



**Ciencia y
Tecnología**

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación



50
ANIVERSARIO

Eco-Lógico

Revista de divulgación científica

**HECHO EN
INECOL**

¿Qué especies se
toman selfies?

**ANÉCDOTAS DE
BOTAS Y BATAS**

La historia de CICOLMA y
bosques escantados

CIENCIA HOY

Antropoceno: el impacto
del ser humano en la
naturaleza

**JÓVENES
CIENTÍFICOS**

Murciélagos, abejas y
tábanos

TRIVIAS Y ARTE

Parecen ojos ¿pero se mueven
debajo del agua?

Publicación
trimestral
ISSN 2954-3355

Año 6 Vol. 6 No. 1,
enero-marzo,
(primavera) 2025

Eco-Lógico

Año 6 / volumen 6 / número 1 / enero-marzo (primavera)
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:

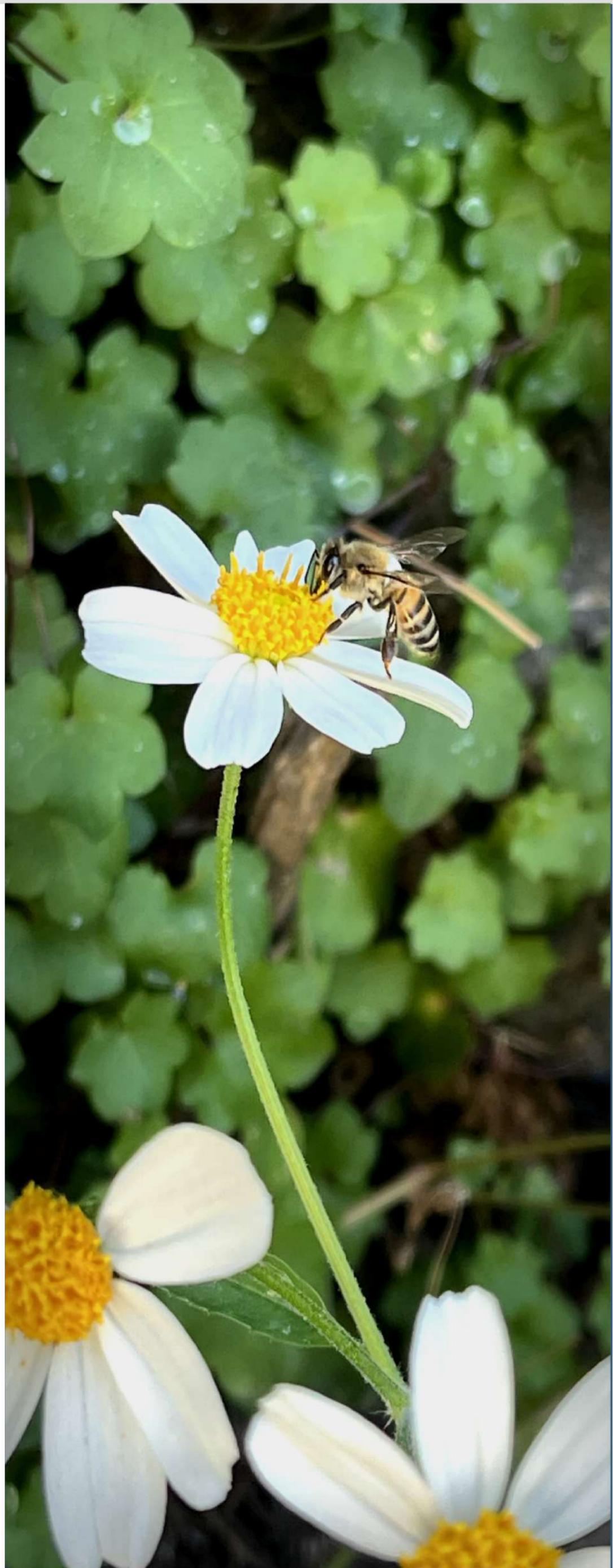
Ma. Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G. García-
Franco; Coordinación de recepción de contribuciones:
eco-logico_MS@inecol.mx; Coordinación de diseño y
formación: M. Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G.
García-Franco, Vinisa Romero (vinisadrive@gmail.com);
Apoyo informático: Alberto Rísquez Valdepeña;
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. 1, enero-marzo
(primavera) 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
marzo 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.

Fotografías de portada y prólogo: Vinisa Romero
Navegador recomendado: Google Chrome





Este año celebramos el 50 aniversario de la fundación del INECOL, ahora establecido como un Centro de Investigación bajo la coordinación de la nueva Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). Lo que comenzó como un pequeño grupo de investigadores, estudiantes de pregrado y personal administrativo se ha convertido en una institución dinámica. **En los cuatro números de este año compartiremos el notable viaje que nos trajo hasta aquí.** Nuestra misión siempre ha estado impulsada por un fuerte compromiso con la ciencia de vanguardia y, en muchos casos, **hemos sido pioneros de innovaciones en la gestión de ecosistemas, considerando los diversos contextos sociales y económicos tanto a nivel nacional como internacional.** Ejemplo de ello es la Modalidad Mexicana las Reservas de la Biosfera de Mapimí y Michilía en Durango, en la que se integra la dimensión humana y los primeros estudios de impacto ambiental, ordenamiento ecológico y monitoreo ambiental.

En su sexto año de publicación, **Eco-Lógico** es una de las iniciativas más recientes del INECOL. **Es verdaderamente gratificante ver cómo este espacio reúne a colaboradores e instituciones de otras latitudes para documentar una variedad de investigaciones fascinantes y su contexto cambiante en tiempo real.**

En este número de primavera, en la sección **Hecho en el INECOL**, presentamos los avances de los *Proyectos Especiales de la Dirección del INECOL* realizados en 2024. Tenemos también historias sobre tortugas de hábitos alimenticios poco imitables pero muy razonables, de cómo facilitarle la *selfie* a los animales, del asombroso nuevo endemismo de una ruidosa ave veracruzana, y de cómo coexisten los murciélagos con los aerogeneradores de energía eléctrica. En **Ciencia Hoy**, asómbrate de cómo sucede la terapia larval, qué líquenes crecen en rocas de ambientes semiáridos, los desafíos del crecimiento urbano en laderas, cómo podemos reemplazar los agroquímicos con la agroecología, y por qué estamos o no en el antropoceno.

Los **Jóvenes Científicos** nos ilustran sobre la saliva como una adaptación, sobre quiénes son los tábanos, y sobre las intrigantes y vistosas abejas de los desiertos. También escriben sobre el papel fundamental de las plantas para detonar la diversidad de murciélagos, los métodos socioecológicos para el estudio de los ecosistemas cafetaleros, y sobre las estrategias para la gestión de agua a nivel mundial.

Qué tanto sabes del INECOL lo hacemos para que nos conozcas un poco más y en **Batas & Botas**, te contamos sobre un bosque encantado y el tránsito del Morro de La Mancha al Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA), una de nuestras estaciones de investigación. Finalmente, en **Biotrivia** te preguntamos sobre qué son los círculos en la naturaleza. Así, una vez más, **Eco-Lógico** te ofrece una amplia gama de contenidos que refleja la gran diversidad de ambientes y áreas de investigación, las cuales parecen no tener límites.

Jorge López-Portillo
Investigador Emérito del INECOL

NAVEGADOR SUGERIDO: CHROME

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

HECHO EN EL INECOL

- P. 8 **LA SELFIE PERFECTA: CAPTURANDO LA VIDA SALVAJE A LA DISTANCIA**
Adriana Sandoval-Comte, Jorge Ramos-Luna, Eva López-Tello, Sonia Gallina-Tessaro
- P. 16 **LA TORTUGUITA COPRÓFAGA**
Lui M. García Feria
- P. 22 **AVES VERACRUZANAS: LA MATRACA VERACRUZANA, UN NUEVO ENDEMISMO PARA VERACRUZ**
Fernando González-García, José Roberto Sosa-López y colaboradores
- P. 28 **LOS MURCIÉLAGOS MEXICANOS Y LA ENERGÍA EÓLICA: UN BREVE RECUENTO DE LOS DAÑOS**
Oscar Muñoz Jiménez y Rafael Villegas Patraca
- P.36 **PROYECTOS ESPECIALES INSTITUCIONALES 2024: COLABORACIÓN ACADÉMICA Y PERTINENCIA SOCIAL**
Armando Contreras Hernández, Miguel Equihua Zamora y colaboradores
- P. 42 **50 ANIVERSARIO INECOL**
Entrevistas

CIENCIA HOY

- P. 46 **LOS LÍQUENES QUE CRECEN SOBRE LAS ROCAS (SAXÍCOLAS) EN LAS ZONAS SEMI-SECAS**
José Carmen Soto Correa* Victor Hugo Cambrón-Sandoval
- P. 52 **CONOCE LA SORPRENDENTE TERAPIA LARVAL!**
Carlos Pascacio-Villafán y Allen Carson Cohen
- P. 60 **AGROECOLOGÍA: ALTERNATIVA PARA REEMPLAZAR EL USO DE AGROQUÍMICOS SINTÉTICOS**
Iraís López Ronzón, Leonardo Serrano Márquez, Antero Ramos Fernández*
- P. 68 **CRECIMIENTO URBANO EN LADERAS: DESAFÍOS Y SOLUCIONES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE**
Juan José Von Thaden Ugalde, Gilberto Binnquist-Cervantes y colaboradores
- P. 76 **¿ESTAMOS VIVIENDO EN EL ANTROPOCENO?**
Oscar Briones y Salvador González de León
- P. 82 **LA SALIVA, UNA ADAPTACIÓN TRANSPARENTE**
Carlos Eduardo Ramírez-Torres y Laura Teresa Hernández-Salazar

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

JÓVENES CIENTÍFICOS

- ABEJAS: JOYAS EN EL DESIERTO ÁRIDO Y SEMIÁRIDO MEXICANO** P. 92
Rosa Isela Delgado-Espinoza, Jorge Palacio-Núñez y colaboradores
- LAS PLANTAS IMPULSARON LA DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS TROPICALES DE AMÉRICA** P. 100
Diana Marcela Ochoa-Sanz, Danny Rojas y Fabricio Villalobos
- LOS TÁBANOS: LOS DíPTEROS QUE TODOS VEN, PERO DE LOS QUE NADIE PREGUNTA** P. 108
Julia Juneht Alavez Chávez, Mariel Aguilar Domínguez y colaboradores
- ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DEL AGUA QUE SIGUEN INSPIRANDO AL MUNDO** P. 116
Diana Helena Uscanga Alvarado y colaboradoras
- METODOLOGÍAS SOCIOECOLÓGICAS PARA ABORDAR MULTIDIMENSIONALMENTE SISTEMAS CAFETALEROS EN VERACRUZ** P. 124
Milton Javier Rubiano Guzmán, Carlos Alberto López Arcadia y colaboradores

TRIVIAS Y ARTE

- ¿QUÉ TANTO SABES DEL INECOL?** P. 134
M. Luisa Martínez, José G. García-Franco y Debora Lithgow
- BIOTRIVIA: ¿CÍRCULOS EN LA NATURALEZA?** P. 144
Daniel Reynoso Velasco y Roberto Arce Pérez
- JASPER DE GELDER: HÁBITATS CAMBIANTES** P. 148
Jasper de Gelder

DE BATAS Y BOTAS

- DEL MORRO DE LA MANCHA A CICOLMA** P. 154
Patricia Moreno-Casasola
- EL BOSQUE ENCANTADO(R)** P. 158
Javier Tolome

ECONOTICIAS

- AYUDA PARA LOS LOBOS MEXICANOS** P. 164
- 8° ENCUENTRO: REFLEJOS DE LA CIENCIA CASA ABIERTA EN EL INECOL** P. 165
- CONVOCATORIA ESPECIALIDAD DE MANEJO COSTERO** P. 168
- DIPLOMADO EN RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS** P. 169
- PRÓXIMOS EVENTOS** P. 170
- TALLER DE APRENDIZAJE DE FLUJOS ECOSISTÉMICOS** P. 171
- ORGULLO INECOL** P. 172
- GRADUADOS EN EL INECOL** P. 178

CONTENIDO

Hecho en INECOL

Fotografía: Vinisa Romero



LA *SELFIE* PERFECTA: CAPTURANDO LA VIDA SALVAJE A LA DISTANCIA

Adriana Sandoval-Comte*

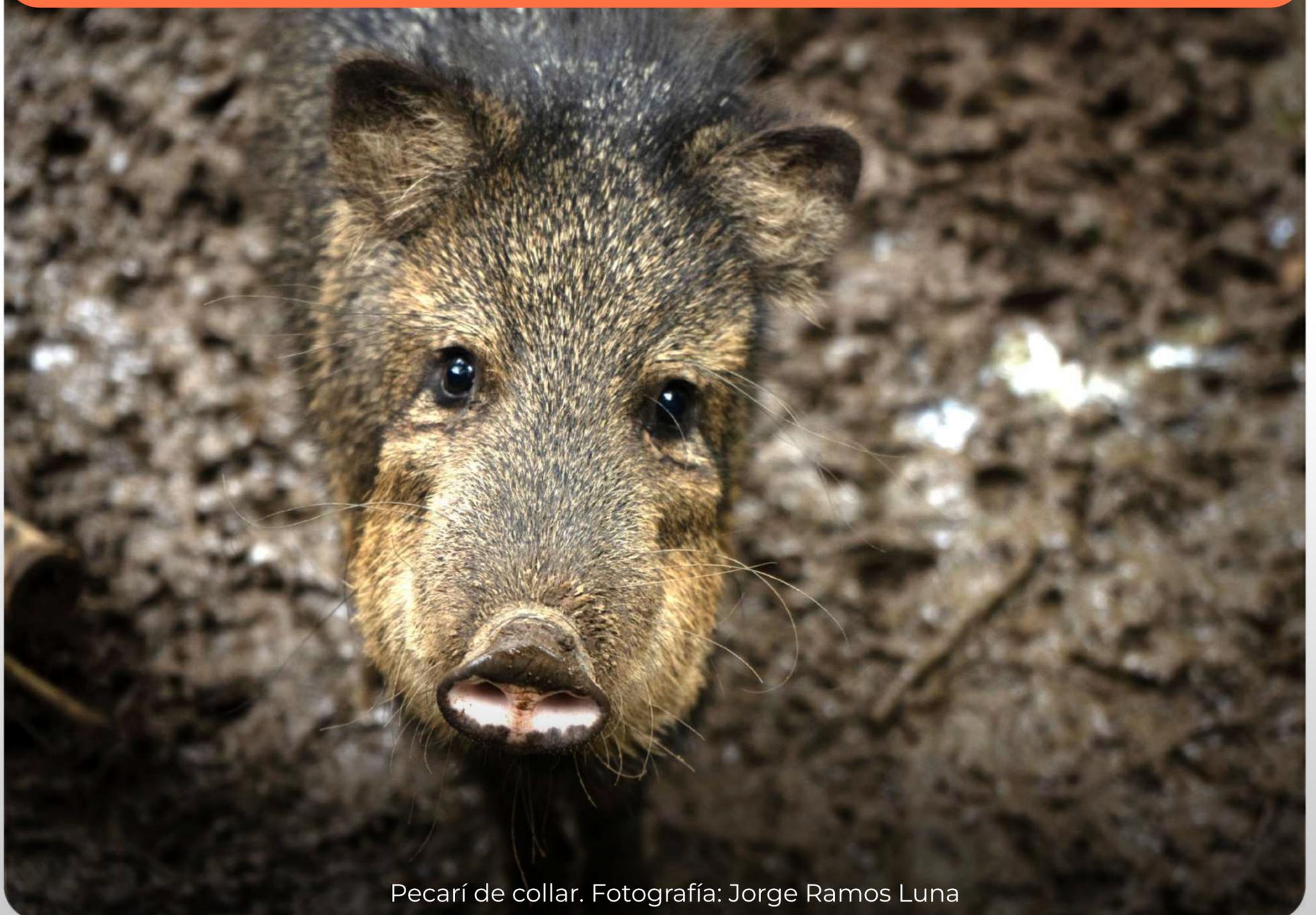
Jorge Ramos-Luna

Eva López-Tello

Sonia Gallina-Tessaro

Red de Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

*adriana.sandoval@inecol.mx



Pecarí de collar. Fotografía: Jorge Ramos Luna

¿Alguna vez te has preguntado **cómo las y los científicos logran fotografiar a animales tan esquivos y “peligrosos”** como un puma o un malhumorado oso negro saliendo de hibernación, sin morir en el intento?

La fascinación por capturar imágenes de animales en un determinado lugar y cómo se comportan en su medio natural, es tan antigua como la fotografía misma. Quizás estarás pensando... *solo basta con estar en el momento y lugar indicado*, ¡uffff! ojalá fuera siempre posible. Sin embargo, quienes hemos visitado algún bosque, desierto o selva sabemos que observar fauna, particularmente mamíferos, no es una tarea fácil, mucho menos sacarles una buena foto. Pero entonces, ¿Cómo es que se las han ingeniado para fotografiar *in fraganti* a tantos animales? **La respuesta, resulta más simple de lo que parece, se encuentra en una ingeniosa herramienta llamada “cámara trampa”.**

Las cámaras trampa son un audaz invento que nació hace más de 130 años, gracias a los visionarios experimentos del fotógrafo estadounidense George Shiras III, quién con mucha creatividad ideó un sistema de lámparas y cámaras conectadas a cables tensados que se disparaban al ser activados por el paso de un animal. ¡Imaginen! En una época donde la fotografía estaba caracterizada por depender de la luz natural, capturar imágenes nocturnas era casi ciencia ficción. De esta forma, **Shiras logró capturar imágenes de osos y otros mamíferos del noreste de Estados Unidos en plena oscuridad, retratos infraganti de la fauna en su hábitat natural** (Figura 1).



Figura 1. Venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en medio del bosque en la oscuridad de la noche. Fotografía: George Shiras III, National Geographic - julio de 1906, Wikimedia Commons, Public Domain

Para fortuna de biólogos, conservacionistas, y amantes de la vida silvestre, **las cámaras trampa han evolucionado exponencialmente** desde sus orígenes, dejando atrás la era de los equipos pesados y estorbosos, para convertirse en **dispositivos electrónicos ligeros, sofisticados y compactos, capaces de capturar y almacenar muchísimas imágenes de alta calidad**, que fácilmente pueden transportarse en una mochila y asegurarse a un árbol, además de que su costo, con el tiempo, se ha vuelto más asequible (Figura 2).



Figura 2. Colocación de cámaras trampa en la Reserva de la Biósfera La Michilía, para el monitoreo de fauna. Fotografía: Jorge Ramos Luna

De igual forma, la revolución digital ha permitido que las cámaras trampa tengan **sensores de movimiento ultrasensibles y flashes infrarrojos que se activan al detectar movimiento**, sin importar que sea una noche oscura. Incluso muchas ofrecen la posibilidad de **enlazarse a redes de internet caseras o vía satelital desde su casa u oficina, para inmortalizar en imagen o video los momentos más íntimos de la vida silvestre**, sin alterar sus comportamientos naturales. Y aunque los avances han sido a pasos agigantados, esta técnica no invasiva para la fauna, continúa reinventándose y adecuándose a mejores equipos, ejemplo de ello son los dispositivos o accesorios como **disparadores remotos para cámara, temporizadores, sensores laser e infrarrojos, los cuales permiten hacer fotografías con cámaras profesionales como una réflex, cada vez con mayor resolución y calidad** (Figura 3), resultando en increíbles retratos de naturaleza como los que vemos en documentales o concursos de fotografía de gran renombre.

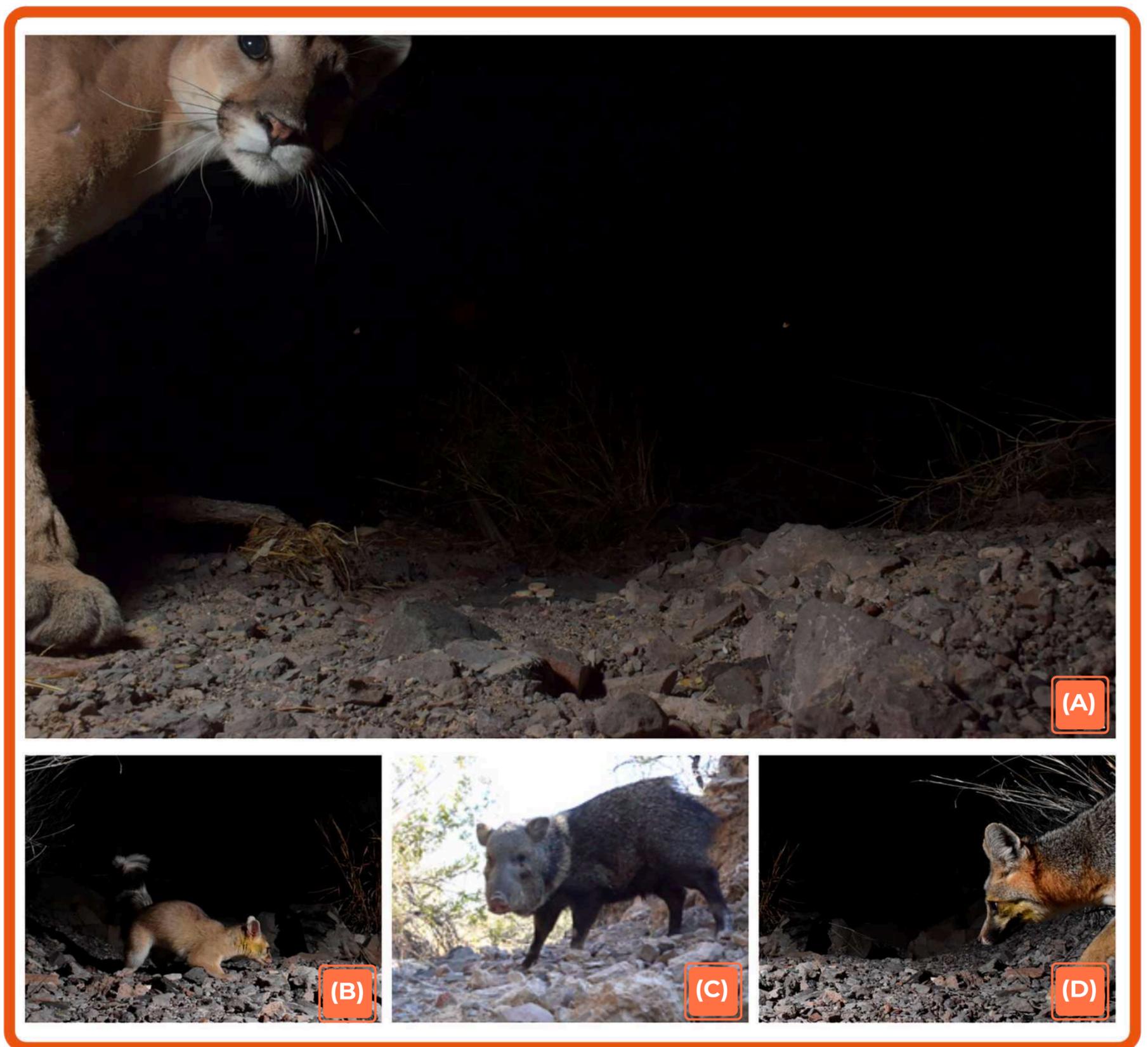


Figura 3. Fotografías capturadas mediante fototrampeo con cámara réflex en la Reserva de la Biósfera Mapimí, Durango. (A) Puma (*Puma concolor*); (B) Cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*); (C) Pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*); (D) Zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Fotografías: Jorge Ramos Luna

Gracias al enorme potencial y versatilidad de las cámaras trampa, **ha sido posible documentar la presencia de fauna en prácticamente todos los ecosistemas del mundo, conocer sus temporadas de reproducción, sus hábitos y comportamientos diarios, e inclusive descubrir nuevas especies o volver a observar algunas especies que por décadas se habían considerado extintas.** En muchos casos, las cámaras trampa también se han vuelto aliados fundamentales para la vigilancia y monitoreo comunitario, siendo herramientas que ayudan a distintas comunidades (urbanas, rurales e indígenas) **no solo a conocer y reconocer su territorio, sino a cuidarlo, protegerlo y atender problemáticas como la tala y cacería irregular, así como el tráfico de vida silvestre.**

El fototrampeo en el quehacer del INECOL

Desde hace varias décadas **en el INECOL se han implementado estudios que utilizan cámaras trampa para resolver distintas preguntas científicas**, convirtiéndose en un referente histórico del estudio de fauna con este método. Un ejemplo reciente de estos estudios se está llevando a cabo **como parte del Proyecto Especial “Conservación de Biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas”**, apoyado por la Dirección General del INECOL. Este proyecto se está realizando **desde 2023 en las cuatro estaciones de campo del Instituto**, ubicadas en los estados de Durango (Laboratorio del Desierto en la Reserva de la Biosfera Mapimí, la Estación Piedra Herrada en la Reserva de la Biosfera La Michilía) y Veracruz (Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) y el Santuario del Bosque de Niebla, en Xalapa). Durante nuestras visitas a estas estaciones, **colocamos varias cámaras trampa, dejándolas varios meses, para documentar la presencia de diversas especies, así como su comportamiento**. Esto nos está permitiendo obtener registros de una gran cantidad de especies nativas, como las que te compartimos en este artículo (Figuras 3 y 4).



Figura 4. Registros de cámara trampa obtenidos en las cuatro estaciones del INECOL. (A) Tlalcoyote o tejón (*Taxidea taxus*) mostrando agresividad ante un lince (*Lynx rufus*) en la Reserva de la Biosfera Mapimí; (B) Chichimoco (*Neotamias bulleri*) en la Reserva de la Biosfera La Michilía; (C) Hembra con cría (muy desarrollada) de oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) en la región de La Mancha; (D) Zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en el Santuario del Bosque de Niebla. Fotografías: Sonia Gallina y Alberto González

Las fotos capturadas no sólo tienen el alto valor científico antes mencionado, sino que también permiten desarrollar actividades e iniciativas de educación ambiental y divulgación científica que parten directamente de los entornos que nos rodean y en los que cohabitamos con la fauna. Dicho de otra manera, **este tipo de fotografías, son ventanas a un mundo salvaje y frágil. Al documentar la presencia y el comportamiento de los animales, estas cámaras nos recuerdan que hay muchos más seres vivos a nuestro alrededor** —a pesar de que sus propios comportamientos sigilosos hagan que no sean tan fáciles de observar— los cuales debemos conocer y proteger.

Y hablando de *selfies*...

La palabra “*selfie*” o autofoto se refiere a **una fotografía que una persona toma de sí misma, un autorretrato básicamente**. Un caso peculiar que trata sobre animales y autorretratos ocurrió en 2014, cuando el fotógrafo de naturaleza David Slater se vió inmerso en una disputa legal alrededor de una serie de fotografías publicadas a su nombre, las cuales fueron autorretratos tomados por un juguetón macaco hembra, una selfie de un mono (Figura 5). Diversas organizaciones y académicos disputaron la autoría de la fotografía, atribuyéndosela al macaco, quien, después de todo, fue quien apretó el disparador de la cámara. Este asunto fue llevado a tribunales, donde el humano ganó, sin embargo, Slater tomó la decisión de liberar la fotografía al dominio público.



Figura 5. Una de las fotografías que formaron parte de la disputa de autoría, tomada por una hembra de macaco negro crestado (*Macaca nigra*). Autor: David Slater, Dominio público

Las fotografías generadas por cámaras trampa son también *selfies* de cierta forma, puesto que quienes ultimadamente disparan la cámara son los propios animales mediante sensores de movimiento (Figura 6). Y más que discutir sobre la autoría de estas imágenes, **vale más la pena reflexionar sobre el impacto positivo que estas fotografías pueden tener para la conservación de la fauna y de sus ecosistemas. ¿Tú qué piensas?**

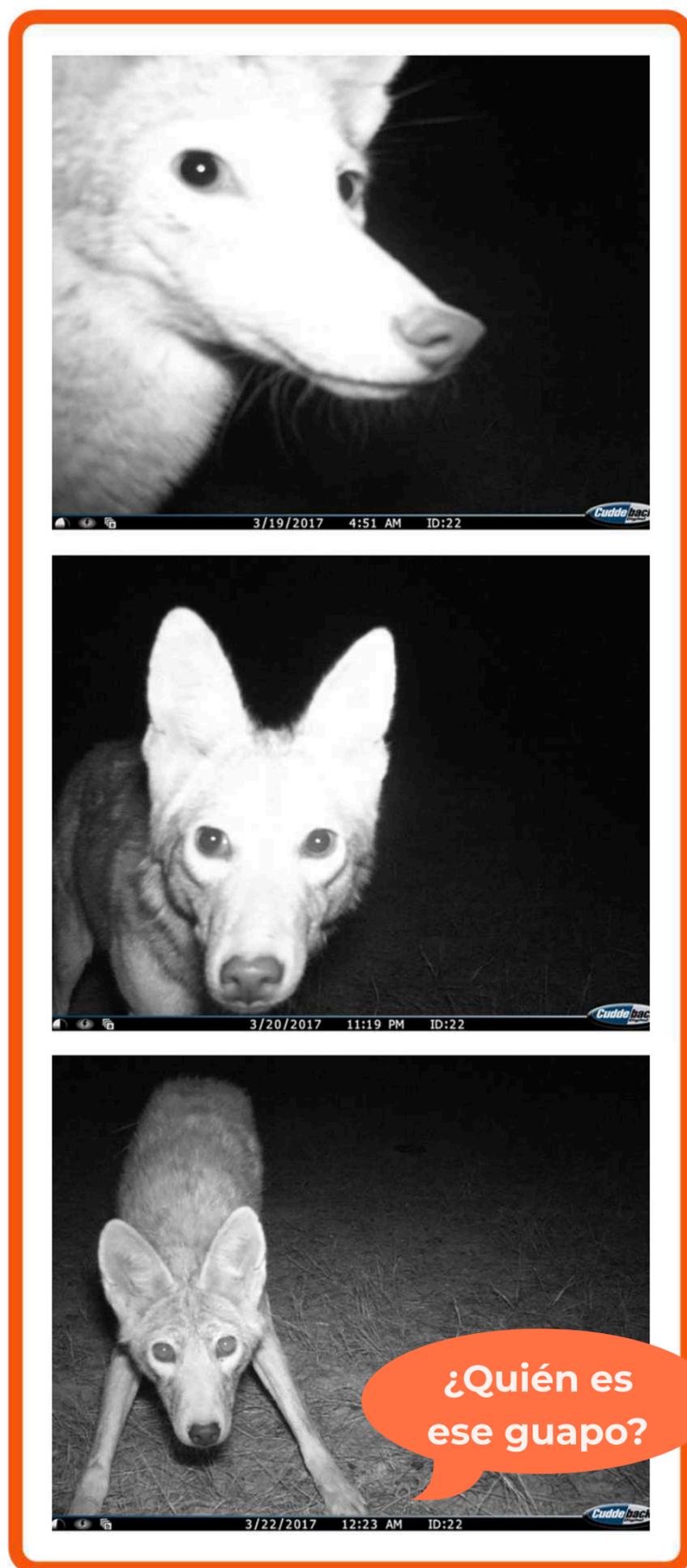


Figura 6. Un coyote (*Canis latrans*) inspecciona una de nuestras cámaras trampa en la Reserva de la Biosfera Mapimí, generando una pequeña serie de *selfies*. Fotografía: Sonia Gallina

Para saber más:

- Chávez C, de la Torre A, Bárcenas H, Medellín RA, Zarza H, Ceballos G. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México. [Click aquí](#)
- Gallina S. (ed.) 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. [Click aquí](#)

Venado cola blanca en la Estación de La Mancha, Veracruz. Fotografía: Simón Marín Builes

LA TORTUGUITA COPRÓFAGA

Luis M. García Feria

Secretaría Técnica

luis.garcia@inecol.mx



Fotografía: Luis M. García Feria

La región del Bolsón Mapimí, en la zona central del Desierto Chihuahuense, se caracteriza por ser una zona semiárida con fluctuaciones de temperatura y una alta radiación solar. En esta cuenca endorreica **se encuentran varias especies endémicas, un ejemplo es la tortuga del Bolsón o tortuga llanera (*Gopherus flavomarginatus*)**, que además está críticamente en peligro.

Gopherus flavomarginatus es una especie completamente herbívora y su alimentación está constituida principalmente por pastos (64 %), arbustos (14 %) y herbáceas (5 %). Esta especie es muy importante para el ecosistema de desierto, ya que **contribuye a la estructura y dinámica de este ecosistema. Es un consumidor primario y dispersor de semillas**, principalmente del pasto toboso (*Pleuraphis mutica*) que se encuentra en sus heces hasta en un 90 %. Como cualquier herbívoro, esta tortuga necesita que la fibra vegetal que ingiere sea degradada por bacterias intestinales que le facilitan la absorción de los nutrientes (Figura 1).



Figura 1. Tortuga del Bolsón, *Gopherus flavomarginatus* en un pastizal de *Pleuraphis mutica* o pasto toboso. Fotografía: Luis M. García Feria

Durante una caminata en la Reserva de la Biosfera Mapimí en Durango, fue encontrada una tortuga del Bolsón de pocos días de nacida (edad estimada por su tamaño; Figura 2) caminando y alimentándose de pequeñas plantas de hierba amarilla o caléndula del desierto (*Baileya multiradiata*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*). Al hacer seguimiento de su ruta, su alimentación y su gracioso caminar sobre sus uñas, sorprendentemente se detectó que también ingería excrementos del conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*). También se observó que se acercaba a las excretas de liebre, posiblemente para olfatearlas, pero no las ingería (Video 1). Se siguió observando a la tortuga por más de 40 minutos para determinar si solo ingería las excretas de conejo.

