen FT en manzano, que permitió reducir el tiempo de floración. Lográndose desarrollar una variedad resistente a la bacteria *Erwinia amylovora* en solo 7 años, lo que representa un proceso de mejoramiento vegetal mucho más rápido en comparación con los 20 años que tomaría por métodos tradicionales.

Este logro abre la posibilidad de acelerar el desarrollo de nuevas variedades en otras especies perennes hortofrutícolas con tiempos de floración largos, como la pera, la naranja o el aguacate. Estas nuevas variedades serán clave para enfrentar los desafíos del cambio climático, en el cual se favorece la proliferación de plagas y se altera las condiciones ambientales. En estos escenarios **se necesitaría con urgencia desarrollar nuevas variedades que sean resistentes a estos desafíos bióticos y abióticos, para garantizar la seguridad alimentaria.**

Agradecimientos:

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el financiamiento para la formación de profesionales divulgadores de ciencia y al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) por ser un espacio para desarrollar el potencial de los futuros científicos.

Para saber más:

- Schlathölter I, Jänsch M, Flachowsky H, Broggini G, Hanke M, Patocchi A. 2018. Generation of advanced fire blight-resistant apple (*Malus× domestica*) selections of the fifth generation within 7 years of applying the early flowering approach. *Planta* 247, 1475-1488. [Click aquí](#)
- Urrea-López R, Gatica-Arias A. 2024. Addressing the UN sustainable development goals of woody plants through genetic engineering. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 158, 47. [Click aquí](#)
- Wu T, Liu Z, Yu T, Zhou R, Yang Q, Cao R, Nie F, Ma X, Bai Y, Song X. 2024. Flowering genes identification, network analysis, and database construction for 837 plants. *Horticulture Research* 11, 4. [Click aquí](#)

Fotografía: Charles R. Sánchez-Pérez

IMPORTANCIA DEL MICROBIOMA PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

Claudia Lucia Hernández-Castillo

Posgrado en Ciencias Hortofrutícolas,
Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)

Angélica Anahí Acevedo-Barrera *

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, UACH

*aacevedo@uach.mx



Establecimiento de nogal; tratados sin micorrizas (izquierda), tratados con micorrizas (derecha). Fotografía: Manuel Hernández Martínez

¿Sabías que, al igual que los humanos, las plantas cuentan con un **microbioma**? El microbioma en las plantas está conformado por un conjunto de microorganismos que viven en, sobre y alrededor de ellas.

El microbioma vegetal es una comunidad invisible pero vital que incluye bacterias, hongos, virus, y otros microorganismos que interactúan con las plantas. Juegan un papel importante en el crecimiento vegetativo, **mejoran la disponibilidad (partículas que conforman el suelo y su estructura) y absorción de los nutrientes, la estructura y estabilidad de los agregados del suelo y aumentan la resistencia al estrés biótico y abiótico** (Figura 1).



Figura 1. Cultivo de alfalfa. A la izquierda, zona verde oscuro, con aplicación de microorganismos, y la derecha, zona verde más claro sin aplicación de microorganismos.

Fotografía: Manuel Hernández Martínez

Este conjunto de microorganismos representa un elemento crucial de los ecosistemas y ejerce una gran influencia en el entorno en el que habitamos, debido a que **mantiene la salud de los ecosistemas fomentando la biodiversidad del suelo y sosteniendo las dinámicas ecológicas que son esenciales para la vida.** Además, son fundamentales para los ciclos de los elementos como del nitrógeno y el fósforo, los cuales son vitales para las plantas. Es decir, **el microbioma puede incrementar la fertilidad de los suelos al reincorporar nutrientes que utilizan las plantas** lo cual favorece la producción de nuestros alimentos. Sin duda son **necesarios para el bienestar de los seres humanos, sobre todo considerando que el 95 % de nuestros alimentos se originan en el suelo.**

Pero ¿dónde se encuentra el microbioma de las plantas? **Los microorganismos están presentes en el suelo y en los tejidos aéreos; como las hojas, tallos y flores.** Los microorganismos que encontramos en el suelo interactúan con las raíces de las plantas y componentes del suelo en la interfase raíz-suelo (Figura 2). **Este gran conjunto de interacciones da lugar al desarrollo de un ambiente dinámico conocido como rizósfera,** que es la zona más cercana a las raíces. **Aquí se liberan exudados que contienen una variedad de compuestos, principalmente ácidos orgánicos, azúcares y metabolitos secundarios.** Los metabolitos secundarios son compuestos producidos por las plantas que no son esenciales para el crecimiento, desarrollo o reproducción, pero que juegan un papel importante en funciones de defensa, protección o comunicación. **Estos, ayudan indirectamente al crecimiento de las plantas y además atraen y alimentan a los microorganismos.** De esta manera, se forman relaciones simbióticas, esto quiere decir, que ambos organismos se benefician mutuamente, al mejorar la absorción de agua y nutrientes por las plantas. Un gran ejemplo de relaciones simbióticas son los hongos micorrízicos.



Figura 2. Crecimiento de raíces nuevas con tratamientos de microorganismos.
Fotografía: Juan Daniel Ortega Quiroga

Los microorganismos también se encuentran en los tejidos aéreos de las plantas, como hojas, tallos y flores. En este caso, su conjunto se conoce como **microbioma de la filósfera**, y su composición cambia dependiendo del tipo de órgano, el entorno y la edad de la planta. **Algunas de sus funciones son promover el crecimiento de las plantas, proteger contra agentes patógenos, participar en los procesos de fermentación y en el desarrollo vegetativo y radicular** (Figura 3).



Figura 3. Plántulas de cebolla tratadas con bacterias solubilizadoras de nitrógeno.
Fotografía: Manuel Hernández Martínez

Las bacterias son los organismos más abundantes en el microbioma de las plantas y participan en diferentes procesos como es el crecimiento (Figura 4). Mejoran el vigor de las plantas mediante el suministro de hormonas y de nutrientes; por ejemplo, **participan en la fijación de nitrógeno, la movilización de fósforo y algunos minerales como el hierro. También existe un conjunto de bacterias que ayudan a la fisiología de los vegetales.** Estas aumentan la tolerancia a estrés por salinidad y sequía, lo cual es de relevancia en los escenarios actuales de cambio climático. Así mismo, las bacterias reducen la producción de etileno, el cual es un gas que regula procesos fisiológicos como la maduración de los frutos y el envejecimiento de las plantas. Finalmente, **mejoran el sistema fisiológico de las plantas cuando enfrentan condiciones de estrés por metales pesados, desarrollando mecanismos de defensa y la estimulación de diferentes enzimas antioxidantes.**



Figura 4. Producción de plántulas de sandía con tratamiento de microorganismos para mejor desarrollo vegetativo. Fotografía: Juan Daniel Ortega Quiroga

Por otro lado, están los hongos, que son esenciales para la simbiosis con las plantas facilitando la absorción de nutrientes como nitrógeno, fósforo y agua (Figura 5). Algunos hongos de crecimiento rápido poseen enzimas que ayudan al desarrollo vegetal por medio de la producción de auxinas, giberelinas y ácidos orgánicos. Estas moléculas favorecen la capacidad fotosintética y aumentan el volumen de las raíces para que puedan absorber más nutrientes y tolerar mejor los cambios en el suelo. Además, **los hongos ayudan a controlar enfermedades en los cultivos por medio de la formación de una red protectora contra agentes patógenos**. De igual manera, esta protección cubre la superficie de las plantas y del tejido interno, al producir moléculas que funcionan como control. También ayuda en la degradación de compuestos tóxicos que perjudican la salud de los cultivos.



Figura 5. Los hongos, que son esenciales para la simbiosis con las plantas facilitando la absorción de nutrientes como nitrógeno, fósforo y agua. Fotografía: Vinisa Romero

A pesar de que existen menos estudios sobre los virus, también se sabe que constituyen una parte del microbioma vegetal. Pueden beneficiar la fisiología de la planta y la dinámica de las comunidades de microorganismos, aunque el conocimiento sobre su función todavía es limitado. **Por último, se encuentran las arqueas, que son organismos unicelulares parecidos a las bacterias, que se involucran procesos como la nitrificación y aportación a los ciclos de nutrientes del suelo, aunque son menos comunes que las bacterias y hongos.**

El conjunto de estos microorganismos ofrece numerosos beneficios en la interacción de las plantas con el suelo. **Aunque invisibles, estos microbiomas tienen un elevado impacto a nivel social y ambiental por su papel en la producción de alimentos y en la conservación de los ecosistemas que nos rodean** (Figura 6). Son un gran ejemplo del funcionamiento integrado y acoplado de los procesos naturales.



Figura 6. Interacción del microbioma del suelo con las raíces de las plantas.
Imagen generada con OpenArt, IA



Para saber más:

- Caamal-Chan MG, Barraza A, Loera-Muro A. 2022. El mundo de las comunidades microbianas de las plantas y la aplicación de las nuevas herramientas de secuenciación de ADN para su estudio. *Recursos Naturales y Sociedad* 8 (1), 71-89. [Click aquí](#)
- Pérez-Lorente AI, Romero D, Molina-Santiago C. 2024. Unravelling the impact of environmental factors in shaping plant microbiomes. *Microbial Biotechnology* 17, e14504. [Click aquí](#)
- Vandenkoornhuyse P, Quaiser A, Duhamel M, Le Van A, Dufresne A. 2012. The importance of the microbiome of the plant holobiont. *New Phytologist* 206(4), 1196-206. [Click aquí](#)

Plántulas de chile jalapeño inoculadas con *Trichoderma harzianum*.
Fotografía: Juan Daniel Ortega Quiroga

EL ESTILO DE CRIANZA AFECTA LAS BACTERIAS CORPORALES DE LOS PINGÜINOS

Manuel Ochoa-Sánchez *

Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM

Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, UNAM

Centro de Estudios del Cuaternario Fuego Patagonia y Antártica (CEQUA)

Valeria Souza

Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, UNAM

Centro de Estudios del Cuaternario Fuego Patagonia y Antártica (CEQUA)

*manuel.ochoa@ieecologia.unam.mx



Fotografía: Mr_Incognito_, Pixabay

Las aves son el único grupo de animales cuya piel está protegida por las plumas. Las plumas, son estructuras complejas compuestas por filamentos de queratina que a simple vista parecen “ramilletes”. **El plumaje de las aves es muy diverso y por lo general está relacionado con el estilo de vida del ave** (Figura 1). Las plumas cubren la mayor parte del cuerpo de las aves, menos las patas y en algunas especies de aves carroñeras, el cuello. Por regla general, podemos decir que **la principal función del plumaje es la de proteger el cuerpo del ave de los estresores ambientales como la radiación solar, las temperaturas extremas, la tierra o la lluvia**. En consecuencia, el plumaje está en constante exposición al ambiente. Aquí es interesante resaltar la diversidad en la exposición ambiental que se observa en las aves. Por ejemplo, las aves arbóreas están en contacto con la vegetación del dosel, las aves carroñeras están en contacto con los cadáveres de los que se alimentan y las aves marinas están en contacto con el mar. Además, todas las aves toman “baños de sol” con regularidad, por lo que el plumaje de las aves también está expuesto a intensos periodos de radiación solar.



Figura 1. Diversidad morfológica del plumaje de las aves.
Fotografías: Vinisa Romero

Los pingüinos son aves marinas especializadas en nadar y cazar bajo el agua. Entre otros atributos, las especies de pingüinos se diferencian entre sí por las estrategias que tienen para cuidar de sus huevos y polluelos (Figura 2). Por ejemplo, **el pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) suele anidar en madrigueras bajo tierra y también las usa para descansar, por lo que su cuerpo experimenta diferentes condiciones ambientales** cuando sale en busca de comida y cuando regresa a su madriguera a descansar o cuidar de su huevo y/o polluelo. **Por el contrario, especies como el pingüino rey (*Aptenodytes patagonicus*) anidan sobre la superficie, por lo que en estas aves hay una constante exposición a las inclemencias ambientales.**



Figura 2. Diferencias en las estrategias de crianza entre pingüinos. (A) Imagen del interior de una madriguera subterránea con una pareja de pingüinos de Magallanes y sus dos polluelos. (B) Imagen de pingüinos rey adultos junto a algunos polluelos (aves de color café) sobre la superficie. Fotografías: Manuel Ochoa-Sánchez

Las diferencias en la exposición ambiental que tienen los pingüinos afectan a los microorganismos que colonizan su plumaje. Por ejemplo, en el pingüino de Magallanes, las bacterias que habitan el plumaje de su pecho y lomo, así como de la piel de sus patas, son parecidas entre sí. Posiblemente, debido a que las condiciones microambientales de esos sitios corporales son semejantes entre sí, por ende, las condiciones para que las bacterias se establezcan y persistan en esos sitios son similares. Por el contrario, en el pingüino rey, hay conjuntos únicos de bacterias habitando el plumaje del lomo, pecho y la piel de las patas (Figura 3). Puesto que el cuerpo del pingüino rey permanece en constante exposición al ambiente, es posible que las diferencias microbiológicas entre sitios corporales se deban a cambios microambientales entre sitios. Por ejemplo, el lomo es la parte del cuerpo con mayor exposición a la radiación solar y al viento, por el contrario, aunque el pecho también tiene esa exposición cuando el pingüino está de pie, el pecho entra en contacto con el suelo cuando el ave se recuesta. Por último, las patas tienen la menor exposición al viento y se mantienen en constante contacto con el suelo. Otro aspecto interesante, es que en el pingüino rey, destaca la relevancia de la migración entre las bacterias ambientales a su pecho, lomo y patas, es decir, en esta especie, las bacterias ambientales colonizan las diferentes partes de su cuerpo.

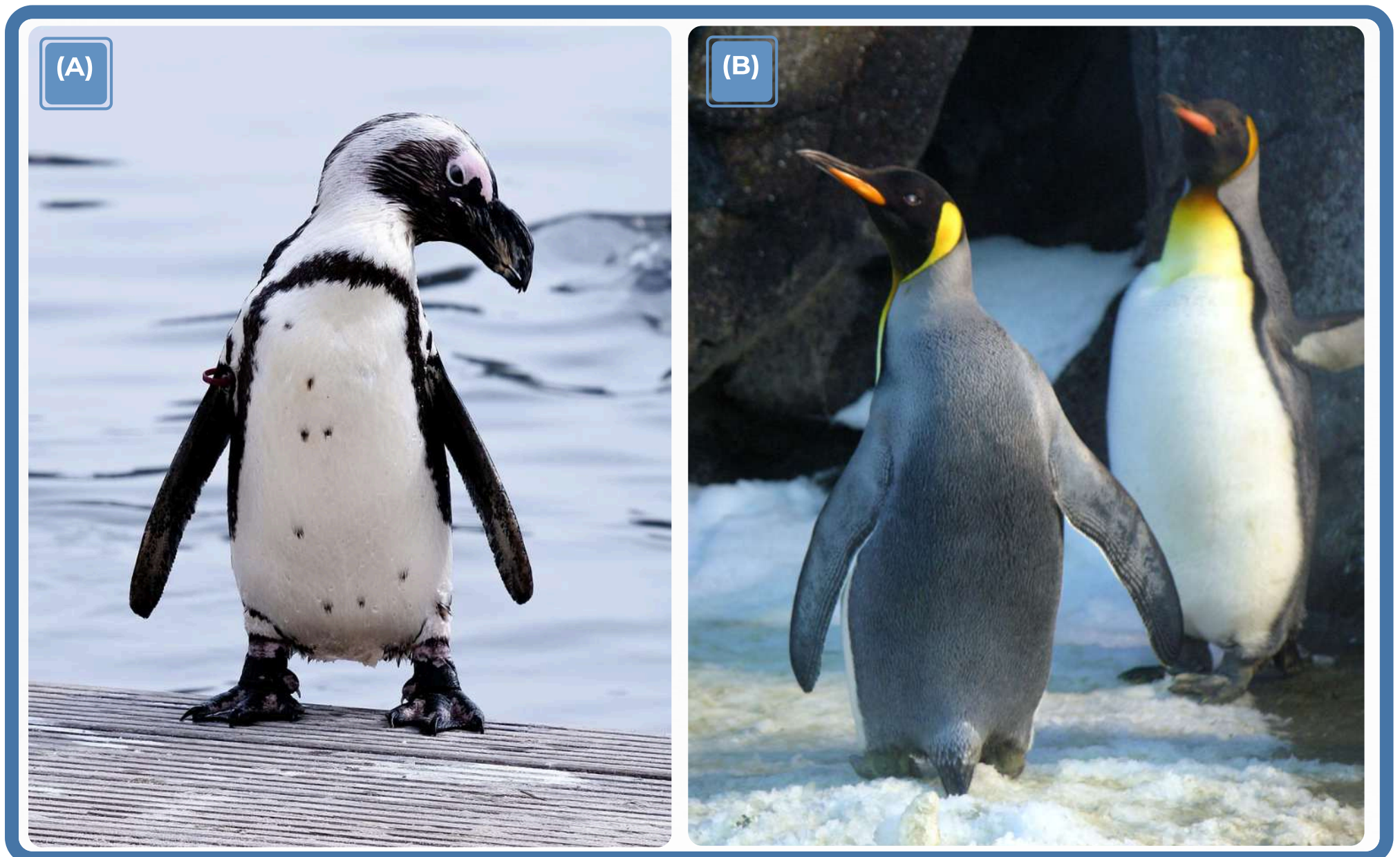


Figura 3. (A) Pingüino de Magallanes, (B) Pingüino Rey.
Fotografías: (A) Fofent, Pixabay (B) René Terp, Pexels

Considerando que existen diferentes patrones microbiológicos entre los sitios corporales de ambas especies de pingüinos, cabe preguntarse si estas mismas regiones corporales varían entre ambas especies. La respuesta a esta pregunta es afirmativa, lo que significa que **existen diferentes bacterias entre los pechos, lomos y patas de ambas especies de pingüinos**. Es posible que este patrón esté causado por variaciones microambientales entre los sitios corporales de estas especies. Sin embargo, también **podrían estar implicados algunos factores específicos a cada especie, como sus hábitos de higiene, las interacciones interespecíficas en su colonia o las bacterias ambientales de sus colonias** (Figura 4)



Figura 4. Fotografía: David Dibert, Pexels

En resumen, **las diferencias en las estrategias de crianza de las distintas especies de pingüinos** y las consecuentes diferencias en la exposición ambiental que tienen sus cuerpos **producen diferentes patrones microbiológicos en sus sitios corporales**. En el pingüino de Magallanes, cuya anidación ocurre bajo tierra, las bacterias entre sus sitios corporales son similares entre sí, mientras en el pingüino rey, cuya anidación ocurre a campo abierto, la composición de sus bacterias es específica a cada sitio corporal.



Agradecimientos:

Manuel Ochoa-Sánchez agradece la beca otorgada por CONAHCYT (CVU: 917392) para realizar sus estudios doctorales en el Instituto de Ecología, UNAM. También se agradece el apoyo en campo de Lucila Moreno, Claudio Moraga, Edy Cadin, Paola Acuña y Oscar Mancilla. El trabajo microbiológico sobre los sitios corporales de pingüinos fue financiado por el proyecto “Microbioma superficial de especies clave en el Estrecho de Magallanes”, financiado por la ANID (R20F0009).

Para saber más:

- Terrill RS, Shultz AJ. 2023. Feather function and the evolution of birds. *Biological Reviews* 98: 540-566. [Click aquí](#)
- Ochoa-Sánchez M, Acuña Gomez EP, Moreno L, Moraga CA, Gaete K, Eguiarte LE, Souza V. 2023. Body site microbiota of Magellanic and king penguins inhabiting the Strait of Magellan follow species-specific patterns. *PeerJ* 11:e16290. [Click aquí](#)

Fotografía: DSD, Pexels

OJOS QUE VEN VERDE: LA VEGETACIÓN EN UN CONTEXTO URBANO

Diana Helena Uscanga Alvarado*

Posgrado, INECOL

Ina Falfán

Instituto de Biología, UNAM

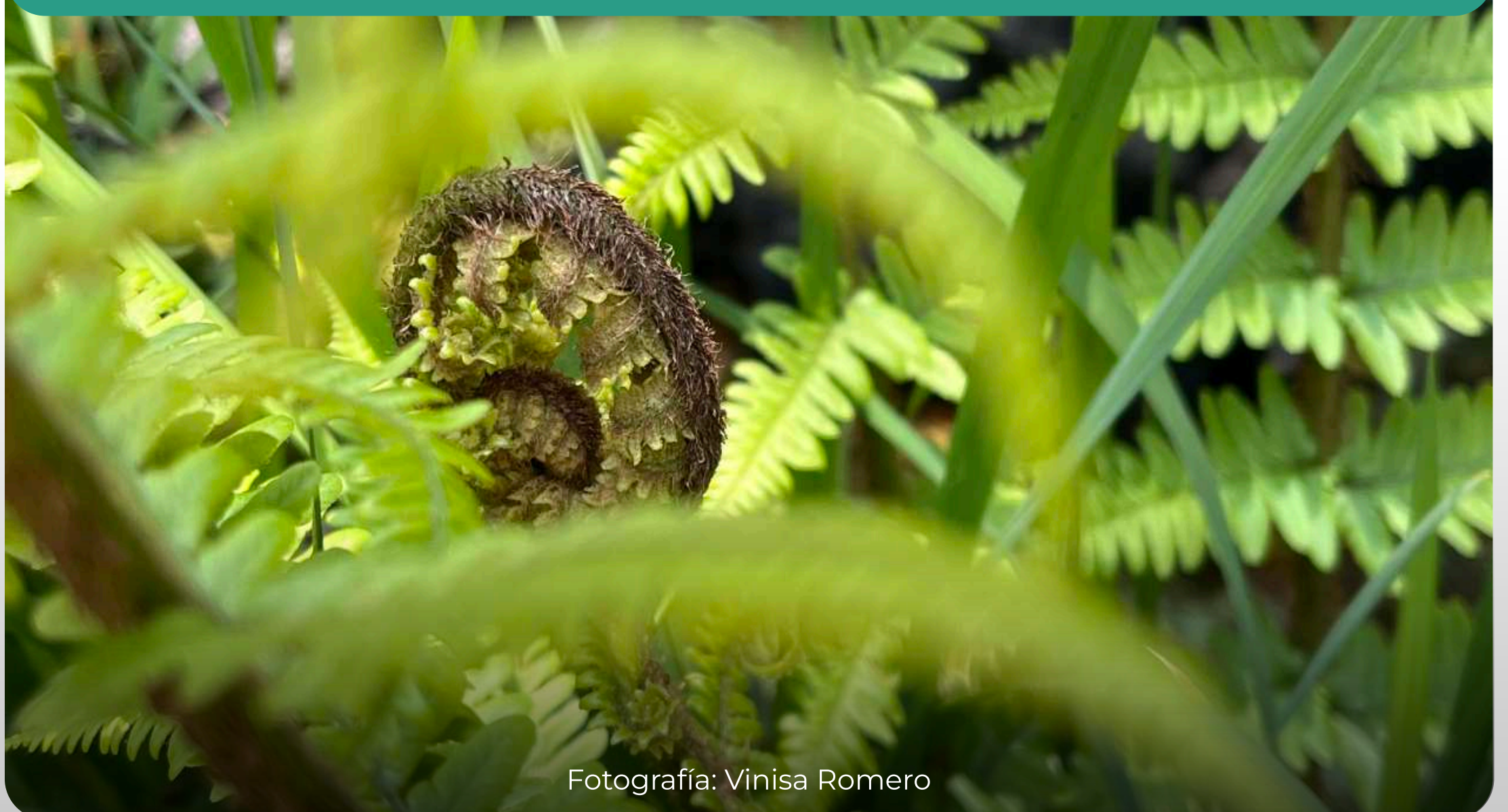
Maite Lascurain Rangel

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Debora Lithgow Serrano

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

*diana.uscanga@posgrado.ecologia.edu.mx



Fotografía: Vinisa Romero

En poco tiempo, los días de Helena se volverán más grises. Sus ojos se han acostumbrado a ver verde. Desde la ventana de su recámara puede observar un árbol. Es alto para ella, como de 6 metros. Si despierta temprano puede ver desde la cama cuando los pájaros dejan sus nidos y empiezan su día. Y por la tarde, cuando trabaja en la computadora, ve que regresan a descansar a su árbol. No es un árbol muy frondoso y tiene algunas ramas rotas, pero siempre que lo ve se siente mejor y un poco más activa. Hace pocos días se enteró de que probablemente lo talen porque construirán una casa en el terreno de al lado, y claro que la noticia la entristeció...

Y tú, **¿recuerdas o piensas en algún árbol especial para ti?** Si tienes la fortuna de vivir en una ciudad con vegetación que te ha acompañado en tu día a día, probablemente te parezca bonita y agradable. Pero, **la vegetación urbana puede que tenga un papel mucho más importante para los ciudadanos que sólo el valor estético.**

Desde hace décadas se sabe que los árboles y la vegetación en general tienen distintas funciones para el ser humano, entre ellas, la función sensorial, que se refiere a los efectos que tiene sobre nuestros sentidos cuando estamos cerca o interactuamos con los árboles. Pensemos ahora en ver paisajes verdes o con vegetación... Si has tenido la oportunidad de ir en un avión, o de ver esas fotos que se toman desde el cielo, podrás recordar cómo se ve la vegetación de un sitio desde arriba: muchos cuadros y rectángulos verdes con distintos tonos de color verde, algunos juntos, otros separados, y unos más grandes que otros (Figura 1).



Figura 1. Fotografía aérea tomada desde un avión comercial donde se pueden observar cuadros o rectángulos color verde oscuro que representan o bien áreas arboladas o cultivos; cuadros o rectángulos color café claro que indican asentamientos humanos y de color azul o verde oscuro se aprecian los cuerpos de agua. Fotografía: Helena Uscanga

Ahora, volvamos al suelo... Cuando caminas por la calle y pasas junto a árboles o arbustos, no los ves desde arriba, sino como objetos en tercera dimensión, con troncos grandes o pequeños; si los árboles son altos, seguramente no alcanzas a ver sus hojas, y si hay algún edificio o cableado, se tapa su verdor (Figura 2).

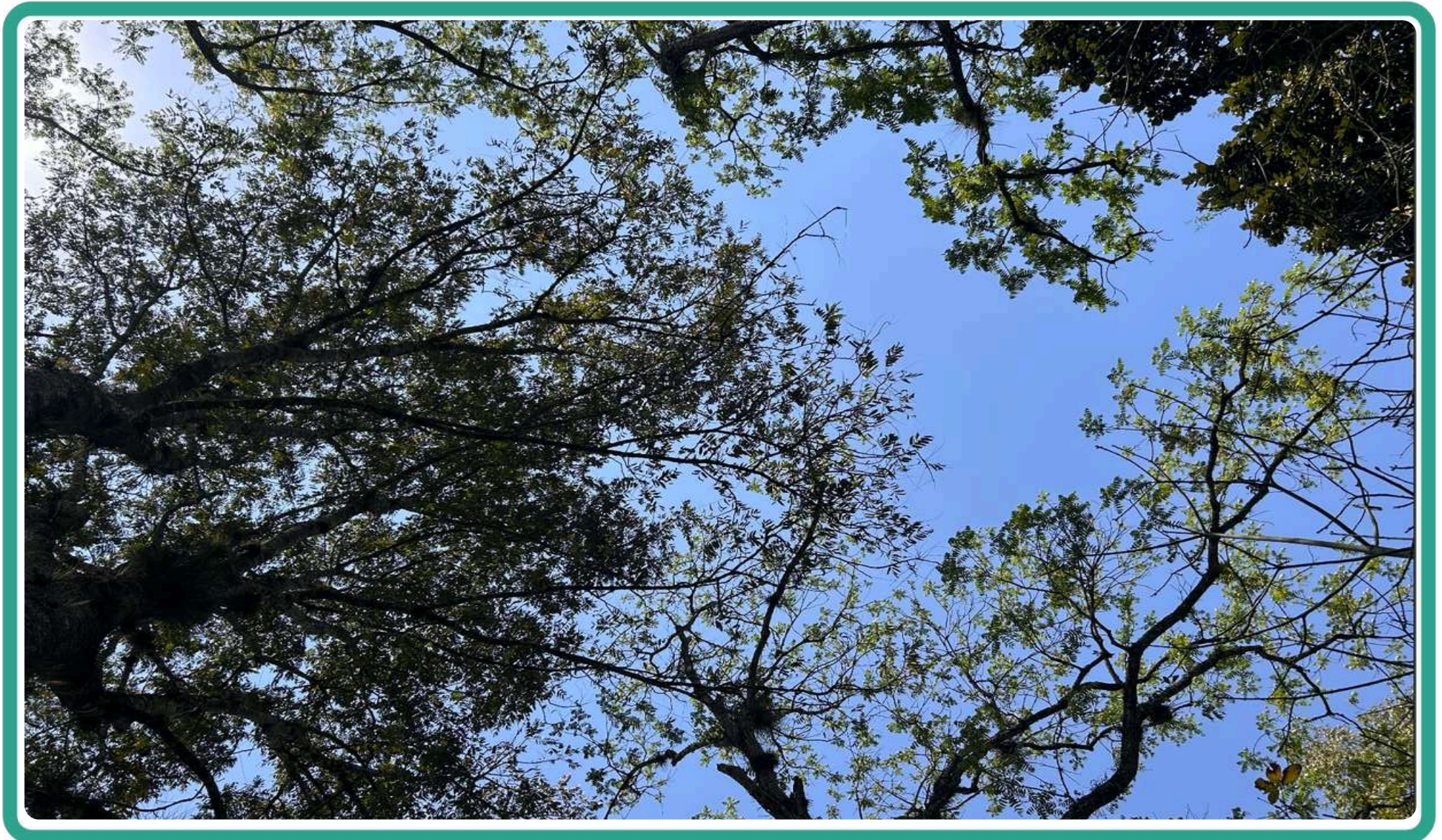


Figura 2. La orientación y posición en la que esté nuestra cabeza, y por lo tanto nuestros ojos, afecta qué parte de los árboles observamos. En esta fotografía vemos las copas de los árboles del Jardín Botánico Francisco Clavijero en una mañana soleada acostados en el pasto.
Fotografía Helena Uscanga

Pensando de esta manera, el estudio de los efectos visuales que tienen los árboles sobre las personas resulta complicado si la medición de la vegetación se hace desde la perspectiva aérea, como hablamos con las fotos tomadas desde los aviones. Por tal motivo, **desde hace algunos años, se ha utilizado el Índice de Verde Visible (IVV), que se refiere a la cantidad de vegetación disponible que hay en un sitio que tú, o cualquier otra persona, puede observar.** Se toman fotografías de un sitio a la altura de la vista y posteriormente se cuentan cuántos píxeles verdes, que indiquen vegetación, hay en las fotografías, ¡y listo! Así es posible obtener un porcentaje de verde disponible en un lugar específico (Figura 3). Este porcentaje puede estar relacionado con lo que podríamos ver desde arriba, ya que la posibilidad de ver vegetación desde el suelo aumenta a medida que hay más árboles y arbustos. **Pero hay otros elementos en la ciudad que pueden hacer que la disponibilidad de verde cambie, como el diseño y posición de los edificios, la altura de los árboles y su ubicación, y el tamaño de las áreas verdes.**



Figura 3. Selección de píxeles verdes una fotografía en el parque Los Tecajetes. (A) Fotografía original. (B) Máscara de la fotografía original con selección de píxeles verdes.
Fotografías: Helena Uscanga (da click sobre la imagen para ver completa)

A partir de esta metodología, se han realizado muchos estudios que indagan la relación del IVV con otras variables de bienestar humano. Por ejemplo, en China, Canadá y Corea del Sur, estudios demuestran que la cantidad de verde disponible a la vista y la calidad de la vegetación (estética, mayormente verde, sin basura) están relacionadas positivamente con la actividad física que los ciudadanos realizan. Esta relación positiva se mantiene en vecindarios con ingresos económicos diferentes. **Entre mayor cantidad de verde y mejor calidad de la vegetación, la gente sale más a correr, jugar o caminar. Otra investigación apuntó que la disponibilidad de verde puede crear un ambiente acogedor y fomentar el juego al aire libre de los niños, lo que mejora el desarrollo psicomotor-social.**

Otros estudios han demostrado los beneficios de observar vegetación. Por ejemplo, **investigaciones apuntan a que los enfermos en hospitales tienden a sentirse mejor cuando hay plantas en sus habitaciones o al observar vegetación desde su ventana**, como el árbol de Helena; y que las pinturas de naturaleza en consultorios relajan más a las personas que otro tipo de arte. También **se ha comprobado que los músculos oculares, que permiten el movimiento de tus ojos, se relajan cuando observan vegetación** (Figura 4).



Figura 4. Personas disfrutando del ambiente relajante y recreativo que puede provocar estar en un parque donde no sólo el sentido visual está activo, sino que interactúan con otros sentidos con la naturaleza. Fotografía: Freepik

Pero no pensemos sólo en nosotros... **La vegetación urbana brinda beneficios a otros seres vivos en las ciudades. Por ejemplo, aves y mamíferos pequeños pueden utilizar áreas verdes como refugio y sitios donde esconder a sus crías**, aprovechan las hojas, ramas y flores como alimento, y a algunos anfibios les gusta estar cerca de los sitios con agua entre las hojas o pequeños charcos... Así que, si pensamos en todos los beneficios que te hemos contado de forma integral, la vegetación en las ciudades parece ayudarnos a todos, humanos, criaturas de cuatro patas o de dos, aquellas con muchos ojos, las de color azul y las verdes, ¡ganar, ganar!. Independientemente de los beneficios ecosistémicos y humanos que aportan los componentes de la vegetación urbana o no urbana, **toda la biodiversidad tiene, por sí misma, el derecho a existir, evolucionar y reproducirse -un tema que abordaremos en otra ocasión.**

Entonces..., **la posibilidad de observar el verde de la vegetación en las ciudades no sólo contribuye de manera importante al atractivo de las calles en la ciudad, sino que también genera cambios en las actitudes, estados de ánimo y comportamientos de los habitantes.** Así que cuando se decide qué construcciones se harán o si se tala un árbol, como el árbol que Helena ve desde su ventana, también se esté decidiendo si los pobladores llevaremos un estilo de vida más saludable, feliz y activo, así como con qué otros seres queremos compartirlo. **Y a ti, ¿te gustaría ver más verde?**

Agradecimientos:

Al árbol que Helena ve desde su ventana, el cual la inspiró y acompañó no solo con su verdor en primavera y verano, sino también con su magia en los días fríos de invierno.