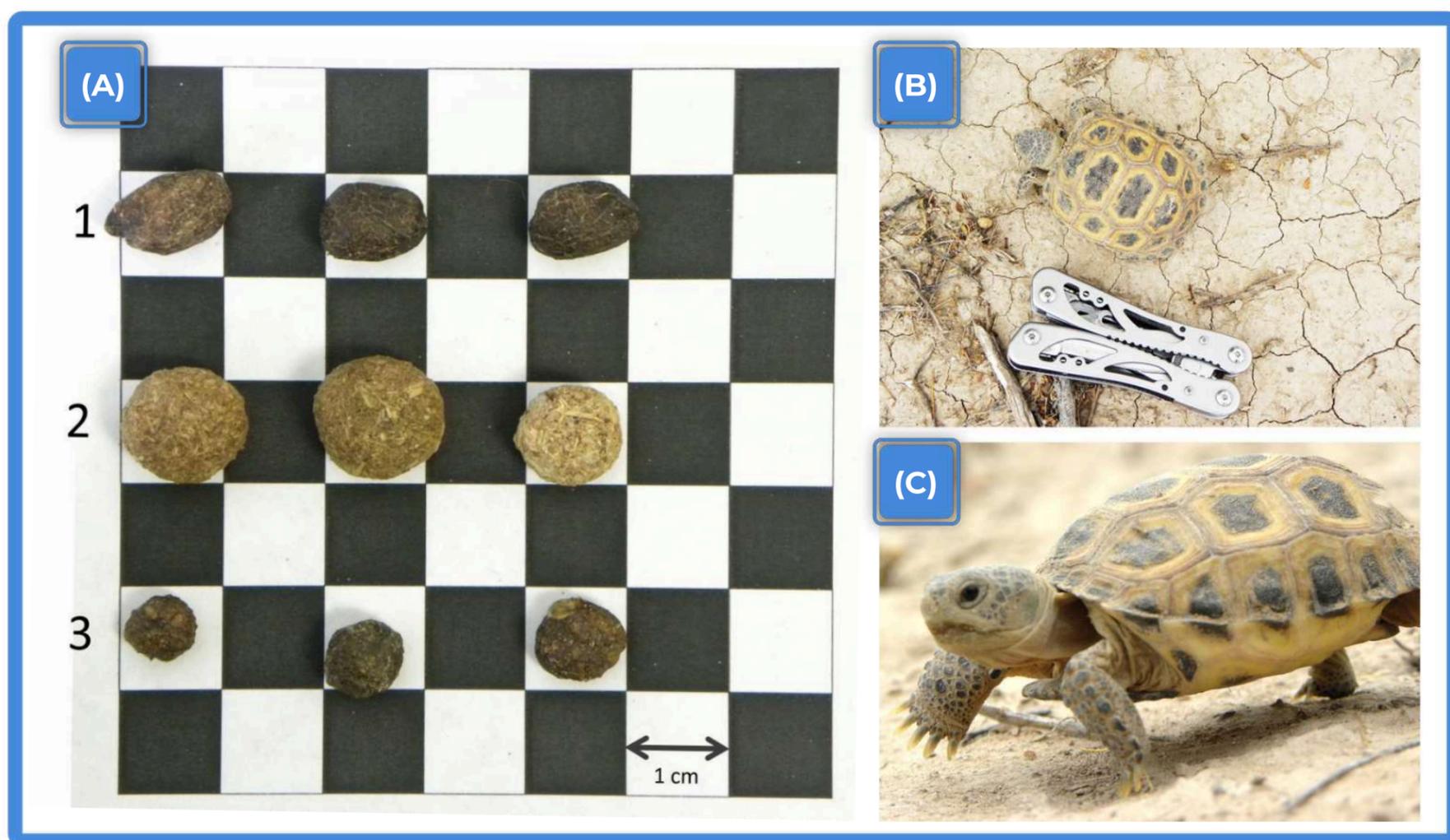


Figura 2. (A) Comparación de tamaños, color y forma de excretas de tres especies de herbívoros del Bolsón de Mapimí. 1. Venado bura (*Odocoileus hemionus*); 2. liebre de cola negra (*Lepus californicus*); 3. Conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*); (B) y (C). Neonato de tortuga del Bolsón en la Reserva de Biósfera Mapimí. Fotografías: Luis M. García Feria

La ingestión de heces es llamada coprofagia y principalmente se presenta en herbívoros, quienes lo hacen con el objetivo de obtener microorganismos que los ayudan a descomponer la fibra vegetal y absorber los nutrientes disponibles y la obtención de vitaminas y minerales (llamados también micronutrientes). El ejemplo más conocido de este comportamiento ocurre en el conejo. El excremento de conejo es nutritivo y su fibra puede servir como fuente de nutrientes y micronutrientes, y si es fresca, puede ser una fuente de agua.

El sistema digestivo de los herbívoros es poco eficaz, razón por lo cual sus heces contienen cantidades importantes de nutrientes semidigeridos. Las excretas son recursos disponibles en ecosistemas donde los alimentos son escasos o cuando los requerimientos de la etapa de vida que están cursando los organismos son altos, haciendo que la coprofagia sea una estrategia de supervivencia. Las condiciones semiáridas del Bolsón de Mapimí pueden ser un factor que promueva la coprofagia en las tortugas *Gopherus flavomarginatus*. El hallazgo de la tortuguita fue en junio cuando la precipitación media es de 2.9 mm y la temperatura media es de 22.43 °C con una máxima de 33.4 °C, por lo que **también podría estar aprovechando cualquier fuente de agua disponible.** La coprofagia es más importante durante el período neonatal y en animales menores de un año para el establecimiento de la microbiota, y así obtener los requerimientos calóricos y proteicos de la etapa de crecimiento. En otros reptiles, la coprofagia de los animales adultos se da en la época de cría para la obtención de micronutrientes necesarios para el desarrollo de la cáscara de los huevos.



Video 1. Forrajeo de plantas y coprofagia por neonato de tortuga del Bolsón.
Video: Luis M. García Feria

La coprofagia puede ser intraespecífica, cuando los individuos ingieren heces de otros individuos de su misma especie, o interespecífica, cuando ingieren heces de individuos de otras especies. **En el caso de la tortuga del Bolsón, haber visto un neonato practicando la coprofagia interespecífica es un hallazgo muy importante para el conocimiento de la biología y ecología de la especie, sus interacciones con otros organismos y su adaptación para la supervivencia en ecosistemas extremos** (Figura 3).

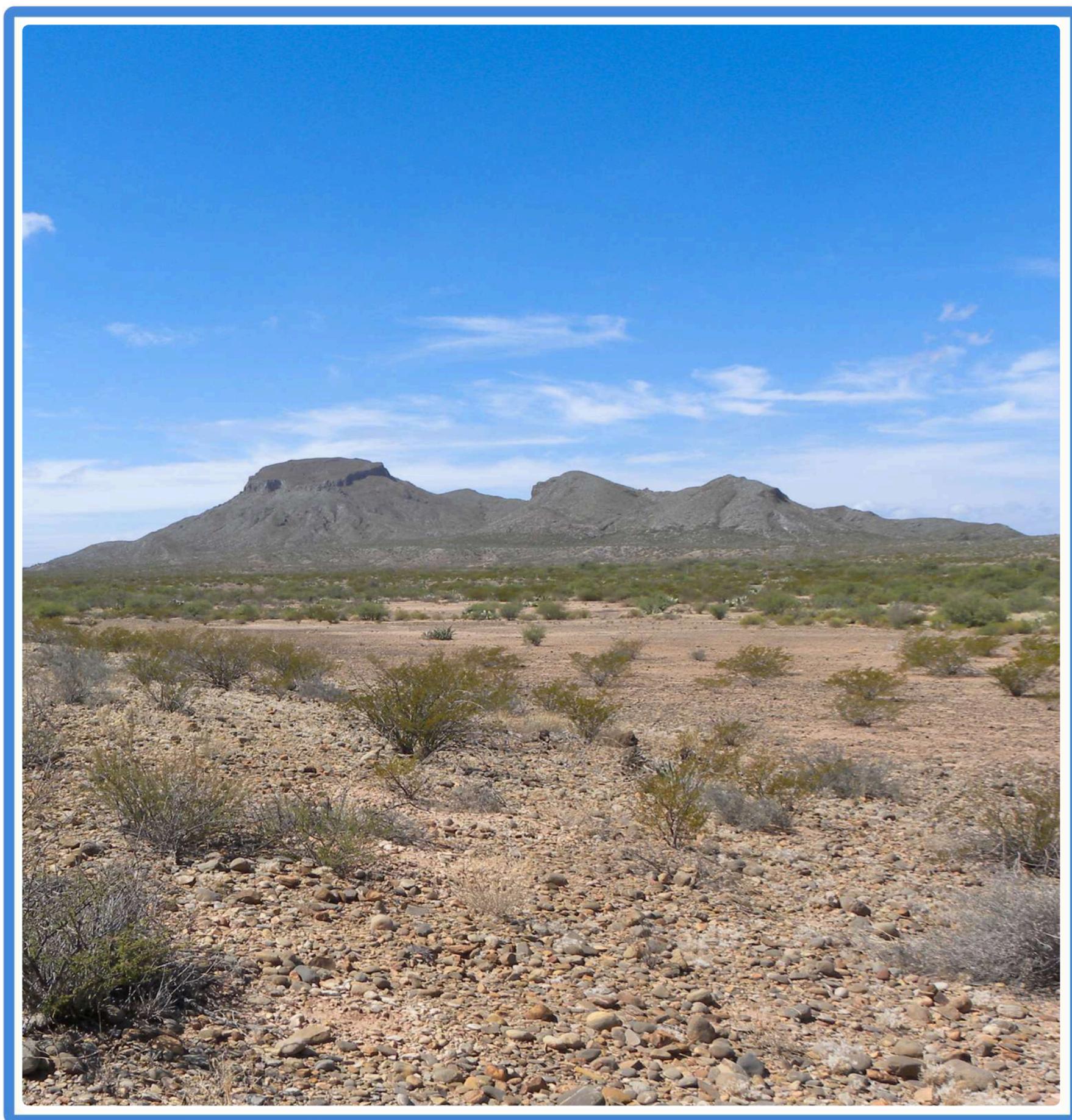


Figura 3. Panorámica de la vegetación y el cerro San Ignacio, Reserva de Biósfera Mapimí.
Fotografía: Luis M. García Feria

Para saber más:

- González-Trápaga R, G Aguirre. 2006. La tortuga del Bolsón *Gopherus flavomarginatus*. Reptilia 62, 26-31.
- Kiester AR, Palomo-Ramos R, Ríos-Arana J, Goode EV. 2018. *Gopherus flavomarginatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T9402A112660985. [Click aquí](#)
- García-Feria LM, Ureña-Aranda CA. 2018. Nonspecific coprophagy of a free-ranging neonate *Gopherus flavomarginatus* LEGLER, 1959. Herpetozoa 30 (3/4), 209-211. [Click aquí](#)

AVES VERACRUZANAS: LA MATRACA VERACRUZANA, UN NUEVO ENDEMISMO PARA VERACRUZ

Fernando González-García*

Red Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

José Roberto Sosa-López

Laboratorio de Bioacústica y Ecología del Comportamiento, CIIDIR Unidad Oaxaca, IPN

Alberto Lobato García

Diego Leño 17, Col. Centro. Xalapa, Veracruz. México

Octavio Rojas Soto

Red Biología Evolutiva, INECOL

*fernando.gonzalez@inecol.mx



Matraca veracruzana. Fotografía: Rosa Inés Aguilar

En las entrañas de los bosques secos y sabanas veracruzanas habita una pequeña pero bulliciosa ave, la **matraca veracruzana** (*Campylorhynchus rufinucha*). Con su característico canto fuerte y melodioso, **este pájaro recientemente reconocido como restringido al estado de Veracruz, ha cautivado a observadores de aves y amantes de la naturaleza** por igual. Su presencia en los ecosistemas locales no solo enriquece la biodiversidad, sino que también **juega un papel fundamental en el equilibrio de los ecosistemas al alimentarse de gran cantidad de insectos.**

En México existen ocho especies de aves llamadas **matracas** y pertenecen al género *Campylorhynchus*, epíteto que hace referencia a tener un pico curvado, una adaptación evolutiva que facilita la búsqueda de insectos entre grietas y cavidades. Estas aves del Orden Paseriformes y la familia Troglodytidae **son llamadas matracas, ratonas, chivirines, cucaracheros o charrascas en diversas regiones de México.**



Con su pico fuerte, la matraca busca insectos entre las ramas y hojarasca. El distintivo color rufo en la nuca identifica a esta especie de matraca veracruzana. Fotografías: Rosa Inés Aguilar

Dentro de estas especies, la matraca nuquirufa (*Campylorhynchus rufinucha*) era considerada hasta hace poco como una sola especie dividida en tres linajes: *Campylorhynchus rufinucha rufinucha*, *Campylorhynchus rufinucha humilis*, y *Campylorhynchus rufinucha capistratus*. La primera se distribuye únicamente en la región central de Veracruz; la segunda en la costa del Pacífico de México, desde Colima hasta el suroeste de Chiapas, y la tercera se encuentra desde Chiapas hasta Costa Rica. Hasta hace poco, esta era la historia reconocida de los tres linajes de la matraca nuquirufa. Sin embargo, en julio de 2024, el comité científico de clasificación y nomenclatura de la Sociedad Ornitológica Americana anunció cambios importantes en la clasificación de diversas especies de aves de Norte y Centroamérica.

Entre estos cambios, destaca uno de relevancia para México y, en particular, para el estado de Veracruz: **la reclasificación de la matraca nuquirufa**. Este reconocimiento es el resultado de años de investigación llevada a cabo por un equipo de científicos, quienes analizaron diversos **aspectos sobre su comportamiento vocal, características genéticas y rasgos morfológicos**. **Los estudios concluyeron que lo que se consideraba como una sola especie con tres linajes (indicados anteriormente)**, en realidad son tres especies, siendo la primera de ellas la que vive exclusivamente en la región central de Veracruz. Su nuevo nombre común en español es “Matraca Veracruzana”, mientras que en inglés se le conoce como “Veracruz Wren”.

La historia natural de la Matraca Veracruzana no es bien conocida, pero se tiene alguna información básica. **Es un ave relativamente grande (15-19 cm), su plumaje es distintivo ya que en las partes superiores tienen una corona y una franja ocular oscuras que contrastan con una ceja, mejillas y garganta claras. La garganta, pecho y vientre están moteados de obscuro, mientras que la nuca tiene un tono café-rojizo, de ahí su nombre científico (*Campylorhynchus rufinucha*). El pico es prominente y ligeramente curvado hacia abajo. Las alas y la cola están barradas con plumas oscuras y claras, y la cola ancha tiene puntas blancas que a menudo son bastante irregulares. Los machos y las hembras son similares en plumaje, aunque los primeros son ligeramente más grandes.**



Individuos de la matraca veracruzana vocalizando desde su atalaya en la selva baja del centro de Veracruz. Fotografía: Alberto Lobato

La Matraca Veracruzana aún es común en los bosques secos tropicales de tierras bajas y sabanas con matorrales secos, aunque también se le puede observar en los paisajes modificados por las actividades humanas, como zonas urbanas y periurbanas de la región central de Veracruz. **Habita desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud.**

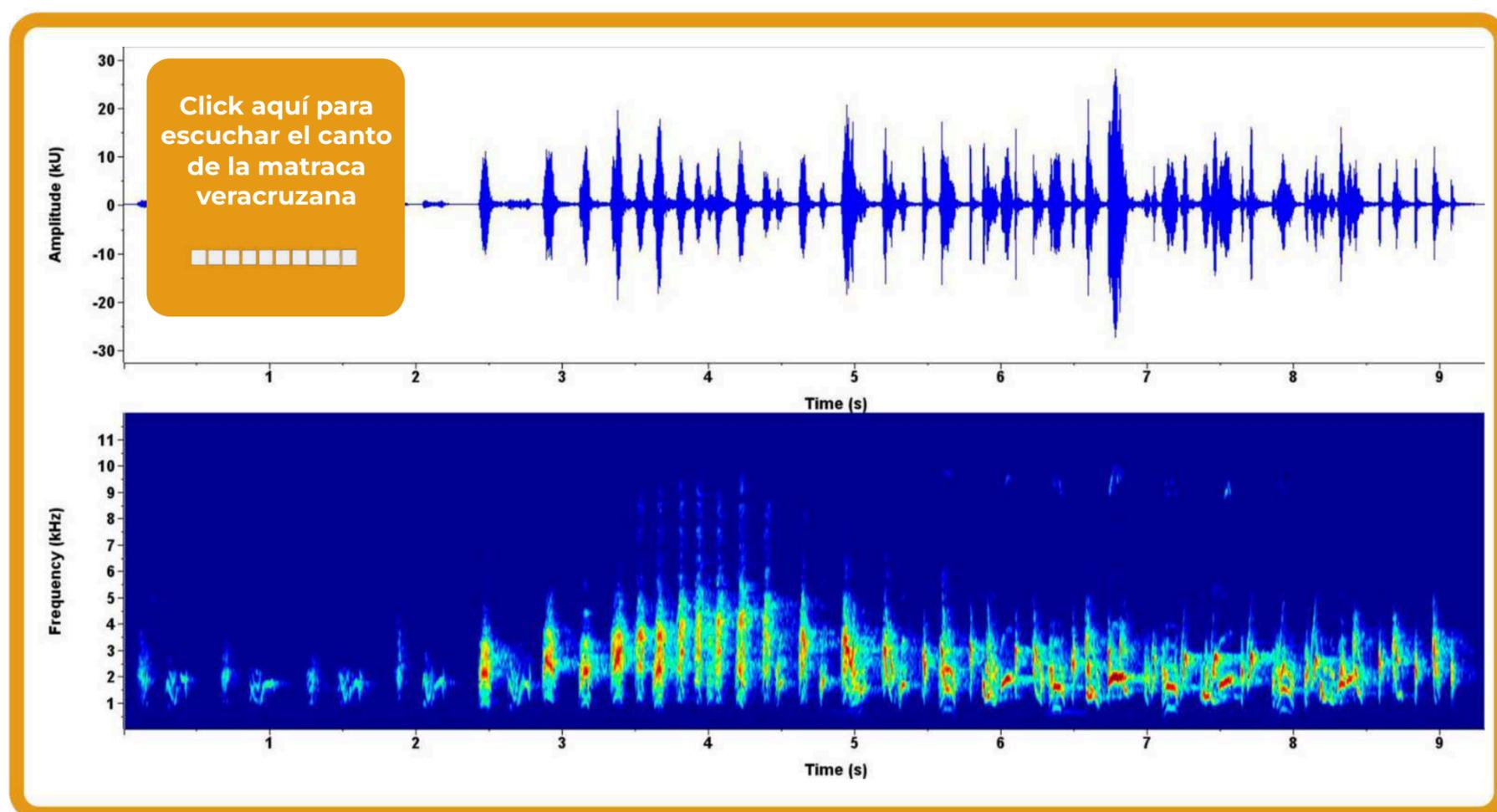
Su dieta es insectívora e incluye escarabajos, arañas, grillos, larvas, cucarachas y otros insectos. Además, es muy cantadora, emitiendo vocalizaciones simples y complejas en estructura y son producidas por ambos sexos con marcadas diferencias. **Las hembras solo emiten un tipo de canto**, el cual es relativamente simple, repitiendo la misma nota varias veces, similar a un trino; **los machos tienen un repertorio de varios tipos de cantos**, los cuales son más complejos y melódicos, y consisten en dos a cuatro sílabas agrupadas en frases que se repiten a lo largo de la vocalización. **Cantan desde distintas áreas de su territorio de reproducción, y suelen participar en episodios vocales al unísono** (es decir, que cantan al mismo tiempo) con vecinos cercanos, a lo cual se le denomina contra-canto. **Los machos y las hembras pueden cantar “solos”; es decir, individualmente, pero también pueden combinar sus cantos para crear duetos para defender cooperativamente su territorio, ubicar a su pareja cuando no la pueden ver o cuidar las nidadas durante la época reproductiva.**



Click aquí para
escuchar el canto
de la matraca
veracruzana



Matraca veracruzana. Fotografía: Alberto Lobato. Da click para escuchar a un macho y una hembra cantando en pareja



Representación gráfica de un dueto de la matraca veracruzana. En la parte superior se aprecia el oscilograma, en el cual se observan 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 vertical) y la intensidad del canto (entre más rojo, más intenso) producido por el ave a lo largo del tiempo. Espectrograma: Fernando González García.

Ambos sexos construyen múltiples nidos dentro de un mismo territorio. Estos nidos, de forma globular con una entrada lateral, se elaboran con fibras vegetales, paja y un recubrimiento interno de pelusa blanca y suave de algunas cactáceas. **Algunos de estos nidos son más densos y son usados para anidar, mientras que otros, con un tejido más poroso, son utilizados como dormitorios.** Los nidos suelen ubicarse en arbustos y árboles espinosos, especialmente en acacias cornizuelo, nopales, así como también en huizaches y guácimos. Los huevos son de color blanco con manchas de color marrón.

Su estado de conservación por ahora es desconocido, ya que aún no se ha realizado una evaluación. Esta falta de información es importante debido a su distribución restringida a la región central de Veracruz y a las altas tasas de cambio en el uso del suelo, factores que podrían estar afectando sus poblaciones. **Es fundamental investigar más sobre su historia natural y realizar estudios para garantizar su supervivencia a largo plazo.**

A la fecha el estado de Veracruz tiene dos especies endémicas: la Matraca Veracruzana (*C. rufinucha*) y la Paloma de Los Tuxtlas (*Zentrygon carrkeri*), restringida a la región de Los Tuxtlas. Y ahora en México, se tienen diez especies de *Campylorhynchus*, de las cuales siete son endémicas al país.

Es oportuno mencionar que este nuevo endemismo de la Matraca Veracruzana es parte de la avifauna presente en reservas ecológicas como el Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (Actopan), Reserva Natural Xicotitla (Paso de Ovejas), y reservas *Doricha* (Chavarrillo) y Mesa de Enmedio, en el municipio de Emiliano Zapata.

¡Protejamos a nuestra matraca veracruzana! Su canto es parte de nuestra identidad. Unámonos para conservar su hábitat y garantizar su futuro.

Ir al índice 

Para saber más:

- Bradley, DW, Mennill DJ, van Dort J. 2024. Veracruz Wren (*Campylorhynchus rufinucha*), version 1.0. In Keeney BK and Schulenberg TS (Editors), Birds of the World, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. [Click aquí](#)
- Sosa-López, JR, Mennill DJ, Navarro-Sigüenza, AG. 2013. Geographic variation and the evolution of song in Mesoamerican Rufous-naped Wrens *Campylorhynchus rufinucha*. *Journal of Avian Biology* 43, 1-12.
- Ku-Peralta W, Sandoval L, Navarro-Sigüenza AG, Sosa-López JR. 2020. Geographic variation in the duets of the Rufous-naped Wrens complex (*Campylorhynchus rufinucha*). *Auk* 137, 1-14. [Click aquí](#)
- Vocalizaciones adicionales de la matraca veracruzana. [Click aquí](#)

El matorral espinoso y las selvas bajas son el hogar perfecto de la matraca veracruzana.
Fotografía: Fernando González García

LOS MURCIÉLAGOS MEXICANOS Y LA ENERGÍA EÓLICA: UN BREVE RECUENTO DE LOS DAÑOS

Oscar Muñoz Jiménez

Rafael Villegas Patraca*

Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE),
INECOL

*rafael.villegas@inecol.mx



Fotografía: Miguel A. Pulido Alemán

La generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables como la radiación solar o la fuerza del viento han sido una de las principales estrategias que el ser humano ha explorado para afrontar el cambio climático. **México se ha sumado a estos esfuerzos globales y en las últimas dos décadas ha logrado incrementar la producción de energía eléctrica a través de la construcción y operación de parques eólicos y fotovoltaicos.** Aunque se reconoce que estos proyectos causan pocos impactos ambientales, estos no son inocuos, y como cualquier otra actividad humana tienen un efecto en el entorno. **Uno de los principales impactos que se han documentado es la muerte por colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores,** paneles solares, líneas de transmisión eléctrica, subestaciones necesarias para la generación y transmisión de electricidad hasta nuestros hogares. No obstante en otros espacios ya hemos relatado la relación complicada que existe entre los parques eólicos en México y los vertebrados voladores, en este número de **Eco-Lógico** queremos profundizar un poco más sobre lo que sabemos de la interacción entre parques eólicos y los murciélagos, con datos que el INECOL ha obtenido en regiones con alto potencial eólico en México.



Fotografía: Anayani Rivera López

Murciélagos

Los murciélagos son considerados elementos clave para la funcionalidad de los ecosistemas. Lo anterior basado en dos aspectos principales: su adaptación para alimentarse de una amplia variedad de fuentes de alimento y su capacidad de volar. Adicionalmente, los murciélagos son el segundo grupo de mamíferos más diverso del planeta, con aproximadamente 1300 especies registradas hasta el momento, sólo detrás de los roedores. Los murciélagos se pueden alimentar de frutas, néctar, insectos, ranas, peces e incluso de otros murciélagos y son los únicos vertebrados, que se sabe, también se pueden alimentar de sangre (hematófagos). Sus manos transformadas en alas les otorgan la capacidad del verdadero vuelo, logrando cubrir cada noche distancias que pueden ser mayores de 10 kilómetros. Por estos atributos, **los murciélagos intervienen en procesos importantes como la polinización, la dispersión de semillas y el control de poblaciones de insectos considerados plagas para nuestros cultivos.**



Fotografía: Griselda Jorge Lara

Precisamente **por su capacidad de volar, al igual que sucede con las aves, los murciélagos interactúan con las aspas de los aerogeneradores de los parques eólicos y algunos de estos encuentros llegan a ser mortales.** Aún no están claras las causas que provocan que los murciélagos se colisionen contra los aerogeneradores, considerando que estos animales poseen un sofisticado sistema de ecolocalización (un radar natural) que les permite sortear todo tipo de obstáculos y cazar a sus presas en total oscuridad. Algunas de las explicaciones se basan en un fenómeno denominado barotrauma **ocasionado por el cambio de presión que se produce justo en la parte del rotor de los aerogeneradores y que daña los pulmones de los murciélagos provocándoles hemorragias internas que les causa la muerte;** también se ha planteado que algunas especies pueden buscar refugio en los aerogeneradores resultando dañadas cuando se acercan.

La energía eólica en México

De acuerdo con la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) actualmente **en México se encuentran instalados y operando 70 parques eólicos en 15 estados de la República** con una capacidad instalada de 7,317 MegaWatts que representa el 6 % de la energía eléctrica que se inyecta a la red nacional y que podría alcanzar para proporcionar electricidad a más de seis millones de hogares durante un año. El estado con mayor producción de energía eólica es Oaxaca con más del 50 %, seguido de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Baja California. Algunas regiones en donde se han instalado parques eólicos también son consideradas áreas de alta biodiversidad en donde las comunidades de murciélagos son ricas en especies y, por lo tanto, las probabilidades de interacción murciélago-aerogenerador son muy altas. **El INECOL lleva casi dos décadas implementando programas de monitoreo de murciélagos en 32 parques eólicos en nueve estados y ha producido conocimiento sobre el impacto de los parques eólicos sobre estos mamíferos voladores.**



Fotografías: (A) Acervo USPAE, (B) Patricia Degante González

Breve recuento de los daños

En México se tienen registradas aproximadamente 140 especies de murciélagos, 39 de ellas (28 %) desafortunadamente están representadas con por lo menos una fatalidad dentro de parques eólicos (Figura 1). **En el Istmo de Tehuantepec es donde más colisiones de murciélagos se presentan** y se puede deber a dos factores: 1) el Istmo es la región en donde se encuentra la mayor cantidad de aerogeneradores instalados, cerca de 2 mil hasta el momento (Figura 2), 2) es una de las regiones con mayor diversidad de murciélagos en México. Caso contrario se observa en las regiones de La Rumorosa, Baja California y El Bajío, Guanajuato, donde las comunidades de murciélagos son menos diversas y el número de colisiones registradas son significativamente menores a las registradas en el Istmo de Tehuantepec o en Tamaulipas, que también presenta una comunidad rica en especies de murciélagos.

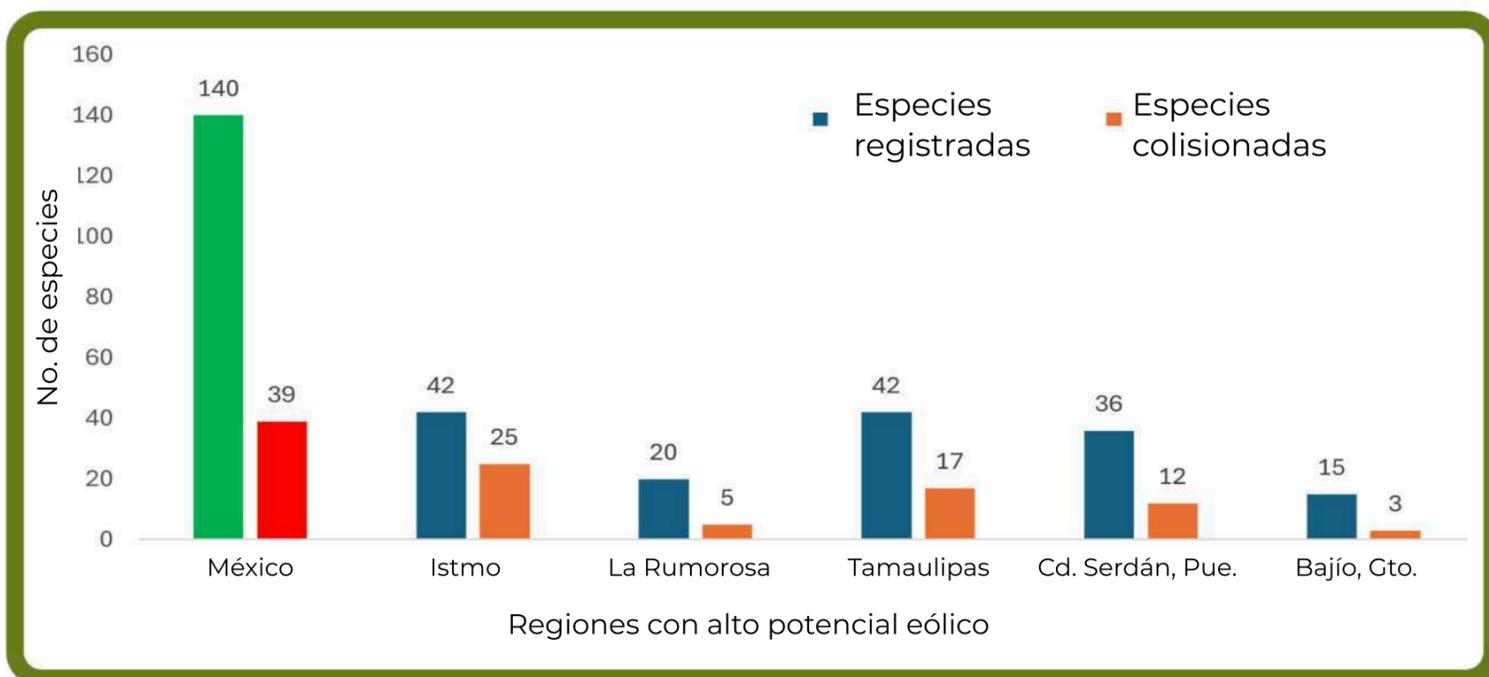


Figura 1. Número de especies de murciélagos registradas en México y número de especies colisionadas en parques eólicos instalados en cinco regiones. Las primeras barras (verde y roja) son el acumulado en una escala de país. Gráfica: Elaboración propia



Figura 2. Parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca en donde se genera más del 50 % de la energía eólica de México. Fotografía: Alexandro Medina Chena

Los murciélagos insectívoros son los que más fatalidades presentan (Figura 3) sobre todo las especies que vuelan muy alto en busca de su alimento (denominadas insectívoras aéreas), este aspecto concuerda con lo que se sabe de este fenómeno en otras regiones del mundo, como en Norteamérica y Europa. Lo relevante es que en México también se están colisionando especies frugívoras y nectarívoras, un hecho desconcertante dado que estas especies vuelan a bajas alturas. **En cada región monitoreada existen unas especies que por alguna razón son más susceptibles a colisionar con los aerogeneradores**, por ejemplo, se han registrado más de mil individuos colisionados del Murciélago Lomo Pelón Menor (*Pteronotus fulvus*) en los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec y es hasta ahora la especie con mayor número de colisiones registradas en México (Figura 4); hay otras especies insectívoras que también son muy frecuentes de registrar durante las búsquedas en parques eólicos como los denominados murciélagos de “cola libre” (Figura 5).

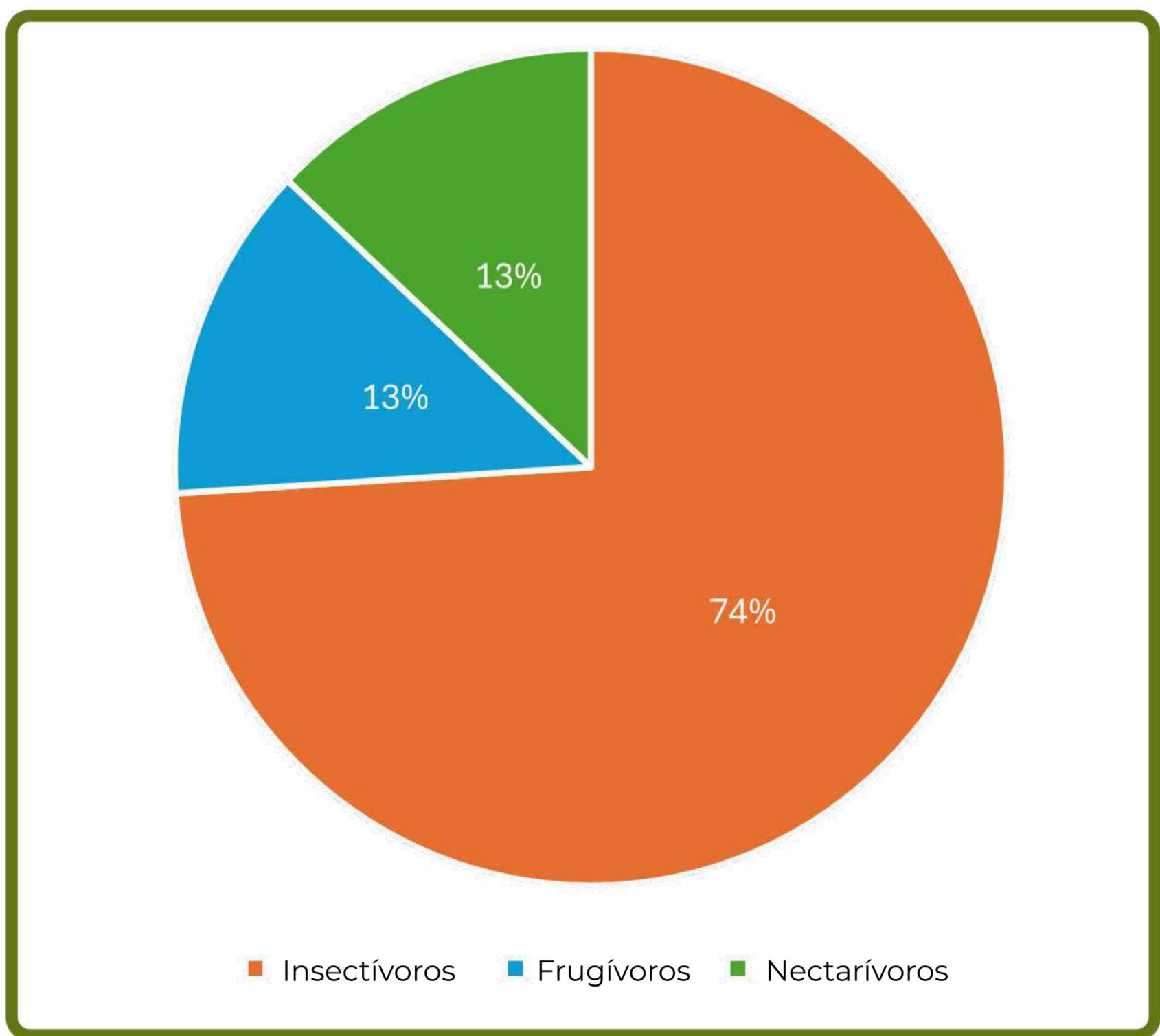


Figura 3. Gremios alimenticios de las especies de murciélagos con registros de colisión en parques eólicos de México. Gráfica: Elaboración propia

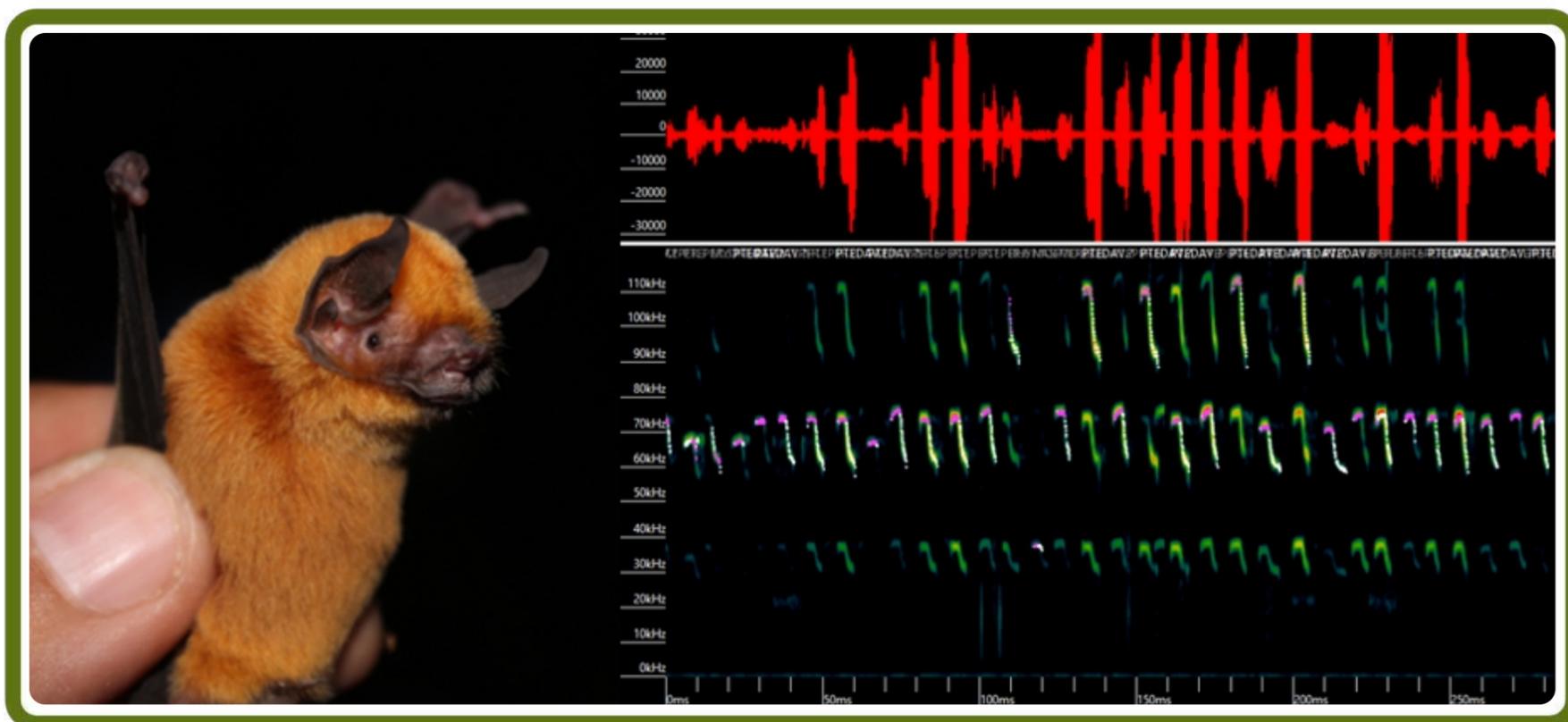


Figura 4. A la izquierda, murciélago Lomo Pelón Menor (*Pteronotus fulvus*) es la especie con el mayor número de colisiones en los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec. A la derecha, llamados de ecolocalización en un sonograma, son de los más detectados durante las actividades de monitoreo nocturno. Fotografía: Miguel A. Pulido Alemán



Figura 5. Algunas de las especies de la familia Molossidae, conocidos como “murciélagos de cola libre”, son las que presentan mayor colisión contra los aerogeneradores en las cinco regiones monitoreadas. Tal es el caso de (A) Murciélago Mastín de Sinaloa (*Molossus sinaloae*), (B) Murciélago Mastín Negro (*M. nigricans*) y (C) el Murciélago Casero (*M. molossus*). Fotografías: (A) y (B) Miguel A. Pulido Alemán; (C) Christian Alavez Tadeo

Existen muchas interrogantes sobre la interacción de los murciélagos con los parques eólicos que **pretendemos seguir abordando durante nuestras investigaciones dentro de los parques eólicos de México para coadyuvar en el diseño de una política efectiva de conservación** de los murciélagos mexicanos en regiones con alto potencial eólico.

Agradecimientos:

Agradecemos al equipo de monitoreo de murciélagos de la USPAE especialmente a Christian Alavez Tadeo, Miguel A. Pulido Alemán, Fidel López Guzmán, Eduardo Ramírez Almanza, Rafael Tepatlán Vergas, Griselda Jorge Lara y demás colaboradores por su incansable apoyo en los trabajos de campo.

Para saber más:

- Cabrera Cruz S, Cervantes-Pasqualli J, Franquesa-Soler M, Muñoz-Jiménez O, Rodríguez-Aguilar G, Villegas-Patraca R. 2020. Estimates of aerial vertebrate mortality at wind farms in a bird migration corridor and bat diversity hotspot. *Global Ecology and Conservation* 22, e00966. [Click aquí](#)
- Villegas-Patraca R, Muñoz-Jiménez O, Aguilar-López JL. 2021. Parques eólicos y vertebrados voladores. *Crónica de una relación complicada. Biodiversitas* 156, 1-6. [Click aquí](#)
- Asociación Mexicana de Energía Eólica. 2024. [Click aquí](#)

Fotografía: Fidel López Guzmán

PROYECTOS ESPECIALES INSTITUCIONALES 2024: COLABORACIÓN ACADÉMICA Y PERTINENCIA SOCIAL

Armando Contreras Hernández*

Director General del INECOL

Miguel Equihua Zamora

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

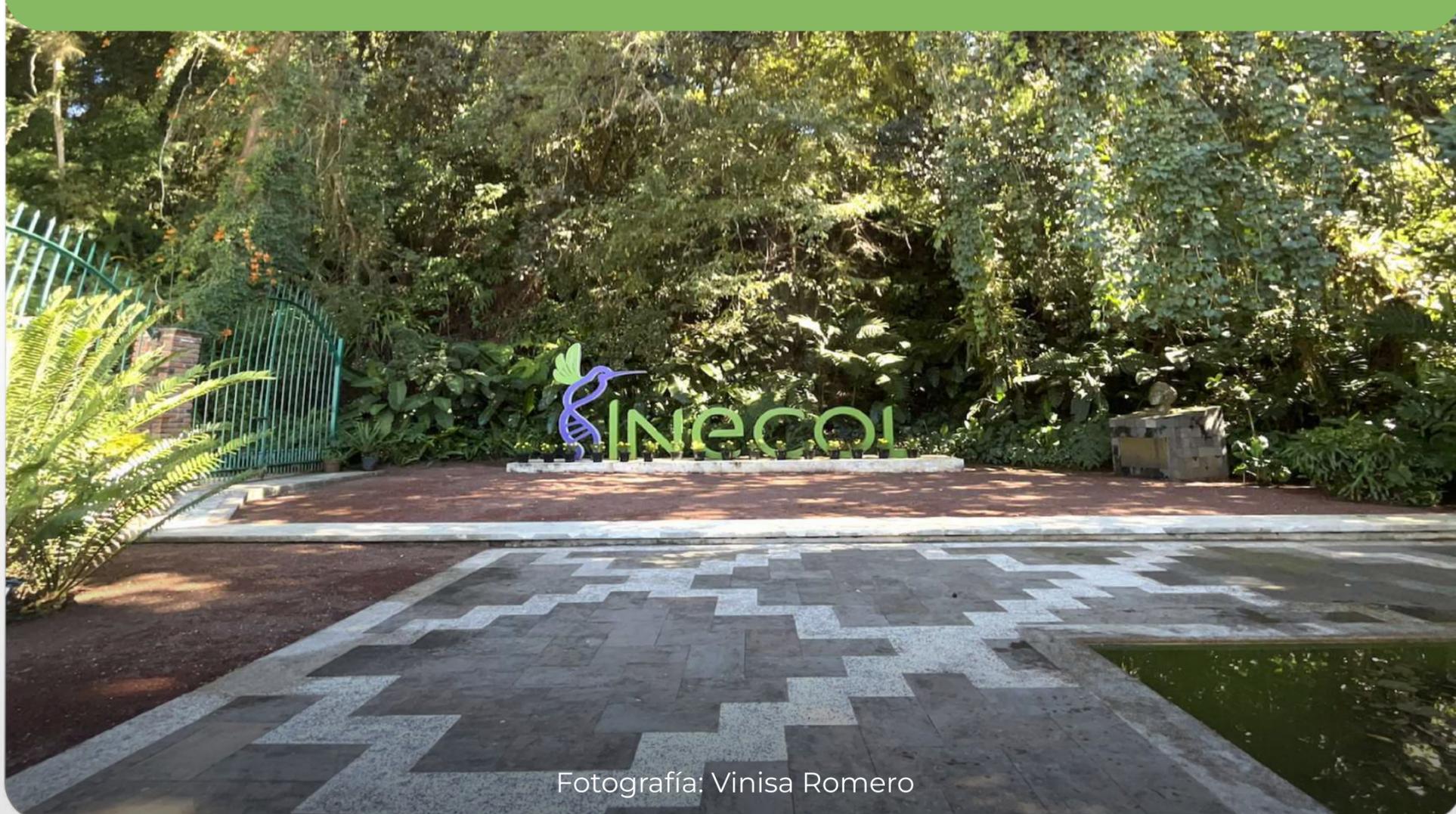
Carolina Álvarez Peredo**

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Estancia Posdoctoral. Coordinación de Proyectos Especiales
Institucionales

*direccion.general@inecol.mx

**carolina.alvarez@inecol.mx



Fotografía: Vinisa Romero

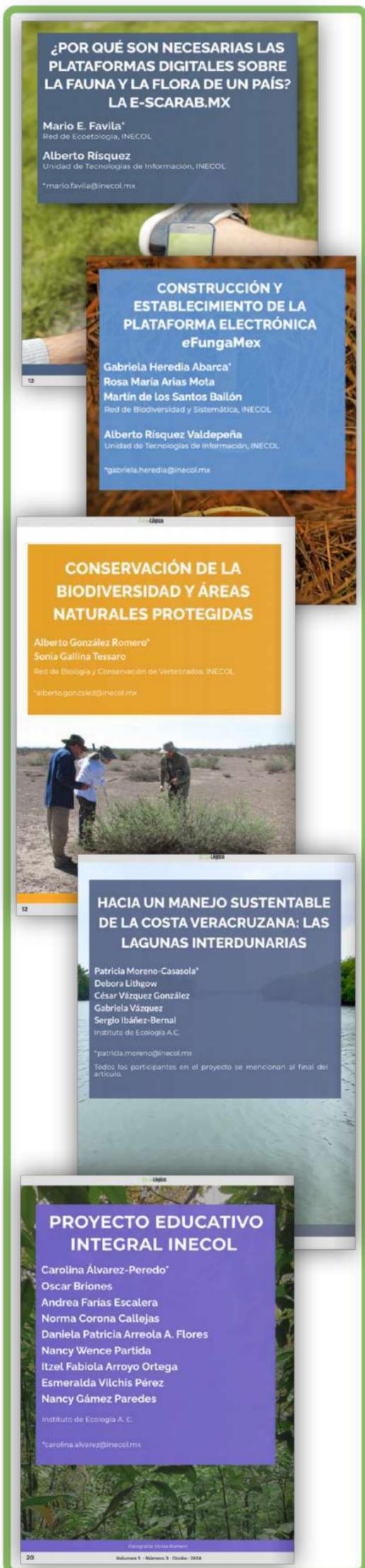
El pasado 19 de noviembre de 2024, se llevó a cabo en el INECOL el segundo evento institucional convocado por la Dirección General para presentar a la comunidad los resultados de los Proyectos Especiales Institucionales (PEI) en su segunda etapa (abril – noviembre 2024). El evento tuvo como objetivo dar a conocer los avances de cada PEI, fomentar la participación de la comunidad, y evaluar su opinión sobre la institucionalidad e incidencia social de los proyectos. Durante el evento se contó con la participación de 87 asistentes presenciales.

Para la segunda edición de este evento institucional, la Dirección General, a cargo del Dr. Armando Contreras Hernández, en conjunto con la Coordinación de los Proyectos Especiales Institucionales, a través de la Dra. Carolina Álvarez Peredo, y la Oficina de Comunicación, bajo la coordinación del LAP. Juan Arturo Piña Martínez, prepararon una jornada que constó de cuatro momentos principales: (1) Bienvenida y síntesis del segundo año de gestión de los PEI (Dr. Armando Contreras Hernández), (2) Presentación en plenaria de los resultados más relevantes de los proyectos durante esta segunda etapa (Dr. Miguel Equihua Zamora), (3) Sesión plenaria con la comunidad INECOL (Dra. Carolina Álvarez Peredo) y, (4) Conclusiones generales y reflexiones finales. El segundo y tercer momento fueron los más relevantes y enriquecedores del evento.



Inauguración y presídium. Fotografía: archivo INECOL

La presentación en plenaria de los principales avances, resultados y limitaciones de los PEI durante 2024 **permitió a los asistentes vislumbrar los alcances más notables de los nueve proyectos después de un año** (da click sobre cada portada para leer más de cada uno), entre los cuales destacan los siguientes:



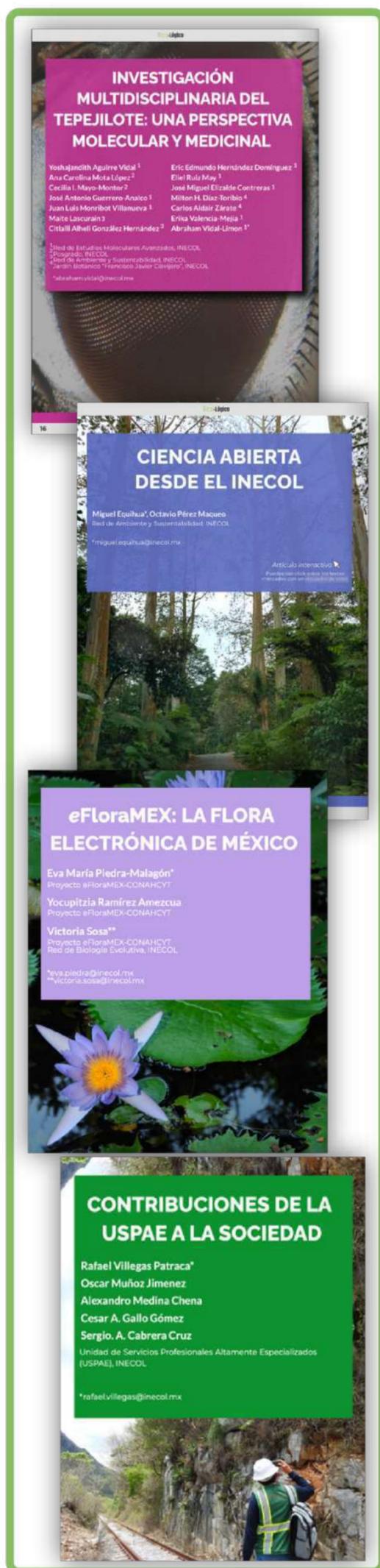
- **eScarab: La Scarabaeoidea-fauna electrónica de México:** Se lograron curar y transferir a la plataforma un total de registros de 13 familias, 26 subfamilias, 51 tribus, 208 géneros, 1524 especies y 46 subespecies (Ver número de Eco-lógico, Volumen 5(1), 2024).

- **eFungaMex:** Se han logrado sistematizar imágenes de aproximadamente 130 especies de hongos micro y macroscópicos, y se ha avanzado en un 70% el diseño de la plataforma electrónica de la diversidad de hongos en México (Ver número de Eco-lógico Volumen 5(4), 2024).

- **Conservación de la Biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas:** mediante el monitoreo de la fauna en estas áreas se ha logrado establecer nuevos registros, ámbitos hogareños, patrones de distribución y actividad de múltiples especies. Asimismo, se ha trabajado con las comunidades en el desarrollo de planes de reintroducción de dos especies extirpadas del medio natural (Ver números de Eco-lógico 5(3), 2024).

- **Hacia un manejo sustentable de la costa veracruzana:** Las lagunas interdunarias: La ardua labor de investigación participativa en este proyecto ha sido de alto impacto en las comunidades de la conurbación Veracruz-Boca del Río, y ha permitido generar recomendaciones para fomentar la participación ciudadana y estrategias de mejoramiento de la calidad del agua y la sostenibilidad de sus procesos socioecológicos (Ver número de Eco-lógico 5(2), 2024).

- **Proyecto Educativo Integral INECOL:** Se ha trabajado en el proceso de co-construcción de una noción educativa institucional mediante seminarios institucionales, grupos de trabajo y sesiones de capacitación (Ver número de Eco-lógico 5(3), 2024).



• **Laboratorio Nacional de Plantas Medicinales:**

Investigación científica y tecnológica de plantas de la medicina tradicional con potencial terapéutico para diabetes mellitus: Gracias al reconocimiento del Laboratorio Nacional del CONAHCYT de Plantas Medicinales (LANPLAM), se han investigado los antecedentes etnomédicos de las plantas, sus formas de preparación y usos para fines de propagación en jardines etnobotánicos (Ver número de Eco-lógico 5(1), 2024).

• **Ciencia Abierta desde el INECOL:**

Se ha trabajado en colaboración con otros proyectos (internos y externos al INECOL), en apoyo a actividades de gestión de bases de datos curatoriales de colecciones biológicas y otros proyectos relacionados con el INECOL (Ver número de Eco-lógico 5(2), 2024).

• **eFloraMEX:**

La flora electrónica de México: Durante esta etapa se avanzó considerablemente en la revisión del listado de especies. A la fecha, se cuenta con más de 26,500 especies registradas y se agregaron tratados taxonómicos de varios grupos (Ver número Eco-lógico 5(4), 2024).

• **Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE):**

Se continuó con los trabajos de supervisión ambiental del Tren Maya (tramos 5, 6 y 7), esto en convenio con la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA). La función primordial de la USPAE es fungir como enlace técnico-científico entre los responsables de los megaproyectos de desarrollo y la autoridad ambiental, así como brindar asesoría científica para asegurar la sustentabilidad ambiental de estos proyectos. También se incide en otros proyectos de desarrollo a

Acto seguido, **se abrió una sesión plenaria donde se escucharon los comentarios, sugerencias y dudas de las personas asistentes sobre el desarrollo de los PEI. Además, se hizo un ejercicio práctico de opinión abierta sobre el planteamiento, pertinencia e incidencia social de los PEI, a través de una encuesta electrónica.** Las preguntas fueron las siguientes:

1.- ¿Consideras que los PEI están alineados con los objetivos y misión del Instituto?

2.- En el marco de la nueva Secretaría de Ciencia Humanidades Tecnología e Innovación, menciona los conceptos de los PEI que consideras clave en la búsqueda de contribuir a solucionar problemáticas nacionales concretas.

3.- ¿Consideras que los PEI contribuyen a la colaboración intra e interinstitucional?

En la encuesta digital se registraron 62 participantes, de los cuales 45 completaron satisfactoriamente la ronda de votaciones (dar respuesta a las 3 preguntas de la encuesta), lo que significa una participación del 73 % del total de asistentes registrados. Se obtuvieron los siguientes resultados: en respuesta a la pregunta 1, el 67.57 % de los participantes, opinó que los PEI están muy alineados con los objetivos y misión del INECOL (Figura 1); en lo referente a la pregunta 2, los conceptos con mayor frecuencia de mención fueron “Conservación”, “Biodiversidad” y “Divulgación”, seguidos de “Educación”, “Innovación” y con menor frecuencia “Ciencia Abierta” e “Incidencia Social” (Figura 2). Por último, respecto a la pregunta 3, la opinión se presentó un tanto más polarizada. El 61.76 % de los participantes opinó que los PEI contribuyen significativamente a la colaboración intra e interinstitucional, mientras que, un pequeño porcentaje (2.93 %) considera que no contribuyen en lo absoluto, y un 35.3 % se divide entre valores intermedios de contribución (Figura 3).

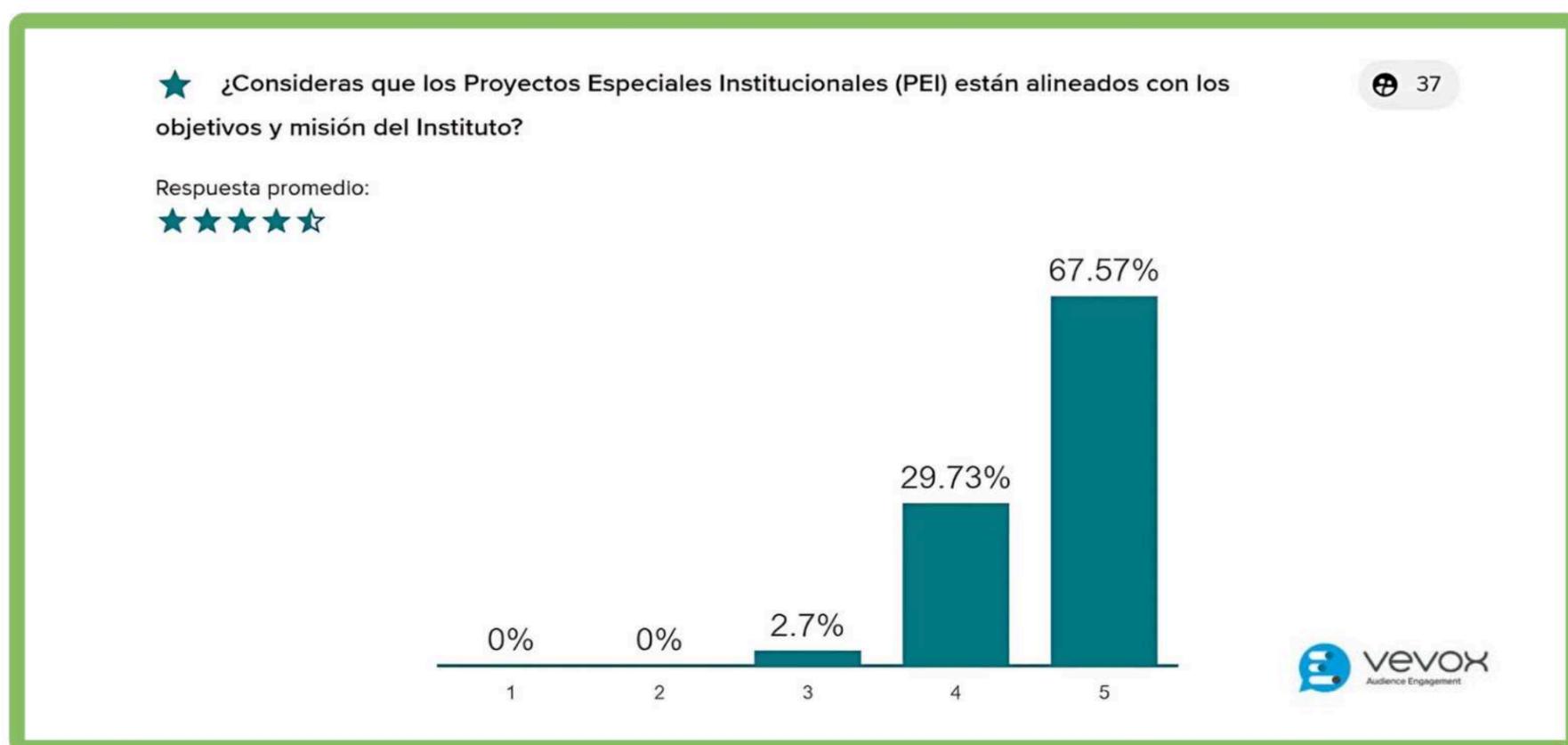


Figura 1. Frecuencia de respuestas de la pregunta 1 de la encuesta realizada, donde 1 corresponde a nula afinidad y 5 a máxima afinidad. Elaboración propia



Figura 2. Nube de palabras con base a la frecuencia de conceptos asociados a la contribución de los PEI en la solución de problemáticas nacionales. Elaboración propia

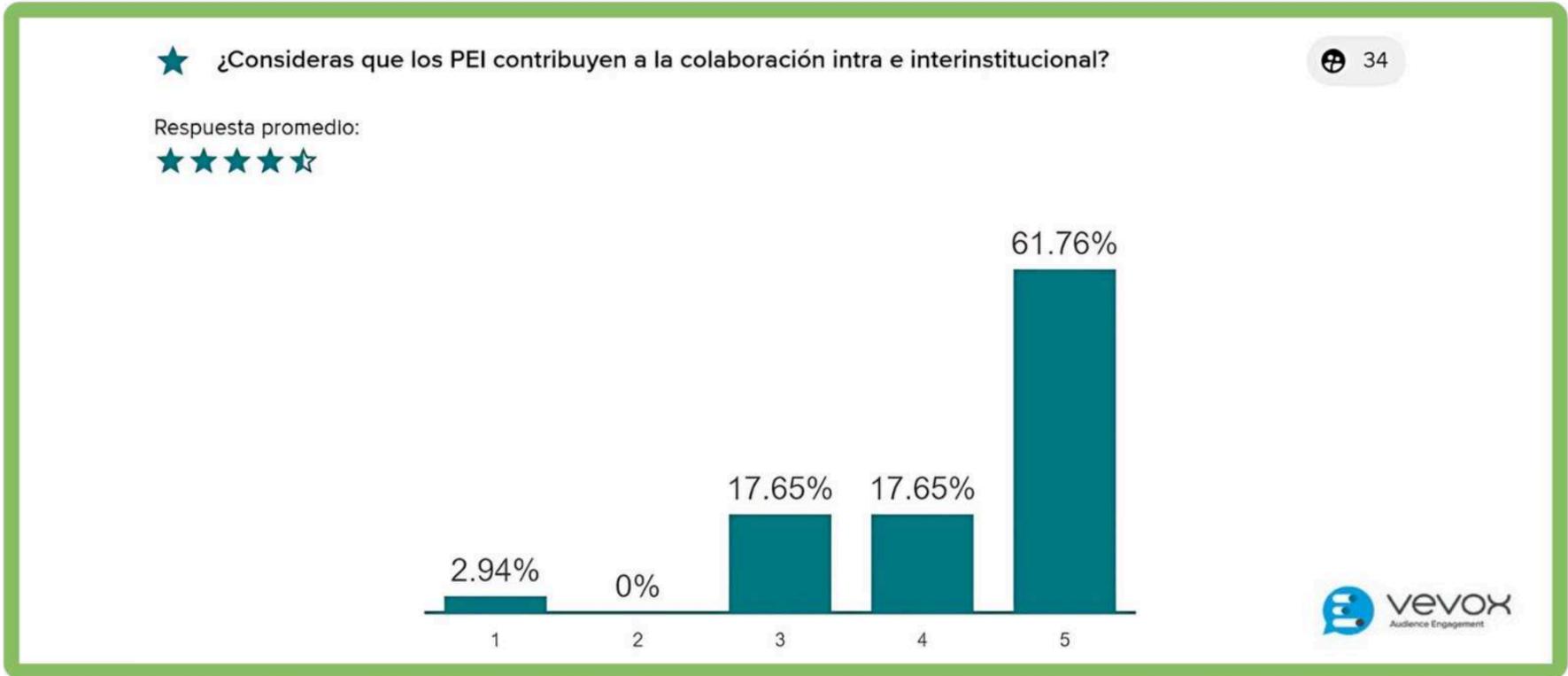


Figura 3. Frecuencia de respuesta de la pregunta dos de la encuesta realizada, donde 1 corresponde a nula contribución y 5 a máxima contribución. Elaboración propia

Este ejercicio actuó como un instrumento para visibilizar la voz de cualquier integrante de la comunidad INECOL, generando así un canal de comunicación. Además, **permitirá un análisis más profundo para diseñar estrategias puntuales que permitan ajustar el diseño y ejecución de los PEI durante su tercera etapa (2025).**



SECCIÓN ESPECIAL

Te damos la bienvenida a 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.

Para este primer número platicamos con diversas personas que vieron nacer al INECOL, incluso están presentes desde antes de su fundación. **En las siguientes entrevistas (de máximo 5 minutos) encontrarás anécdotas personales y laborales relacionadas al Instituto de Ecología A.C. ¡desde hace 50 años!**

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 1 · Primavera · 2025

Dra. L. Ma. del Carmen Huerta Crespo
Investigadora Titular

"Yo fui parte de un sotobosque y tuve muchos árboles que me dieron sus raíces, su sombra y su amistad"

Ma. del Carmen Huerta Crespo

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 1 · Primavera · 2025

Dr. Gonzalo Castillo Campos
Investigador Titular

"Hay personas que somos afortunados por hacer lo que nos gusta hacer y que nos paguen por ello"

Gonzalo Castillo-Campos

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 1 · Primavera · 2025

Bertha María Ulloa Corona
Asistente de Posgrado

"Felicidad, satisfacción y mucho amor. La mayor bendición es trabajar con los biólogos porque son gente que te invita a estar en un equipo de trabajo"

Bertha Ulloa

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 1 · Primavera · 2025

Dr. Andrew P. Vovides P.
Investigador Titular

"Unas [especies] que nombraron en mi honor, eso me dio mucho orgullo. Tener ese reconocimiento de colegas y estudiantes."

Andrew P. Vovides P.

Eco-Lógico

Volumen 6 · Número 1 · Primavera · 2025

Dra. Sonia A. Gallina Tessaro
Investigadora Titular

"Lo que quiero es transmitirles no solo el conocimiento sino la pasión por hacer algo que te gusta"

Sonia A. Gallina-Tesaro

¡Esperamos que disfrutes esta sección!

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

Ciencia hoy

Fotografía: Geralt, Pixabay



LOS LÍQUENES QUE CRECEN SOBRE LAS ROCAS (SAXÍCOLAS) EN LAS ZONAS SEMI-SECAS

José Carmen Soto Correa*

Victor Hugo Cambrón-Sandoval

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro

*jocasoco@uaq.mx



Líquen folíaceo con estructuras reproductivas (círculo). Fotografía: José Soto-Correa

Los líquenes saxícolas en las zonas semi-secas

Los líquenes son el resultado de la asociación íntima de un hongo y un alga, donde ambos se benefician. El hongo (micobionte) da la forma, estructura y protege al alga de la desecación, mientras que el alga (fotobionte) produce el alimento a través de la conversión de la energía luminosa en energía química (glucosa) por medio de la fotosíntesis. A esta asociación se le llama simbiosis. **Los líquenes tienen gran importancia ecológica por ser los primeros en colonizar las rocas expuestas y porque son generadores de suelo al acelerar la descomposición de las rocas e incrementar el proceso de remoción de pequeñas partículas de roca** (Figura 1). Además, son alimento y material de construcción de nidos de algunos animales como roedores y aves, y son sensibles a contaminantes como el dióxido de azufre (SO₂) por lo que pueden ser buenos indicadores de contaminación.



Figura 1. Ejemplos de líquenes que crecen sobre la roca.
Fotografía: José Soto-Correa

Anteriormente se pensaba que los líquenes eran típicos de zonas templadas y frías donde suelen encontrarse en las cortezas de árboles, lugares donde la humedad es abundante y la temperatura es templada o fría. Sin embargo, **los líquenes también se encuentran en las zonas secas y semi-secas, creciendo principalmente sobre las rocas**. Los líquenes que crecen sobre las rocas se conocen como saxícolas y pueden tener diferentes formas. Los que forman una costra o capa fina bien desarrollada y difícilmente separable del sustrato se conocen como crustosos; los líquenes en forma de hoja que están unidos laxamente a la roca se llaman foliosos; y por último, aquellos con crecimiento ascendente y que se pueden ramificar hasta adquirir una forma de pequeño arbusto se denominan fruticulosos (Figura 2).

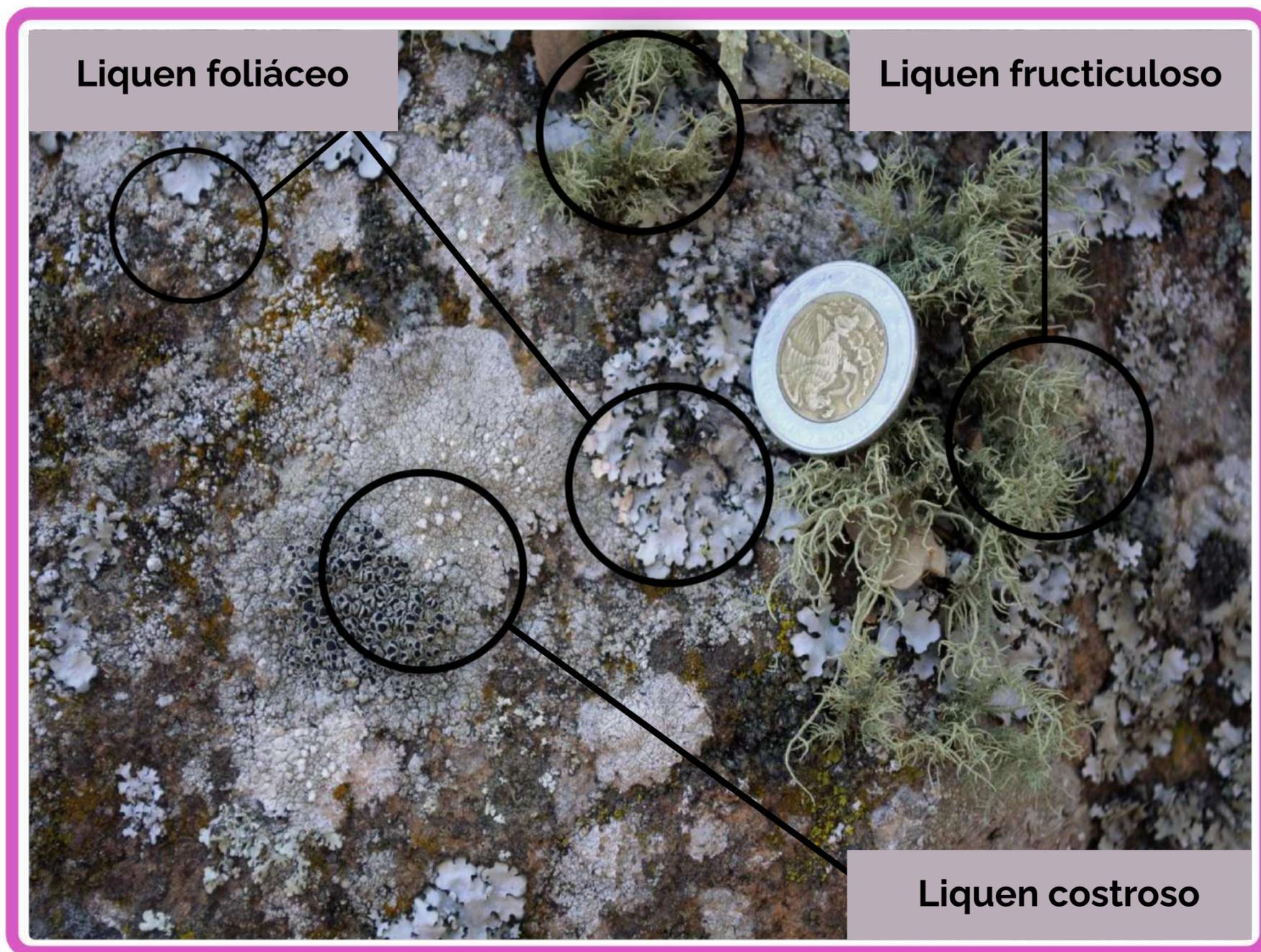


Figura 2. Líquenes que viven sobre las rocas: foliáceos, fruticulosos y costrosos.
Fotografía: José Soto-Correa

En México las zonas áridas o secas se caracterizan por ser lugares carentes de suelo y algunas con grandes cantidades de rocas, poca lluvia y calor extremo. En estas zonas secas vive una gran cantidad de líquenes saxícolas, siendo los más abundantes los de tipo crustosos debido a que requieren menos agua y soportan mejor el calor. **La cantidad de precipitación y grado de calor define qué tan árido o seco es un lugar.** Lo anterior es importante debido a que los líquenes saxícolas están siendo reconocido como indicadores de los cambios en la cantidad de lluvia y el aumento en el calor, o aumentos en la sequedad, al disminuir su distribución, diversidad y abundancia.