Para saber más:

- Lu Y. 2019. Using Google Street View to investigate the association between street greenery and physical activity. *Landscape and Urban Planning* 191, 103435e. [Click aquí](#)
- Grinde B, Patil GG. 2009. Biophilia: Does visual contact with nature impact on health and well-being? *International Journal of Environmental Research and Public Health* 6, 23322343. doi:10.3390/ijerph6092332. [Click aquí](#)
- Yang J, Zhao L, Gong P. 2009. Can you see green? Assessing the visibility of urban forests in cities. *Landscape and Urban Planning* 91(2), 97-104. [Click aquí](#)

Humedal dentro del Área Natural Protegida Molino de San Roque en la ciudad de Xalapa, Veracruz, donde las personas en sus recorridos pueden observar distintos animales como aves, insectos y mamíferos. Fotografía: Helena Uscanga

MONIEVIL: LA VILLANA COQUETA DE LA RESISTENCIA

Kenia Elizabeth Morales Morales*

Red de Estudios Moleculares Avanzados

*kenia.morales@posgrado.ecologia.edu.mx

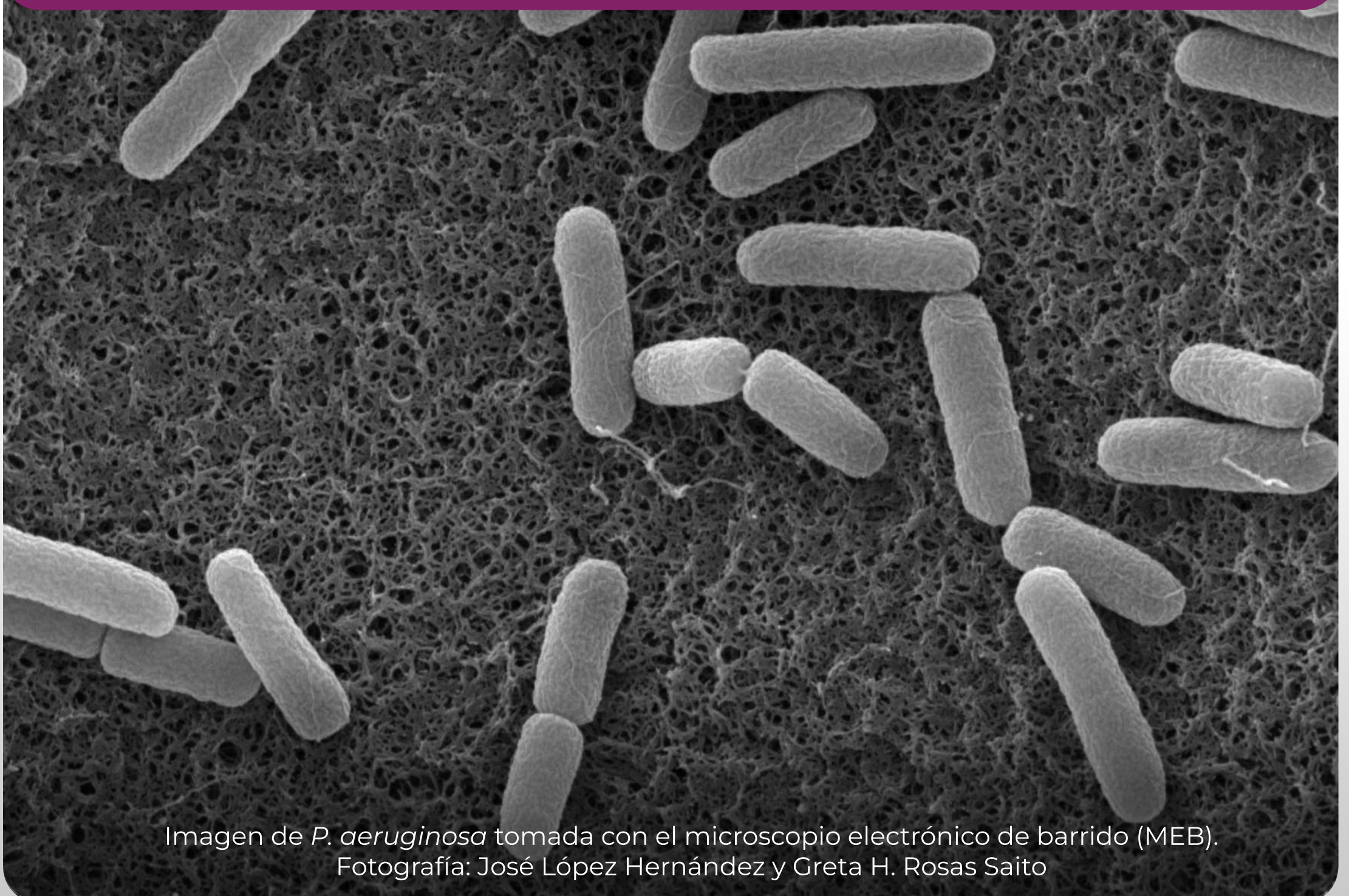


Imagen de *P. aeruginosa* tomada con el microscopio electrónico de barrido (MEB).
Fotografía: José López Hernández y Greta H. Rosas Saito

Ingresas al hospital y mencionan tu nombre, fuiste seleccionado y ¡ganaste! Tú no la viste, tú no la elegiste, pero ella te eligió a ti, Monievil (Moni de *PseudoMONAs* y evil por malvada), con sus súper poderes te ha elegido (su nombre real es *Pseudomonas aeruginosa*, pero como toda villana se cambió el nombre).

¿Quién es Monievil? Es una bacteria que tiene forma de arroz y posee un látigo llamado flagelo, que al moverse con destreza le permite desplazarse fácilmente. Sola es inofensiva, pero tiene la capacidad de dividirse y formar un gran séquito de divas, unidas bajo el lema “la unión hace la fuerza”. Estas chicas son muy “platicadoras”, hablan el idioma “*quorum sensing*”, que es un lenguaje químico. Cuando echan chismecito coordinan estrategias de ataque para “seducir” y colonizar a su víctima causando serias infecciones (Figura 1). Como bacteria oportunista, Monievil **prefiere atacar a personas enfermas con el sistema inmunológico debilitado, siendo el hospital uno de sus centros favoritos de ataque.** Sin embargo, no solo está en hospitales, también podemos encontrarla en albercas con mal mantenimiento, jardines, charcos e incluso mascotas infectadas. Aunque habita diversos entornos, en personas debilitadas representa el mayor peligro.

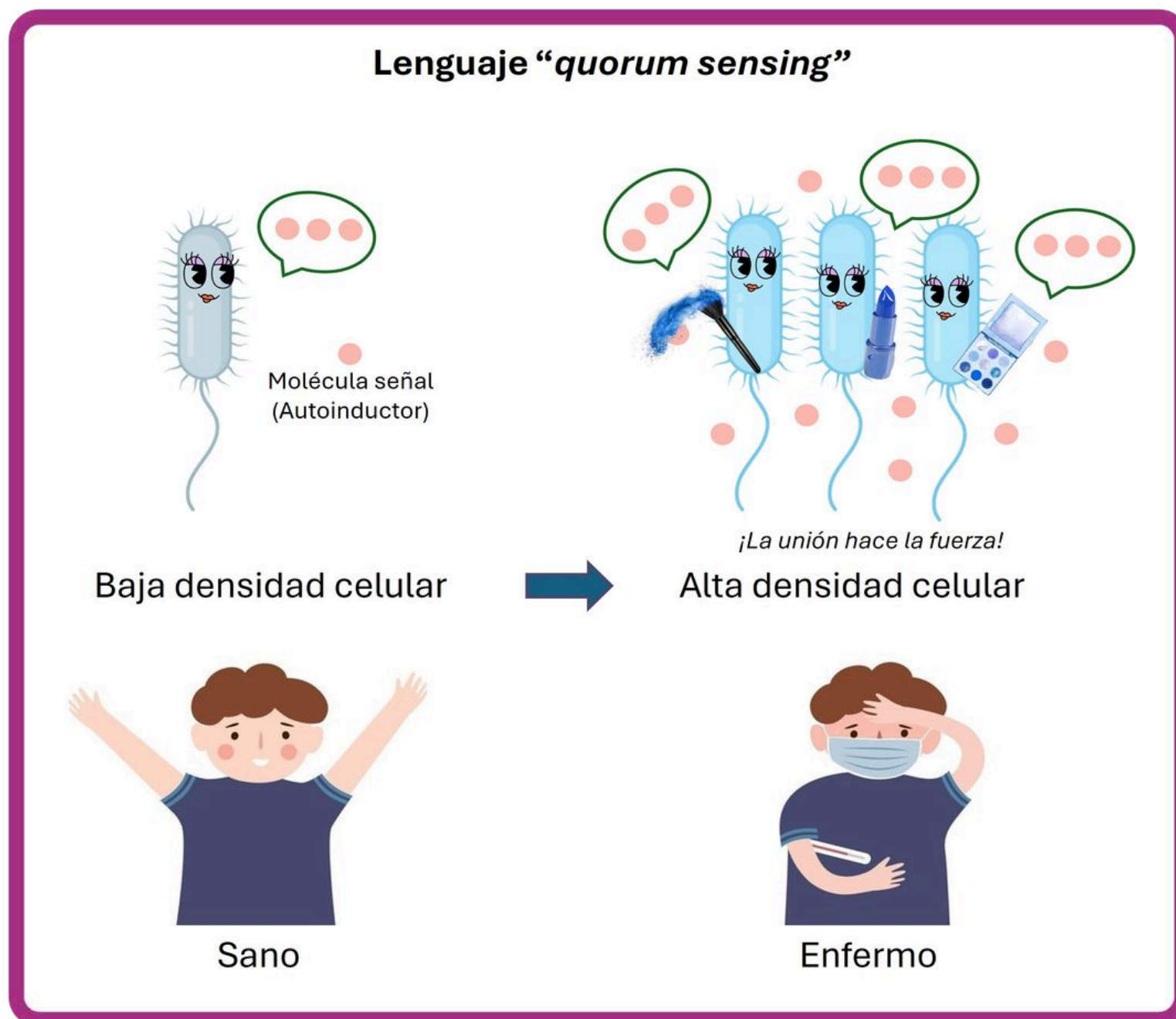


Figura 1. Representación del idioma “*quorum sensing*” en el chismecito bacteriano de Monievil.
Elaboración: Kenia Elizabeth Morales Morales

¿Cómo se hizo notar siendo tan pequeña? **Esta villana coqueta se maquilla de azul produciendo un pigmento llamado piocianina** (Figura 2). Fue descubierta en 1882 por el farmacéutico francés Gessard, quien notó pus azul en algunas heridas infectadas. La piocianina no solo la embellece, también es un arma, que genera estrés oxidativo. Es decir, **produce moléculas inestables llamados radicales libres que atacan componentes esenciales de las células del huésped, favoreciendo la infección.**

En los últimos años, **Monievil ha sobresalido en los titulares, no por su belleza, sino por burlarse de los antibióticos.** ¿Cómo lo logró? Gracias al mal uso de estos medicamentos. Recordemos, los antibióticos solo deben usarse para tratar infecciones bacterianas, no víricas. ¿Qué pasa cuando nos automedicamos, tomamos antibióticos innecesarios o abandonamos el tratamiento antes de tiempo? No eliminamos a todas las bacterias, dejamos vivas a las que ya tienen trucos para sobrevivir. Estas bacterias sobrevivientes se convierten en *influencers*, compartiendo sus secretos de supervivencia hasta con bacterias de otras especies, poniéndose en tendencia.

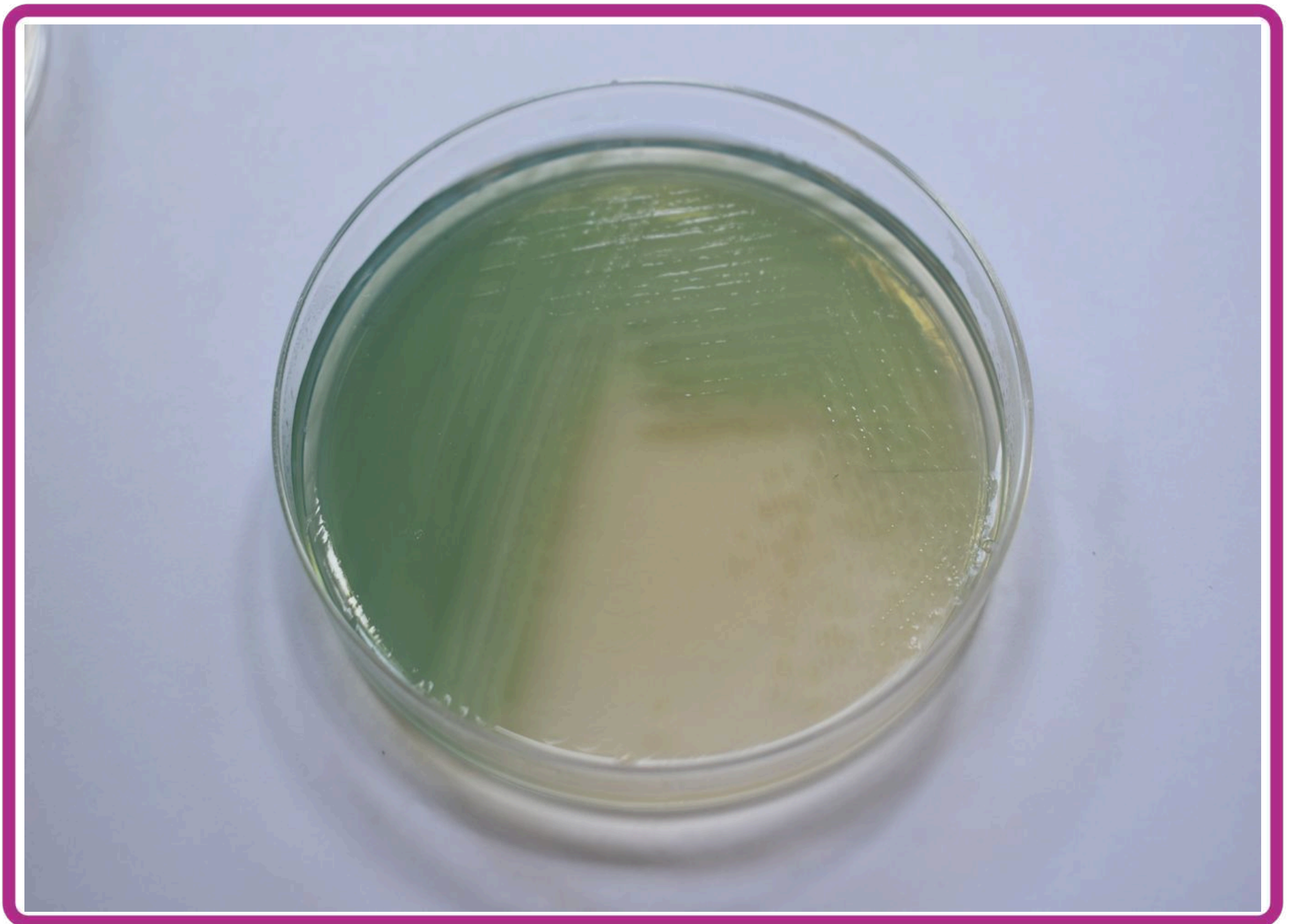


Figura 2. Producción de piocianina en cultivo de *P. aeruginosa* en agar King A.
Fotografía: Kenia Elizabeth Morales Morales

Además, ¿qué otros mecanismos tiene Monievil para burlarse de los antibióticos? Como toda villana, nadie la seduce fácilmente. Su piel, una membrana celular, es su primera línea de defensa, es difícil de permear por sus enemigos los antibióticos. Pero si algún antibiótico logra infiltrarse, activa sus bombas de expulsión y los lanza lejos antes de que le hagan daño. También produce enzimas, como las β -lactamasas, que desactivan a los antibióticos antes de que puedan afectarla. Asimismo, **a Monievil le gusta ser la envidia de otras bacterias por sus lujosas mansiones impenetrables llamadas biopelículas**. Estas estructuras la hacen hasta mil veces más resistente a los antibióticos. Una vez bien establecida en su biopelícula, difícilmente pueden sacarla. Por eso, **tratar una infección causada por Monievil es una ardua lucha para médicos y científicos que quieren destruirla**, siendo toda una extravagante de la microbiología.