Se ha observado en la zona semi-seca en el estado de Querétaro, México, que el número de especies de líquenes se relaciona con la sequedad del lugar. **Los sitios con valores intermedios de sequedad o aridez tienen una mayor diversidad de líquenes;** por otro lado, en los lugares con baja aridez y aquellos con alta sequedad o aridez hay menos especie de líquenes y su abundancia también es menor.

Respuesta de la abundancia de *Punctelia* sp. a la aridez

Otro aspecto importante de los líquenes es que el número de individuos por especie puede cambiar en sitios con diferente valor de sequedad o aridez. Dentro de ambientes áridos donde se distribuyen los líquenes, **en muchas ocasiones el número de individuos de una misma especie disminuye cuando se está en el extremo alto de aridez y aumenta el número de individuos cuando se está en el extremo bajo de la aridez.** Esto se ha observado en la zona semi-seca del estado de Querétaro con el líquen saxícola *Punctelia* sp. que presenta menor número de individuos conforme aumenta la aridez en la zona.

Sin embargo, no todas las especies de líquenes saxícolas en la zona semi-seca del estado de Querétaro presentan el comportamiento anterior. Existen otras especies de líquenes saxícolas como *Caloplaca pelodella* que es muy abundante y su número de individuos no presenta cambios con la variación en la aridez (Figura 3). Esto se le atribuye a su morfología de micro-líquen tipo costroso que le otorga ventajas contra la desecación ante las condiciones extremas de aridez.

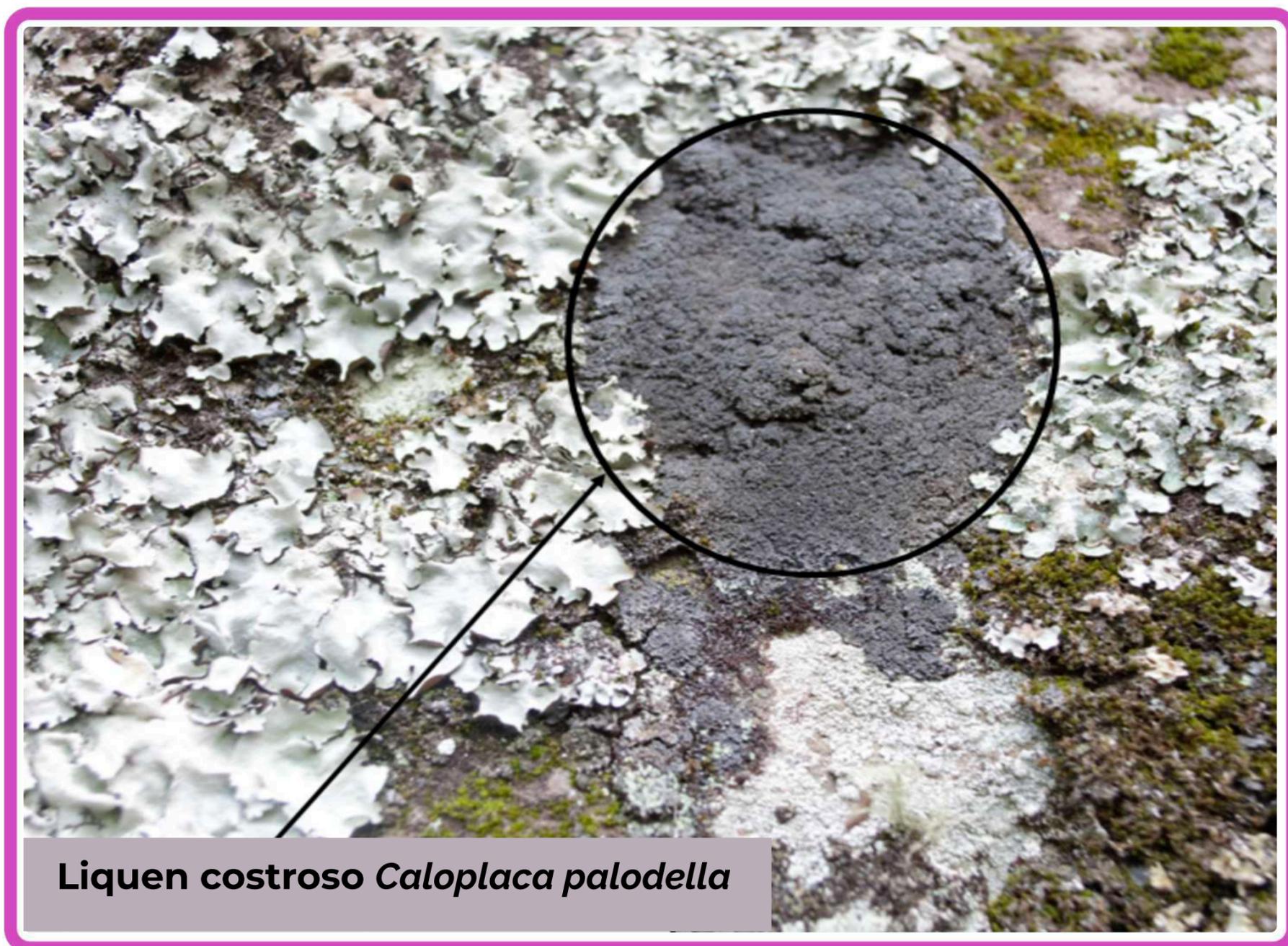


Figura 3. Líquenes que viven en las rocas de la zona semi-seca del estado de Querétaro.
Fotografía: José Soto-Correa

Se conoce y se predice que el cambio climático generado por las actividades humanas está ocasionando cambios en las características de aridez de los lugares donde viven los líquenes saxícolas. Por ello, es muy importante conocer los patrones de respuesta a la aridez en el número de especies y número de individuos de los líquenes saxícolas, lo que permitirá generar evidencia del posible cambio en la biodiversidad de los líquenes saxícolas de las zonas semi-secas en el futuro, así como reafirmar que existen especies que son bio-indicadores ecológicos.



Liquenes de diferentes colores. Fotografía: José Carmen Soto Correa

Agradecimientos:

A la participación en los muestreos del Horticultor Ambiental Abraham Saldaña Vega y al Departamento de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales, UAQ por su gran apoyo.

Para saber más:

- Concostrina-Zubiri L, Matos P, Giodani P, Branquinho C. 2018. Biocrust tissue traits as potential indicators of global change in the Mediterranean. *Plant Soil* 429, 159-174. [Click aquí](#)
- Herrera-Campos MA, Lücking R, Pérez-Pérez RE, Miranda-Gonzalez R, Sánchez N, Barcenás-Peña A, Carrizosa A, Zambrano A, Ryan BD Nash III TH. 2014. Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85, 82-99. [Click aquí](#)
- Soto-Correa JC, Saldaña-Vega A, Cambrón-Sandoval VH, Concostrina-Zubiri L, Gómez-Romero M. 2022. Diversity of saxicolous lichens along an aridity gradient in Central México. *Phyton-International Journal Experimental Botany* 1-15. [Click aquí](#)

Liquenes que crecen sobre rocas. Fotografía: José Carmen Soto Correa

¡CONOCE LA SORPRENDENTE TERAPIA LARVAL!

Carlos Pascacio-Villafán*

Red de Manejo Biorracional de Plagas y Vectores, INECOL

Allen Carson Cohen

Department of Entomology & Plant Pathology, NC State University, EUA

* carlos.pascacio@inecol.mx



Larvas de mosca. Fotografía: Dalius Baranauskas, Wikipedia

Lo que te vamos a contar a continuación puede sonar como ciencia ficción. Pero es cierto, y sobre todo, positivo para el bienestar humano.

La terapia larval es una técnica médica que se usa para el tratamiento de heridas que requieren periodos muy largos para cicatrizar tales como úlceras, quemaduras, algunos tipos de cáncer, entre otras. **Se basa en la cría en laboratorio de moscas necrófagas** (es decir, que se alimentan de cadáveres) **cuyas larvas estériles** (Figura 1) **se colocan directamente en la herida** (Figura 2). Las larvas se comerán el tejido muerto e infectado de la herida dejando intacto el tejido vivo y sano. De esta manera, las larvas hacen el trabajo de aseo quirúrgico de la herida (es decir, el desbridamiento) que de otra manera el médico tendría que realizar usando productos químicos o mediante una dolorosa cirugía. Además de ser una técnica sin el impacto físico y emocional de una cirugía, **la terapia larval también contribuye a reducir el uso de antibióticos**. Esto se debe a que las larvas, **además de consumir bacterias presentes en la herida y destruirlas en su intestino, tienen secreciones orales con actividad antibacteriana**. Así, **las larvas de mosca usadas en terapia larval ayudan a mejorar el éxito y la velocidad de cicatrización de heridas en comparación con otros tratamientos de la medicina moderna**.



Figura 1. Larvas estériles de moscas en bolsa de gaza para terapia larval. Fotografía: Enter; Wikipedia, <https://shorturl.at/x71f2>; licencia: CC BY-SA 4.0 <https://shorturl.at/uZU9k>

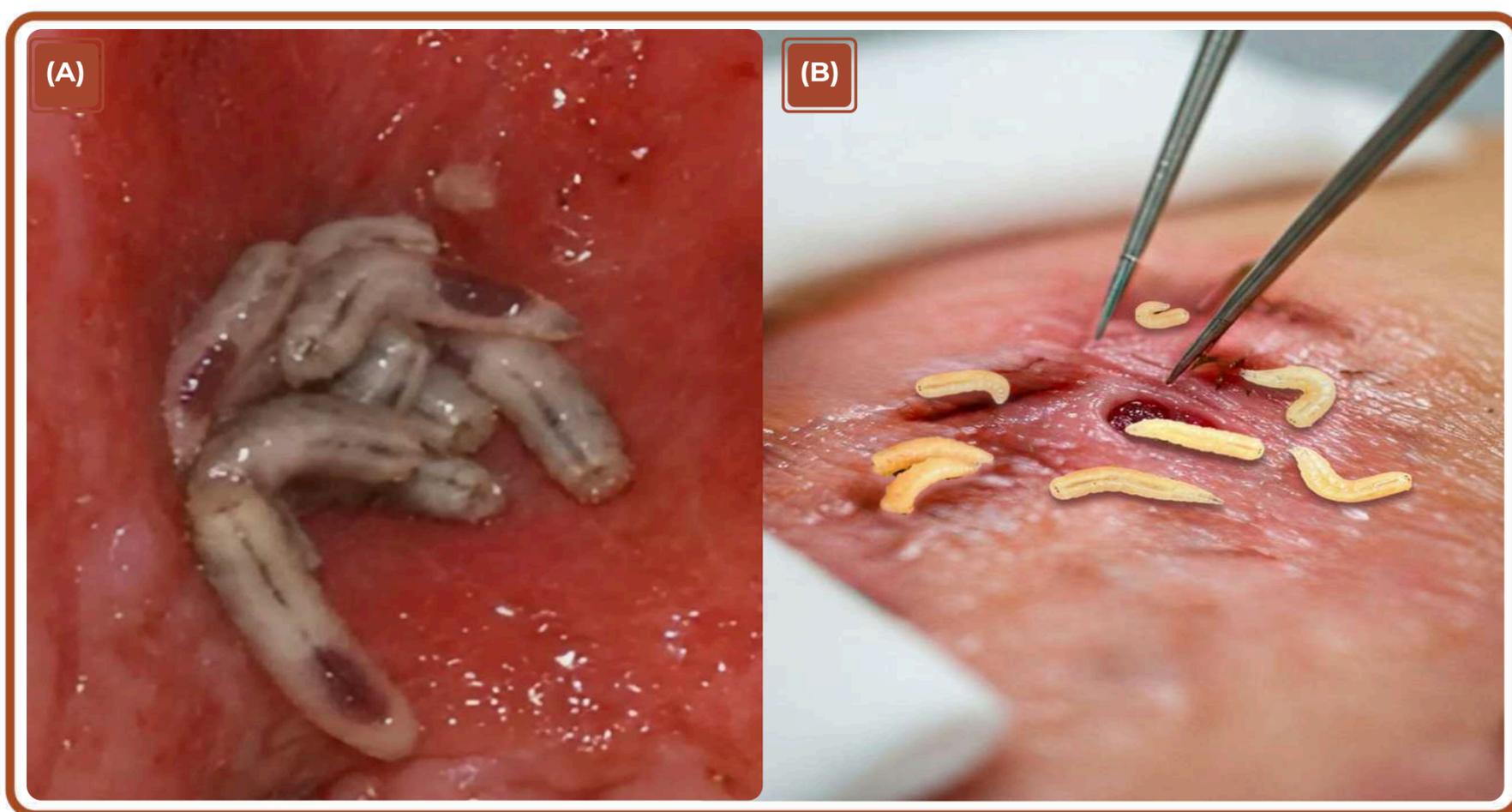


Figura 2. (A) Larvas de mosca sobre una herida en terapia larval, (B) representación gráfica de larvas en una herida para terapia larval. Fotografías: (A) National Institutes of Health, Wikipedia <https://shorturl.at/iDShh>; Dominio público <https://shorturl.at/Ub6yO> (B) imagen de la herida creada en la plataforma Google Gemini con el prompt "terapia larval" por Erick Enciso-Ortiz y Joan Aguilar-Peralta

Pero... **¿te imaginas cuándo se descubrió por primera vez que las larvas de moscas necrófagas eran útiles para curar las heridas de personas?** ¿Cuáles son las especies de mosca que se usan en terapia larval y cómo se reproducen en el laboratorio? De esto y más conocerás en este artículo.

El uso de larvas de insectos para tratar heridas tiene una historia antigua. La primera mención de "gusanos" en heridas infectadas de personas se encuentra en el libro de Job del Antiguo Testamento de la Biblia, escrito alrededor del año 500 a.C. Pero **se le atribuye al cirujano francés Ambroise Paré (Figura 3) el primer reconocimiento médico en el siglo XVI del efecto benéfico de las larvas de moscas para curar heridas.** La historia cuenta que Paré observó "gusanos" que salían de la herida en la cabeza de un paciente. Esta herida sanó satisfactoriamente, por lo que después Paré permitió la permanencia de "gusanos" en heridas de otros pacientes para facilitar su cicatrización. Cerca de 300 años después de las observaciones de Paré, se documentó el primer caso clínico del uso intencional de larvas de moscas para tratar heridas durante la guerra civil estadounidense (1861–1865). En ese entonces, el médico John Forney Zacharias usó larvas de moscas para eliminar tejido necrosado en soldados con gangrena, lo que le ayudó a salvar muchas vidas. **Actualmente, la terapia larval está avalada por la Administración de Alimentos y Medicamentos (Food and Drug Administration) en Estados Unidos, y en México por la Secretaría de Salud.**



Figura 3. Pintura de Ambroise Paré usando la ligadura cuando amputando en el campo de batalla en el sitio de Bramvilliers, 1552. Obra del pintor inglés Ernest Board (1877-1935). Fuente: Wikipedia <https://shorturl.at/BAGZh>; licencia: CC BY 4.0 (<https://shorturl.at/5msF7>)

La Mosca Verde Botella (Figura 4), de nombre científico *Lucilia sericata*, destaca como la especie más usada en terapia larval. Aunque otras especies de la familia de los califóridos, llamados comúnmente moscardones, también han sido usadas con ese fin. Dadas las notables propiedades benéficas para la salud de algunos moscardones, resulta fascinante saber cómo se producen estas criaturas en el laboratorio para su uso médico. **Es importante destacar que las larvas medicinales son un tipo de producto farmacéutico que debe cumplir normas sanitarias exigidas por la medicina.** Esto significa que el proceso de cría de las larvas debe ajustarse a normas de higiene extremas y, al mismo tiempo, proporcionar las condiciones que garanticen la producción de insectos sanos y de buena calidad médica.



Figura 4. Ejemplar adulto de la Mosca Verde Botella (*Lucilia sericata*). Fotografía: Calibas, Wikipedia <https://rb.gy/vw47ch>; licencia: CC BY-SA 4.0 (<https://rb.gy/j5l4yj>).

El ciclo vital de la mosca incluye las fases de huevo; larvas de primero, segundo y tercer estadio; pupa y adulto (Figura 5). Las larvas de segundo y tercer estadios son las que se usan en terapia larval. Las moscas adultas se mantienen confinadas en jaulas con alimento que incluye azúcares como fuente de energía y proteína de buena calidad para permitir la producción de esperma en los machos y huevos en las hembras. Después del apareamiento (Figura 6), las hembras depositan sus huevos en diversas superficies, incluidas mallas o trozos de carne de donde se recuperan los huevos. **Para la producción de larvas limpias y completamente libres de microbios, es crucial esterilizar la superficie de los huevos lavándolos con desinfectantes como lejía o peróxido de hidrógeno.**

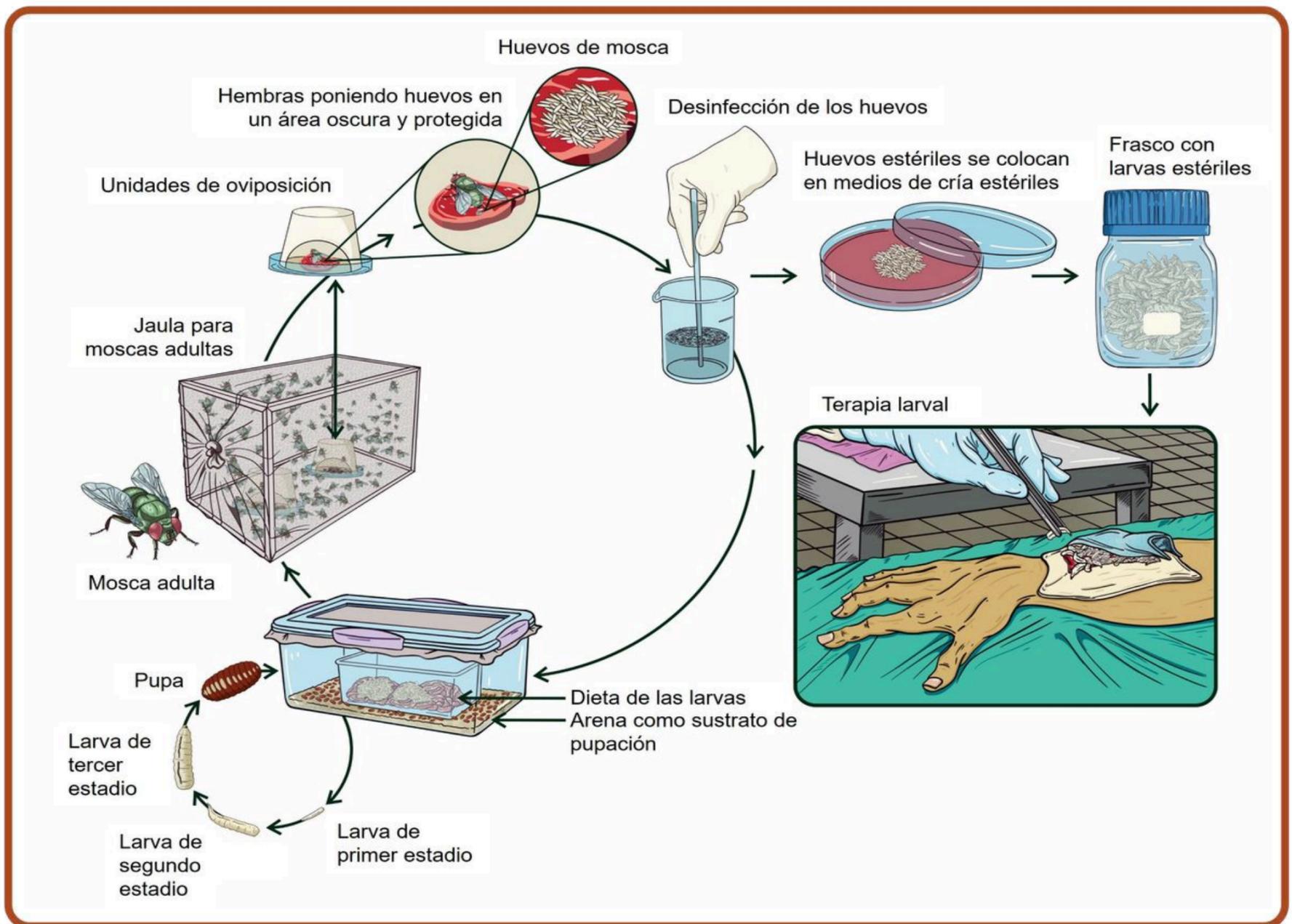


Figura 5. Representación del ciclo de vida y la cría de moscas medicinales en laboratorio para su uso en terapia larval. Ilustración elaborada por Mauricio Monribot con base en Wolff H, Hansson C. 2005. Rearing larvae of *Lucilia sericata* for chronic ulcer treatment—an improved method. Acta Dermato-Venereologica 85, y Stadler F, Takáč P. 2022. 14. Medicinal Maggot Production. A COMPLETE GUIDE TO MAGGOT THERAPY, p. 289.



Figura 6. Apareamiento de *Lucilia sericata*. Fotografía: Cowli33, Wikipedia <https://rb.gy/joyv1k>; licencia: CC BY-SA 4.0 (<https://rb.gy/j5l4yj>).

Dado que las larvas de mosca deben ser estériles y muy activas para su uso en terapia larval, los ingredientes y el procesamiento de la dieta usada para la cría requieren un diseño especial. La cría de estas moscas se ha realizado con diversos productos de origen animal (sangre de vertebrados, trozos de hígado, etc.), pero para su uso en el tratamiento de heridas humanas y veterinarias, **es esencial que la dieta de las moscas pueda esterilizarse y, al mismo tiempo, conserve su atractivo nutricional y sensorial para los insectos que produce.** Esto ha llevado al desarrollo de dietas artificiales que contienen alimentos como levaduras, germen de trigo (y otros productos vegetales), productos lácteos -especialmente leche-, y diversos materiales cárnicos como hígado u otros órganos o extractos de órganos de ganado vacuno o cerdos.

Investigaciones científicas han demostrado que **alternativamente al uso de larvas vivas para el tratamiento de heridas, se pueden usar extractos de los sistemas digestivos de las larvas de tercer estadio, especialmente de las glándulas salivales.** Estos extractos poseen muchas de las cualidades de los gusanos vivos, incluida la eliminación de tejido muerto, la limpieza de bacterias y la estimulación de la cicatrización de heridas. **Pero con la ventaja de que evitan la incomodidad y el “factor asco” de tener gusanos vivos en una herida que no cicatriza.**



Fotografía: Skyler Ewing, Pexels

La terapia larval es un ejemplo sorprendente de cómo la ciencia y la tecnología nos permiten usar soluciones de la naturaleza para mejorar nuestra salud y bienestar. Otro caso sorprendente es el de las moscas carroñeras usadas en medicina forense para resolver investigaciones de asesinatos, pero de eso te contaremos en otro artículo.

**Agradecimientos:**

A Erick Enciso-Ortíz y Joan Aguilar-Peralta por generar la imagen en la Figura 2B.

Para saber más:

- Pascacio-Villafán C, Cohen AC. 2023. How rearing systems for various species of flies benefit humanity. *Insects* 14, 553. [Click aquí](#)
- Secretaría de Salud. 2018. ¡Hay larvas de mosca en ese pie! [Click aquí](#)
- Whitaker IS, Twine C, Whitaker MJ, Welck M, Brown CS, Shandall A. 2007. Larval therapy from antiquity to the present day: mechanisms of action, clinical applications and future potential. *Postgraduate Medical Journal* 83, 409-413. [Click aquí](#)

Fotografía: Jamie Pocock, Pexels

AGROECOLOGÍA: ALTERNATIVA PARA REEMPLAZAR EL USO DE AGROQUÍMICOS SINTÉTICOS

Iraís López Ronzón

Leonardo Serrano Márquez

Antero Ramos Fernández*

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

*antero.ramos@inecol.mx



Elaboración comunitaria de composta bocashi. Fotografía: Iraís López Ronzón

En la actualidad, **la agricultura es un sector de gran importancia a nivel global, siendo no sólo una de las actividades económicas más relevantes, sino que también es una de las principales bases de la alimentación mundial.** Se estima que para el 2050 la población mundial alcance los 9,000 millones de personas, lo que traerá como desafío incrementar la producción alimentaria entre 70 % y 100 % para abastecer esta demanda de comida.

A medida que aumenta la demanda alimentaria, también se intensifican los problemas relacionados con el manejo de cultivos, como lo son las plagas, enfermedades y deficiencias de nutrientes en los suelos, los que tradicionalmente se han tratado de resolver mediante el uso intensivo de productos químicos (plaguicidas, herbicidas, fertilizantes, etc.).

Derivado de lo anterior, **se han reportado diversas problemáticas, como lo son la emisión de gases de efecto invernadero por el uso indiscriminado de fertilizantes convencionales a base de nitrógeno, contaminación del agua, la formación de suelos áridos e infértiles por alteraciones en su grado de acidez o alcalinidad, la pérdida de fauna nativa y no perjudicial (polinizadores, microorganismos benéficos para el suelo, etc.) y daños a la salud humana.**



Cultivo de caña sano. Fotografía: Antero Ramos Fernández

Enfoques de la agroecología

La agroecología es una disciplina que **busca optimizar las interacciones entre plantas, animales, humanos y el ambiente para alcanzar un sistema alimentario equitativo y sostenible. Se caracteriza por tener tres enfoques principales: el aspecto ambiental, social y económico** (Figura 1). Esta ciencia surgió como una perspectiva del desarrollo agrícola, con un objetivo más sensible a las complejidades de las agriculturas locales, que proponen una visión sustentable, en términos de seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de recursos naturales y equidad.

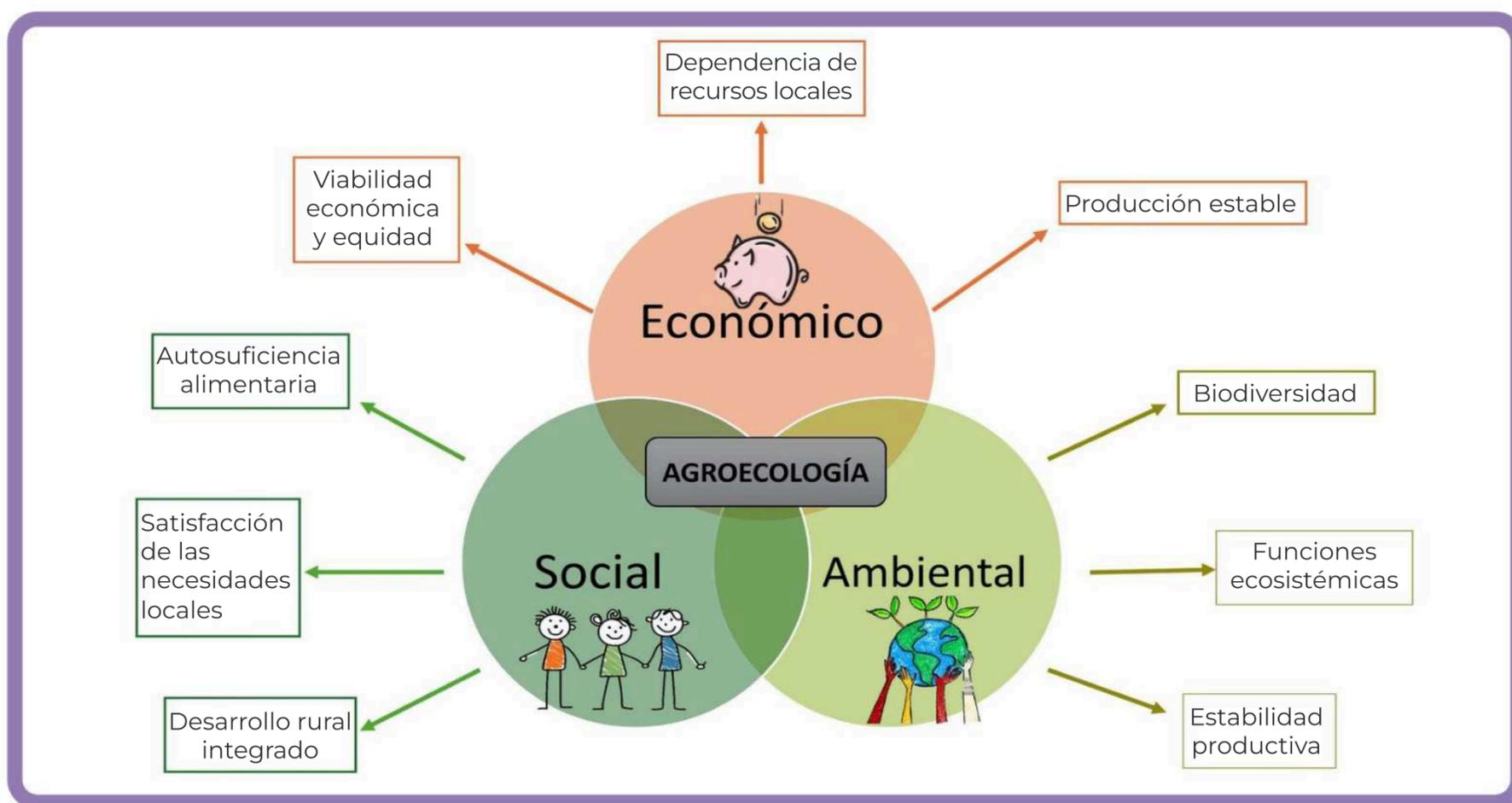


Figura 1. Esquema de los principales aspectos de la agroecología. Elaboración: Iraís López Ronzón

Al contrario de la agronomía convencional, la agroecología considera al proceso agrícola como un sistema integrado. Su finalidad no es sólo incrementar la productividad económica, sino optimizar las interacciones humano-ambiente y manteniendo la sustentabilidad ecológica, económica y sociocultural para generaciones posteriores. El enfoque agroecológico plantea asegurar la transición hacia buenas prácticas agrícolas para el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), que fomente prácticas de conservación y recuperación de los ecosistemas, que son esenciales para las actividades productivas. También, **la agroecología se enfoca en mejorar la calidad de los alimentos y aumentar su producción, sin descuidar los suelos, el agua, los animales y cualquier otro ser vivo implicado en el equilibrio natural del agroecosistema.** El desarrollo de buenas prácticas proviene del uso de conocimientos tradicionales y científicos, haciéndolos accesibles para las personas que se dedican a cultivar en los campos con la misma o mayor efectividad que se tendría si se usara la agricultura convencional.

Buenas prácticas darán buenos resultados para todos

Entre las buenas prácticas agroecológicas que se pueden implementar para el desarrollo de nuestros alimentos son: el uso de abonos orgánicos obtenidos de compostas con residuos caseros, compostas tipo bocashi (abono obtenido por fermentación en ausencia de oxígeno), lombricompostas, caldos minerales (compuestos de azufre, cobre y calcio), y bioles (abonos orgánicos líquidos) a base de estiércol de animales rumiantes (vacas, borregos, cabras, etc.), ya que una planta con buena nutrición es menos propensa a padecer plagas y enfermedades.



Zafra de un cultivo de caña. Fotografía: Antero Ramos Fernández

La agroecología no pretende eliminar todas las plagas, su objetivo es controlarlas de forma natural ya que lo que se busca es lograr un equilibrio con el ambiente. El manejo integral de plagas y enfermedades consta de tres estrategias: controles biológicos, etológicos y culturales, evitando el uso de agroquímicos sintéticos. El control biológico, consiste en utilizar organismos vivos o partes de estos para atacar a la plaga en cuestión. Un ejemplo son el uso de hongos entomopatógenos (que infectan insectos) como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium* sp. Otro grupo son los hongos micoparásitos como el caso de *Trichoderma* sp. que no sólo cumple un papel fungicida (mata los hongos), sino que estimula el crecimiento y mejora la absorción de nutrientes de la planta haciéndola más resistente a posibles ataques (Figura 2). Por otro lado, el control etológico se basa en el comportamiento de las plagas, y se caracteriza por utilizar trampas específicas (Figura 3), como trampas amarillas con pegamento, trampas amarillas líquidas, trampas blancas, trampas líquidas con melaza o el uso de feromonas para atraer al insecto en cuestión y evitar que ataque a las plantas. Por último, el control cultural, es una combinación de diversas estrategias, como el monitoreo constante del ambiente para realizar actividades oportunas como podas y chapeos (Figura 4A), incluir una mayor diversidad de plantas posibles dentro del cultivo, rotación de cultivos, siembra intercalada, y la integración de variedades resistentes (Figura 4B). Así mismo, se pueden utilizar plantas que funcionen como barreras vivas que protejan a los cultivos de vientos y de aplicaciones de plaguicidas en las parcelas vecinas ayudando también a prevenir la erosión de los suelos (Figura 4C).



Figura 2. Ejemplo del control biológico. Se puede observar cómo salen unos “hilos” de color blanco de la abeja, este es un hongo parasitando a una avispa de manera natural siendo este un control biológico. Fotografía: Iraís López Ronzón



Figura 3. Ejemplo del control etológico. Escarabajos de la broca de café inmersos en agua después de ser atraídos con alcoholes. Fotografía: Iraís López Ronzón



Figura 4. Ejemplos del control cultural. (A) Chapeo de un cultivo de caña de azúcar; (B) La milpa es un ejemplo de asociación de cultivos (maíz, frijol y calabaza) que benefician al suelo y ofrece una alimentación completa; (C) Barrera viva conformada por árboles que protegen del viento a un cultivo de caña. Fotografías (A) y (C): Antero Ramos Fernández; Esquema (B) elaborado por Iraís López Ronzón con elementos de Canva

“Carlos”, un ejemplo de aplicación de la agroecología

Carlos es un productor diferente al resto. **Para nutrir sus cultivos usa varios tipos de abonos orgánicos: bocashi, lombricomposta, composta y bioles.** El biol lo aplica en forma líquida a las hojas para añadir nutrientes, y en el momento de su aplicación agrega extractos naturales y hongos entomopatógenos para el control de plagas. Carlos elabora el bocashi, y sus compostas a partir de los desechos del chapeo de hierbas consideradas malezas, restos de cosechas y excretas de sus cabras. **Las estrategias de manejo y conservación que Carlos utiliza para sus suelos mediante la incorporación de materia orgánica le han permitido aumentar la diversidad biológica del suelo (insectos, hongos, bacterias benéficas, entre otros) y mantener su fertilidad.** La combinación de estas estrategias le ha permitido a su finca ser más resiliente a las variaciones y al cambio climático, siendo así más exitosa ante estas condiciones (Figura 5).



Figura 5. Cultivo de caña resiliente a sequía. Fotografía: Antero Ramos Fernández

Debemos de ser conscientes que **la agroecología no sólo se limita a no usar agroquímicos, sino que busca crear un ecosistema equilibrado, y comprender las relaciones que existen entre cultivos, ambiente, plagas, suelo y su manejo apropiado,** pues esto permitirá fomentar sinergias y servicios ecosistémicos, donde las probabilidades de éxito de los sistemas agrícolas se vean aumentados y así lograr que sean más resilientes ante las condiciones ambientales cambiantes.



Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca otorgada (CVU 783842) a Leonardo Serrano Márquez y por el apoyo al Proyecto FORDECYT-PRONACES 263959.