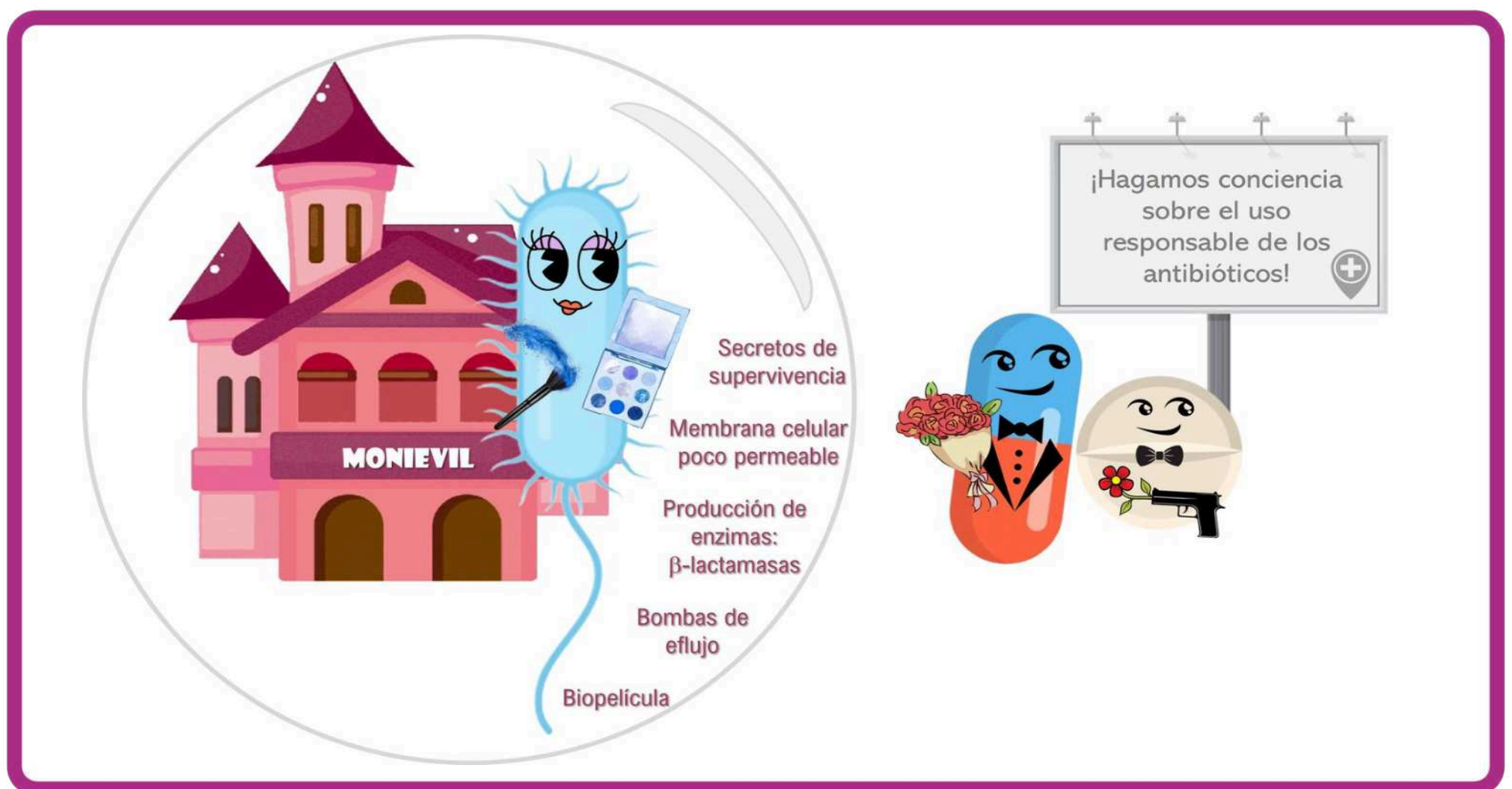


Figura 3. Ilustración representativa de Monievil y sus mecanismos de defensa contra los antibióticos. Elaboración: Kenia Elizabeth Morales Morales

En esta contienda bacteriana hay un dato impactante, se estima que en el año 2050 (aunque parezca lejano, está a la vuelta de la esquina) podríamos enfrentarnos a una pandemia causada por bacterias resistentes a los antibióticos. Y no solo Monievil, sino otras bacterias también representarían una amenaza sin forma de defendernos. Entonces, ¿cómo evitamos que esto suceda? **La prevención es fundamental. Medidas como la vacunación, el lavado frecuente de manos y una buena higiene alimentaria son esenciales para reducir el uso innecesario de antibióticos y frenar la resistencia bacteriana.** Aunque se desarrollen nuevos fármacos, si no cambiamos el mal uso que le damos, incluso estos nuevos tratamientos perderán efectividad.

Aunque Monievil ha ganado fortaleza y pareciera invencible, el juego aún no ha terminado. Si hacemos conciencia sobre el uso responsable de los antibióticos, podremos hacerle frente y en una de estas, desarmarla completamente. Así que, la próxima vez que vayas al hospital, no temas, pero mantente alerta: **Monievil puede estar al acecho en superficies de uso común, dispositivos médicos mal desinfectados o incluso en las manos del personal médico que no haya seguido correctamente las medidas de higiene** (Figura 4).

Recomendaciones para prevenir la resistencia a los antibióticos



No te automediques



Termina el tratamiento que el médico te prescribe (aún cuando te sientas bien antes de terminarlo), para asegurar que todas las bacterias se eliminen.



No compartas tus antibióticos, lo que te sirve a ti, puede que no sea adecuado para otra persona.



Vacúnate, lávate frecuente las manos, lava y cocina bien los alimentos.

Figura 4. Recomendaciones para prevenir la resistencia a los antibióticos.
Elaboración: Kenia Elizabeth Morales Morales



Agradecimientos:

Este artículo de divulgación se escribió en el Seminario de Divulgación de la ciencia dirigido por el Dr. Miguel Rubio Godoy, a quien agradezco todo el proceso de escritura, al igual que mis compañeros por su retroalimentación, y al Dr. Randy Ortiz Castro por su revisión.

Para saber más:

- Diggle SP, Whiteley M. (2020). Microbe Profile: *Pseudomonas aeruginosa*: opportunistic pathogen and lab rat. *Microbiology*, 166(1), 30-33. [Click aquí](#)
- Elfadadny A, Ragab RF, AlHarbi M, Badshah F, Ibáñez-Arancibia E, Farag A. (2024). Antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa*: navigating clinical impacts, current resistance trends, and innovations in breaking therapies. *Front Microbiol.* 2024; 15 (: 1374466): 1-20. [Click aquí](#)
- Gonçalves T, Vasconcelos U. (2021). Colour me blue: the history and the biotechnological potential of pyocyanin. *Molecules*, 26(4), 927. [Click aquí](#)

Trivias y Arte

Fotografía: Scott Webb, Pexels



Qué tanto sabes ...

de las hormigas cortadoras de hojas

Cristobal Pizarro-Ortiz*, Jorge E. Valenzuela-González

Red de Ecología Funcional, INECOL

*sergio.pizarro@posgrado.ecologia.edu.mx

En muchas ciudades a lo largo del continente americano, **desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina, cuando paseamos en áreas verdes como parques, jardines, en zonas boscosas o en ambientes rurales, podemos encontrarnos con unos largos senderos de hormigas que transportan pequeños fragmentos de hojas.** Se trata de las famosas “cortadoras de hojas” u “hormigas arrieras” que cortan y transportan fragmentos de hojas, flores y de algunos frutos hasta sus nidos subterráneos. Estos insectos pertenecientes a los géneros *Acromyrmex* y *Atta* **son uno de los ejemplos más impresionantes de cooperación y especialización en el reino animal.** Además, son de gran importancia ecológica debido al transporte de nutrientes en el suelo aunque también son consideradas como plagas de algunos cultivos por su actividad defoliadora.

¡Desde EUA hasta Argentina!

¡Vamos equipo!



Dentro del hormiguero conviven de cientos a miles de hormigas que realizan diferentes tareas. Todas ellas constituyen una gran familia, pues provienen de una misma madre (la reina). **Actúan de una manera coordinada y funcionan como un “superorganismo”** capaz de tomar decisiones colectivas y adaptarse a los cambios del entorno. Las hormigas forrajeras, dedicadas a recolectar el material hacia el nido, muestran una sorprendente capacidad para seleccionar cuidadosamente las hojas que transportan, lo que revela un comportamiento más elaborado de lo que parece a simple vista. De hecho, si llevan al nido material que no sea adecuado éste puede tener un efecto nocivo para la propia colonia. Si te da curiosidad saber algunos datos interesantes sobre estos fascinantes insectos, te invitamos a responder **¿Qué tanto sabes de las hormigas cortadoras de hojas?**

1. ¿Por qué estas hormigas recolectan hojas y las llevan a sus nidos?

- (A) Sirven como camuflaje para ocultar el nido de enemigos potenciales
- (B) Las usan como sustrato para cultivar un hongo
- (C) Para utilizarlas como alimento de las larvas



Hormigas “forrajeras” cortando pedazos de hojas.
Fotografía: Dennis Infante-Rodríguez

Respuesta

(B) Las usan como sustrato para cultivar un hongo. Las hormigas cortadoras de hojas no comen directamente el material vegetal que recolectan y tampoco son una reserva para su consumo lo cual podría pensarse si vemos cientos de hormigas recortando hojas y llevándolas a sus hormigueros. Lo interesante es que utilizan estos fragmentos como base para cultivar un hongo del género *Leucoagaricus*. Este hongo, por cierto, perteneciente a la misma familia de los champiñones que nosotros consumimos, no se conoce de vida libre sino solo en asociación con las hormigas. Esta relación entre las hormigas y el hongo es una forma de mutualismo obligado, ya que no pueden vivir el uno sin el otro. El hongo produce unas estructuras llamadas gongilidios, que son muy nutritivas y constituyen el alimento principal de las hormigas. Así que cada vez que veas a las hormigas ir sin parar por sus hojas, es debido a que necesitan eso como sustrato para tener más comida y sobrevivir.

2. ¿Qué hacen las demás hormigas que no vemos salir a recolectar hojas durante el día?

(A) Sí las vemos, hacen grupos y salen por turnos a recolectar material

(B) Están dormidas, ya que son las que salen por la noche

(C) Se dedican al cuidado de las larvas y pupas, y a la limpieza del hormiguero



Respuesta

(C) Se dedican al cuidado de las larvas y pupas, y a la limpieza del hormiguero.

En cada hormiguero, conviven diferentes castas, la fértil (reina) e infértiles (soldados, forrajeras, jardineras, entre otras) que presentan diferentes tamaños, formas del cuerpo y realizan distintas tareas en el hormiguero. Las obreras que no participan en la recolección de hojas desempeñan funciones esenciales en el mantenimiento del nido. Estas tareas incluyen el cuidado de las crías (huevos, larvas y pupas), la limpieza del nido, la ampliación de éste, y la protección del cultivo de hongos. Hay una casta muy interesante de mencionar, conocida como "jardineras" que son responsables de limpiar y cuidar los jardines de hongos, asegurando que el cultivo prospere y sirva como fuente de alimento. **Este sistema de división del trabajo permite que la colonia funcione de manera eficiente y organizada.** ¿Algo podríamos aprender de ellas, no crees?



Diferentes castas de *Atta mexicana*, ejemplares de reinas (fila superior) y castas obreras (fila inferior). Fotografía: Cristobal Pizarro-Ortiz

3. ¿Qué pasaría si las hormigas cortadoras por alguna razón pierden su hongo?

(A) Se alimentan de las hojas directamente

(B) La colonia colapsa y muere

(C) Buscan otro hongo similar en la naturaleza



Respuesta

(B) La colonia colapsa y muere. El hongo es esencial para la supervivencia de la colonia y no se conoce de vida libre. La forma como llega el hongo al hormiguero es a través de las reinas, que son las hembras fecundadas provenientes de otros nidos y son las que van a fundar nuevos nidos. Estas reinas fundadoras transportan desde sus colonias de origen una pequeña porción de micelio con las que van a iniciar el cultivo de este mismo hongo en su nuevo nido. Las hormigas no pueden digerir por sí mismas la celulosa de las hojas. Si el hongo muere por contaminación, enfermedad o condiciones adversas, la colonia no puede sostener su fuente de alimento y eventualmente colapsa. Es impresionante observar que, efectivamente, es su única forma de alimentarse y es por ello por lo que se esmeran tanto en cuidarlo.

4. ¿Qué criterio utilizan estas hormigas para seleccionar las plantas de las cuales recolectan hojas?

(A) La composición química y dureza de las hojas

(B) La cercanía al nido

(C) Las dos anteriores



Montículos de un hormiguero de *Atta* en un jardín.
Fotografía: Cristobal Pizarro-Ortiz

Respuesta

(C) Las dos anteriores. El criterio de selección de las hojas por parte de las hormigas es muy variable dependiendo de la especie de planta que se trate. La cercanía al nido es importante ya que la casta forrajera no se puede desplazar a grandes distancias con relación al nido. La dureza o grosor de la hoja también pueden influir, ya que las hormigas no pueden cortar hojas demasiado gruesas o duras, por eso mismo generalmente prefieren hojas jóvenes que son más suaves y fáciles de cortar. Otro aspecto importante es la composición química de las hojas, ya que las plantas pueden producir metabolitos secundarios (algunos de ellos son compuestos químicos tóxicos), que les ayudan a evitar ser consumidas o, por ejemplo, ser cortadas por las hormigas arrieras. Además, el contenido de ciertos macroelementos (como nitrógeno, fósforo o potasio) y microelementos (como hierro, zinc o manganeso) también puede ser perjudicial tanto para las hormigas como para el hongo. Algo interesante es que les gusta recolectar hojas de distintas especies de plantas con frecuencia, ya que de esta forma el hongo dispone de mayor diversidad de nutrientes.

5. ¿Qué estrategia utilizan las hormigas cortadoras de hojas para evitar la contaminación del hongo dentro del hormiguero?

(A) Tienen una cámara en la entrada de la colonia para “bañarse y entrar limpias”.

(B) Eliminan sus desechos en lugares específicos para no contaminar al hongo

(C) Las dos anteriores

Respuesta

(B) Eliminan sus desechos en lugares específicos para no contaminar al hongo .

Estas hormigas tienen un sistema muy organizado y preventivo a la propagación de patógenos u organismos que contaminen su hongo. Manejan los desechos generados en el cultivo y los depositan en áreas específicas del nido e incluso fuera de éste, en áreas conocidas como "basureros". De esta manera evitan que el hongo se contamine. Un aspecto interesante es que las hormigas dedicadas a cortar y transportar hojas no ingresan a las zonas donde se cultiva el hongo o donde están las crías. Al estar en el exterior, estas hormigas pueden transportar patógenos y por ello, evitan las zonas más relevantes del hormiguero. Este comportamiento de extrema limpieza es increíble a pesar de las miles y miles de hormigas que puede haber en un solo hormiguero ¿A poco no es fascinante?



Fotografía: Hormiguero en condiciones de laboratorio. (A) Zona asignada de “basurero”. (B) Hongo siendo cuidado por las hormigas obreras.

Vídeo: Hormiga arreando su hojita. Fotografía: Cristobal Pizarro-Ortiz



¡Vamos por
más hojitas!

Para saber más:

• Hölldobler B, Wilson EO. 2011. The leafcutter ants: Civilization by instinct. W. W. Norton & Company. [Click aquí](#)

• Juárez-Rivera FM, Infante-Rodríguez DA, Vásquez-Morales SG. 2024. La hormiga cortadora de hojas *Atta mexicana* (F. Smith, 1858) y su estrecha relación con su simbionte fúngico. Naturaleza y Tecnología. Universidad de Guanajuato. [Click aquí](#)

• Mueller UG, Schultz TR, Currie CR, Adams RMM, Malloch D. 2001. The origin of the Attine Ant-Fungus Mutualism. The Quarterly Review of Biology 76(2), 169–197. [Click aquí](#)

BIOTRIVIA

¿Protección biológica antihielo? una lección de biomimetismo

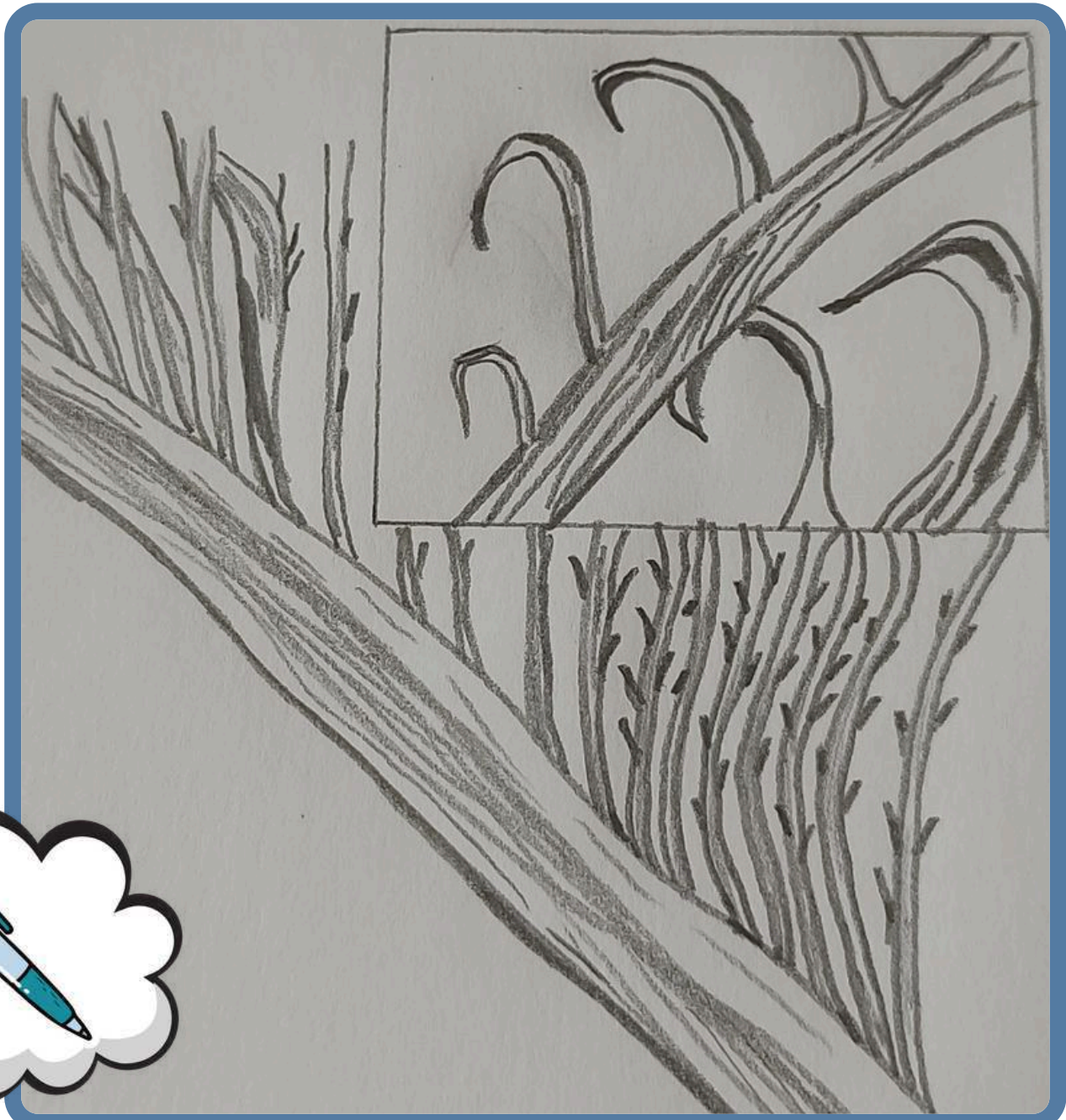
Manuel Ochoa-Sánchez

Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM; Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, UNAM; Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego, Patagonia y Antártica (CEQUA);
manuel.ochoa@ieecologia.unam.mx

La piel es el órgano más largo de cualquier animal. Las características de la piel varían entre animales, así como las estructuras o estrategias que tienen para protegerla de las inclemencias ambientales. Para los animales que viven en la Antártida, contar con una protección adecuada en su piel es indispensable para conservar su calor corporal y evitar la congelación. La siguiente imagen muestra el dibujo del acercamiento de una estructura para proteger el cuerpo de un animal que vive en la Antártida, ¿qué clase de estructura de es?

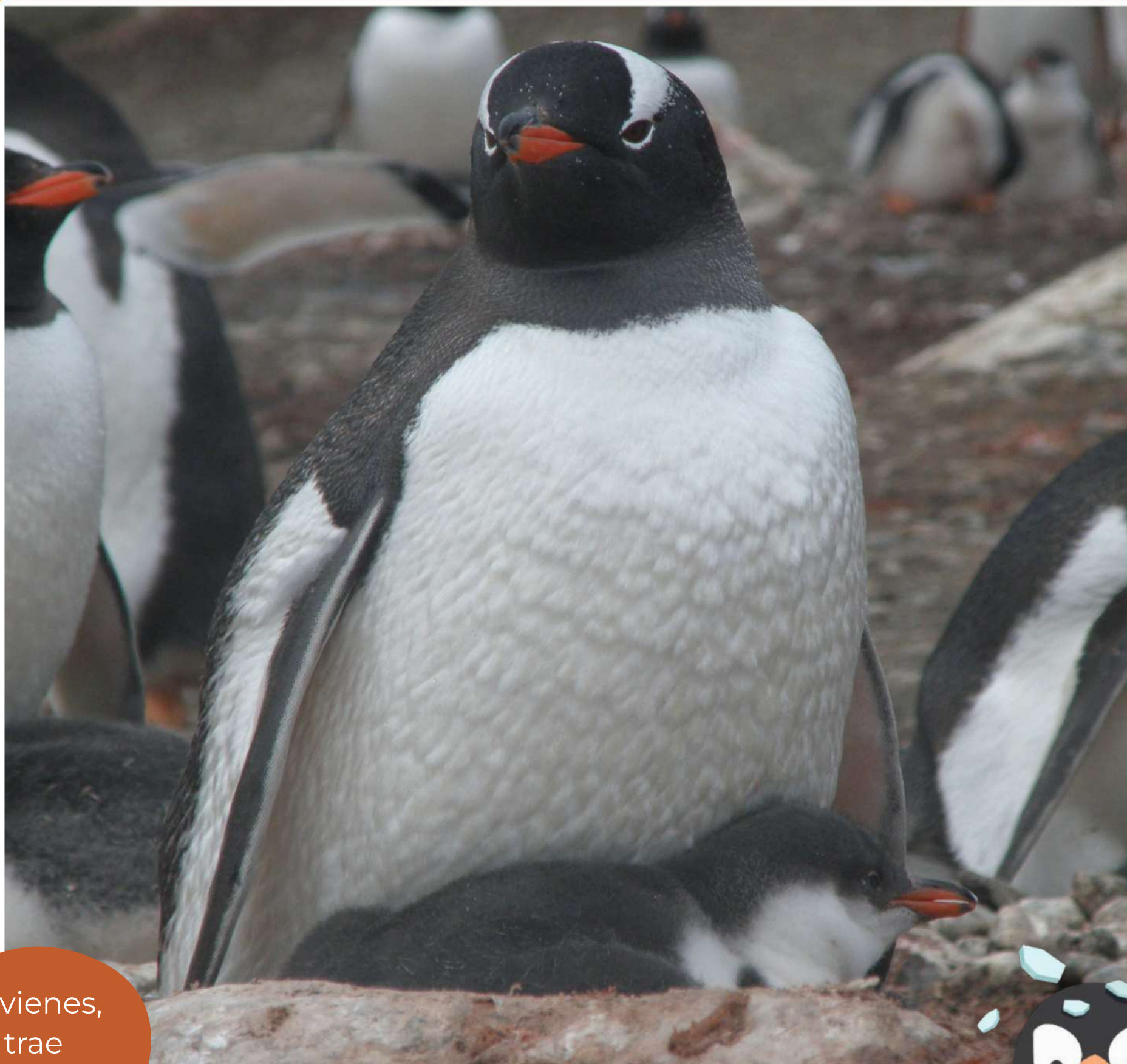
¿Qué es esto?

- (A) Las escamas del cuerpo de un animal
- (B) Los pelos de la piel de un animal
- (C) La microestructura de una pluma



Respuesta

La respuesta correcta es la (C) la microestructura de una pluma. La imagen representa la estructura microscópica de la pluma de un pingüino Gentoo (*Pygoscelis papua*), el tercer pingüino más grande que existe. El filamento central de queratina cuenta con estructuras parecidas a ganchos (llamados “hamuli”) que se encargan de unir otras plumas, creando una especie de “malla” de plumas. **Esta estructura del plumaje es muy importante para que el pingüino pueda nadar en las frías aguas de la Antártica**, en las que la temperatura del agua puede llegar a 1.8 °C. No menos impresionante son las temperaturas que deben soportar los pingüinos en tierra, que fácilmente alcanzan 20 grados bajo cero, sin mencionar las rachas de viento que disminuyen drásticamente la sensación térmica.

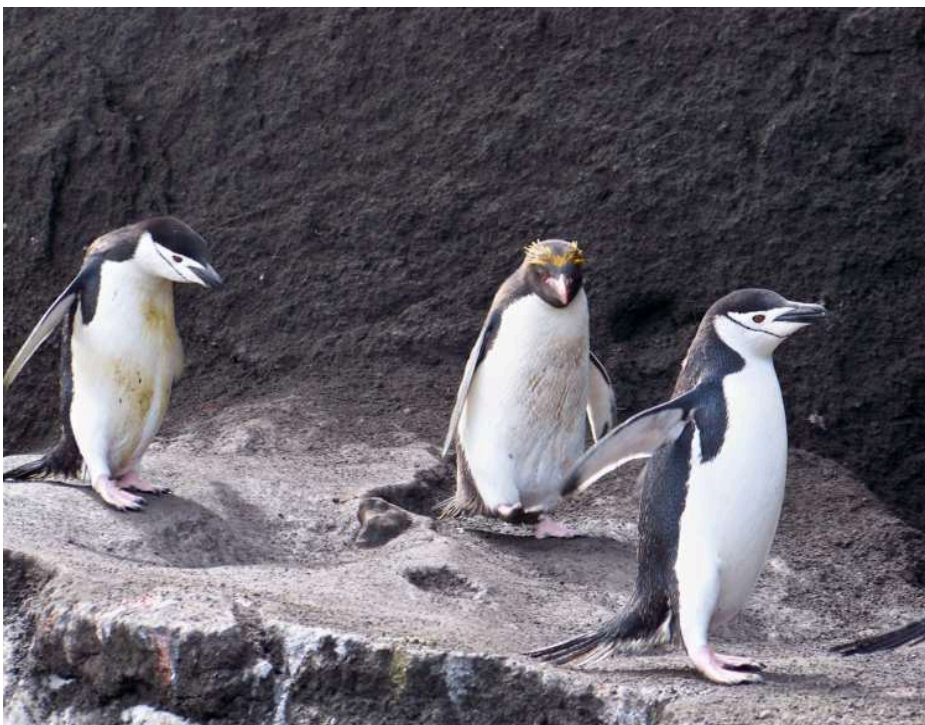


Si vienes,
trae
suéter

Fotografía: Ana Martínez



El arreglo que adquieren las plumas con la interacción de los hamuli y el resto de las plumas tiene propiedades que repelen el agua y evitan la formación de cristales de hielo en el cuerpo del ave. **La clave para que no se forme el hielo está en la interacción entre la malla de plumas y el agua.** El agua es atraída a los poros de la malla, que, al congelarse, genera pequeñas fisuras. ¿Cómo, entonces sí se forman cristales de hielo en el plumaje del pingüino? Efectivamente, se forman, pero recordemos que la malla tiene una estructura microscópica, por lo que los cristales que se están formando en el plumaje del ave son diminutos. Ahora bien, estas fisuras que se forman en los diminutos cristales son la clave de su rápida eliminación, pues restan estabilidad a los cristales y provocan que se puedan eliminar con facilidad. Otra propiedad interesante de esta malla es que genera una capa de aire entre la piel del pingüino y el plumaje. Este saco de aire es muy importante para garantizar que la temperatura corporal del pingüino sea estable, ya sea en el agua o en la tierra.



Fotografías: Ana Martínez

Las características del plumaje de los pingüinos revelan aspectos importantes sobre sus herramientas para tolerar las frías temperaturas de los ambientes donde viven. La investigación de la microestructura del plumaje de los pingüinos y sus propiedades para repeler la formación de cristales de hielo, representan una autentica lección de biomimetismo. El biomimetismo se enfoca en estudiar las soluciones que la naturaleza ha diseñado para adaptarse a diferentes situaciones, en este caso, para evitar la formación de hielo. **La microestructura del plumaje de los pingüinos representa un enfoque atractivo y sustentable, pues no hay ninguna sustancia química responsable de repeler el hielo, sino que se trata de una solución física en el arreglo con el que se ordenan los materiales. En años futuros podríamos, por ejemplo, ver aplicaciones basadas en el plumaje de los pingüinos para generar superficies repelentes de hielo en los techos de casas, y en la superficie de vehículos y aeronaves en sitios polares.**



Fotografía: Ana Martínez

Para saber más:

- Wood MJ, Brook G, Debray J, Servio P, Kietzig A-M. 2022. Robust anti-icing surfaces based on dual functionality-microstructurally-induced ice shedding with superimposed nanostructurally-enhanced water shedding. ACS Applied Materials & Interfaces 14(41). DOI: 10.1021/acsami.2c16972. [Click aquí](#)
- Wang S, Yang Z, Gobg G, Wrang J, Wu J, Yang S, Jiang L. 2016. Icephobicity of penguins *Spheniscus Humboldti* and an artificial replica of penguin feather with air-infused hierarchical rough structures. The Journal of Physical Chemistry C 120(29). DOI: 10.1021/acs.jpcc.5b12298. [Click aquí](#)

La belleza de los jardines botánicos

Milton H. Díaz-Toribio

Jardín Botánico, INECOL, milton.diaz@inecol.mx

Los jardines botánicos son espacios únicos, lugares donde la vida se expresa en una gran diversidad y armonía. Son colecciones de plantas que de otra manera no crecerían juntas. Así, por ejemplo, puede haber árboles de África creciendo con otros de América. La increíble variedad de plantas, flores, colores y formas nos recuerda la creatividad ilimitada de la naturaleza. Cada especie tiene su propio diseño, adaptación y propósito, lo que refleja la sorprendente diversidad de la vida en la Tierra.

¿A caso este es el mismo jardín pero en dos estaciones del año diferentes? ¡Me encanta!



Fotografías: Akeri Cruz

Los jardines botánicos son centros de investigación, conservación y educación. El trabajo de científicos y botánicos que dedican su vida a entender y proteger la biodiversidad es maravilloso.

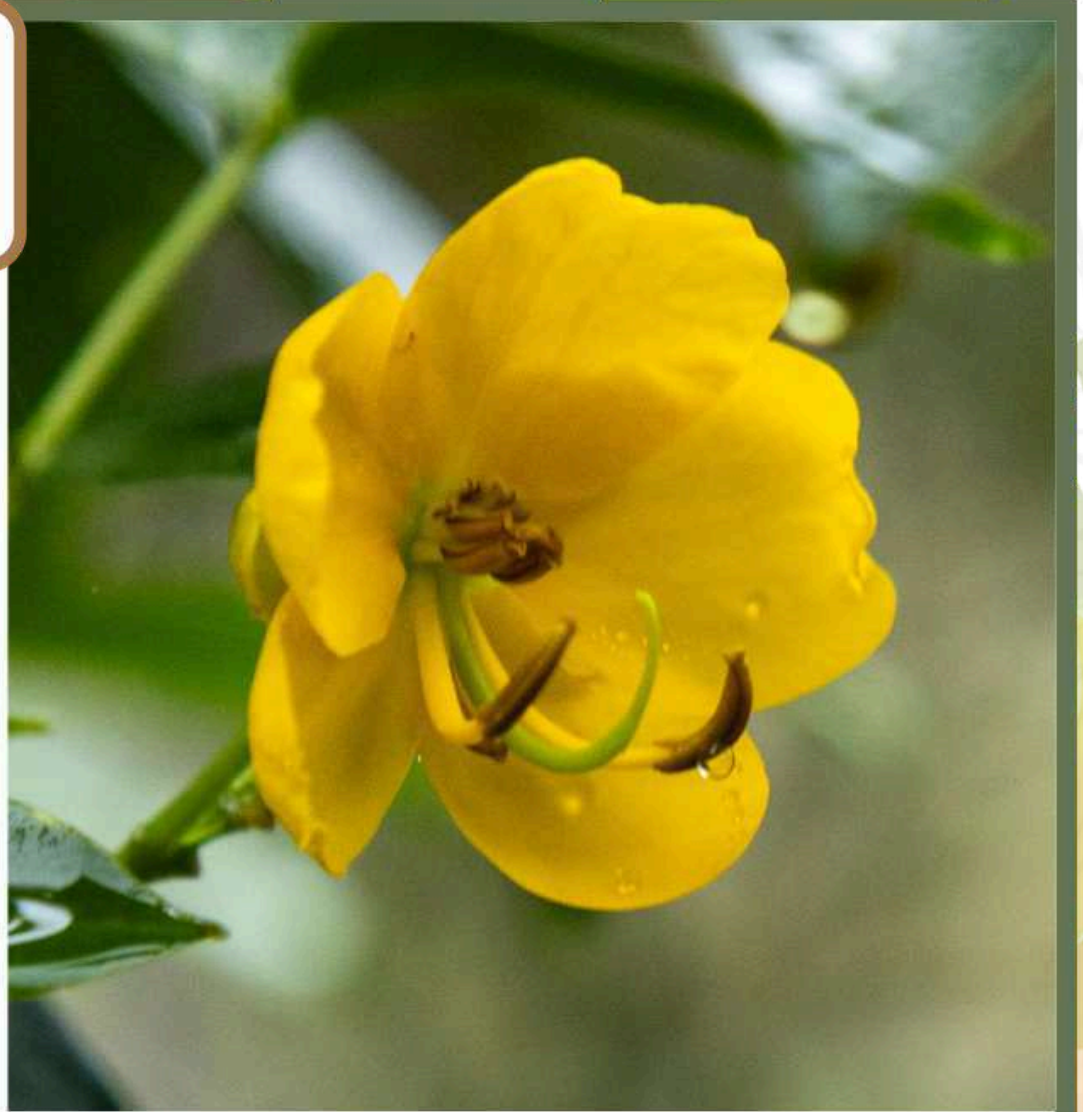


Fotografías: Akeri Cruz

Pasear entre árboles centenarios, escuchar el murmullo de las hojas o sentir el aroma de las flores invita a la calma y la introspección. Es un espacio que fortalece tanto la mente como el alma.