Para saber más:

- Altieri MA. 1999. Agroecología bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad, Uruguay. [Click aquí](#)
- Agrios NG. 2005. Fitopatología. Editorial Limusa, México.
- Sigüenza SC, Pinos L, Toral J, Álava G. 2023. Buenas prácticas organizacionales y agroecológicas. Manual. Revista Acordes 12, 3–23. [Click aquí](#)

Uso de agroquímicos en un vivero de café. Fotografía: Iraís López Ronzón

CRECIMIENTO URBANO EN LADERAS: DESAFÍOS Y SOLUCIONES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Juan José Von Thaden Ugalde*

Laboratorio de Planeación Ambiental, Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco

Gilberto Binnqüist-Cervantes

Laboratorio de Planeación Ambiental, Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco

Loida Ramírez Montes

Regiduría de Ecología y Panteón, Ixtlán de Juárez, Oaxaca

Debora Lithgow

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

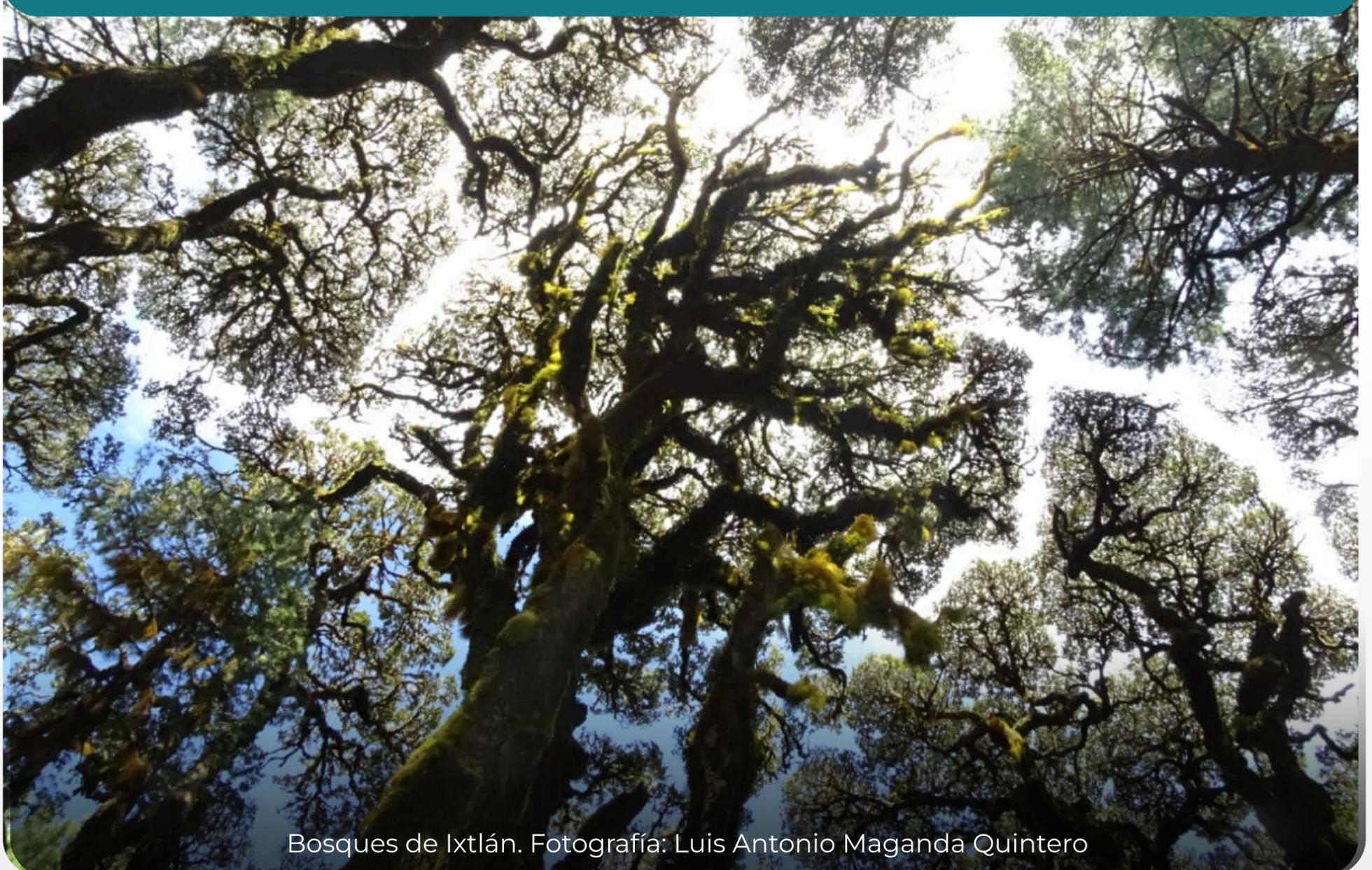
María Fernanda León

Laboratorio de Planeación Ambiental, Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco

Carlos Daniel Elizalde Bolaños

Laboratorio de Planeación Ambiental, Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco

*jvonthaden@correo.xoc.uam.mx



Bosques de Ixtlán. Fotografía: Luis Antonio Maganda Quintero

Según datos de la ONU-Hábitat, México tendrá un incremento significativo en el número de ciudades, pasando de 384 en 2012 a 961 para 2030, donde se concentrará poco más del 80 % de la población nacional. **Este fenómeno de urbanización parece inevitable y, por lo tanto, plantea la necesidad urgente de lograr que este crecimiento sea regulado y ordenado.**

A pesar de que, a primera vista y desde un punto de vista económico, **el crecimiento urbano puede parecer positivo, también puede convertirse en un gran reto, particularmente en las comunidades rurales. Estas áreas suelen experimentar impactos sociales, culturales y ambientales profundos cuando son urbanizadas de manera desordenada.** Asimismo, el crecimiento acelerado y descontrolado puede desencadenar conflictos y tensiones que comprometen tanto la convivencia comunitaria como la sostenibilidad de los recursos locales. Por lo tanto, **la falta de un ordenamiento territorial adecuado y una planificación efectiva de la expansión urbana pueden agravar las desigualdades y los problemas ecológicos existentes.**

El crecimiento urbano de las comunidades rurales suele estar impulsado por la llegada de infraestructura clave, como escuelas, empresas, oficinas gubernamentales, mercados, desarrollos turísticos o sistemas de transporte. Estos desarrollos actúan como atractores de personas de otras localidades, comúnmente vecinas, quienes se desplazan al área en expansión en busca de mejores oportunidades laborales. **Este flujo migratorio genera nuevas dinámicas sociales, obligando a los habitantes originarios a adaptarse para poder satisfacer la demanda creciente de las nuevas necesidades como vivienda, alimentación y servicios de salud para los nuevos residentes.**



Fotografía: Loida Ramírez Montes

Sin embargo, **cuando el crecimiento urbano ocurre de forma acelerada y carece de una planificación adecuada, como sucede frecuentemente, éste resulta en la construcción de infraestructura urbana en zonas inadecuadas o de alto riesgo, como laderas susceptibles a deslizamientos o derrumbes.** Por ello, es esencial implementar estrategias de planificación urbana que consideren las características del entorno y prioricen el bienestar de toda la población.

La comunidad de Ixtlán de Juárez, en el estado de Oaxaca, México, es un ejemplo claro de los efectos de un acelerado crecimiento urbano que ha ocurrido en las últimas décadas (Figura 1). Este fenómeno se intensificó principalmente a partir de la creación de la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ) en 2005 y el Centro de Justicia "Lic. Benito Juárez García" en 2016, lo que provocó una migración significativa hacia la localidad y un crecimiento urbano sin la planificación adecuada.



Figura 1. Comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.
Fotografía: Yoselyn Alejandra Covarrubias Moreno

Dicho crecimiento es evidente si comparamos cómo ha cambiado el tamaño de la superficie urbanizada en las últimas décadas. En 1979, la superficie destinada a asentamientos humanos era de apenas 16 hectáreas, mientras que para 2023 esta superficie se había expandido a 73 hectáreas, **un incremento de 4.5 veces su tamaño original en apenas 44 años. Dicho de otro modo, cada década Ixtlán de Juárez duplica su superficie urbana** (Figura 2).



Figura 2. Comparativa entre una fotografía aérea de 1979 y una imagen satelital Pleiades de 2024, mostrando el crecimiento urbano de la comunidad de Ixtlán de Juárez

Este ritmo de crecimiento acelerado plantea serios desafíos para la sostenibilidad de la comunidad, pues, sin una planeación adecuada, no solo compromete los recursos naturales y la calidad de vida de sus habitantes, sino que también expone a la comunidad a riesgos asociados con el uso de zonas inadecuadas para la urbanización como laderas inestables. En México, **el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) ha desarrollado el Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas como una herramienta para identificar áreas de riesgo, prevenir desastres y guiar la planificación territorial.** Esta herramienta busca proteger a las comunidades, infraestructuras y ecosistemas vulnerables frente a deslizamientos y otros fenómenos asociados. De acuerdo con este índice, **en 2023 el 54 % de los asentamientos de Ixtlán de Juárez se encontraban en zonas de alta susceptibilidad a inestabilidad de laderas y el 37 % en zonas de inestabilidad moderada** (Figura 3).

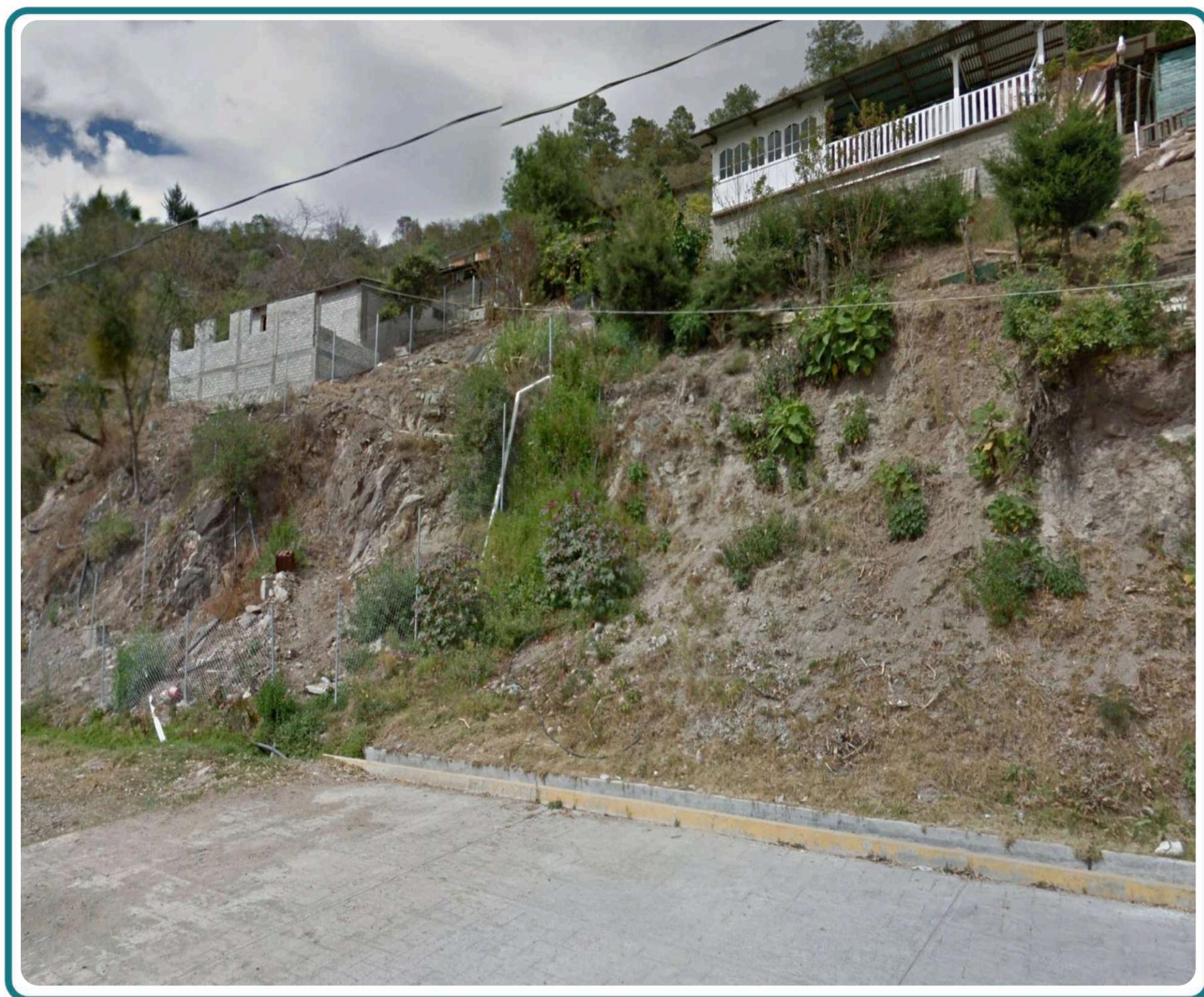


Figura 3. Ejemplo de las condiciones de construcción de viviendas en laderas con alta susceptibilidad de deslaves. Fotografía: Juan José Von Thaden Ugalde



El crecimiento urbano desmedido puede presentar un alto riesgo debido a deslizamientos de laderas.
Fotografía: Loida Ramírez Montes

Desafortunadamente, **el crecimiento urbano en zonas inestables no es exclusivo de Ixtlán de Juárez**. De hecho, de acuerdo con el CENAPRED, el 45 % de la población del estado de Oaxaca reside en áreas clasificadas con peligro alto y muy alto de deslizamientos de laderas. Por lo anterior, **consideramos fundamental llevar a cabo una planificación y un ordenamiento detallado**. Una herramienta clave para lograr esta tarea es la generación de escenarios futuros, que permitan evaluar las probabilidades de crecimiento de una ciudad y, con ello, adoptar medidas precautorias en las zonas vulnerables. En el caso de Ixtlán de Juárez generamos escenarios para el año 2050 (Figura 4), donde puede apreciarse que dos zonas de crecimiento urbano están asociadas infraestructuras claves, como la UNSIJ y el Centro de Justicia "Lic. Benito Juárez García". Además, existen otras dos zonas con un crecimiento acelerado en los últimos años y se espera que se densifiquen más en los próximos años.

Estos casos nos demuestran que la regulación del crecimiento urbano es crucial y, **en los casos donde ya existen construcciones, es indispensable realizar un diagnóstico detallado de la situación actual**. Esto permitirá implementar adecuaciones, que ayuden a mitigar riesgos y prevenir problemas futuros.



Fotografía: Loida Ramírez Montes

Para concluir, **creemos que es fundamental destacar que el crecimiento urbano, especialmente en comunidades como Ixtlán de Juárez, presenta desafíos que solo pueden abordarse mediante una planificación integral y sostenible. Esto incluye el uso de herramientas como los mapas de susceptibilidad y los escenarios de proyección, que permiten identificar riesgos y adoptar medidas para mitigar los impactos asociados al desarrollo en zonas vulnerables.**

La promoción de un crecimiento urbano ordenado no sólo protege a las comunidades y su entorno, también ayuda a reducir los riesgos asociados con fenómenos extremos como deslaves durante lluvias intensas. De esta manera, se podría favorecer que los beneficios del desarrollo lleguen a toda la población, sin comprometer la seguridad, los recursos ni el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto "Geomática aplicada a la gestión territorial de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca", con número de Folio VC17 de la Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Xochimilco por el apoyo brindado para la realización de este estudio, así como por proporcionar las herramientas y recursos necesarios para analizar y proyectar el crecimiento urbano de la comunidad.

Para saber más:

- ONU-Habitat. 2017. Tendencias del desarrollo urbano en México. [Click aquí](#)
- Grupo Banco Mundial. 2023. Desarrollo urbano. [Click aquí](#)
- CENAPRED. 2024. Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas. [Click aquí](#)

Fotografía: Loida Ramírez Montes

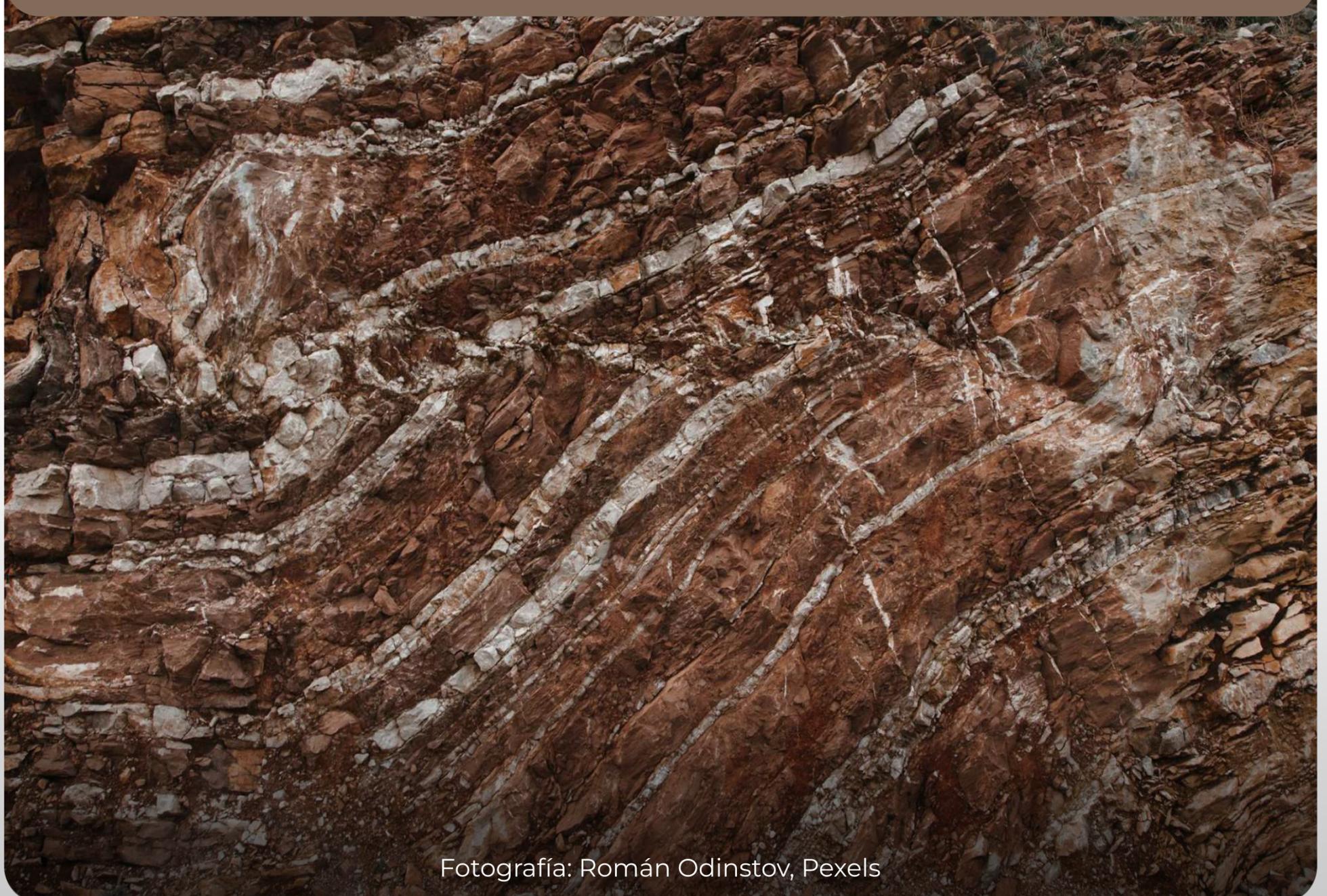
¿ESTAMOS VIVIENDO EN EL ANTROPOCENO?

Oscar Briones*

Salvador González de León

Red de Biología Evolutiva, INECOL

*oscar.briones@inecol.mx



Fotografía: Román Odinstov, Pexels

El término “Antropoceno” introducido por el geólogo ruso Aleksei Pavlov en 1922, fue popularizado por el químico Paul Crutzen y el biólogo Eugene Stoermer en el año 2000. Lo usaron para **designar el intervalo de tiempo geológico actual, en el que muchas condiciones y procesos de la Tierra han sido alterados profundamente por las actividades humanas.** Desde la última glaciación que terminó hace aproximadamente 11,000 años y durante la época geológica actual, el Holoceno, las condiciones climáticas del planeta han estado cambiando notablemente, sobre todo en los últimos 75 años, debido al impacto de las actividades humanas.

Con base en lo anterior, el Grupo de Trabajo del Antropoceno (creado en 2009 y disuelto en 2024) propuso establecer el inicio de una nueva era geológica a partir de 1950, basada en las huellas geológicas dejadas por la actividad humana. Sin embargo, el reciente rechazo de esta propuesta por parte de la Comisión Internacional de Estratigrafía en marzo de 2024 ha traído de vuelta al debate internacional la pregunta: **¿La especie humana ha producido impactos planetarios que marcan el fin del Holoceno y el inicio de la época del Antropoceno?**



Figura 1. Zona agrícola en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán del estado de Hidalgo. Los cultivos generan alimentos para las sociedades humanas, pero han ocasionado contaminación y pérdida de biodiversidad en las áreas naturales protegidas. Fotografía: O. Briones

La estratigrafía es el estudio de las capas de sedimentos y su acumulación a lo largo del tiempo, lo que permite reconstruir la historia ambiental de la Tierra. En este caso, la evidencia estratigráfica más clara del impacto humano en el planeta ha sido detectada en los sedimentos del lago Crawford en Canadá, la bahía de Beppu en Japón (Figura 2), el lago Sihailongwan Maar en China y la turbera de Śnieżka en Polonia. **Los sedimentos de estos sitios muestran un notable repunte en los niveles de plutonio, considerado un marcador clave del inicio del Antropoceno porque es un elemento que solo ocurre en cantidades muy pequeñas de manera natural,** y el incremento de su huella fue producido por los ensayos nucleares de mediados del siglo XX. Además, esta evidencia está alineada con la fase histórica conocida como la “Gran Aceleración”.



Figura 2. La bahía de Beppu es una bahía en Japón Es conocida por sus aguas termales, géiseres y paisajes de vapor. Fotografía: jiwonpark7, Pixabay

La “Gran Aceleración” se refiere a un periodo histórico de rápido crecimiento económico mundial y cambios considerables a nivel global impulsados por las actividades humanas después de la segunda guerra mundial. Durante esta etapa, la Tierra ha experimentado fluctuaciones climáticas que no habían sucedido durante los últimos 10 mil años. Los cambios a nivel global se pueden observar mediante 24 indicadores, entre los que están el incremento de la población mundial y la concentración de dióxido de carbono, las anomalías en la temperatura de la atmósfera y la reducción de la superficie de los bosques. Sin embargo, esos patrones de la “Gran Aceleración” no son homogéneos en el planeta y generan desigualdad en la responsabilidad por el cambio climático antropogénico ya que difiere sustancialmente entre los individuos y las naciones. Por ejemplo, **en los 25 años comprendidos entre 1990 y 2015, el 1 % más rico de la población mundial causó el doble de emisiones de carbono que el 50 % más pobre, evidenciando la disparidad en la contribución al cambio climático** (Figura 3).

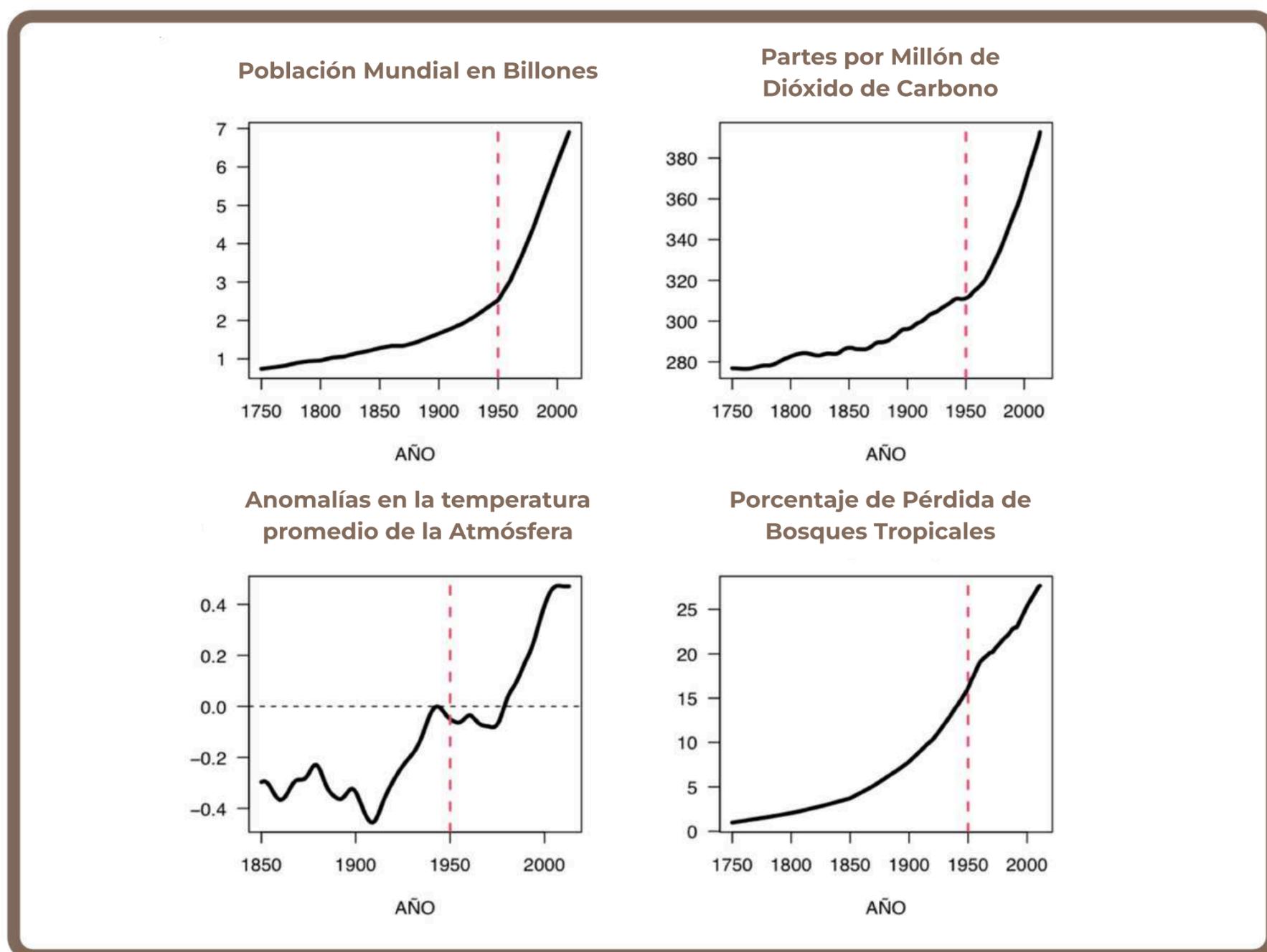


Figura 3. Indicadores de la “Gran Aceleración”. La línea punteada roja señala el año 1950, de donde se aprecia el incremento en la población mundial, la producción de dióxido de carbono, la temperatura ambiental y la pérdida de bosques tropicales. Elaboración: S. González de León

¿Por qué es importante reconocer al Antropoceno como época geológica?

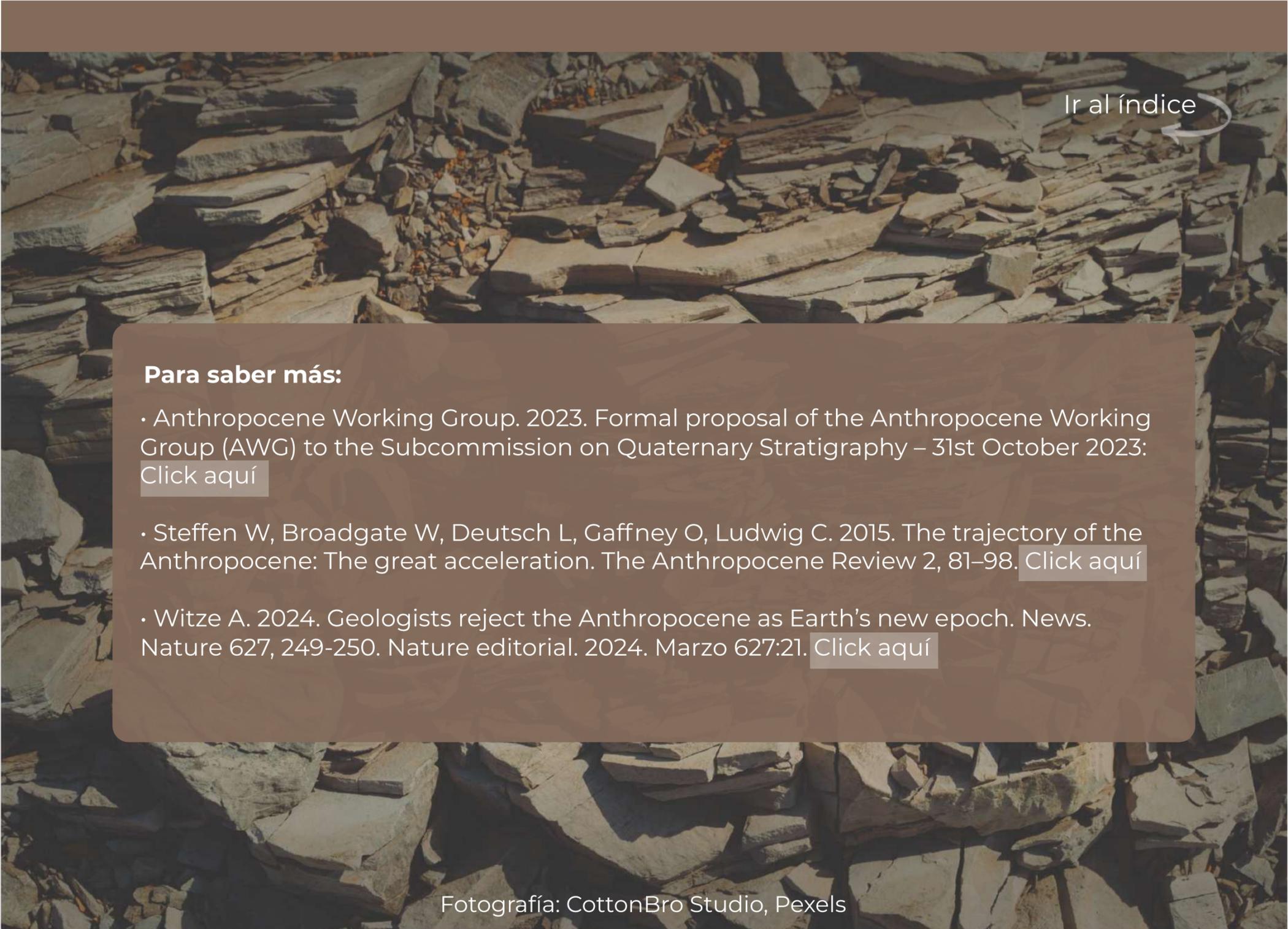
Reconocer al Antropoceno es relevante porque **es un fuerte recordatorio de que el impacto humano ha desviado las interacciones entre los subsistemas terrestres, atmósfera, litosfera e hidrósfera, fundamentales para el desarrollo de la vida**, y de la trayectoria que seguía durante el Holoceno (Figura 4).



Figura 4. Pastizal introducido en el bosque del Cofre de Perote del estado de Veracruz. La producción ganadera es necesaria para el desarrollo humano, pero ha ocasionado la pérdida del hábitat de las especies silvestres. Fotografía: O. Briones

Este impacto ha sido tan grande que el planeta se ha alejado de su patrón climático natural. En el último siglo la temperatura global ha cambiado de una tendencia de enfriamiento a una tendencia de calentamiento. Estos cambios en la temperatura del aire repercuten considerablemente en los movimientos de las corrientes atmosféricas y oceánicas, incrementando la evaporación y la capacidad del aire de contener humedad. En consecuencia, **estamos presenciando huracanes más intensos y con mayores precipitaciones, en comparación con el pasado.** Ejemplos recientes de eventos hidrometeorológicos que superaron los registros históricos y ocasionaron daños severos son el huracán OTIS, que en octubre de 2023 destruyó una gran cantidad de edificios de Acapulco, México y las lluvias torrenciales en Dubai que ocurrieron en abril de 2024 y que ocasionaron grandes inundaciones.

El conocimiento científico del mundo natural es imprescindible para la sustentabilidad de la vida tal como la conocemos ahora. Desde su fundación hace medio siglo, el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) ha contribuido con el conocimiento sobre la ecología y diversidad del planeta. Además, durante los últimos 30 años ha formado talento humano dedicado a la investigación científica, contribuyendo al desarrollo de soluciones para enfrentar los desafíos ambientales actuales. **El INECOL ha trabajado en la investigación y promoción de acciones para mitigar el cambio climático en México como la conservación de áreas naturales e investigaciones nacionales sobre el ciclo del carbono y sus interacciones con el clima, incluyendo un laboratorio con una red de monitoreo del intercambio de gases de efecto invernadero, agua y energía entre la atmósfera y los ecosistemas.** Se han evaluado los efectos del cambio climático a nivel regional y nacional, lo que ha permitido implementar políticas ambientales más informadas. En el INECOL se ha estudiado cómo los ecosistemas pueden enfrentar los efectos del cambio climático, tales como la sequía, inundaciones y aumento de la temperatura y se han realizado proyectos de restauración y reforestación de ecosistemas degradados.



Ir al índice

Para saber más:

- Anthropocene Working Group. 2023. Formal proposal of the Anthropocene Working Group (AWG) to the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy – 31st October 2023: [Click aquí](#)
- Steffen W, Broadgate W, Deutsch L, Gaffney O, Ludwig C. 2015. The trajectory of the Anthropocene: The great acceleration. *The Anthropocene Review* 2, 81–98. [Click aquí](#)
- Witze A. 2024. Geologists reject the Anthropocene as Earth's new epoch. *News. Nature* 627, 249-250. *Nature* editorial. 2024. Marzo 627:21. [Click aquí](#)

Fotografía: CottonBro Studio, Pexels

LA SALIVA, UNA ADAPTACIÓN TRANSPARENTE

Carlos Eduardo Ramírez-Torres*

Laboratorio de Biología de la Conducta, Instituto de Neuroetología,
Universidad Veracruzana

Laura Teresa Hernández-Salazar

Laboratorio de Biología de la Conducta, Instituto de Neuroetología,
Universidad Veracruzana

*ramireztcarlose@gmail.com

Fotografía: Lumen, Pexels

La saliva es un líquido secretado por las glándulas salivales de los animales que desempeña un papel importante: lubrica la cavidad oral, facilita la masticación y la formación del bolo alimenticio, permite la percepción de sabores y es un iniciador del proceso de digestión al desdoblar elementos como el almidón y la glucosa (Figura 1). **La saliva está compuesta principalmente por agua, aunque también contiene otros elementos, como: hormonas, enzimas, proteínas, minerales, sangre y bacterias, lo que la hace un fluido de composición compleja.**



Figura 1. La saliva tiene muchos beneficios. Fotografía: Julian Njoroge, Pexels

Además de su papel fundamental en la alimentación, diversas especies de animales han adaptado los distintos componentes que tiene la saliva para realizar una gran variedad de funciones distintas a las que normalmente está asociada. Así, **la saliva puede ser una herramienta de cacería, proteger contra elementos tóxicos, e incluso ser importante en la selección de pareja y cuidado parental,** como veremos en este artículo.

La saliva una herramienta de caza

En diversas especies de anfibios (Figura 1), como las ranas toro (*Lithobates catebeianus*), ranas pacman (*Ceratophrys cranwelli*) y los sapos de caña (*Rhinella marina*), la saliva actúa como herramienta clave para la cacería, ya que puede cambiar de viscosidad y elasticidad debido a las proteínas que la componen. Esta característica **permite que la lengua de estos anfibios tenga mayor fuerza de adhesión, evitando que los insectos que atrapan puedan escapar fácilmente.**



Figura 2. Rana toro (*Lithobates catebeianus*). Fotografía: Hans, Pixabay

En la saliva de los pulpos rojos mexicanos (*Octopus maya*) se encuentran enzimas que actúan como sustancias neurotóxicas, es decir, que afectan el sistema nervioso. Este mecanismo permite a los pulpos paralizar casi de manera instantánea a sus presas, como peces y cangrejos, y evitar que éstas puedan escapar o causarles daño. Por otro lado, **en la saliva de los murciélagos hematófagos** (Figura 3), que se alimentan de sangre como los vampiros comunes (*Desmodus rotundus*), **existe una proteína llamada draculina. La draculina inhibe de forma inmediata los factores de coagulación en sus presas, facilitando el goteo de sangre y con ello logran su alimentación.**



Figura 3. Grupo de vampiros comunes (*Desmodus rotundus*) en una grieta al interior de una cueva. Fotografía: Orlando Rafael Vivanco Montané

La saliva como una barrera defensiva

Algunos animales herbívoros como cabras, ciervos, monos aulladores y monos araña (Figura 4), han desarrollado grupos de proteínas salivales específicas, como las ricas en prolina e histatinas, que **actúan como mecanismo de defensa contra los compuestos tóxicos que producen las plantas para evitar la herbivoría**. Este tipo de proteínas previenen la mala absorción de nutrientes y el daño en órganos como el hígado y los riñones, que pueden resultar del consumo de estos compuestos de defensa. De manera similar, **los humanos también tenemos la capacidad de producir proteínas ricas en prolina, las cuales nos permiten el consumo de alimentos de origen vegetal, como: el café, té, chocolate amargo, vino y cerveza**.

Cuando la dieta de los animales se basa en el consumo de carne, como en los perros y gatos, se producen en mayor concentración proteínas salivales antimicrobianas, como: lisozima, lactoperoxidasas y lactoferrinas, las cuales les ayudan a prevenir infecciones microbianas que pueden causar las bacterias presentes en la carne.



Figura 4. Juvenil de mono araña (*Ateles geoffroyi*) colgado de su cola.
Fotografía: Jules Dorschner

Se ha mostrado que **en la saliva de las ratas** (Figura 5) **y los humanos se encuentran presentes las citosinas, un tipo de proteínas que facilitan la estimulación del cierre de heridas en la cavidad oral y en la piel;** asimismo, se ha visto que ayudan a reducir la inflamación. Sumado al efecto de las citosinas, la función lubricante de proteínas, como la mucina salival, hace que las heridas en la cavidad oral se curen más rápido y con menor formación de cicatrices. Además, los efectos combinados de las citosinas y la actividad antimicrobiana de las lisozimas ayudan al buen estado de salud de la cavidad oral.



Figura 5. Rata algodónera del sur (*Sigmodon hirsutus*).
Fotografía: Orlando Rafael Vivanco Montané

La saliva como un atrayente y su papel en la crianza

Durante el autoacicalamiento, roedores como los jerbos (roedor saltador de África y Asia) y los hámsteres (mayormente originarios de Medio Oriente y Norte América), impregnan su pelaje con saliva, la cual contiene compuestos que actúan como pistas olfativas para otros individuos. Esto puede hacer que sean más o menos atractivos para otros individuos dependiendo de su grado de parentesco. De manera similar, **en los humanos, se ha reportado que el olor de fluidos corporales, entre ellos la saliva, influye en la selección de pareja.** Esto se debe a que la presencia de anticuerpos del sistema inmune en la saliva **permite que, tanto mujeres como hombres, sientan más atracción por parejas con saliva que les indique diferencias en su sistema inmunológico,** lo que puede beneficiar a sus futuros hijos. En humanos se ha visto que hay mayor grado de similitud en las bacterias presentes en la boca de los individuos que componen una familia. Además, los hijos adultos comparten un mayor porcentaje de bacterias salivales con sus madres que con sus padres. Lo anterior se relaciona a que durante el parto y la lactancia las madres transfieren bacterias importantes a los bebés para su supervivencia, ya que la microbiota salival de los niños se forma a partir de las bacterias circundantes y los anticuerpos heredados de la madre.

Durante el periodo de crianza, las salanganas (*Aerodramus fuciphagus* y *Aerodramus maximus*), aves que habitan en cuevas, producen proteínas salivales provenientes de las mucinas, las cuales al hacer contacto con el aire se endurecen, lo que permite que **estas aves utilicen su saliva como material cementante y de esta manera construyen sus nidos adheridos a las paredes de las cuevas dificultando el acceso a los depredadores** (Figura 6).



Figura 6. La saliva de las salanganas (*Aerodramus fuciphagus*) utilizan su saliva como material cementante para sus nidos. Fotografía: James_birdtourasia, inaturalist

En conclusión, **la gran diversidad de elementos presentes en la saliva ha permitido a los animales aprovechar este fluido para una amplia gama de funciones**, lo que convierte a la saliva en una adaptación transparente, que participa de manera cotidiana en la vida de muchos organismos.

Agradecimientos:

A la SECIHTI por la beca otorgada (no. 931496) a Carlos Eduardo Ramírez-Torres para realizar su proyecto de doctorado dentro del Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

Para saber más:

- Ramírez-Torres CE, Espinosa-Gómez FC, Morales-Mávil JE, Reynoso-Cruz JE, Laska M, Hernández-Salazar LT. 2022. Influence of tannic acid concentration on the physicochemical characteristics of saliva of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). PeerJ 10, e14402. [Click aquí](#)
- Rodrigues Neves C, Buskermolen J, Roffel S, Waaijman T, Thon M, Veerman E, Gibbs S. 2019. Human saliva stimulates skin and oral wound healing in vitro. Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine 13(6), 1079-1092. [Click aquí](#)
- Zarco MF, Vess TJ, Ginsburg GS. 2012. The oral microbiome in health and disease and the potential impact on personalized dental medicine. Oral Diseases 18(2), 109-120. [Click aquí](#)

Fotografía: Metalboy25, Pixabay

Jóvenes Científicos

Fotografía: Ray_Shrewsberry, Pixabay



ABEJAS: JOYAS EN EL DESIERTO ÁRIDO Y SEMIÁRIDO MEXICANO

Rosa Isela Delgado-Espinoza *

Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí

Jorge Palacio-Núñez

Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí

Dulce Rodríguez-Morales

Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana

Ernesto Peredo-Rivera

Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí

María Sol Balbuena

Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales (INBA), CONICET, Universidad de Buenos Aires.

* izcela97@gmail.com



Abejas del género *Diadasia* forrajeando en flores de *Opuntia pilifera* en Zapotitlán Salinas, Puebla. Fotografía: R. I. Delgado-Espinoza

La polinización es crucial para asegurar la fecundación de las plantas y, por ende, la existencia de una gran diversidad de especies vegetales. Para muchas plantas, este proceso depende de los insectos que buscan néctar, polen u otros recursos que ofrecen las flores, y cuando visitan las flores, transfieren el polen entre ellas. Entre los polinizadores, **las abejas juegan un papel destacado por su eficiencia en la polinización.** La más conocida es la abeja europea *Apis mellifera*, debido a que tiene importancia comercial como productora de miel, pero también como polinizadora de cultivos comerciales. Por ello ha sido introducida en muchos lugares del mundo (fuera de su distribución nativa en Euroasia), incluyendo México desde 1760. Sin embargo, además de la abeja europea, **a nivel mundial existe una enorme variedad de abejas que incluyen aproximadamente 20,000 especies.** Estos insectos pertenecen al orden Hymenoptera y a la superfamilia Apoidea, que incluye tanto abejas como abejorros. Esta superfamilia se divide en siete familias, seis de las cuales están presentes en México, y todas comparten su atracción por las flores y los recursos que éstas ofrecen. Aunque actualmente se desconoce si pueden llegar a tener la misma relevancia económica que *Apis mellifera*, son cruciales para el funcionamiento de los ecosistemas.



Abeja descansando sobre una hoja en el suelo antes de ingresar a su nido.
Fotografía: J. Palacio-Núñez

En los últimos años, ha surgido una preocupación mundial por la **disminución de las abejas**, especialmente en los Estados Unidos y en algunos países europeos como Francia, con un enfoque particular en la abeja *Apis mellifera*. Esta especie ha sido fundamental para la apicultura, generando importantes ingresos económicos en varias regiones del mundo incluido México. Sin embargo, **en este país existen alrededor de 2,046 especies de abejas**, muchas de ellas endémicas, es decir, exclusivas de México. Además, algunas son especialistas, es decir, **esenciales para la polinización de ciertas plantas o grupos vegetales, como algunas orquídeas y cactáceas** (Figura 1).



Figura 1. Abeja del género *Diadasia* forrajeando en flores de nopal crinado (*Opuntia pilifera*) en Zapotitlán Salinas, Puebla. Fotografía: R. I. Delgado-Espinoza

En esta ocasión, se hace referencia al género *Diadasia*, el cual alberga abejas silvestres exclusivas de zonas áridas y semiáridas de México y sur de Estados Unidos. Son poco conocidas, pero se ha documentado que desempeñan un papel ecológico importante en estos ambientes desérticos donde habitan. Ante esto, se considera crucial dar a conocer a este interesante grupo de polinizadores adaptados a estas condiciones, y así fomentar su conservación y, consecuentemente, la del entorno en el que viven.

Se reconocen 24 especies de abejas *Diadasia* en México, por lo que es un género abundante y diverso exclusivo de ambientes semiáridos, a veces extremos, donde algunas especies pueden estar relacionadas con una sola especie vegetal (monoléticas), o con pocas (oligoléticas). Son **fundamentales para el proceso de polinización en diversas especies de cactáceas**, contribuyendo así a su permanencia en el ecosistema. En la Figura 2, se muestra la posición taxonómica de las abejas del género *Diadasia*.



Figura 2. Abeja del género *Diadasia* en la que se muestran sus principales rasgos distintivos, tales como sus tibias traseras y su probóscide. Se indica su clasificación taxonómica.
 Fotografía: D. Rodríguez-Morales

Las abejas *Diadasia* **se caracterizan por tener pelos muy pronunciados en las patas traseras**, llamadas tibias (Figura 2), **lo que les permite recolectar y transportar polen**. Esta característica las hace especialmente eficaces en la polinización de las flores de cactáceas, contribuyendo significativamente a la reproducción de estas plantas. Para poder acceder a las características propias de estas flores, **están adaptadas con probóscides prominentes (lenguas)**, lo que las distingue de otros géneros de abejas.

Las abejas *Diadasia*, se consideran solitarias o no sociales, ya que no tienen una división de trabajo en castas y los individuos no colaboran entre sí, como suelen hacerlo otras especies de abejas. Las hembras suelen trabajar de manera independiente, construyendo y manteniendo su propio nido, generalmente excavando túneles en el suelo (Figura 3). En los nidos construyen celdas que proveen con polen y néctar para luego depositar los huevos. Desafortunadamente, las hembras mueren antes de que sus crías maduren y emerjan de las celdas. Los machos, al igual que en las abejas sociales, solo tienen una función reproductiva y mueren después del apareamiento. Respecto a su tamaño, varían ampliamente, desde 1.5 hasta 46 mm. Muchas son de color pardo, aunque algunas tienen marcas o líneas de colores variados en el abdomen. **Su periodo de actividad se relaciona estrechamente con la época de floración de las plantas de las que se alimentan.**

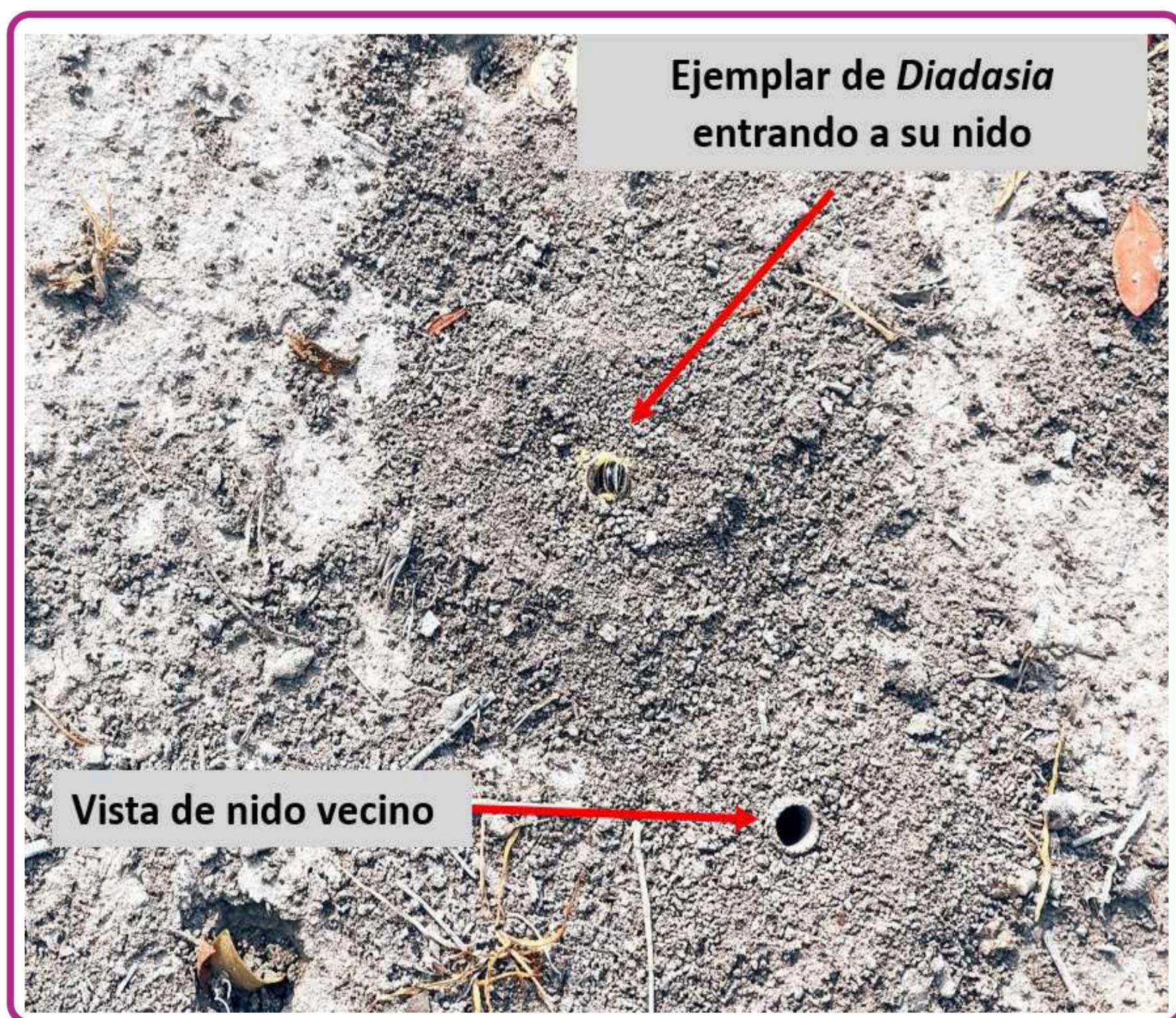


Figura 3. Nidos de abejas del género *Diadasia* en la Llanura de Rioverde, San Luis Potosí. Fotografía: J. Palacio-Núñez

Las abejas *Diadasia* polinizan diversas cactáceas, como el nopal, la cholla y otras especies. Esto es especialmente relevante para especies endémicas, tales como el nopal crinado (*Opuntia pilifera*) en Zapotitlán de las Salinas, Puebla y algunos nopales (*Opuntia* sp.) en la Llanura de Rioverde, San Luis Potosí (Figura 4).

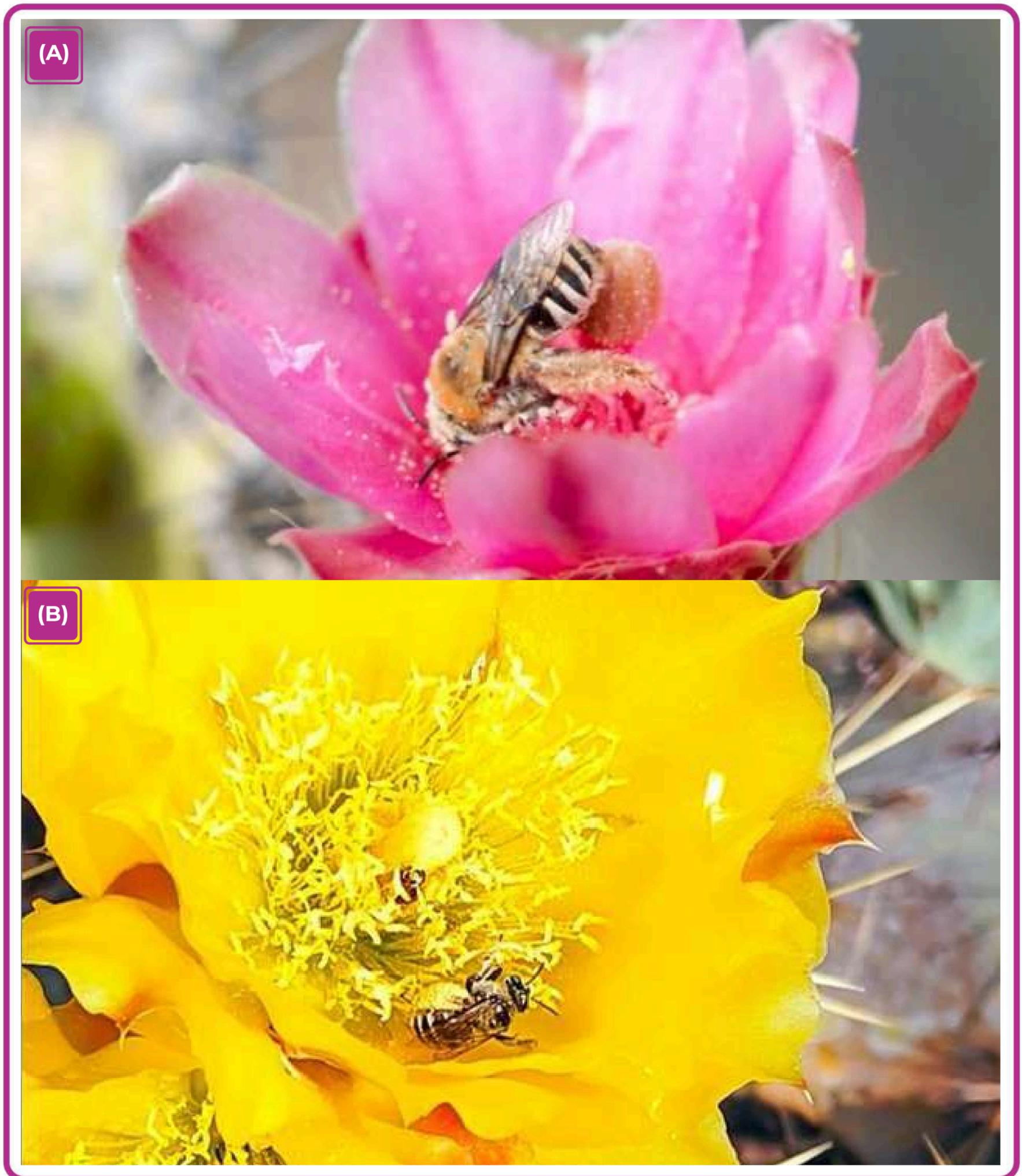


Figura 4. Abejas forrajeando en flores de: (A) nopal crinado (*Opuntia pilifera*) y (B) de *Opuntia* sp. Fotografías: R. I. Delgado-Espinoza y J. Palacio-Núñez

Es importante que este grupo de abejas sea mejor conocido y considerado para acciones de manejo y conservación de los recursos florísticos en los ambientes áridos y semiáridos de México, en donde la presencia de la abeja de miel (*A. mellifera*) es muy baja. La relevancia ecológica de las abejas *Diadasia*, al igual que otros de sus características biológicas son poco conocidas. **Ante la situación actual de cambio climático y la degradación ambiental, hoy, más que nunca, se debe tomar conciencia del capital natural de estos ambientes y de la importancia de conocerlos y buscar su conservación a largo plazo.**



(A) Flor cerrada de *Opuntia pilifera*. En esta fase, los pétalos aún no se han abierto, protegiendo las estructuras reproductivas internas donde se encuentra el polen, lo que puede influir en la disponibilidad del recurso para las abejas. (B) Flor abierta de *Opuntia pilifera* con estambres cubiertos de polen, lo que favorece su disponibilidad para las abejas.

Fotografías: R.I. Delgado-Espinoza

Agradecimientos:

Se agradece al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por el apoyo económico otorgado para el desarrollo de la maestría de Rosa Isela Delgado Espinoza (CVU CONAHCYT: 1261674), que permitió el desarrollo de este artículo.

Para saber más:

- Felker P, Bunch R. 2016. The importance of native bees, especially cactus bees (*Diadasia* spp.) in the pollination of cactus pears. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 18, 15-24. [Click aquí](#)
- Sarzetti LC, Genise JF. 2011. The nest architecture of *Diadasia hirta* (Jörgensen) (Apidae: Emphorini) from La Rioja Province, northwestern Argentina. *Journal of the Kansas Entomological Society* 84(4), 249-254. [Click aquí](#)
- Linsley EG, MacSwain JW. 1958. The significance of floral constancy among bees of the genus *Diadasia* (Hymenoptera, Anthophoridae). *Evolution* 12(2), 219-223. [Click aquí](#)

Abejas del género *Diadasia* sobre flores de *Opuntia pilifera* en Zapotitlán, Salinas, Puebla.
Fotografía R.I Delgado-Espinoza

LAS PLANTAS IMPULSARON LA DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS TROPICALES DE AMÉRICA

Diana Marcela Ochoa-Sanz*

Red de Biología Evolutiva, INECOL

Danny Rojas

Facultad de Ingeniería y Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia

Fabricio Villalobos

Red de Biología Evolutiva, INECOL

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



Murciélago orejiamarillo (*Uroderma bilobatum*). Fotografía: Bruce Taubert

El primer acercamiento que tenemos con la palabra «murciélago» nos hace pensar en animales misteriosos, oscuros y peligrosos. Sin embargo, a pesar de la mala fama que los rodea, estos mamíferos **son importantes para el equilibrio de nuestros ecosistemas ya que desempeñan funciones esenciales como controladores de plagas y vectores de enfermedades, polinizadores y dispersores de semillas.** De las más de 1480 especies de murciélagos en el mundo, **solo tres incluyen sangre en su menú.** Al ser un grupo numeroso, los murciélagos tienen una sorprendente diversidad de formas, tamaños y hábitos de alimentación que reflejan su adaptación y su evolución a lo largo del tiempo (Figuras 1, 2 y 3).



Figura 1. El falso vampiro (*Vampyrum spectrum*) es el murciélago carnívoro más grande del continente americano. Fotografía: Martín Yair Cabrera Garrido



Figura 2. El murciélago blanco hondureño (*Ectophylla alba*) vive en pequeñas colonias debajo de las hojas de platanillo (*Heliconia* sp.). Estos murciélagos cortan las hojas dándole una forma de carpa para protegerse de la lluvia y posibles depredadores. Fotografías: José G. Martínez-Fonseca



Figura 3. El murciélago de labio largo (*Anoura fistulata*) presenta una adaptación extrema: su lengua puede extenderse hasta casi el doble de la longitud de su cuerpo para alcanzar el néctar de las flores largas que poliniza. Fotografía: Murray Cooper

Según el grado de parentesco, **los murciélagos se agrupan en 21 familias**, como si formaran un árbol genealógico. Entre estas familias, **una de las más estudiadas es Phyllostomidae, reconocida por su increíble diversidad de dietas.** Esta característica no solo la distingue del resto de los murciélagos, sino que también la convierte en un grupo único entre todos los mamíferos, destacándose por alimentarse de **una gran variedad de frutos, semillas, néctar, insectos, sangre y pequeños vertebrados como lagartijas, ratones y aves; incluso algunos murciélagos se pueden comer a otros murciélagos** (Figura 4). Actualmente, se reconocen 230 especies de murciélagos de esta familia (Phyllostomidae), siendo el grupo más diverso de murciélagos que se distribuyen en la región tropical de América. Estos animales coexisten con nosotros y **no representan un peligro.** De hecho, sin los murciélagos muchos de nuestros ecosistemas perderían estabilidad, al igual que algunos cultivos de gran valor comercial. En nuestro continente, **más de 360 especies de plantas dependen de los murciélagos filostómidos para reproducirse.** Un ejemplo es el agave tequilero, que tiene una estrecha relación con los murciélagos nectarívoros de los géneros *Glossophaga* y *Leptonycteris* quienes lo polinizan. Pero los murciélagos no solo benefician a las plantas, también **juegan un papel importante en el control de insectos plagas, reduciendo el uso de pesticidas en cultivos** y protegiendo la salud humana. Y aunque tienen una mala reputación, ¡los murciélagos vampiros también nos benefician! Su saliva contiene una proteína útil en medicina que puede ayudar a evitar coágulos de sangre, reduciendo el riesgo de infartos y derrames cerebrales.



Figura 4. Hábitos alimenticios de los murciélagos filostómidos. (A) *Glossophaga soricina* alimentándose del néctar de las flores de plátano. (B) *Artibeus* sp. disfrutando una guayaba. (C) *Desmodus rotundus*, el famoso vampiro, listo para lamer la sangre de la pata de un pollo. (D) *Tonatia maresi* saboreando un grillo. (E) *Vampyrum spectrum*, el falso vampiro, devorando un ratón. Fotografías: (A) Julian Schneider. (B) Minor Torres. (C) Dietmar Nill. (D) Ronald Bravo. (E) Anand Varma.

¿La dieta es el secreto de la diversidad de los murciélagos filostómidos?

El estudio de la dieta de los murciélagos filostómidos no solo desafía los mitos que los rodean respecto a una dieta tan variada, también nos ayuda a entender procesos evolutivos que ocurrieron en el pasado. A lo largo de millones de años, procesos evolutivos asociados con cambios en la alimentación presionaron a este grupo de mamíferos a adaptarse a distintas formas de conseguir recursos. **La búsqueda de diferentes fuentes de alimento ha resultado en modificaciones en su morfología, principalmente en cráneos y dientes, así como adaptaciones fisiológicas y genéticas para aprovechar eficientemente distintos recursos.** Con el tiempo, estas adaptaciones relacionadas con la dieta facilitaron que algunos grupos se diferenciaron entre sí, acelerando la aparición de nuevas especies a través de un proceso conocido como especiación. Además de la dieta, **otros factores como el clima y la geografía juegan un papel importante en la formación de nuevas especies y, en conjunto, nos pueden ayudar a entender los factores detrás de la asombrosa diversidad de especies.**

En el laboratorio de Macroecología Evolutiva de la Red de Biología Evolutiva, del INECOL, investigamos si los distintos tipos de dieta influyeron en la formación de más especies de murciélagos a lo largo del tiempo. Estudiamos a los murciélagos de la familia Phyllostomidae porque la variedad de alimentos que consumen se refleja en su morfología y en su historia evolutiva, la cual nos muestra cómo se relacionan entre sí las especies. Al observar cómo están emparentadas algunas especies de murciélagos filostómidos (Figura 5), vemos que los frugívoros como *Carollia perspicillata* y *Centurio senex* comparten ciertas características en sus cráneos debido a su dieta basada en frutas. Aunque *Centurio senex* es un caso especial, ya que su cráneo es más achatado y le permite comer frutos duros que otros murciélagos no pueden aprovechar. En cambio, *Carollia perspicillata* muestra un cráneo más acorde con una dieta omnívora o generalista que incluye insectos y frutos. Los murciélagos que cazan animales, como insectos y pequeños vertebrados (murciélagos animalívoros), tienen cráneos fuertes y dientes afilados, y aquellos que se alimentan del néctar de las flores (murciélagos nectarívoros) tienen cráneos alargados que les permite alcanzarlo en lo profundo de las corolas. **Esta relación entre lo que consumen y su forma física (fenotipo) convierte a los murciélagos filostómidos en un grupo de estudio ideal para comprender patrones evolutivos como la especiación.**

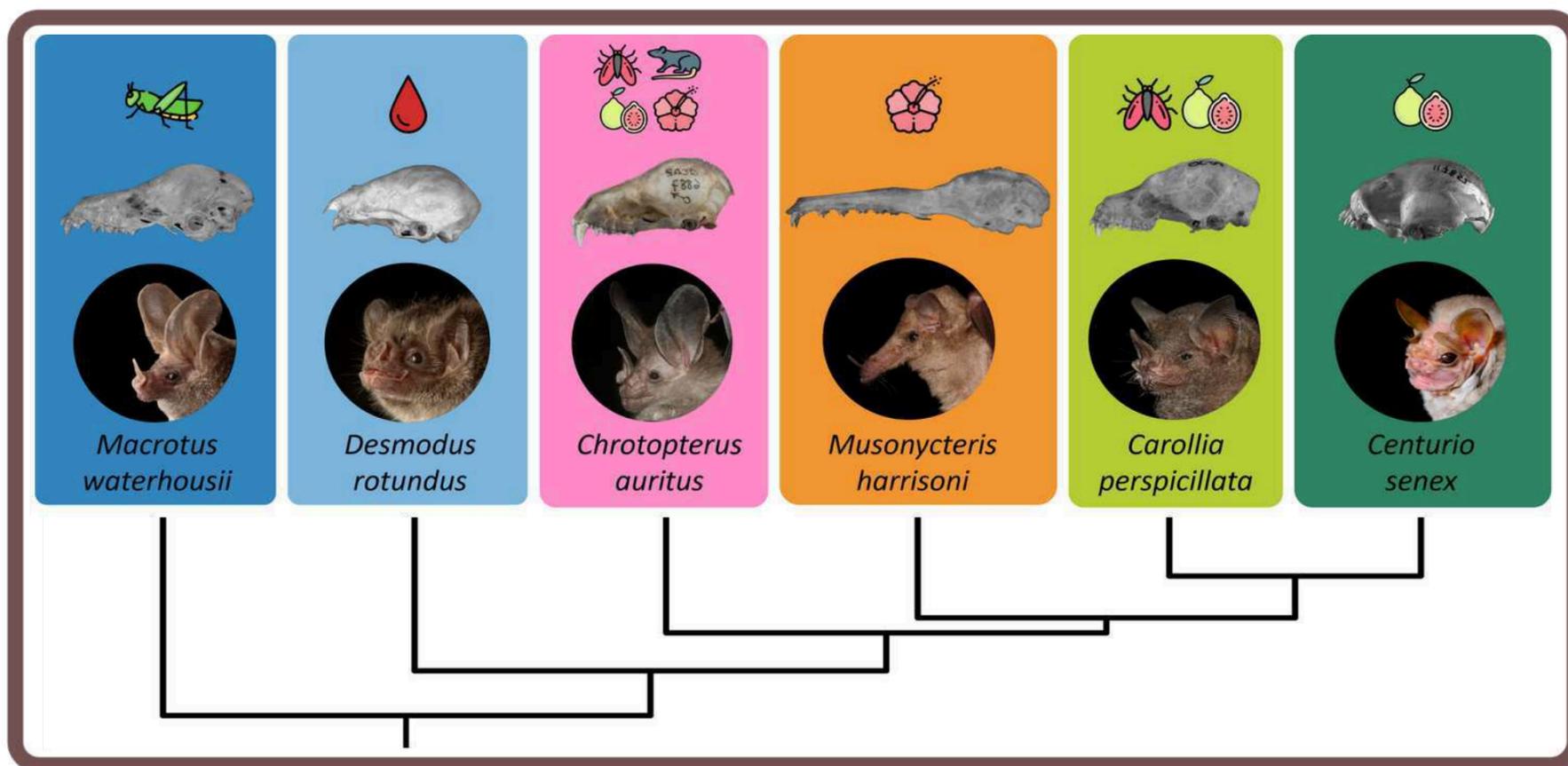


Figura 5. Relaciones evolutivas de murciélagos filostómidos. Este árbol muestra el grado de parentesco de algunos murciélagos, destacando los tipos de dieta y su relación con la morfología del cráneo. Las especies cercanas comparten características similares entre sí, como los murciélagos frugívoros (en color verde), mientras que comparadas con las especies más lejanas se observan diferencias notables (murciélagos animalívoros, en color azul). Las dietas se ilustran con los íconos de la parte superior. Fotografías (de izquierda a derecha): José G. Martínez-Fonseca; Angel Torres; Juan Cruzado Cortés; Guillermo Muñoz; Roberto Morim Novaes; José G. Martínez-Fonseca. Elaboración propia: Diana Marcela Ochoa Sanz

¡Más plantas en la dieta, más murciélagos!

Encontramos que el tipo de dieta afectó la velocidad de formación de nuevas especies de murciélagos en el tiempo (especiación). Las dietas ricas en frutos y en néctar aceleraron este proceso, generando nuevas especies más rápidamente que las dietas (generalistas) omnívoras y las que incluyen animales (insectos y pequeños vertebrados). **La rápida especiación en murciélagos filostómidos comenzó con una dieta ancestral principalmente insectívora, pero que también incluía algunas plantas, lo que les permitió adaptarse a diferentes tipos de alimentos y generar muchas especies en un corto intervalo de tiempo, ¡apenas 30 millones de años!** (Figura 6).

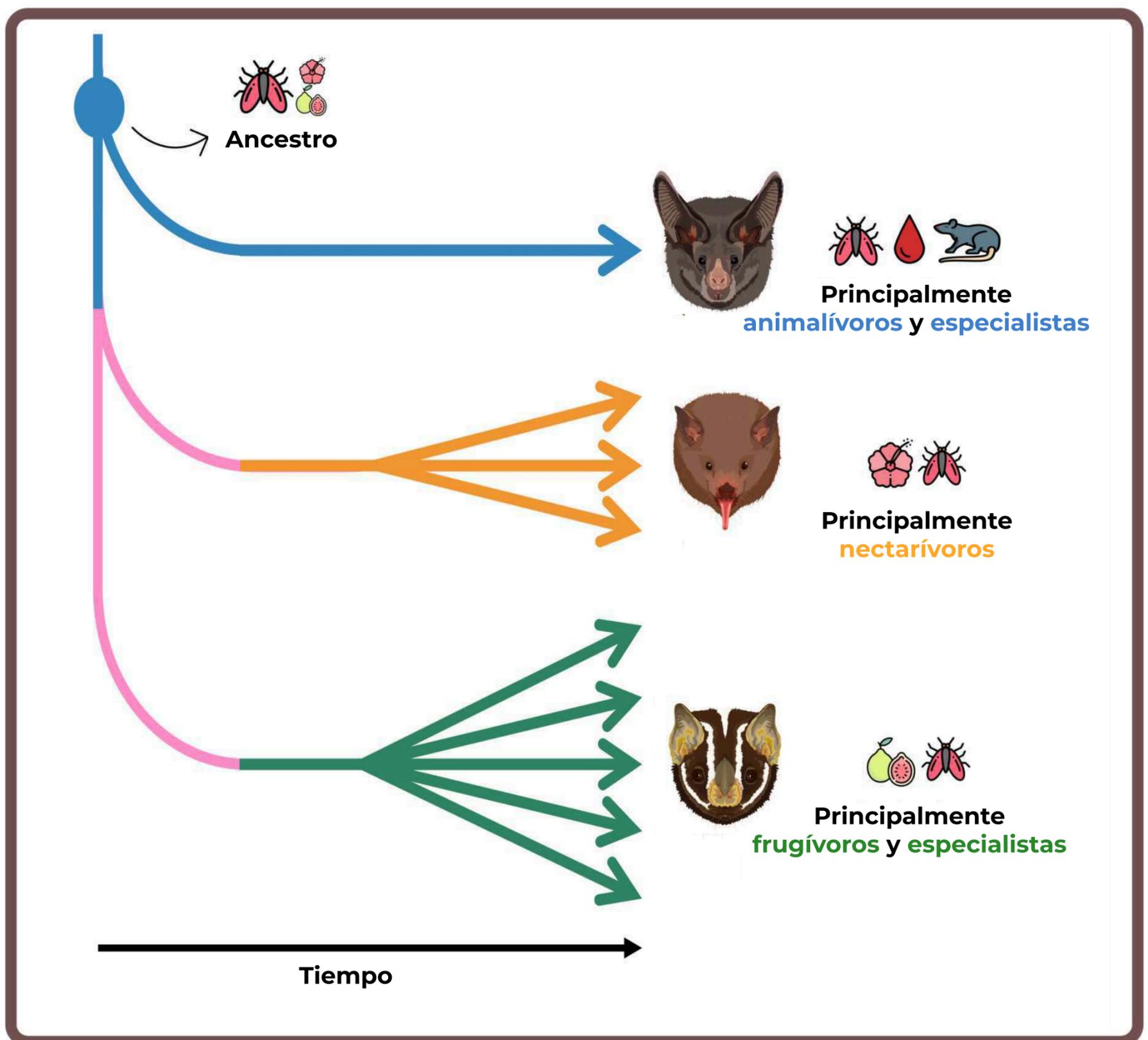


Figura 6. Proceso de especiación de murciélagos filostómidos asociado a la dieta. La omnivoría fue clave: a partir de un ancestro que comía principalmente insectos y algunas plantas, surgió rápidamente una gran diversidad de especies y dietas. Adaptado de: Grossnickle *et al.* (2024) *Current Biology*

Los científicos que estudian murciélagos encontraron que los ancestros de los filostómidos tenían algunas adaptaciones fisiológicas que les ayudaban a procesar los azúcares de las frutas y el néctar. Estas adaptaciones debieron ser importantes para generar la diversidad en su dieta y la aparición de nuevas especies. Además, es importante reconocer el papel de las dietas omnívoras, que son las que incluyen tanto animales como plantas, ya que estas dietas fueron clave en el cambio desde una alimentación basada en insectos a una alimentación diversa y rica en plantas. Por lo tanto, **el análisis de la diversidad de dietas de los murciélagos nos ayudó a comprender su historia evolutiva.** Finalmente, resaltamos la importancia de conocer la historia natural de estos mamíferos para contribuir a su conservación, ya que a menudo son temidos y malinterpretados por su dieta. **En lugar de temerles, debemos reconocer los múltiples beneficios que aportan a los ecosistemas y al bienestar de la humanidad.** Así que la próxima vez que escuches sobre murciélagos o veas alguno volando, imagina todo lo que podría estar comiendo (Figura 7).