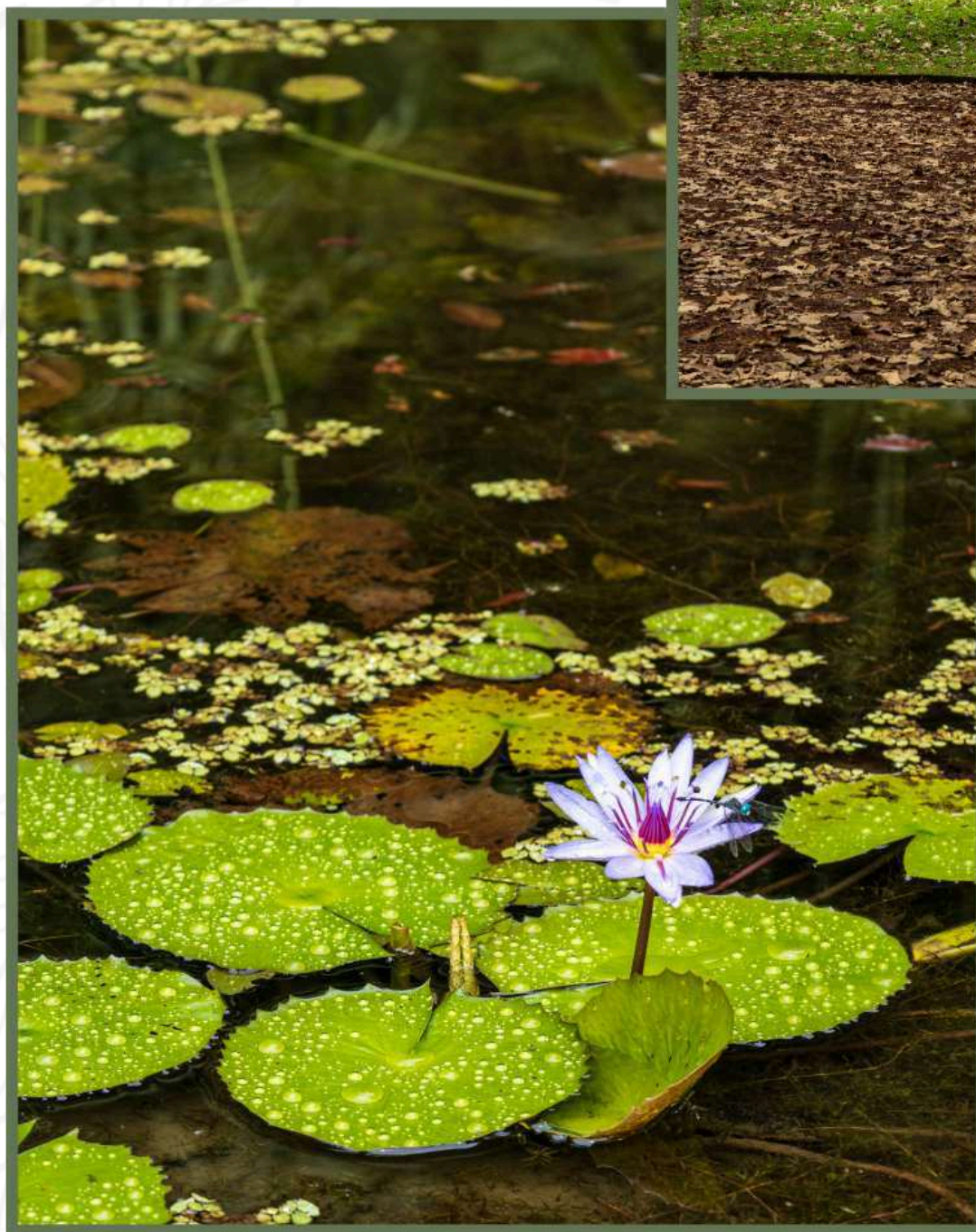
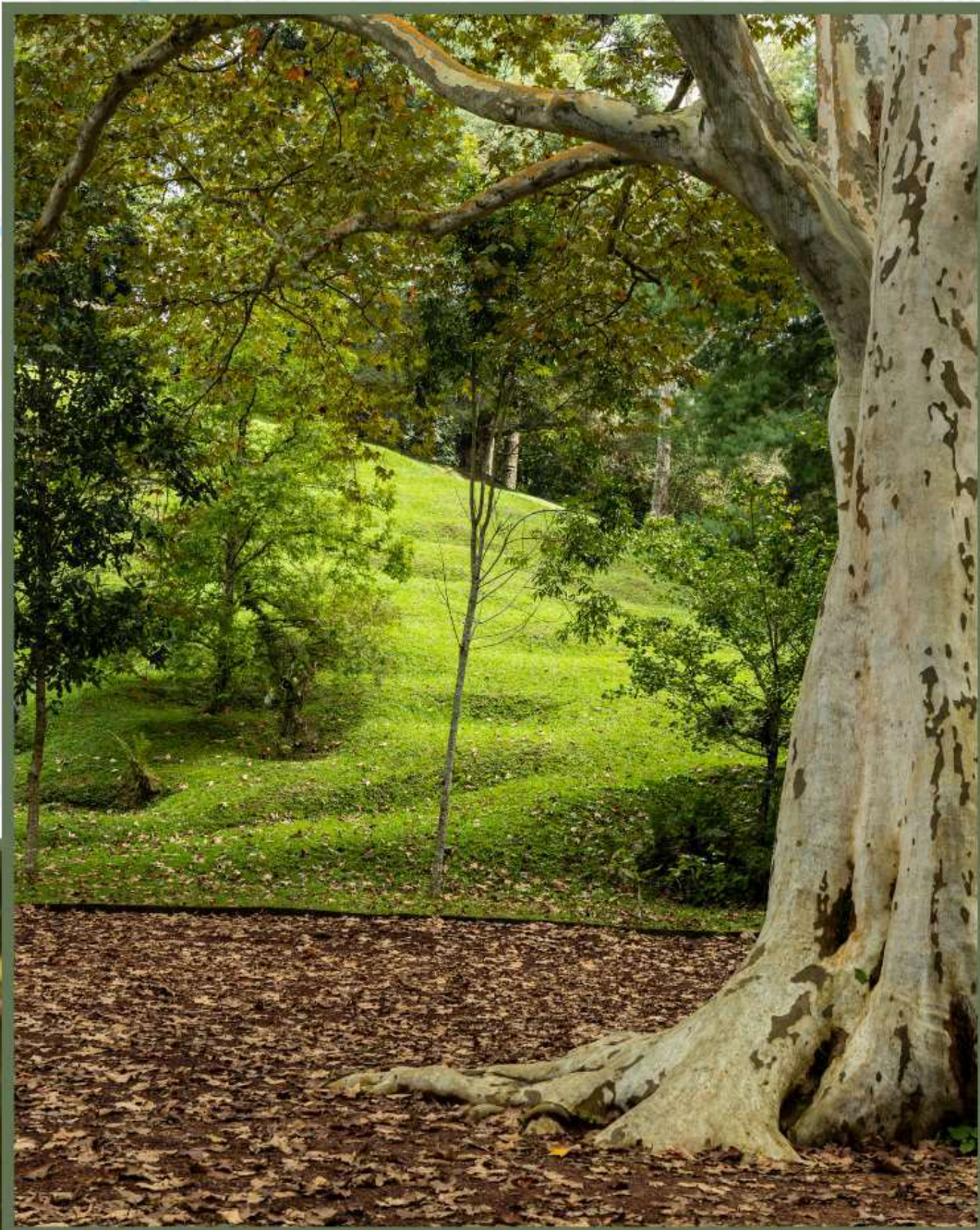


Mamá ¿podemos tomar polen de aquí?



Fotografías: Akeri Cruz

¿En qué ecosistema quieres pasear hoy, mi amor?



Vamos a casa antes de que anochezca



Fotografías: Akeri Cruz

En esencia, un jardín botánico es un recordatorio de que, incluso en medio del caos del mundo actual, existe un orden natural, belleza silenciosa y sabiduría ancestral esperando ser descubierta.

ANÉCDOTAS DE BATAS Y BOTAS

Fotografía: Stephan Seeber, Pexels



DE BATAS A MARIO BROS: EN BUSCA DE HONGOS EN EL COFRE DE PEROTE

Lucero Segura Martínez*, Kenia Elizabeth Morales Morales

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

* lucero.segura@posgrado.ecologia.edu.mx



Figura 1. Foto grupal alrededor de la *Amanita muscaria*.
Fotografía: David Ramos Rendón

Para un micólogo, conocer la diversidad de hongos es tan emocionante como para un *gamer* pasar un nivel de Mario Bros. Siguiendo la analogía con el videojuego, al escuchar la palabra “hongo”, suele venirnos a la mente el de sombrero rojo con puntos blancos, icónica imagen de *Amanita muscaria*, una de las especies más populares, especialmente entre gamers.

Sin embargo, al inscribirnos en el curso de “Técnicas de campo y laboratorio para la identificación de macrohongos silvestres”, nos dimos cuenta de que no conocíamos el nombre científico del ‘honguito’ de Mario. No somos *gamers* y tampoco habíamos ido a la montaña a recolectar hongos, así que no teníamos ni idea de lo que nos esperaba. Lo único que teníamos claro era que debíamos cumplir con este curso de campo, como requisito de estudiantes de maestría. Eso sí, teníamos entusiasmo y disposición por aprender algo nuevo.

Los doctores que coordinaron el curso no solo se encargaron de transmitir su conocimiento, sino su pasión por estos organismos. Los primeros días incluyeron clases teóricas sobre taxonomía y la importancia de los hongos en el conocimiento científico. Lo inolvidable vino después: recolectar hongos a la Reserva del Cofre de Perote.



Para salir al campo requeríamos lo básico: navaja, sombrero, playera de manga larga, repelente y, por supuesto, botas. La emoción no se hizo esperar en cuanto bajamos de la camioneta, pero no encontrábamos nada, comparado con la destreza de recolección de los doctores y el técnico del laboratorio. Al principio solo veíamos suelo, pero al caminar con mayor atención, los honguitos empezaron a aparecer como por arte de magia. Entre especies pequeñas, colores opacos y estructuras simples, nuestras primeras recolecciones nos llenaron de gusto, pues habíamos aprendido a coleccionar el cuerpo fructífero del hongo, es decir, la parte visible del hongo que emerge del suelo.

LISTAS O NO, ACÁ VAMOS



En la segunda salida, habíamos afinado la vista y mejorado nuestra "destreza honguera" hasta el punto de encontrar una enorme y brillante *Amanita*. Nos emocionamos tanto que nos tomamos fotos alrededor de él (Figura 1, ver foto grupal). También, nos impresionó bastante encontrar un grupo de *Amanita muscaria* en las diferentes etapas de desarrollo de crecimiento (Figura 2).



Figura 2. *Amanita muscaria* en sus diferentes etapas de maduración del cuerpo fructífero. Fotografía: Manuel Sebastián Hernández García

¡VAYA QUE
SÍ NOS
PARECEMOS!

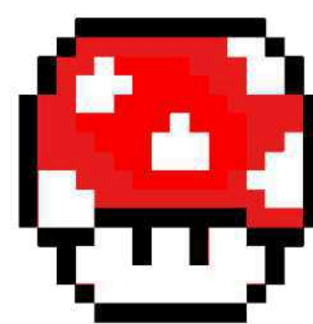


Además de la experiencia académica, nos sorprendió el vínculo que tienen los habitantes de la región con el consumo de varias especies de hongos comestibles. Se levantan temprano para recolectarlos y bajan de la montaña a venderlos. Situación que no desaprovechamos, así nos nutríamos de conocimiento... y también el estómago. Sentir el frío de la montaña, respirar aire puro, caminar entre las plantas, fatigarnos por la altura y emocionarnos con cada hallazgo resultó ser una verdadera aventura.

Si alguien nos hubiera dicho que tomar este curso sería como estar dentro del videojuego de Mario, cazando *Amanitas*, no lo habríamos creído. A pesar de ello, las ingenieras dejamos las batas en el laboratorio para convertirnos, por un momento, en aventureras de montaña como los biólogos. Y quién sabe, tal vez la próxima vez la aventura requiera de unas botas aún más resistentes.



¡JUGUEMOS DE NUEVO!



GAME OVER

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a los doctores Leticia Montoya Bello, Víctor Manuel Bandala Muñoz, Antero Ramos Fernández y Xóchitl Morales de la Cruz, así como al técnico biólogo David Ramos Rendón, por haber impartido un curso tan enriquecedor y gratificante.

ECONOTICIAS

Fotografía: Fauxels Pexels



Documental “Alas de Esperanza”.

Miguel Ángel San Martín Cruz*¹ , Sandra Lizveth Enríquez López ² , Rafael Villegas Patraca¹

¹ Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE), INECOL.

² Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana

*miguel.sanmartin@inecol.mx

Con gran alegría compartimos que el primer capítulo del documental *Alas de esperanza* **ya está disponible en YouTube para todo el público** (Video 1). Este proyecto audiovisual fue autofinanciado con nuestra beca de doctorado, y en colaboración con el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), la Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE) del INECOL, IDEA WILD y The Pollination Project Foundation.



Video 1. Estreno mundial del documental “Alas de Esperanza”. Capítulo 1. El Colibrí Tijereta Mexicano, una especie en peligro de extinción. Click sobre la imagen para ver el documental

Dirección y producción: Miguel A. San Martín Cruz, Sandra L. Enríquez López y Rafael Villegas Patraca. Fotografía principal, edición y guion: Miguel A. San Martín. Fotografía adicional, guion y narración: Sandra Enríquez. Fotografía adicional: Fernando González García, Jorge Ramos Luna, Iván Durán Torres.

Sinopsis:

El colibrí Tijereta Mexicano, que sólo se encuentra en México, está al borde de la extinción (Figura 1A). **Este capítulo nos lleva de viaje a través de la selva baja caducifolia de Veracruz, donde somos testigos de la lucha diaria de estas extraordinarias aves por sobrevivir.** Pero cuando ocurre un desastre, un devastador incendio en Miradores (Figura 1B), seguimos a los colibríes y a sus protectores hasta un nuevo santuario en Chavarrillo. A través de impresionantes imágenes y retratos íntimos, **conocemos a los apasionados pobladores de este pueblo que luchan por salvar esta especie:** desde los guías locales Alexis Jarvio Rodríguez, Alejandra Caldera y Jazmín Contreras del colectivo NatJún, y quien donó sus tierras para la creación de la reserva “Doricha”, Don Erasmo Ferto. El Dr. Fernando González García, especialista en esta especie, nos explica cómo la creación de esta reserva supone un refugio para estos colibríes (Figura 1C). **Este capítulo no sólo trata de la lucha por la supervivencia de un ave, sino que es un testimonio del poder de la acción comunitaria frente a una crisis medioambiental.**

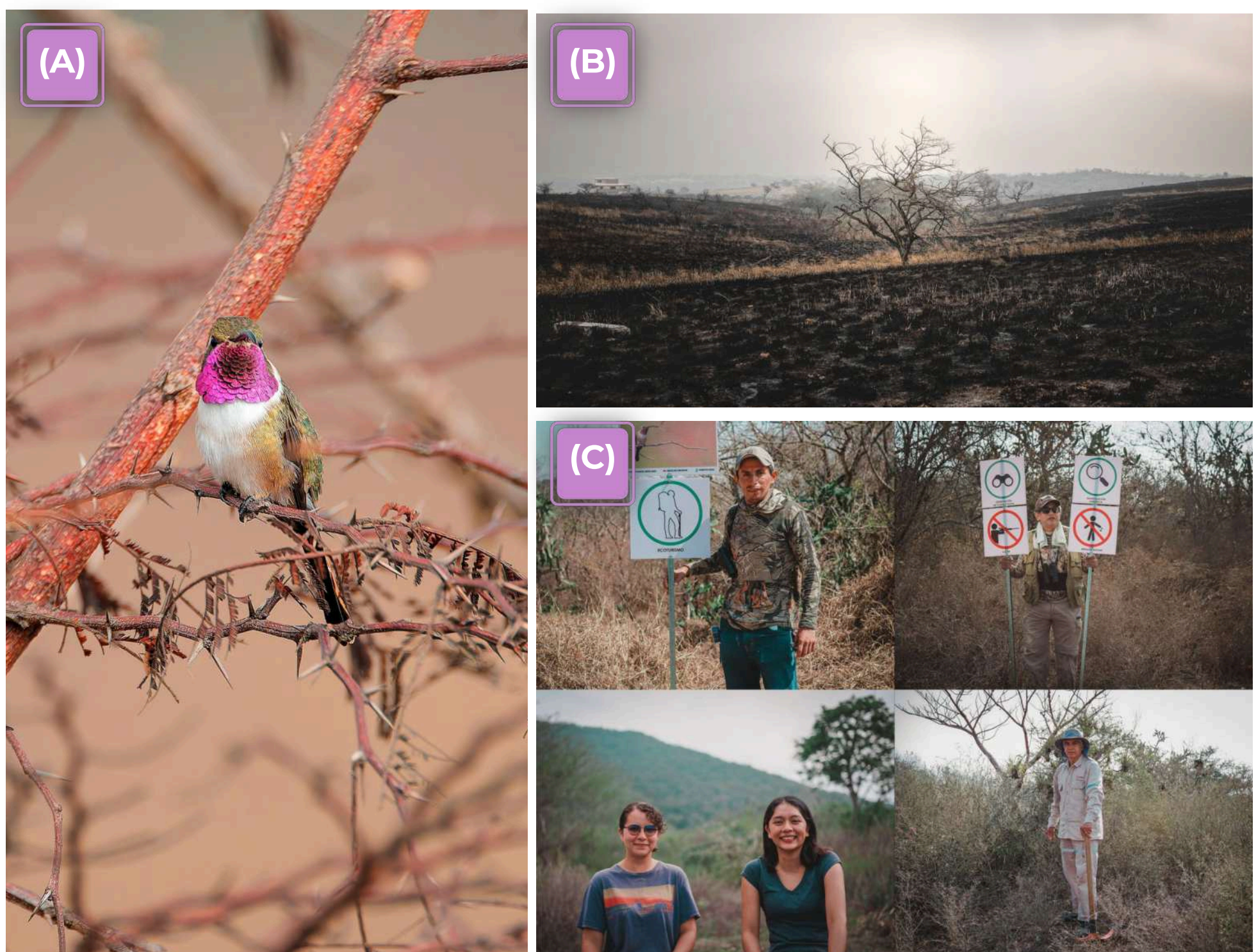


Figura 1. (A) Colibrí Tijereta Mexicano, (B) rastros del devastador incendio en Miradores (C) Refugio de colibríes en Chavarrillo. Fotografías:

XXVI aniversario del Festival de Aves y Humedales

Nancy Gámez*, Arturo Piña

Oficina de Comunicación, INECOL

*nancy.gamez@inecol.mx

El pasado 12 de abril se llevó a cabo el XXVI Festival de Aves y Humedales en el Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) del INECOL, ubicado en la Playa Paraíso, a 32 km al norte de la Ciudad Cardel, por la carretera Cardel-Nautla.

La Región de la Mancha se localiza en una de las principales rutas migratorias de aves del mundo. **Por esta zona llegan a pasar alrededor de 13 millones de aves en una sola temporada de migración** y se sabe que al menos 38 especies de aves playeras migran desde Estados Unidos y Canadá hacia el sur, haciendo escala para descansar y alimentarse en los humedales y playas de esta región.

Como cada año, **contamos con la participación de diversas instituciones de gobierno federal, estatal, municipal y el Grupo Ecoguías en Movimiento La Mancha. Y por supuesto, la participación de personal y estudiantes del INECOL**, destacó la valiosa colaboración de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Veracruz, el H. Ayuntamiento de Actopan; PROFEPA, CFE, la Universidad Veracruzana, Colegio de Veracruz y el sector empresarial, como el Ingenio La Gloria.



Fotografía: Marisa Martínez

El evento contó con 50 ponentes, 800 asistentes, 9 talleres y dos exposiciones. También hubo venta de artesanías.

Este festival es un evento completamente familiar que surgió como una acción del Plan de Manejo Comunitario La Mancha-El Llano. **Su objetivo es sensibilizar al público sobre la importancia de conservar y aprender sobre las aves playeras y los humedales, así como dar a conocer los esfuerzos de conservación que se llevan a cabo en esta Área Natural Protegida.**

Durante este día los asistentes pudieron disfrutar de un hermoso lugar con una gran riqueza natural y participar en talleres, exposiciones, recorridos guiados sobre selvas, dunas, humedales y manglares. Se abordaron temas de conservación, desarrollo sustentable, playas, aves playeras y polinizadores. También hubo recorridos en lancha, caminatas en un humedal de agua dulce y venta de alimentos en las palapas de la zona. Se contó con una amplia gama de actividades dirigidas a todas las edades, diseñadas para reconocer el valor de la vida en la costa, la playa y los manglares.

Como siempre, la entrada fue gratuita y el horario del festival fue de 10:00 a 14:00 h. La inauguración fue a las 10:00 am en la Playa.



Cartel: Oficina de Comunicación-INECOL Fotografía: Marisa Martínez

Convocatoria al posgrado del INECOL

El Posgrado tiene como misión proporcionar a sus estudiantes una formación de alto nivel en investigación, para aplicar tus conocimientos científicos y tecnológicos en la solución de problemas concretos enfrentados por la sociedad a la que perteneces, además de producir información científica de frontera, a través de un proyecto de investigación asesorado por los investigadores del INECOL. **En la actualidad el Posgrado INECOL cuenta con cuatro programas, dos de éstos en ciencias: Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias.** Ambos programas están orientados a la investigación y se encuentran registrados en el Sistema Nacional de Posgrados (SNP), lo cual facilita a los estudiantes nacionales y extranjeros la obtención de una beca de la Secretaría de Ciencia Humanidades Tecnología e Innovación (SECIHTI).

Mantén atención a las próximas fechas de convocatoria.



Conoce más de la Maestría en Ciencias



Conoce más del Doctorado en Ciencias



Fotografías: Departamento de Comunicación, INECOL

Doctorado en Ciencias en Agroecología

Durante el mes de mayo abrió la **convocatoria para el Doctorado en Ciencias en Agroecología**, el cual está dirigido a profesionales con grado de maestría en las siguientes áreas del conocimiento: agroecología, desarrollo rural, desarrollo regional, desarrollo sustentable, agronomía, antropología, economía, ecología, geografía, biología, o perfiles que demuestren en su **trayectoria una aproximación teórica y práctica a la agroecología**. Se invita a aquellas personas interesadas en desarrollar investigaciones desde múltiples perspectivas epistémicas y metodológicas que consideren las subjetividades, percepciones y conocimientos locales, interés para el trabajo multi, inter y transdisciplinario.

Participan nueve centros públicos de investigación (CPI) y la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) para **responder a la necesidad de nuevas formas de interacción con las instituciones académicas y con los diferentes actores de la sociedad, que permitan estudiar, generar y/o acompañar los modelos de transición hacia la agroecología, que sean ecológicamente robustos, económicamente viables, socialmente justos y culturalmente apropiados**.



CONVOCATORIA ABIERTA

Programa Nacional del Doctorado en Ciencias en Agroecología

Generación 2025-2029

Cierre de convocatoria · 30 de abril
Inicio de actividades · Agosto



Escanea el código QR para mayores informes



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

El Colegio de la Frontera Sur

CentroGeo
Centro de Investigación en Geografía y Espacio

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo
CIAD

CIATEJ

CIB
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.

CICY

CIQA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA

KINECOL
KINEMÁTICA Y MECÁNICA DE LOS SISTEMAS

IPICYT
INSTITUTO POLITÉCNICO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.

Conoce más del
Doctorado en
Agroecología

Especialidad para el Bienestar Comunitario en Manejo Costero

Durante el mes de mayo el Instituto de Ecología A.C. (INECOL) convocó a actores sociales comunitarios con alto compromiso y responsabilidad social, así como con pensamiento proactivo, crítico y analítico, a participar en el proceso de selección 2025 para la **Especialidad en Bienestar Comunitario en Manejo Costero, con temas relacionados con el manejo costero integral, incluyendo pesca, ecoturismo, conservación y otras actividades relacionadas con el manejo de la zona costera.**



ESPECIALIDAD
en **BIENESTAR**
Comunitario y
MANEJO Costero



Conoce más de la
especialidad para el
bienestar comunitario
y manejo costero aquí

Contando la ciencia con historias: Jornadas académicas INECOL 2025

**Monserrat Juárez-Díaz¹, Natalí Araujo-Peña²,
Emma Andrea Gómez-Mendoza¹, Mayab Xel-ha Martínez-Castaneira*³**

¹Red de Biología Evolutiva, ²Red de Interacciones Multitróficas, ³Red de Ecoetología, INECOL
*mayab.martinez@posgrado.ecologia.edu.mx

Como cada año, el Instituto de Ecología A. C. (INECOL) celebró durante el mes de mayo las Jornadas Académicas 2025, con el tema “*Contando la historia de nuestra investigación*”, un evento organizado por sus representantes estudiantiles. **En esta edición, se invitó a los estudiantes de posgrado a presentar sus proyectos de investigación utilizando el formato “storytelling”, una herramienta para ir más allá de una simple exposición académica. Este formato permitió que, a través de sus historias, compartieran los hallazgos científicos de sus investigaciones y el camino recorrido para llegar hasta ellas: sus motivaciones, su trayectoria, y los retos y aprendizajes personales que han vivido como jóvenes investigadores.**

Como parte de las jornadas, se organizó un concurso para reconocer las mejores presentaciones dentro de este formato. En total, contamos con la participación de cinco estudiantes, cuyas historias fueron evaluadas por un jurado experimentado en el área de divulgación, integrado por el Dr. Juan Carlos Serio Silva, el M.C. Jorge Ramos Luna y la M. C. Andrea Farias Escalera (Figura 1).



Figura 1. Participantes y jurado del evento Jornadas Académicas 2025.
Fotografía: Representantes Estudiantiles

El primer lugar fue otorgado a Cecilia Isabel Mayo Montor, quien nos compartió su trayectoria al investigar sobre especies vegetales del bosque nublado, con potencial para el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. El segundo lugar lo obtuvo José David Pablo Cea, quien compartió su estudio sobre los problemas de conservación de los bosques en El Salvador y el papel de los escarabajos en la comprensión de los procesos ecológicos. Finalmente, el tercer lugar fue para Lucero Segura Martínez quien nos contó sobre la guerra entre *Fusarium* contra *Arabidopsis thaliana* y sus bacterias aliadas, una historia que combinó ciencia, estrategia y microbiología.

Este evento reafirma el compromiso del INECOL por formar investigadores e investigadoras capaces de comunicar la ciencia de manera creativa, humana y cercana.



Cartel de Jornadas Académicas 2025.
Elaboración: Oficina de Comunicación, INECOL

Agradecimientos:

Agradecemos a la oficina de posgrado y de comunicación INECOL por el apoyo en la organización del evento, así como a los estudiantes e investigadores que participaron y a todos los miembros de la comunidad que hicieron posible este evento.

DIPLOMADOS EN LÍNEA DEL INECOL

El INECOL invita a las personas interesadas a inscribirse en el curso en línea que ofrecemos. Tenemos un panel internacional de profesores expertos en temas de restauración.



Programa de formación en línea
**Restauración de ecosistemas
y servicios ambientales**

Curso de Posgrado - Modalidad Virtual

Restauración en el Paisaje Costero-Marino

Tercera edición

Del 11 de agosto al 14 de septiembre de 2025

75 horas



1 Las costas del planeta: retos y oportunidades

2 Adaptación basada en ecosistemas

3 Restauración de manglares

4 Restauración de arrecifes coralinos

5 Restauración de pastos marinos

6 Restauración de bosques de Kelp

7 Restauración de dunas

Inscripciones hasta el 18 de julio

Costo 250 USD.
Becas del 30% disponibles

Consulta el programa en extenso aquí o escríbenos a restauracion.ecologica@ecologia.edu.mx





Conoce más del
Diplomado en
Restauración en el
Paisaje Costero-
Marino
(click aquí)



Presentaciones de libros

- **Título:** Una ciudad esponja
- **Editoras:** Patricia Moreno-Casasola y Debora Lithgow

Este libro es una invitación a imaginar un Veracruz donde **la naturaleza, la ciencia y la comunidad trabajan juntas por un futuro sostenible**. Liderado por la Dra. Patricia Moreno-Casasola, este proyecto propone un Plan de Manejo para las lagunas interdunarias de Veracruz, así como un programa educativo para jóvenes en zonas urbanas y rurales.

A través de mapas, relatos y vestigios culturales, **el libro revela cómo las comunidades han vivido y transformado su entorno lagunar desde tiempos ancestrales, conectando saberes originarios como el de la cultura olmeca con soluciones actuales para restaurar nuestros ecosistemas.**

¿Sabías que México tiene más de 11 mil km de costas y que el 25% de su población vive en zonas costeras? Las lagunas y manglares no solo son hermosos, también son clave para la biodiversidad y el bienestar humano. Este trabajo destaca el papel de instituciones como el Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) del INECOL, y resalta la riqueza de los sitios Ramsar en Veracruz, entre ellos el Parque Arrecifal Veracruzano y el Sistema de Lagunas Interdunarias.

En un mundo cada vez más afectado por el cambio climático, este libro propone una visión donde Veracruz actúe como una “ciudad esponja”: resiliente, consciente y viva.

The graphic is a promotional poster for the book presentation. It features a central image of the book cover, which shows a coastal cityscape and a lagoon with birds. To the left, the text 'PRESENTACIÓN LIBRO' is written vertically. Above the book cover, the INECOL logo and '50 ANIVERSARIO' are displayed. Below the book cover, the date and time of the event are given. To the right, the title of the book and the names of the editors are listed, followed by a program section detailing the video content and the speakers.

PRESENTACIÓN LIBRO

INECOL 50 ANIVERSARIO

LUNES 2 DE JUNIO
11:00 h

TRANSMISIÓN
f /inecolxalapa

SEDE
Auditorio de Campus 3
INECOL

VERACRUZ
UNA CIUDAD ESPONJA
CONSTRUYAMOS SU FUTURO

Patricia Moreno Casasola
y Debora Lithgow Serrano
EDITORAS

PROGRAMA

VIDEO
Las Lagunas Interdunarias
de la ciudad de Veracruz

Dr. Armando Contreras Hernández
Dra. Patricia Moreno Casasola Barcelo
Presentación

Dr. Octavio Pérez Maqueo
Dr. Francisco Javier Laborde Dovali
Dra. Alma Debora Lithgow Serrano
Ponentes

Texto tomado de Facebook, publicación original [aquí](#)

- **Título: Integridad ecosistémica: el tejido de la vida y la salud**
- **Autores: Miguel Equihua Zamora, Octavio Pérez-Maqueo y Ana Equihua Benítez**

El pasado 5 de junio se presentó en la Pinacoteca Diego Rivera de Xalapa, Veracruz el libro “Integridad ecosistémica: el tejido de la vida y la salud” cuyos autores son Miguel Equihua Zamora, Octavio Pérez-Maqueo y Ana Equihua Benítez.

Los presentadores fueron Alejandro León Maldonado (Investigador de la Universidad Veracruzana), Ornela De Gasperín Quintero (Investigadora del Instituto de Ecología, A.C.) y Lorenza Nava Equihua Estudiante de la Escuela Bios Lila.

Este libro expone un planteamiento global que sostiene que la salud humana no puede gestionarse adecuadamente sin un marco que reconozca al ser humano, integrado a los sistemas de producción de alimentos (agricultura y ganadería) y al contexto ecológico en el que se desarrolla. Este enfoque integrador ha ganado impulso en programas como "Una Sola Salud", que ya cuenta con el apoyo de organismos internacionales. La perspectiva que desarrolla esta obra implica la reformulación de nuestras cosmovisiones, así como la búsqueda de una salud integral que considere como condicionantes del bienestar humano la salud de otras especies, y la de los ecosistemas en los que todos estamos inmersos es un tema de interés general. Por ello, **los autores hacen visibles los lazos que el desarrollo de la vida como fenómeno cósmico ha producido en el planeta. Igualmente, desde un enfoque evolutivo y ecosistémico, exponen la red de relaciones que la vida ha producido y nos invitan a reflexionar acerca de cómo nos volvimos humanos o cuáles son los ecosistemas que tenemos dentro del cuerpo y los que existen a nuestro alrededor, y por qué todo esto es de enorme importancia ante la crisis ambiental que vivimos.**

PRESENTACIÓN LIBRO

INECOL 50 ANIVERSARIO

JUEVES 5 DE JUNIO DE 2025, 17:00 h

SEDE
Pinacoteca Diego Rivera
Zona Centro, Xalapa, Ver.

JUNIO CON AMBIENTE

PRESENTADORES

Dr. Alejandro León Maldonado
Investigador de la Universidad Veracruzana

Dra. Ornela De Gasperín Quintero
Investigadora del Instituto de Ecología, A.C.

Lorenza Nava Equihua
Estudiante de la escuela Bios Lila

INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA
EL TEJIDO DE LA VIDA Y LA SALUD

“Cupatitzio: Río que canta” - Un documental que conecta historias, ciencia y naturaleza

Esthela Rodríguez García*

Estudiante de Posgrado, Centro Regional del Bajío, INECOL

*esthela.rodriguez@posgrado.ecologia.edu.mx

El pasado 5 de junio de 2025, en el marco del Día Mundial del Medio Ambiente, se estrenó el documental “Cupatitzio: Río que canta”, **una producción audiovisual que ofrece una mirada íntima al Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, en Uruapan, Michoacán**. El evento se realizó en las instalaciones del Teatro “Emperador Caltzontzin” y reunió a comunidad local, autoridades ambientales e integrantes del sector académico, en un homenaje al patrimonio ecológico y cultural de este sitio emblemático del occidente mexicano.

Este proyecto retrata la belleza, historia y riqueza natural del parque, así como los desafíos que enfrenta su conservación. A través de imágenes cautivadoras y voces locales, **el documental resalta la biodiversidad del área natural protegida y la profunda relación entre su gente, el territorio y la investigación científica**.

La producción fue realizada por Diana Laura Rojas Soto, Antonio de Jesús Perales Andrade, Hipatia López García, Pablo Sánchez Tena y Marco Tulio Sánchez Ayala, con el valioso apoyo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en el marco del Proyecto Ecoturístico PROCODES/1640/2024.



Por parte del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), participaron los investigadores Moisés Méndez-Toribio y Carlos A. Cultid-Medina, así como la estudiante de posgrado Esthela Rodríguez García, todos adscritos al Centro Regional del Bajío, en Pátzcuaro, Michoacán. Su participación incluyó aportes en entrevistas y contenidos científicos sobre la ecología del parque. Desde 2018, el Centro Regional del Bajío colabora estrechamente con la CONANP en acciones de investigación, monitoreo ecológico y divulgación en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

Este documental es una invitación a reconocer el valor de nuestros ecosistemas y a conservarlos desde el conocimiento, la sensibilidad y el trabajo colectivo.



Izquierda, cartel del documental. Diseño: Alfonso Silva Pacheco. Derecha, "Carlos, Esthela y Moisés": Fotografías: Pablo Sánchez Tena

Este documental es una invitación a reconocer el valor de nuestros ecosistemas y a conservarlos desde el conocimiento, la sensibilidad y el trabajo colectivo.

Tu opinión importa



"Esta frase se ha vuelto nuestra conversación diaria..." 

Los veranos son más largos y extremos. Los inviernos menos fríos. 

Las ciudades son "islas de calor" por el concreto, asfalto y falta de áreas verdes 

El concreto y asfalto absorben el calor de día, lo liberan de noche.

En muchos lugares se han roto récords históricos. 

Afecta nuestra salud, sueño, rendimiento y bienestar emocional.

Más cansancio, irritabilidad y dificultad para concentrarte. 

¡La solución está en la naturaleza!

 INFRAESTRUCTURA VERDE 

 Árboles, techos verdes y jardines pueden enfriar las ciudades. 

- La sombra reduce el calor.
- Las plantas liberan vapor de agua, enfriando el aire.
- Menos calor almacenado en calles y edificios.



¡Tu opinión importa!

Desde el INECOL queremos conocer TU experiencia con el calor en tu ciudad.

Participa en la encuesta anónima (5 min aprox.)

 Rifa de tarjetas de regalo

 Ayuda a crear soluciones para tu ciudad

 Información 100% confidencial

 Para participar debes tener 16 años o más

Xalapa, Banderilla, Emiliano Zapata, Coatepec
(Click aquí)



Veracruz, Boca del Río y Medellín
(Click aquí)



¡Celebremos juntos el XX Día Nacional de los Jardines Botánicos!

El pasado 14 de junio, el Jardín Botánico Clavijero celebró el XX Día Nacional de los Jardines Botánicos en un evento lleno de actividades para toda la familia: recorridos guiados, charlas, talleres, arte, fotografía, música y mucho más.

El evento inició desde las 7 am, con actividades para los madrugadores. A esa hora inició el recorrido "Cantamañanas en acción" para observar aves en su despertar.

Durante el día, **el público pudo visitar las colecciones de orquídeas, cícadras, bambúes y plantas carnívoras.** También aprendieron cómo crear jardines para polinizadores, hacer arte botánico y escucharon la charla "Más allá del amor: mitos y realidades del toloache". La jornada cerró con una bella exhibición de zapateado jarocho y la presentación de Tereso Vega y Sotavento.