Figura 7. Murciélagos nectarívoros del género *Leptonycteris* visitando un agave.
Fotografía: Bruce Taubert

Agradecimientos:

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) por la beca N° 1183727 otorgada para el desarrollo del proyecto de maestría: "*Efecto de la dieta en los patrones de diversificación de los murciélagos de la familia Phyllostomidae (Mammalia: Chiroptera)*". Al Laboratorio de Macroecología Evolutiva y al Dr. Leonel Herrera-Alsina por su apoyo con el método de diversificación utilizado en el proyecto. Al Dr. Wesley Dáttilo y la Dra. Laurel R. Yohe, miembros del comité tutorial, por guiar el desarrollo del proyecto. Al semillero de investigación "Mutualismos y servicios ecosistémicos en el Neotrópico" de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia, donde se gestaron las primeras ideas de este proyecto. Los autores también agradecen al Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México perteneciente a la red de laboratorios nacionales CONAHCyT, por los recursos computacionales, el apoyo y la asistencia técnica.

Para saber más:

- Camacho J, Bernal-Rivera A, Peña V, Morales-Sosa P, Robb SM, Russell J, Yi K, Wang Y, Tsuchiya D, Murillo-García OE, y Rohner N. 2024. Sugar assimilation underlying dietary evolution of Neotropical bats. *Nature Ecology & Evolution* 8, 1-16. [Click aquí](#)
- Grossnickle DM, Sadier A, Patterson E, Cortés-Viruet NN, Jiménez-Rivera SM, Sears KE, Santana SE. 2024. The hierarchical radiation of phyllostomid bats as revealed by adaptive molar morphology. *Current Biology* 34(6), 1284-1294. [Click aquí](#)
- Rojas D, Vale Á, Ferrero V, Navarro L. 2012. The role of frugivory in the diversification of bats in the Neotropics. *Journal of Biogeography* 39, 1948–1960. [Click aquí](#)

LOS TÁBANOS: LOS DÍPTEROS QUE TODOS VEN, PERO DE LOS QUE NADIE PREGUNTA

Julia Juneht Alavez Chávez

Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana

Mariel Aguilar Domínguez*

Laboratorio de Parasitología, rancho "Torreón del Molino", Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana

Ana Celia Montes de Oca Aguilar**

Laboratorio de Inmunología, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán

Daniel Sokani Sánchez Montes

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Tuxpan, Universidad Veracruzana

Dora Romero Salas

Laboratorio de Parasitología, rancho "Torreón del Molino", Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana

Anabel Cruz Romero

Laboratorio de Parasitología, rancho "Torreón del Molino", Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana

*marieaguilar@uv.mx **ana.montesdoca@gmail.com



Fotografía: makamuki0, Pixabay

¿Qué piensas cuando escuchas la palabra Tábano? Seguro en esos insectos de mala reputación que son persistentes y temidos por los humanos. **Los Tábanos son dípteros (moscas) que pertenecen a la familia Tabanidae de la cual lleva su nombre y han desarrollado habilidades interesantes para alimentarse de sangre generando picaduras sumamente dolorosas.** Su mala fama es incluso mencionada en el “Libro del Éxodo” al ser considerados la cuarta plaga que afectó a Egipto. Interesantemente la diversidad de estos dípteros (114 géneros y 4, 455 especies) es más exuberante que el de los chupasangres mejor conocidos en el mundo, los mosquitos (Culicidae 3,725 especies).

Los tábanos son insectos regordetes y fortachones, y aunque pareciera que todos son iguales y simples, pueden presentar patrones de coloración llamativos, útiles a la hora de su identificación. Aunque los tábanos están en todos lados, son más diversos (1, 210 especies) en la región Neotropical (zona tropical del continente americano). Sin embargo, su diversidad podría ser mayor ya que los estudios faunísticos sobre estos dípteros están pobremente representados. Por ejemplo, **en México se han registrado 214 especies** (3 subfamilias y 29 géneros) pero **la mayoría de los estudios faunísticos se concentran en el sureste del país (como Chiapas y la Península de Yucatán)** (Figura 1 y 2). Además, los registros sobre su ubicación geográfica e identificación taxonómica en muchos casos son incompletos (Figura 3). Esto último también ha generado que la comprensión de sus relaciones ancestro-descendencia y la generación de claves de identificación para la mayoría de las especies descritas sea aún más limitada. La identificación de los tábanos continúa basándose en su morfología (apariencia física), pero no permite el reconocimiento de especies que son muy parecidas (crípticas) o que forman parte de un complejo de especies.



Figura 1. *Tabanus oculus*, es una de las especies de tábanos de mayor tamaño. Se reporta su presencia en estados como Chiapas, Yucatán y Veracruz. Fotografía: J.J. Alavez Chávez



Figura 2. *Tabanus commixtus*, donde se aprecia la forma estructural del ala.
Fotografía: J.J. Alavez Chávez

A pesar de los estudios que ya se han realizado, todavía se desconocen varios aspectos de la historia natural de los tábanos. Pero existen algunos patrones generales. **Los Tábanos presentan cuatro etapas de desarrollo durante su ciclo de vida con requerimientos y características morfológicas distintas: huevo, larva, pupa y adulto** (Figura 3). **Suelen tener una sola generación al año y todo inicia con el apareamiento de los adultos que ocurre durante un vuelo.** Cada hembra pone de 100 a 800 huevos sésiles que deposita en sustratos con alta humedad y temperatura. **Las larvas se desarrollan en lugares húmedos,** son muy activas y se alimentan de larvas de otros dípteros (depredadoras). Algunos estudios reportan que hay especies que permanecen en etapa larval hasta tres años. Por su parte, las pupas, que también son un estado en el ciclo de desarrollo de los tábanos, requieren de lugares secos para su desarrollo y los machos son los primeros en emerger. **Los adultos viven en promedio de 2 a 3 semanas, y ambos sexos se alimentan de néctar de las flores.** Sin embargo, **la hembra también requiere de la ingesta de sangre para el desarrollo de sus huevos.** Los adultos presentan una marcada diferencia entre los sexos. Las hembras presentan un aparato bucal picador-cortador fuerte asociado a su hábito hematófago (que comen sangre) no compartido con los machos.

Los Tabános

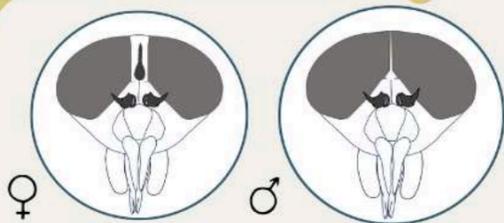


DISTRIBUCIÓN

La región Neotropical es la de mayor diversidad de Tabános en el mundo. En México se han reportado 214 especies, pero podrían ser más. De acuerdo a datos de GBIF en el país se han reportado 2, 508 registros, el 73% provienen de la Península de Yucatán, y el 27% se concentra en registros esporádicos de 25 estados del país

● Registros en la Península de Yucatán
● Registros esporádicos en el país

DIMORFISMO SEXUAL



Los adultos pueden diferenciarse a partir de los ojos. Los machos tienen los ojos juntos (holópticos), mientras que las hembras no presentan esa unión (ojos dicópticos, separados).

PATRONES DE COLORACIÓN



Aunque parecen insectos simples y sin color, algunas especies pueden presentar patrones de coloración llamativos, sobre todo en los ojos. Este patrón puede ayudar en su identificación taxonómica

CHUPA SANGRE Y PESTES



Las hembras se alimentan de sangre (hematófagas) de animales y humanos. Tiene predilección por animales de talla grande. La alta densidad y sus dolorosas picaduras pueden generar estrés y la pérdida de peso en animales de producción pecuaria

BIOINDICADORES



La presencia y abundancia de algunas especies de Tabános (en cualquier etapa) puede indicarnos del estado de salud de un ecosistema, es decir, si se encuentra perturbado.

POLINIZADORES

Tanto hembras como machos son visitantes florales y polinizadores de más de 170 familias de plantas. Algunas especies han co-evolucionado con las plantas y han desarrollado adaptaciones morfológicas como un aparato bucal alargado para poder alimentarse de las plantas. Se consideran entre los primeros polinizadores de las angiospermas.

Los tábanos adultos tienen un promedio de vida de 2 a 3 semanas y los machos suelen emerger primero que las hembras.

CICLO DE VIDA



ELEMENTOS CLAVE DE LA RED TRÓFICA



Son el alimento principal de varios vertebrados como anfibios, arañas, aves, etc. Una disminución en sus poblaciones puede afectar el de otros seres vivos

VECTORES MECÁNICOS

Los adultos pueden portar patógenos en el cuerpo que representan un riesgo para la salud animal y humana. Los patógenos no se replican o reproducen dentro de ellos. Cuando las hembras se alimentan de sangre de animales y humanos, favorecen el contacto con los patógenos. Se asocian con más de 30 patógenos, y destacan:

Virus de la anemia infecciosa equina, Virus de la leucosis bovina, Virus de la diarrea viral bovina, Virus del cólera porcino, Virus de la estomatitis vesicular, Virus de la peste bovina, Virus de la encefalitis de California.

Anaplasma marginale, *Francisella tularensis*, *Bacillus anthracis*, *Borrelia burgdorferi*, *Coxiella burnetii*, *Clostridium chauvoei*, *Pasteurella multocida*, *Brucella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Ehrlichia risticii*

Loa loa, *Dilofilaria repens*, *Dilofilaria roemeri*, *Elaeophora schneider*

Trypanosoma congolense, *Trypanosoma brucei*, *Trypanosoma equiperdum*, *Trypanosoma evansi*, *Trypanosoma vivax*, *Trypanosoma theileri*, *Bestonia besnoiti*, *Haemoproteus metchnikovi*

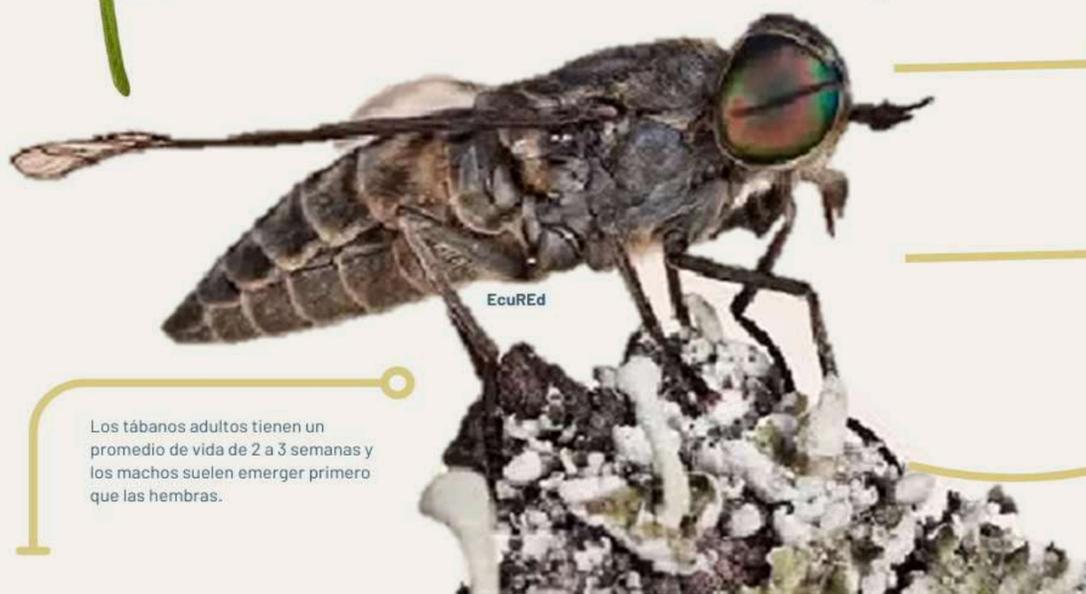


Figura 3. Principales características de los tábanos. Imagen: J.J. Alavez Chávez
Da click sobre la imagen para ampliar

Otra característica importante se observa en los ojos compuestos, que en los machos se juntan en la parte superior de la cabeza (ojos tipo holópticos), pero en las hembras están separados (ojos dicópticos) (Figura 3 y 4). **La conducta de los machos es poco conocida, de hecho, raramente son capturados y esto ha provocado que sean desconocidos en términos ecológicos y taxonómicos. Las hembras, que tienden a ser más agresivas, están en constante búsqueda de hospederos sanguíneos como mamíferos de talla grande,** se sienten atraídas por colores oscuros y la producción de CO₂. Ambos sexos son excelentes voladores, capaces de recorrer entre 1 a 2 km, son más activos durante el día y sumamente abundantes tanto en época de seca como en lluvias.



Figura 4. Diferencias en la forma y patrones de coloración de la cabeza en los tábanos.
Fotografías: J.J. Alavez Chávez

Aunque no lo parezca, **los tábanos son elementos clave en los ecosistemas naturales**, al formar parte de la cadena trófica como presas de muchos vertebrados y **son importantes polinizadores de más de 170 familias de plantas** (Figura 1). De hecho, la evidencia muestra que algunas especies han coevolucionado con las plantas con flores, y son considerados entre los primeros polinizadores de las angiospermas tempranas (primeras plantas con flores). La presencia de tábanos también puede ser un bioindicador del grado de conservación de un hábitat. Sin embargo, contrario a países de Europa y Asia, en el Neotrópico (América) poco se ha estudiado sobre lo que aportan estos insectos a los ecosistemas.



Figura 5. Formas de colecta de tábanos: trampa Malaise (izquierda) que intercepta al díptero en su vuelo y trampa Manitoba (derecha) que contiene un objeto de color oscuro en el centro que funge como atrayente. Fotografía: J.J. Alavez Chávez

Pero, **¿sabías que los tábanos son vectores mecánicos de algunos patógenos que afectan la salud humana y animal?** Durante la alimentación, la hembra corta la piel del hospedero y de manera indirecta favorece el contacto con patógenos, a esto se le llama “vector mecánico”. En los vectores mecánicos el patógeno no se multiplica o cumple parte de su ciclo de vida, sino que únicamente lo utiliza como vehículo en la transmisión. Aunque se les asocia con más de 30 patógenos, han pasado desapercibidos, y sus implicaciones en las dinámicas de transmisión de han sido poco exploradas (Figura 1). **En producción animal, los tábanos representan no sólo un riesgo sanitario, si no que una gran densidad de picaduras puede provocar una disminución en la producción de hasta un 25%, generando grandes pérdidas económicas.**

Como hemos visto, a pesar de su importancia como polinizadores, bioindicadores y en la salud humana/animal, los tábanos continúan siendo uno de los grupos más desatendidos por la ciencia. De hecho, los estudios que se han centrado en la salud humana y animal comúnmente informan sobre grupos conocidos (por ejemplo, mosquitos), oscureciendo la relevancia de los tábanos en las dinámicas de transmisión de varios patógenos. Esto sólo refleja la necesidad de incrementar los esfuerzos en el desarrollo de estudios faunísticos y ecológicos para redireccionar nuestra percepción sobre la importancia de estos insectos en los ecosistemas naturales a través del estudio de sus interacciones. **Esto es particularmente necesario en México, donde la topografía y heterogeneidad ambiental podría estar moldeando la diversidad y endemismo de estas especies, pero donde los tábanos continúan siendo pobremente representados en las colecciones biológicas.**



Fotografía: Makamuki0, Pixabay

**Para saber más:**

- Keita M L, Medkour H, Sambou M, Dahmana H, Mediannikov O. 2020. Tabanids as possible pathogen vectors in Senegal (West Africa). *Parasites Vectors* 13, 500. [Click aquí](#)
- Manrique Saide P, Briceno-Uc A, Ibáñez-Bernal S, Sandoval-Ruiz C. 2012. Tábanos (Diptera: Tabanidae) de la selva media del sur de Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28 (3), 497-506. [Click aquí](#)

Fotografía: Daniel Alon, Pixabay

ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DEL AGUA QUE SIGUEN INSPIRANDO AL MUNDO

Diana Helena Uscanga Alvarado*

Posgrado, INECOL

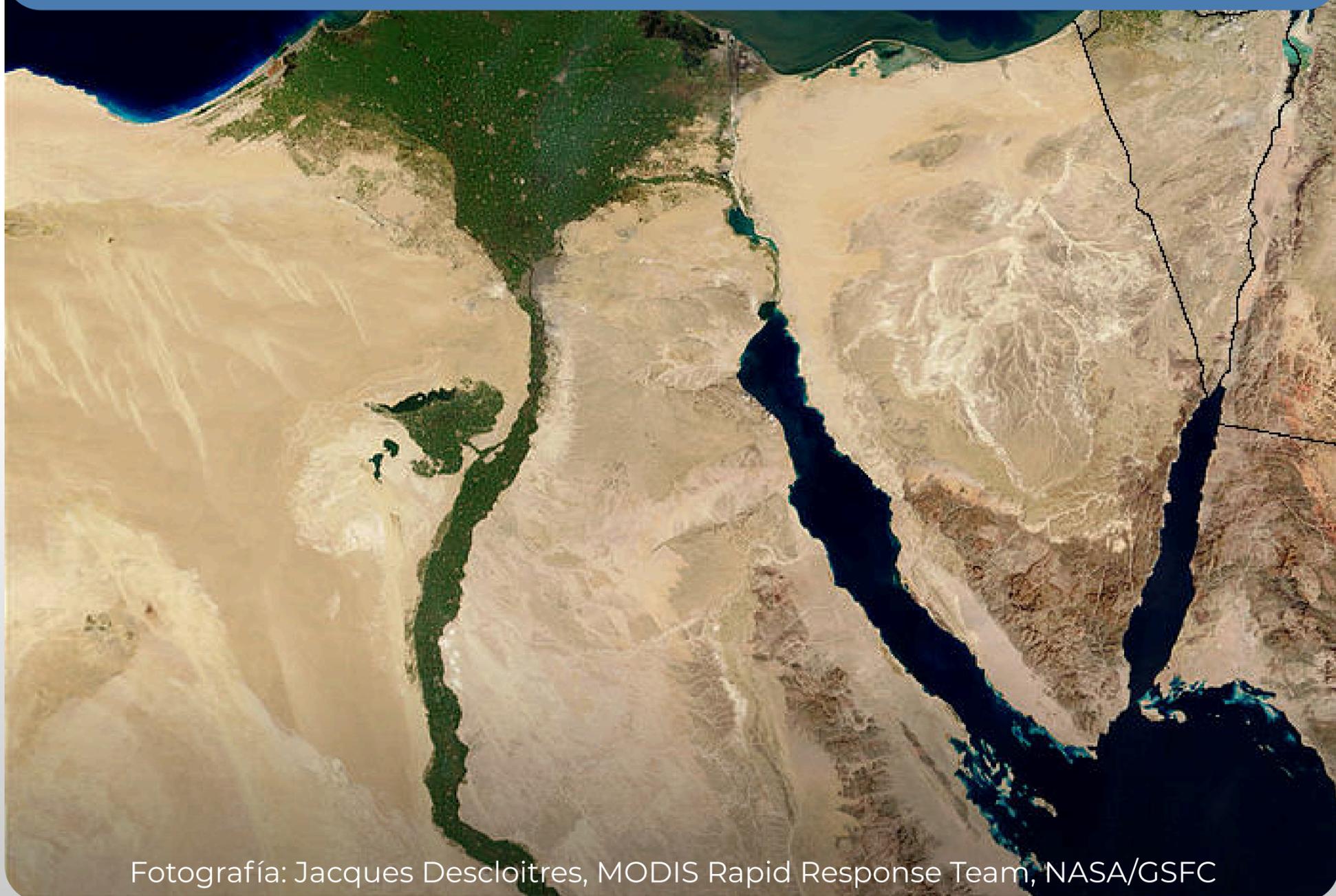
Debora Lithgow

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Citlalli A. González Hernández

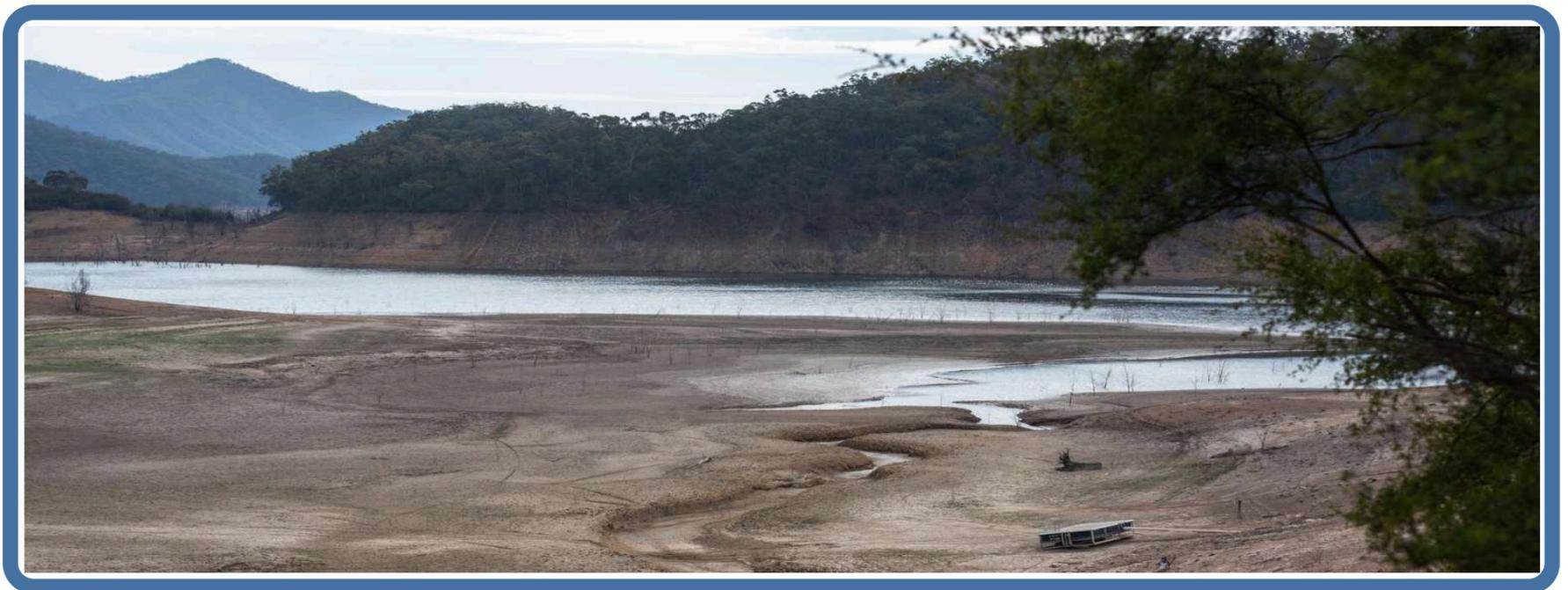
Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

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



Fotografía: Jacques Descloitres, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC

Hoy en día enfrentamos retos cada vez más graves en la gestión del agua, los cuales están asociados, entre otras cosas, con la poca prevención y ahorro de agua, la gestión inequitativa del recurso, sobreexplotación de fuentes de agua, la contaminación, la infraestructura deficiente y a los efectos del cambio climático. Es posible que dichos retos intensificarán la crisis hídrica en muchos países del mundo, incluyendo México. Lo anterior se debe a que **el aumento de temperatura acelera la evaporación, reduciendo la disponibilidad de agua en ríos y lagos; las alteraciones en los patrones de lluvia generan sequías prolongadas en algunas regiones e inundaciones en otras, mientras que el ascenso del nivel del mar provoca la intrusión salina en acuíferos costeros, afectando su calidad e impidiendo que la podamos utilizar sin tratamiento previo.**



Fotografía: Penny Ash, Pixabay

Debido a las afectaciones de estos retos hídricos sobre nuestro bienestar actual y futuro, **la búsqueda de soluciones es una tarea urgente. Las innovaciones tecnológicas que rescatan saberes ancestrales pueden favorecer el diseño e implementación de alternativas apropiadas a cada contexto actual, y a la vez considerar la disponibilidad de recursos técnicos y económicos. Un ejemplo fascinante de la gestión del agua fue la desarrollada por los antiguos egipcios, donde en un ambiente árido, la prevención, ahorro y administración eficiente del recurso permitieron la prosperidad de una civilización gracias a su avanzado manejo hidráulico.** De estos casos de éxito históricos podemos aprender la relevancia de la adaptación y del conocimiento profundo del entorno como factores claves para la resiliencia hídrica. Si bien las problemáticas del agua actuales destacan por su gran complejidad y afectan desde la escala local hasta lo global, podemos recuperar enseñanzas e inspiración de la forma en que antiguas culturas innovaron ante sus problemáticas y retos específicos.

El río Nilo: un protagonista

Cuando pensamos en Egipto, nos vienen a la mente las grandes pirámides y el vasto desierto (Figura 1). Sin embargo, estas condiciones desérticas no siempre fueron así. **Hace más de 6,000 años, el clima de esa región era más húmedo, con lluvias mucho más frecuentes.** Con el tiempo, el clima cambió, las lluvias disminuyeron y los parches de vegetación desaparecieron. Se cree que este cambio impulsó a las poblaciones nómadas a asentarse en las riberas del río Nilo, una fuente permanente de agua (Figura 2).



Figura 1. Pirámides de Giza, Egipto. Fotografía: Merydolla, Canva

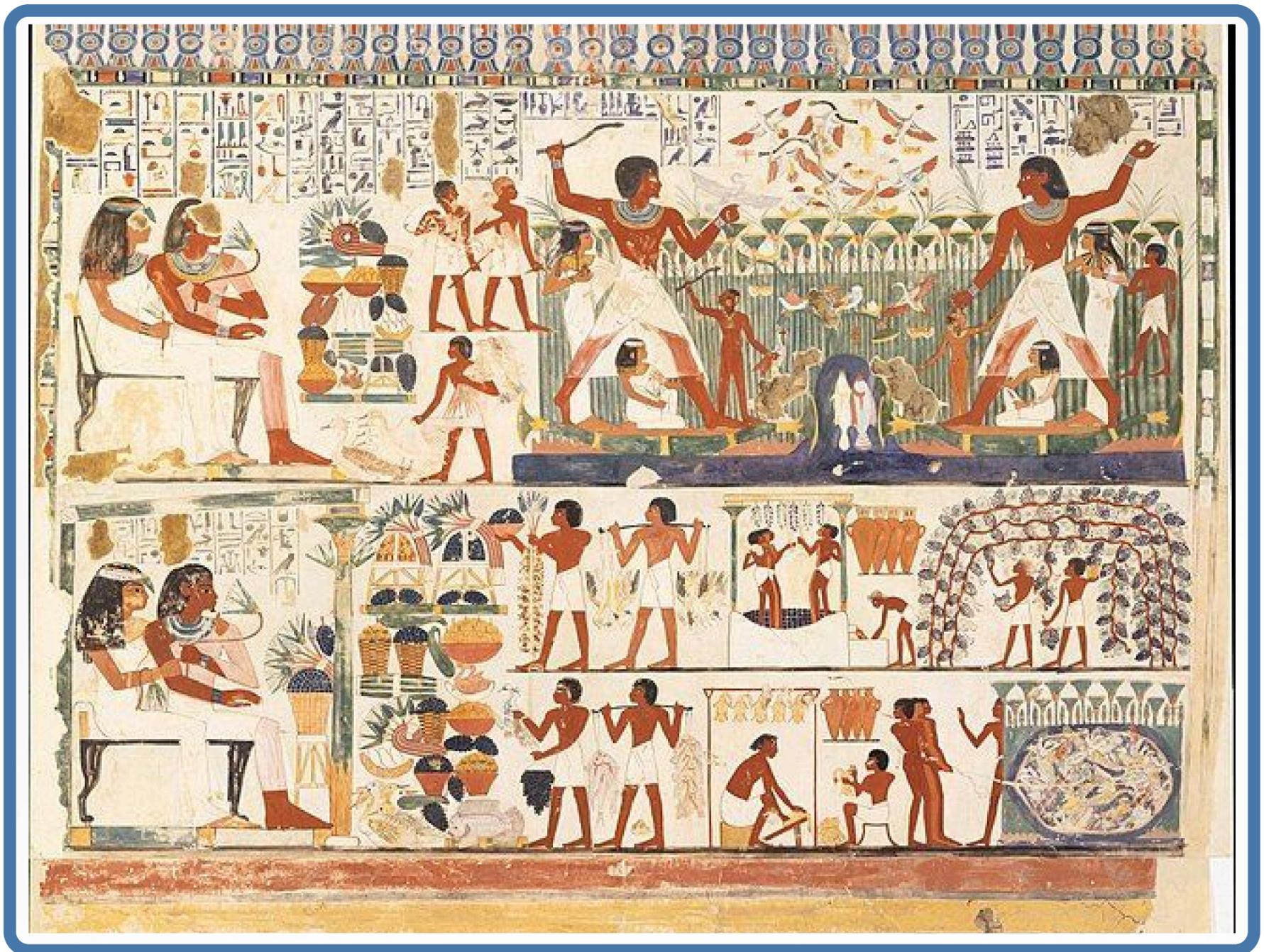


Figura 2. Representación en papiro de la caza y la pesca realizada en las orillas del Nilo. Tumba de Nakht, yeso pintado, primera mitad del siglo XIV a.C. Fuente: Wikipedia

El río Nilo se convirtió en la base de la civilización egipcia porque sus crecidas anuales depositaban sedimentos ricos en nutrientes, fertilizando las riberas. Este fenómeno conllevó a un suceso importante: el desarrollo de prácticas agrícolas avanzadas, impulsando un crecimiento demográfico significativo y la consolidación de una sociedad compleja.

En un ambiente desértico cálido con muy pocas lluvias, donde el agua escaseaba, **los egipcios desarrollaron sistemas de manejo del agua muy sofisticados.** Las obras más conocidas incluyen represas para controlar las inundaciones, algunas podían tener una capacidad de hasta 600,000 m³, y redes de canales que ayudaban a distribuir el agua de manera eficiente, obras de ingeniería hidráulica y sobretodo una dinámica social y comercial acotada a la dinámica del Río Nilo. Al día de hoy estas **estrategias podrían inspirar maneras eficientes de gestión del agua. Sin embargo, tecnologías acotadas al contexto local y accesibles deben ser analizadas, ya que podrían servir de inspiración para los retos actuales.**

Pensando en el desarrollo de la agricultura en un Egipto desértico, **¿cómo lograban irrigar sus cultivos? Ahora sabemos que utilizaban el “shaduf”,** un dispositivo compuesto por un balde atado a un brazo de madera con un contrapeso. Este mecanismo permitía elevar el agua hasta 1.5 m y regar hasta 12 hectáreas. Claro está que el uso del *shaduf* dependía de la cercanía de la parcela a una fuente de agua. **Otra tecnología usada para la recolección de agua era la rueda hidráulica sakia,** compuesta por compartimientos parecidos a cubetas y una cadena, que corría sobre una polea, impulsada por bueyes o camellos (Figura 3).

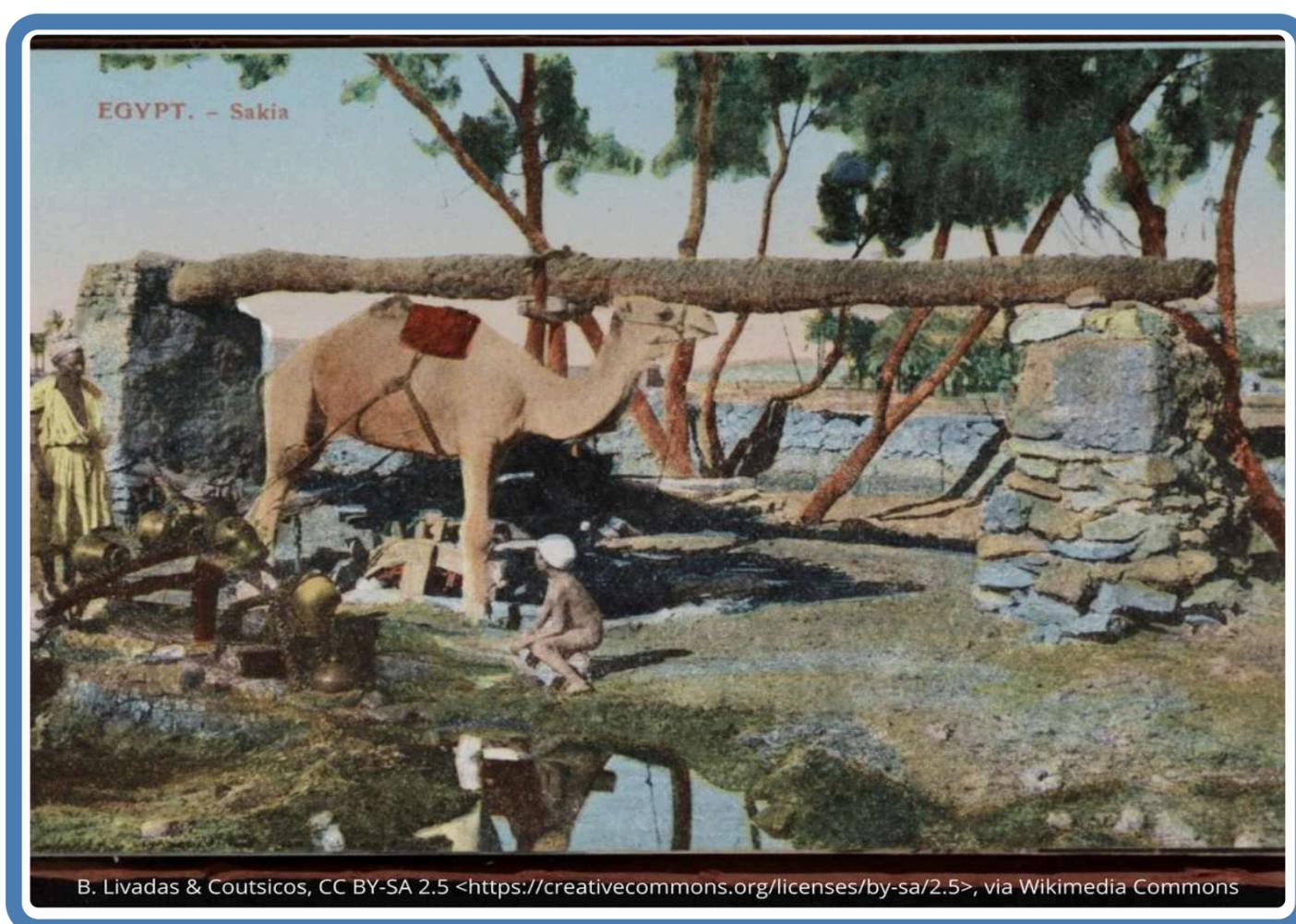


Figura 3. Representación de una rueda hidráulica sakia.
Ilustración: Livadas y Cpusticos, CC0Creative Commons

Los canales que comenzaban a orillas del Nilo eran excavados para llevar agua a zonas alejadas del cauce del río. Su construcción era un evento de gran importancia y su apertura incluía un evento supervisado por el Faraón. **Estos canales transportaban agua hacia los cultivos y centros de población, llegando incluso a cisternas de templos y edificios administrativos donde se almacenaba** (Figura 4). Además del agua almacenada en cisternas, se excavaban pozos en puntos estratégicos para el suministro de agua a las comunidades. Una creencia del Antiguo Egipto que perduró por varias dinastías fue que el faraón tenía la capacidad de predecir en qué sitio había agua subterránea, con lo que planeaba la edificación de sus monumentos de acuerdo con la cercanía a la construcción futura de pozos. Por ejemplo, el faraón Seti I eligió el lugar para la construcción de un pozo profundo cercano a la ciudad de Idfu.