"Jardines Botánicos, semilleros del conocimiento biológico y cultural"

VI Conferencia Internacional de Bioingeniería y Ecoingeniería de Suelos SBEE 2025

Los invitamos a participar en la VI Conferencia Internacional de Bioingeniería y Ecoingeniería de Suelos SBEE 2025. Esta conferencia tendrá lugar del 30 de junio al 4 de julio en la ciudad de Xalapa, con la participación de la Universidad Veracruzana (Centro de Ciencias de la Tierra) y el INECOL (Red de Ecología Funcional).

La mayor parte de los eventos relacionados con esta conferencia serán en la USBI de la Universidad Veracruzana. Solo el taller se llevará a cabo en las instalaciones del INECOL, en el Aula de Educación Ambiental-CREA S/VC Campus II.

Más
información
(click aquí)

Important dates

Abstract submission for talks and posters – postponed until 31 January 2025

Notification of acceptance – 28 February 2025

Early bird deadline for payment of registration fees – 15 April 2025

Deadline for payment of registration fees – 29 June 2025

Registration fees (in Mexican Pesos) – Standard: 9000, Students: 6000, LMIC: 5000, Online 4000

If you are a Mexican researcher and would like a discount on the regular conference fee, please contact esnava@uv.mx (limited grants available).

Si es usted un investigador Mexicano y desea obtener un descuento de la tarifa regular de la inscripción al congreso, favor de contactar a esnava@uv.mx (plazos limitados).

SPECIAL EDITION OF ECOLOGICAL ENGINEERING FOR CONFERENCE PROCEEDINGS

Research, short and review papers relating to slope stability, vegetation and soil/water bioengineering can be submitted to a special edition of the journal Ecological Engineering. Only conference participants (including talk and poster presenters and all other conference participants) can submit papers. Final Manuscript Submission Deadline is November 2, 2025.

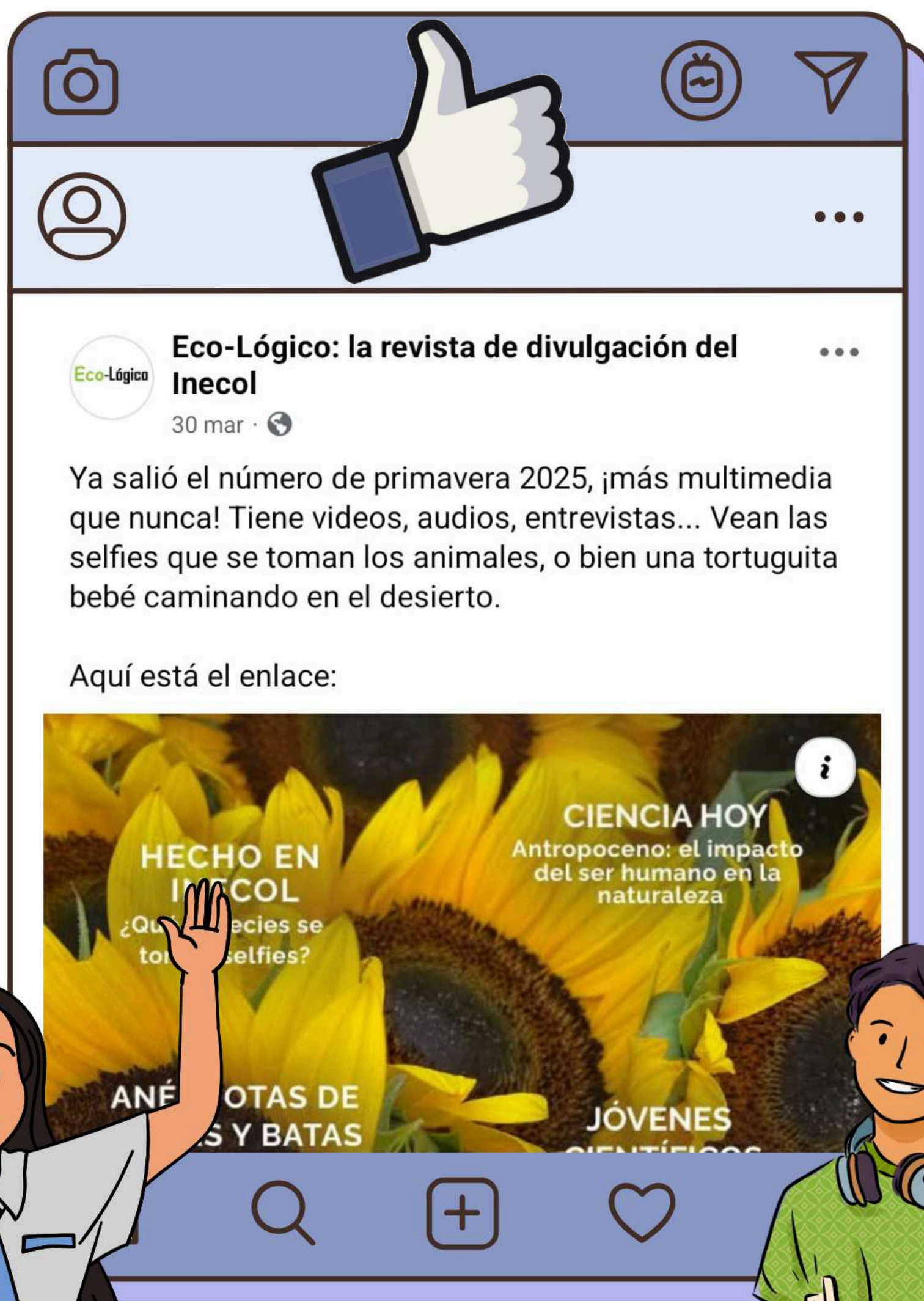
- The submission website for this journal is located at:

ECOLOGICAL ENGINEERING JOURNAL

- To ensure that all manuscripts are correctly identified for inclusion in the special edition, authors must select the name of the special issue when they upload their manuscripts: VSI: SBEE2025.



Da click y síguenos en Facebook para enterarte de las noticias sobre **Eco-Lógico**



#OrgulloInecol



Reconocimiento internacional 2025

Cada año, la organización Research.com publica un listado de los científicos más citados en diferentes áreas del conocimiento. En el área de Ecología y Evolución, nos orgullece que varios colegas del INECOL quedaron incluidos en esta lista:



Juan Francisco Ornelas

140 publicaciones
4,512 citas



Guadalupe Williams

89 publicaciones
5,789 citas



Wesley Dáttilo

189 publicaciones
4,453 citas

¡Muchas felicidades!

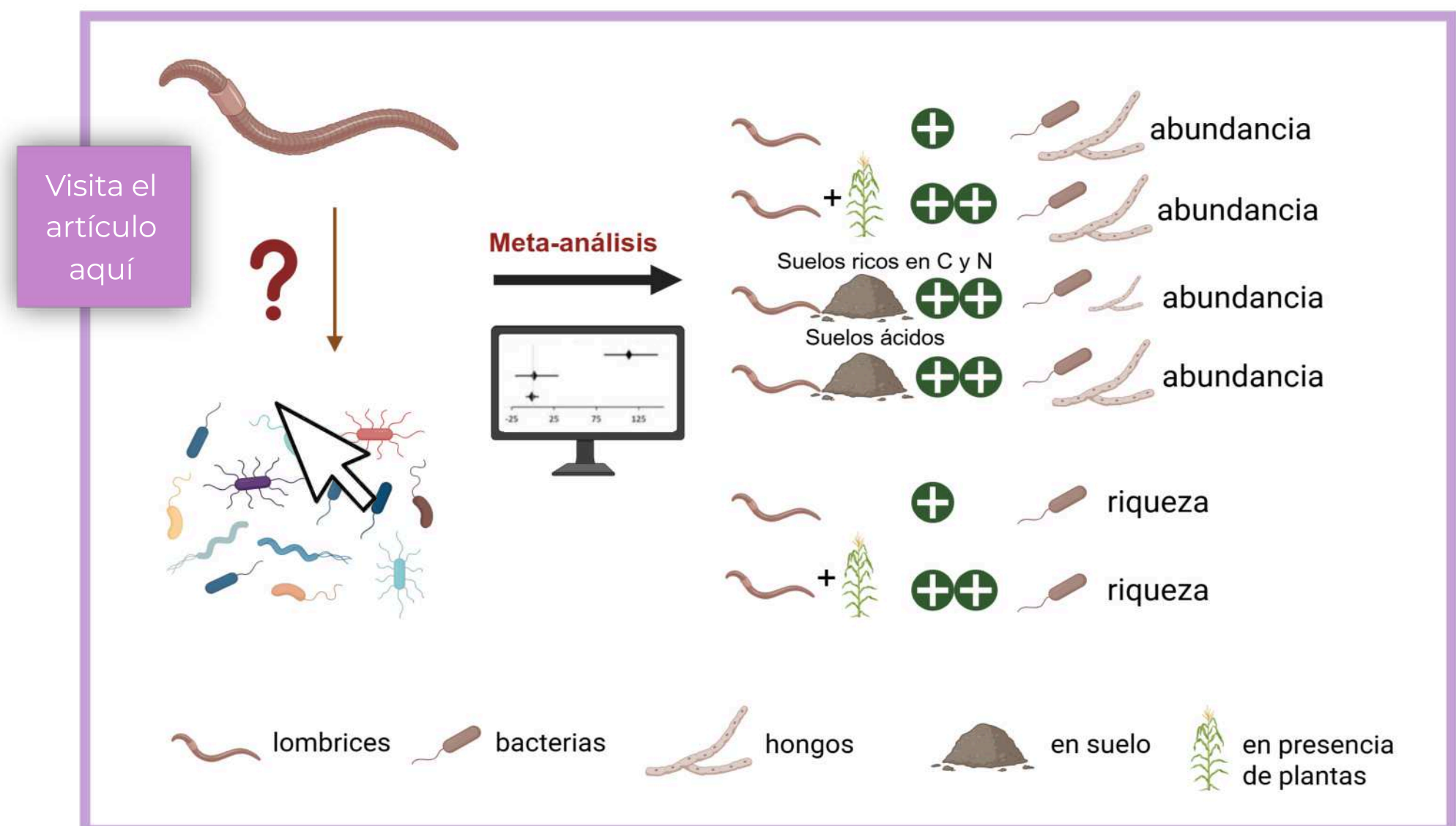


Artículo destacado en la revista Geoderma

El artículo titulado **“A meta-analysis reveals earthworms as mutualists rather than predators of soil microorganisms”** (Un meta-análisis revela que las lombrices de tierra son mutualistas más que depredadores de los microorganismos del suelo) **liderado por el Dr. Manuel Blouin del INRAE-Dijon, fue seleccionado por el Editor de la revista Geoderma como artículo destacado del mes de marzo del 2025.**

Este artículo es un meta-análisis que busca dilucidar la influencia de las lombrices de tierra sobre la microbiota del suelo. Sabemos que las lombrices comen suelo y por lo tanto ingieren microorganismos, lo que podría disminuir la abundancia de bacterias y hongos en el suelo. Pero las lombrices secretan distintas sustancias ricas en nutrientes que estimulan la microbiota del suelo. **¿Cuál es entonces el balance entre estos dos procesos?**

Encontramos que el balance se inclina hacia el mutualismo, es decir hacia una influencia positiva de las lombrices en la abundancia (número de células microbianas) y riqueza (número de especies microbianas) tanto de bacterias como de hongos. Además, dependiendo del tipo de suelo, esta relación positiva se fortalece, por ejemplo en suelos ricos en carbono y nitrógeno o en suelos con presencia de plantas. **Estos resultados nos incentivan a seguir investigando la relación benéfica entre lombrices y microorganismos del suelo, para preservar la salud de este recurso tan importante.**



Fotografía: Frédérique Reverchon & Isabelle Barois

Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero en el Estándar Global de Biodiversidad

En 2024 el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero fue invitado a participar en el Estándar Global de Biodiversidad (TGBS), que es una estrategia coordinada por la organización *Botanic Gardens Conservation International* (BGCI). **El objetivo es promover y orientar la protección, mejora y restauración de la diversidad biológica nativa.** Así, la certificación mide de manera rigurosa el impacto positivo de los proyectos que maximizan el uso de especies de árboles nativos, evitando plantar especies exóticas potencialmente invasoras, para restaurar la integridad de los ecosistemas, lo cual es clave para un futuro sostenible. De esta manera, **durante enero y febrero de 2025, un grupo de académicos del Jardín Botánico, de las Redes de Ecología Funcional, Ambiente y Sustentabilidad, Biología y Conservación de Vertebrados y de instituciones externas, recibió el curso de certificación para formarse como asesores, obteniendo exitosamente sus certificados de parte del Dr. David Bartholomew, Secretario del Estándar Global de Biodiversidad.**

¡FELICIDADES!

M. en C. Orlik Gómez García
M. en C. Norma Edith Corona Callejas
M. en C. Víctor E. Luna Monterrojo
M. en C. Adriana Sandoval Comte



por su certificación como
ASESORES DEL ESTÁNDAR GLOBAL DE BIODIVERSIDAD

Fotografía: Departamento de comunicación, INECOL

Los socios técnicos del TGBS incluyen a *Botanic Gardens Conservation International* (BGCI), CIFOR-ICRAF, Ecosia, the IUCN *Species Survival Commission*, la Fundación Plan Vivo, Reforest'Action, la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) y It.org. Otros participantes en distintas regiones son Araribá Jardim Botânico (Brasil), Auroville Botanical Gardens (India), Centre For Ecosystem Restoration (Kenya), Huarango Nature (Perú), Missouri Botanical Garden (EEUU), Royal Botanic Garden Jordan (Jordania), Tooro Botanical Gardens (Uganda), Kadoorie Farm & Botanic Garden (Hong Kong), Tropical Rainforest Conservation & Research Centre (Malasia), Jardín Botánico de Bogotá (Colombia), Jardín Botánico Carlos Thays (Argentina) y, desde luego, el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, sede del Hub México del TGBS.

Todas y todos son
parte de
#OrgulloINECOL



GRADUADOS EN EL INECOL

Periodo: abril-junio, 2025



Acuña Rodríguez, Wendy

Tesis: Estructura y variación genética del cacomixtle (Mammalia: Carnivora: *Bassariscus astutus*) en la Ciudad de México

Directores: Dra. Carla Gutiérrez Rodríguez y Dr. David Alexander Prieto Torres

García Vázquez, Gabriela Monserrat

Tesis: Estudio integral para la propagación *in vitro* de *Vanilla planifolia* Andrews a partir de diferentes citocininas, sistemas de cultivo y simbiosis con hongos micorrícicos

Director: Dr. Martín Mata Rosas

González Alvarado, Maricruz

Tesis: Análisis de la trayectoria histórica y futura de los usos y coberturas del suelo en la Comarca Lagunera, México

Directoras: Dra. Martha Bonilla Moheno y Dra. Alma Mendoza Ponce



González Ortiz, Jordan Enrique

Tesis: Cultivo de *Arthrospira maxima* utilizando lixiviados de residuos sólidos de cocina digeridos anaeróbicamente

Directora: Dra. Eugenia J. Olguín Palacios

Lozano Barreto, María Alejandra

Tesis: Influencia del entorno local en el ensamblaje de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de *Apis mellifera*

Directores: Dr. Jesús Alejandro Zamora Briseño y Dr. Jhony Navat Enríquez Vara

Piña Torres, Javier

Tesis: La hipótesis centro-abundante del nicho ecológico: Un análisis en especies vegetales del Desierto Sonorense

Directores: Dr. Octavio Rafael Rojas Soto y Dr. Enrique Martínez Meyer



**Lara Godínez, Sofía Ana Lucrecia**

Tesis: Estimación poblacional, dieta y ocupación del críticamente amenazado mapache pigmeo (*Procyon pygmaeus* Meerriam 1901)

Directores: Dr. Alberto Gozález Romero y Dr. David Valenzuela Galván

Pinto Marroquín, Marianna

Tesis: El jaguar como mensajero: depredación de animales domésticos, cosmovisión y actitudes para la coexistencia en comunidades del pueblo Arhuaco o Iku (Colombia)

Directores: Dr. Juan Carlos Serio Silva y Dr. Carlos Castaño Uribe



¡FELICIDADES!



Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:



375

Artículos
publicados



498

Autores
(INECOL y externos)



51, 849

Personas
alcanzadas



21

Números
publicados



94

Redes académicas e
instituciones externas



54

Países donde se
consulta la revista

Te invitamos a participar en las diferentes secciones de la revista.
Puedes encontrar la guía de autores **AQUÍ.**

Autores externos al INECOL, favor de contactar al Comité Editorial en:
eco-logico_MS@inecol.mx.

Países en donde nos leen:

De mayor a menor consulta



Mapa: Flipsnack

México, Colombia, Perú, Ecuador, Argentina, Estados Unidos, España, Costa Rica, Chile, Guatemala, Venezuela, el Salvador, Panamá, Cuba, Uruguay, Brasil, Bolivia, Francia, Alemania, Honduras, Canadá, Paraguay, Rep. Dominicana, Nicaragua, Puerto Rico, Reino Unido, Países Bajos, Rumania, Finlandia, Luxemburgo, Australia, Italia, Sudáfrica, Suiza, Indonesia, Emiratos Árabes Unidos, India, Polonia, Portugal, Bangladesh, Bélgica, Japón, Suecia, Austria, Estonia, Israel, Mozambique, Singapur, República Árabe Siria, Türkiye (Turquía), China, Egipto, Nueva Zelanda, Rusia.

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE
Eco-Lógico

Fotografía: Vinisa Romero

Eco-Lógico, año 6, volumen 6, No. 2 abril-junio (verano), 2025, es una publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, Tel. (228) 842-1800, <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico>. Editor responsable: Ma. Luisa Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN 2954-3355, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: Debora Lithgow Serrano, carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P.91073, fecha de última modificación, 21 de junio de 2025.