Figura 4. El agua es conducida y almacenada cerca de edificios importantes. Fotografía: Canva

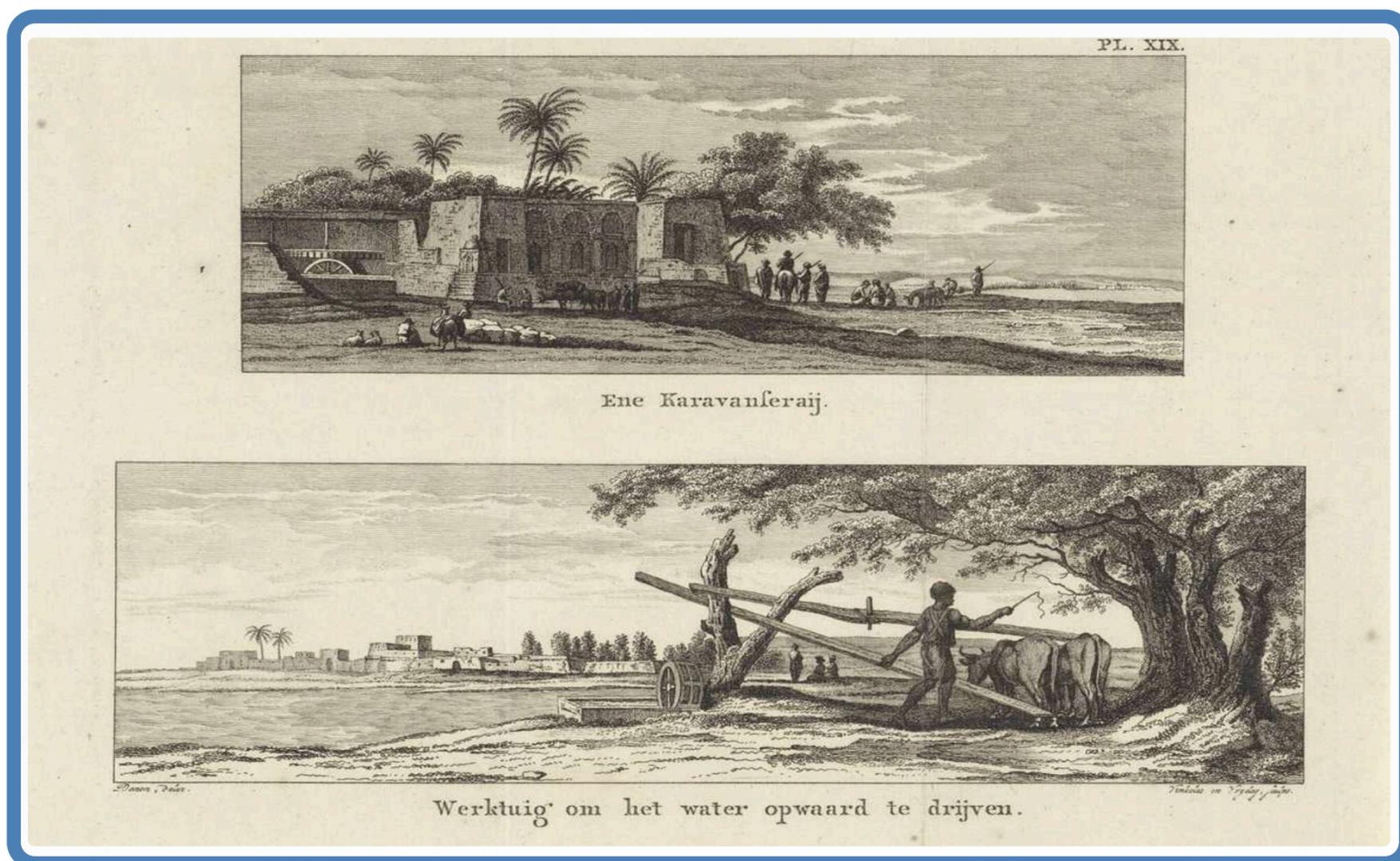
Considerando el agua como un bien invaluable, **la recolección de agua de lluvia se practicaba también para suministro de tareas domésticas**, en especial en Alejandría, donde se construyeron cisternas aisladas para la recolección de lluvia.

Como pueblo previsor, los egipcios monitoreaban el nivel del río con Nilómetros, construcciones distribuidas a lo largo del Nilo con los que registraban los niveles máximos y mínimos del agua. Estos registros eran fundamentales para la planificación porque les permitían anticipar la disponibilidad de agua, tomar decisiones sobre su uso eficiente y sobre el almacenamiento de este y otros recursos como alimentos.

Más allá de los sistemas de riego, transporte, monitoreo y almacenamiento, **los antiguos egipcios también desarrollaron métodos y “dispositivos” de tratamiento de agua**, algunos representados en las pinturas de las paredes de las tumbas de Amenofis II y Ramsés II. Entre estos métodos se encontraba el uso de alumbre (sustancia química de sulfato de aluminio y potasio) para sedimentar partículas suspendidas, así como el empleo de sustancias naturales, semillas, cuarzo, entre otros materiales para filtrar el agua. Claro, debe considerarse que los estándares de potabilidad en ese entonces se basaban en el sabor, la temperatura, el olor y la apariencia del agua.

¿Y esto por qué importa ahora?

En un mundo donde el acceso al agua potable es cada vez más limitado, aprender de las estrategias y gestiones ancestrales puede inspirar la innovación científica y administración para encontrar soluciones sostenibles. Parte del conocimiento de los pobladores egipcios antiguos ha perdurado hoy en día en canales, represas y cisternas; además, el ahorro de agua y su administración basada en las mediciones reales del recurso son una de las lecciones más valiosas. A partir de casos como el de Egipto antiguo, nos damos cuenta de que **en cada lugar, la falta de agua se debe abordar con acciones contextualizadas, a partir de un profundo conocimiento del entorno.** Especialmente en la actualidad, las alternativas de solución implican considerar distintos **ámbitos, tanto sociales, económicos, políticos como ambientales.** Una de las grandes lecciones que podemos llevarnos de los antiguos egipcios es la importancia de la asociación entre la dinámica social/económica basada en la prevención y medición de la disponibilidad de los recursos acuíferos. Asimismo, es esencial tomar consciencia de que la administración equitativa y la toma de decisiones basada en datos pueden ser determinantes en el acceso al vital líquido.



Fotografía: Rijksmuseum, CCO, via Wikimedia Commons

Si aprendemos del legado de esta y otras culturas e invertimos en el desarrollo de tecnologías innovadoras, podemos transformar la manera en que gestionamos el agua y enfrentar los desafíos hídricos actuales.

Agradecimientos:

Diana Helena Uscanga Alvarado agradece a la Universitat Autònoma de Barcelona por la información impartida en el curso “Egiptología”, el cual inspiró la construcción de este artículo que cuenta una parte del fascinante mundo de los antiguos egipcios.

Para saber más:

- Abdelkader TA, Fatma EG, Vasileios AT, Andreas NA. 2020. Egyptian and Greek Water Cultures and Hydro-Technologies in Ancient Times. Sustainability 12, 9760. [Click aquí](#)
- Abd-allah G. 2008. Water culture in Egypt. Options Méditerranéennes 83, 84-96. [Click aquí](#)
- Murray GW. 1955. Water from the Desert: some ancient Egyptian achievements. The Royal Geographical Society 121(2), 171-181. [Click aquí](#)

METODOLOGÍAS SOCIOECOLÓGICAS PARA ABORDAR MULTIDIMENSIONALMENTE SISTEMAS CAFETALEROS EN VERACRUZ

Milton Javier Rubiano Guzmán*

Posgrado, INECOL

Carlos Alberto López Arcadia

Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Martha Bonilla Moheno

Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Tlacaelel Rivera-Núñez

Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

milton.rubiano@posgrado.ecologia.edu.mx



Fotografía: Milton Javier Rubiano Guzmán

La cafecultura es una actividad económica y productiva con arraigo cultural en el estado de Veracruz, México. Se estima que alrededor de 850 comunidades rurales, en diez regiones cafetaleras, realizan el cultivo del aromático. **Las principales variedades de café cultivadas en Veracruz son Typica, Bourbon y Caturra, generalmente bajo la sombra de árboles y arbustos, e incluso dentro de remanentes de bosque de niebla.** Esto los convierte en un modelo productivo capaz de mantener la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos, como la regulación del clima y del aire, conservación del suelo y purificación del agua.

En el último par de décadas, **colegas del Instituto de Ecología, A. C. (INECOL) han dedicado esfuerzos de investigación ecológica a conocer en detalle la diversidad de mamíferos, aves, insectos, plantas y hongos que favorecen los sistemas cafetaleros bajo sombra en Veracruz, así como el estado de los servicios ecosistémicos asociados.** Esto permite valorar aún más el papel que tienen los sistemas cafetaleros de sombra en la conservación y en el bienestar de las comunidades donde se desarrollan.



Secado al sol de granos de café recién despulpados, localidad Zincalco (Tequila).
Fotografía: Milton Javier Rubiano Guzmán

En la Red de Ambiente y Sustentabilidad del INECOL tenemos particular interés en transitar de la ecología disciplinaria al campo interdisciplinario de las investigaciones socioecológicas. **Los sistemas socioecológicos, unidades de análisis por excelencia de la sustentabilidad, son sistemas complejos y adaptativos, pues combinan y entrelazan elementos ecológicos, biofísicos, culturales, económicos y políticos.** Para entender la complejidad de estos sistemas, han surgido y adaptado una serie de herramientas metodológicas novedosas que permiten comprender integralmente aspectos sociales y ecológicos. Esta perspectiva socioecológica nos ayuda a identificar las posibles soluciones a los retos de conservación y producción que encontramos actualmente en las comunidades productoras de café de sombra.

En este artículo compartimos algunos de los logros alcanzados por dos tesis de maestría de la Línea de Manejo de Recursos Naturales del Posgrado del INECOL, que aplicaron metodologías innovadoras en este campo para estudiar: (1) la relación entre los programas públicos, “Sembrando Vida” y “Producción Para el Bienestar”, con la sustentabilidad de los cafetales; y (2) el impacto de la crisis de la roya en las prácticas de manejo de los productores de café y cómo esto ha modificado el paisaje cafetalero en las regiones de Coatepec, Huatusco, Zongolica y Córdoba, Veracruz.



Matriz agroforestal en la Sierra de Zongolica.
Fotografía: Milton Javier Rubiano Guzmán

Método-Q y MESMIS

El Método-Q es una herramienta que permite analizar de manera profunda las opiniones y percepciones de las personas sobre temas controversiales. En este caso, se utilizó para estudiar las opiniones de los cafecultores sobre dos programas públicos, “Sembrando Vida” y “Producción Para el Bienestar”. El método consta de cuatro pasos: i) construcción de oraciones posibles que reflejan las opiniones a partir de documentación, literatura científica, declaraciones en prensa y observaciones de campo; ii) selección de las oraciones clave a través de pilotajes con cafecultores de la región (el pilotaje es una prueba a pequeña escala, para seleccionar las oraciones finales que se utilizarán en el análisis); iii) aplicación del método a cada participante, donde leen las oraciones y las organizan en un tablero (Figura 1); y iv) análisis estadístico y narrativo de las aplicaciones del método a cada persona. Posteriormente, se analizan las respuestas obtenidas, se comparan y se agrupan de acuerdo con la similitud entre ellas con la finalidad de definir grupos de opinión. Esto es, se analizan, comparan y agrupan las respuestas más similares y se definen los grupos de opinión. El Método-Q fue aplicado a 65 cafecultores, encontrando cuatro perfiles: defensores de los programas públicos, crítico-propositivos, pragmáticos y críticos absolutos. Así, este método permitió captar que existe una diversidad de percepciones en los cafecultores, yendo más allá de una visión simplista de apoyo o rechazo a los programas.



Figura 1. Aplicación del Método-Q con un cafecultor de la localidad de Zincalco, Sierra de Zongolica, para conocer sus percepciones sobre la relación entre los programas públicos y el manejo cafetalero. El productor lee y selecciona las oraciones con las que está más de acuerdo (lado derecho del tablero), con las que está menos de acuerdo (lado izquierdo del tablero) y las neutrales (al centro). Fotografía: Milton Rubiano Guzmán

En esta misma investigación aplicamos el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) para analizar los cafetales, considerando una parcela en condiciones promedio y otra en buenas condiciones para cada uno de los programas, al igual que dos parcelas sin apoyo de éstos. El MESMIS, desarrollado en México y utilizado ampliamente en Latinoamérica, evalúa la sustentabilidad, incluyendo la identificación de puntos críticos, selección de indicadores idóneos, evaluación en campo, ponderación y visualización mediante gráficos radiales comparables e ilustrativos. En la Sierra de Zongolica encontramos aspectos de manejo fuertes y débiles en las parcelas estudiadas de los dos programas y en ausencia de éstos (Figura 2), por lo que más que definir el esquema de manejo idóneo, sugerimos el intercambio de conocimientos y prácticas entre sistemas de manejo, ya que cada uno tiene aspectos que aportan hacia una sustentabilidad potencial en la cafecultura de la Sierra.

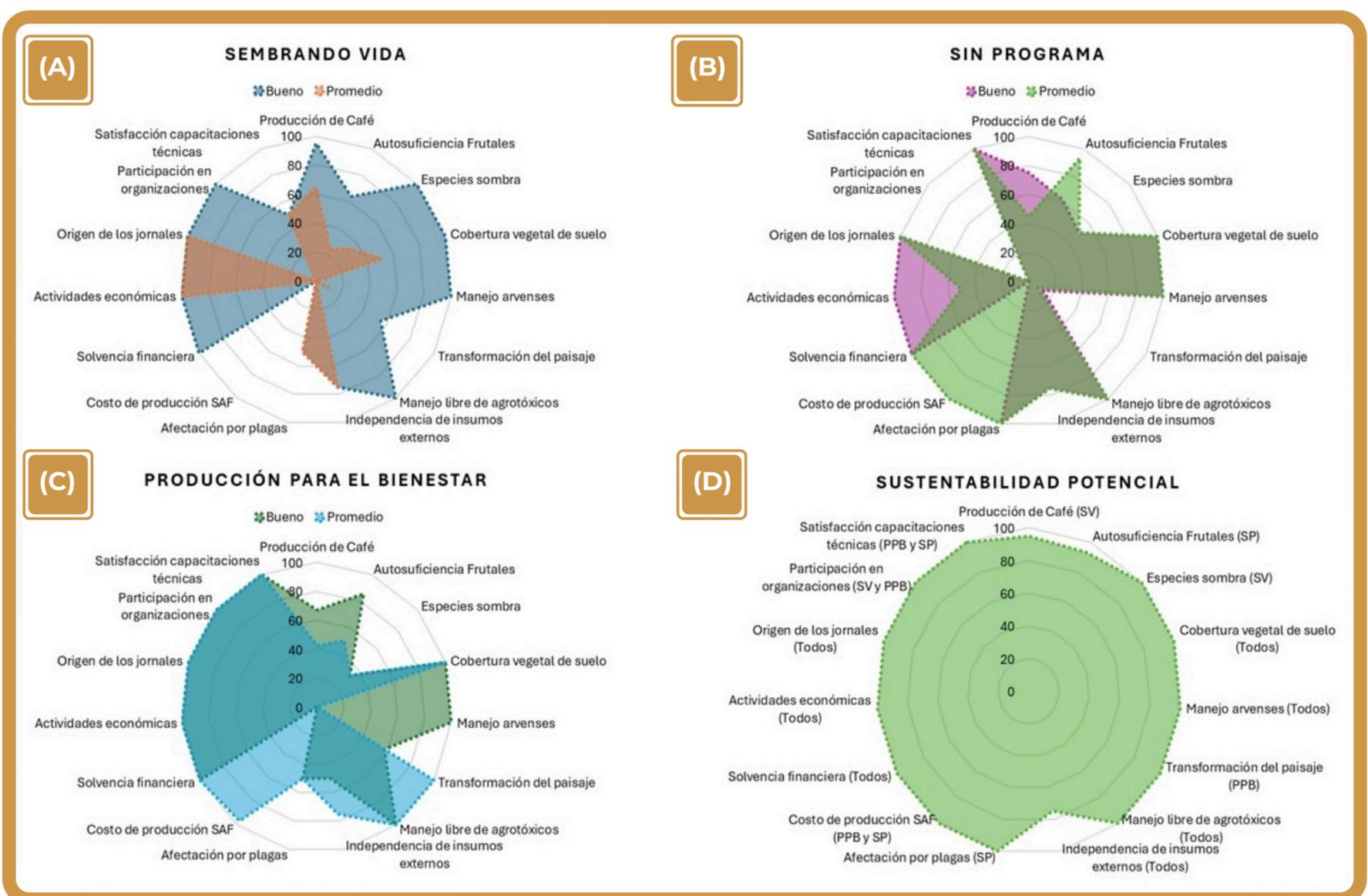


Figura 2. Niveles de sustentabilidad de las parcelas cafetaleras (buenas y promedio) evaluadas bajo el manejo de Sembrando Vida (A), Sin Programa (B) y Producción para el Bienestar (C). En cada eje del radial se muestran los indicadores evaluados, ponderados del 0 al 100. La ventana inferior derecha denominada “sustentabilidad potencial” (D) recupera la mejor valoración para cada indicador y señala el o los esquemas de manejo que lo aportan. Click sobre cada inciso para amplia su respectiva gráfica. Ilustración: Milton Rubiano Guzmán

Percepción remota, análisis de redes y juego socioecológico “serio”

Usando una combinación de herramientas de percepción remota y análisis de redes evaluamos el impacto de la roya en el manejo del café y en la configuración de paisajes en cuatro regiones cafetaleras de Veracruz. Los resultados indicaron que después de la epidemia de la roya (2012-2013) (Figura 3A), las tasas de deforestación en la región aumentaron y estuvieron asociadas con la intensificación de las plantaciones de café, que pasaron del café de sombra al café de sol, o a otros cultivos comerciales como cítricos, caña de azúcar y la producción ganadera. Dentro de las respuestas específicas que los productores tuvieron ante este panorama de epidemia de roya encontramos que: (a) **los cafecultores que trabajaban de forma independiente fueron más vulnerables a la epidemia**, (b) mientras que **los que están asociados a cooperativas y organizaciones campesinas pudieron acceder a mercados diferenciados o cadenas cortas de comercialización**, las cuales no dependen de intermediarios; la venta de café tostado o molido es directa, lo que da estabilidad económica (Figura 3B y 3C).

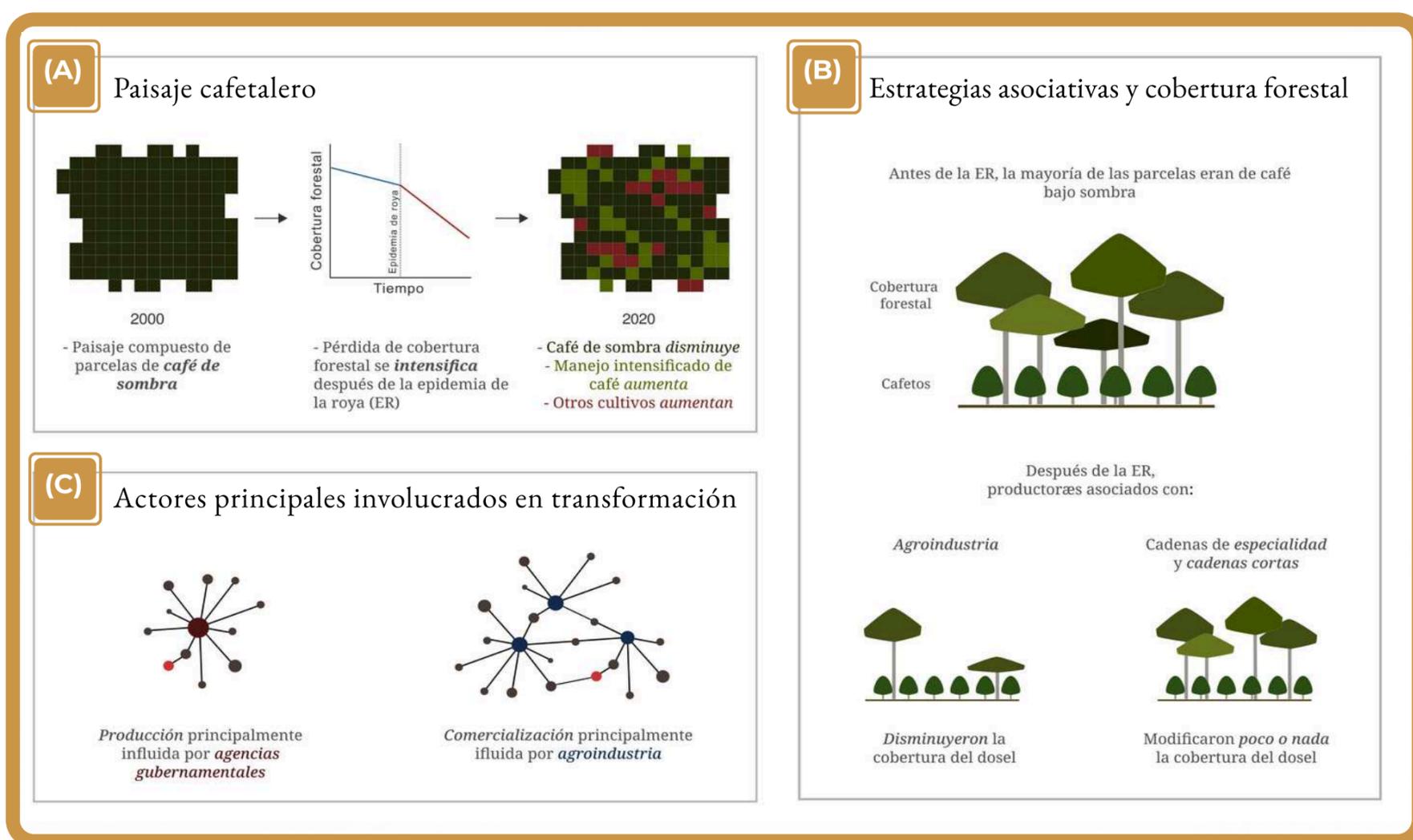


Figura 3. Modelo metodológico de la integración de percepción remota y análisis de redes. (A) Esquema general que muestra la relación entre la pérdida o mantenimiento de la cobertura forestal posterior a la epidemia de la roya. (B) Estrategia asociativa y comercial que siguieron los cafecultores: agroindustria o café de especialidad y cadenas cortas. (C) Redes para afrontar la epidemia de la roya. Izquierda, red de producción: en marrón agencias gubernamentales, cafecultores en gris y Asociaciones Civiles en rojo; Derecha, red de comercialización: Agroindustria en azul, cafecultores en gris y mercados diferenciados en rojo. En ambas redes, el tamaño del nodo es la importancia del actor. Ilustración: Alberto Arcadia

Los resultados de la investigación sobre el impacto de la crisis de la roya en los paisajes cafetaleros de Veracruz y la respuesta de los productores nos impulsaron a difundir nuestros hallazgos entre los actores regionales más relevantes. Se diseñó un juego de tablero socioecológico “serio” que, más que tener una finalidad lúdica, es una herramienta metodológica de modelación y simulación de sistemas y problemáticas socioambientales. Este juego de tablero, denominado “CAFES: *Coffee Agroecosystems Fostering Environmental Sustainability*” (Agroecosistemas Cafeteros Impulsando la Sustentabilidad Ambiental) permite explorar los escenarios de transformación del paisaje para así generar una reflexión activa sobre los desafíos locales que enfrenta el sector cafetalero. **Realizamos talleres con productores de café y partes interesadas relacionadas con el sector, quienes fueron invitados a jugar para luego discutir los resultados generales de la investigación** (Figura 4). En todos los talleres los participantes destacaron que la herramienta lúdica representa con precisión sus medios de vida, así como los desafíos y oportunidades del sector cafetalero.



Figura 4. Taller participativo de implementación del juego socioecológico “serio” en un escenario de agroecosistema forestal de café, “CAFES”, con miembros de la Unión Regional de Pequeños Productores de Café, en Huatusco, Veracruz, a partir del cual se reflexionó grupalmente sobre los medios de vida, las estrategias productivas y las transformaciones del paisaje. Fotografía: Tlacael Rivera

Agradecimientos

MJRG y CALA agradecen los apoyos 824879 y 774556 brindados por CONAHCYT para la realización de sus estudios de maestría. MJRG, MBM y TRN agradecen a Rufford Foundation la *Small Grant* otorgada para el desarrollo del proyecto titulado “*Clearing to Restore? Adapting the Program Sembrando Vida to Community Agroforestry Management Practices in the Sierra of Zongolica, Mexico*”. MBM, CALA y TRN agradecen a *Future Earth* el apoyo otorgado *Pathways Communication Grant* para el desarrollo del proyecto “*Transformation of coffee landscapes: co-production of pathways for sustainability through participatory serious board games*”.

Para saber más:

- Biggs R, De Vos A, Preiser R, Clements H, Maciejewski K, Schlüter M. 2021. *The Routledge handbook of research methods for social-ecological systems*. Taylor & Francis. [Click aquí](#)
- The Rufford Foundation. 2024. *Clearing to Restore? Adapting the Program Sembrando Vida to Community Agroforestry Management Practices in the Sierra of Zongolica, Mexico*. [Click aquí](#)
- Future Earth. 2024. *Transformation of coffee landscapes: co-production of pathways for sustainability through participatory serious board games*. [Click aquí](#)

Trivias y Arte

Fotografía: Alexas_Fotos, Pixabay



Qué tanto sabes ...

del INECOL

M. Luisa Martínez^{1*}, José G. García-Franco¹, Debora Lithgow²

¹ Red de Ecología Funcional, INECOL

² Red de Ambiente y sustentabilidad, INECOL *marisa.martinez@inecol.mx



Fotografía: M. Luisa Martínez

Entre 1971 y 2000 se crearon y establecieron los actuales 26 Centros Públicos, anteriormente llamados Centros Públicos de Investigación. Estos centros pertenecían al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y, en la actualidad, forman parte de la recientemente creada Secretaría de Ciencias Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). Desde su fundación, **los objetivos de dichos centros han sido: 1. Realizar actividades de investigación; 2. Formar recursos humanos altamente especializados, a través de programas de posgrado; 3. Promover la mejora y el avance científico que impacte en los sectores públicos y, 4. Generar información técnica y científica.**

Se espera que estas actividades de investigación científica y tecnológica tengan un impacto positivo en la sociedad, lo cual es primordial para que México eleve su productividad y competitividad, generando bienestar en la población gracias al conocimiento adquirido.

Aunque todos los centros compartimos objetivos generales, cada uno ha tenido orígenes y desarrollos únicos. Además, los temas focales de estudio que abordan son igualmente distintivos, abarcando desde ciencias exactas (física, matemáticas, química), ciencias naturales (ecología, alimentos) y humanidades (antropología).

El Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) es uno de los 26 Centros Públicos de la SECIHTI y, este año, orgullosamente celebra 50 años desde su fundación. Durante ese lapso el INECOL se estableció, creció y generó conocimiento sobre diversos temas. El nuevo conocimiento se ha dado a conocer por medio de publicaciones como libros y artículos de divulgación y científicos, con alto impacto en los ámbitos científico y social a nivel nacional e internacional. Ahora, quisiéramos ponerte a prueba y preguntarte: **¿qué tanto sabes del INECOL? Pongámonos a prueba.**

1. ¿Cuántas personas fundaron al INECOL?

(A) 50

(B) 100

(C) 13



Investigadores en Chapultepec con Dr. G. Halffter.
Fotografía: archivo INECOL



Si aquí hay unas veinte personas, entonces yo creo que lo fundaron unas...

Respuesta

(C) 13.

El INECOL inició sus actividades con un reducido número de personas muy dedicadas y comprometidas. **El equipo fundador estuvo conformado por cuatro investigadores procedentes** de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional: Gonzalo Halffter, Pedro Reyes, Violeta Halffter, e Yrma López Guerrero. Contaban con el apoyo de **dos secretarías técnicas**: Mercedes Castello Figueroa e Irma Esther Pérez Villaseñor. Además, participó un grupo de **siete entusiastas pasantes de biología**: Carmen Huerta Crespo, Sofia Anduaga, Gema Quintero Gaona, Sabina Gómez, María Eugenia Maury Hernández, Valentina Serrano Cárdenas y Sonia Gallina Tessaro. Un dato interesante es que, de las **13 personas que fundaron el INECOL, 11 fueron mujeres**. Desde entonces, el INECOL ha multiplicado varias veces su tamaño. En 2025, lo conformamos 119 investigadores, 113 técnicos académicos y 86 administrativos. Es decir, crecimos de 13 a 318 personas, ¡un incremento notable! Las proporciones de género también han cambiado con el tiempo. El 43 % del personal está compuesto por mujeres: tenemos 49 investigadoras, 43 técnicas académicas y 44 administrativas.

Actualmente, 143 estudiantes cursan un posgrado en ciencias en el INECOL (52 maestría y 91 doctorado). Desde el inicio de estos programas en 1997, se han graduado 849 personas: 541 de maestría y 308 del doctorado en ciencias.



(A) Cumpleaños Pedro reyes (Chapultepec-1983). (B) Gonzalo Halffter Salas y Violeta Halffter (C) Sonia Gallina. Fotografías: (A) y (B) archivo INECOL, (C) archivo de Sonia Gallina

2. ¿Cuál fue el primer Instituto de Ecología de México?

(A) El Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

(B) El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

(C) El Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)



Fotografía: M. Luisa Martínez

¡Esta está fácil!

Respuesta

(C) El Instituto de Ecología, A.C. (INECOL).

En México **existen diferentes instituciones que comparten el nombre de “Instituto de Ecología”**. Están el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), perteneciente a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI); el Instituto de Ecología de la Universidad del Mar; y el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. En términos generales, todos los institutos comparten el objetivo de realizar estudios sobre las interacciones de los seres vivos con su entorno. Unos tienen enfoques más específicos, como los Institutos de la Universidad del Mar (orientado a temas relacionados con la costa y el mar), y el del Estado de Guanajuato (enfocado en el entorno guanajuatense). El INECC aborda principalmente temas sobre cambio climático para orientar las políticas públicas relacionadas, entre otras muchas funciones.

De todos estos institutos, el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) es el más antiguo, fundado en 1975, hace 50 años. Le siguen en orden cronológico, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (1991); el Instituto de Ecología de la UNAM (1996); el Instituto de Ecología de la Universidad del Mar (2000) y el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2003).

3. El origen y desarrollo del INECOL ha estado relacionado con dos hermosos e icónicos bosques. ¿Cuáles son?

(A) Bosque tropical y bosque desértico

(B) Bosque de Chapultepec y bosque de niebla

(C) Bosque de pino y bosque de encino



Instalaciones del INECOL en el bosque de niebla en Xalapa Ver. Fotografía: Alberto Rísquez

Respuesta

(B) Bosque de Chapultepec y bosque de niebla.

Cuando el INECOL se fundó el 7 de agosto de 1975, instaló sus oficinas ubicadas en las instalaciones del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México, ubicado en la segunda sección del Bosque de Chapultepec. Este bosque es de gran relevancia a nivel nacional e internacional. Se trata del parque urbano más grande de América Latina, con una extensión de 866 hectáreas y el cuarto más grande del mundo. Además, cuenta con tres lagos artificiales, parques temáticos, centros culturales, espacios deportivos, diversos museos y más de 100 monumentos. Es decir, **la fundación del INECOL ocurrió en un lugar ¡inigualable!**



Museo de Historia Natural, Segunda sección de Chapultepec, CDMX.
Fuente: La Historia de INECOL, 2016.

El Museo de Historia Natural de la Ciudad de México albergó al INECOL durante 13 años. En 1989, **la institución se trasladó hacia el interior del país, a Xalapa en el estado de Veracruz, región templada y húmeda**, rodeada por el bosque de niebla que alberga una gran biodiversidad. Este otro bosque ha sido hogar del INECOL durante 26 años. El INECOL ocupó las instalaciones de una institución hermana que cerró sus puertas en 1988: el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB).



Edificios del campus II rodeados por el Bosque de Niebla. Fotografía: José G. García Franco

4. ¿Cuántas reservas biológicas están bajo el resguardo del INECOL?

(A) 4

(B) 5

(C) 0



Aves en La Mancha, Fotografía: Vinisa Romero



Respuesta

(A) 4

Desde el inicio, el INECOL concentró sus esfuerzos en proyectos específicos dirigidos a la generación de las primeras Reservas de la Biosfera del país y en América Latina. El INECOL es responsable de cuatro áreas protegidas ubicadas en ambientes contrastantes y con gran relevancia ecológica.

En 1979 se creó la **Reserva de la Biosfera de Mapimí**, donde se encuentra el Laboratorio del Desierto del INECOL. En esta reserva se realizan investigaciones sobre especies del desierto. También en 1979 se creó la **Reserva de la Biosfera La Michilía**, donde se ubica la estación biológica **Piedra Herrada**. Los esfuerzos enfocados en la recuperación del lobo gris mexicano son notables en esta estación. **Centro de Investigaciones Costeras La Mancha** fue fundado en 1977, pero estaba bajo el resguardo del Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, A.C. (INIREB). Al trasladarse el Instituto de Ecología, A.C. a Xalapa en 1990, la Estación quedó bajo el resguardo del INECOL. En esta estación se encuentra una gran diversidad de ecosistemas: dunas costeras, playa, bosque tropical y manglar, y es centro focal de las investigaciones costeras que se realizan en la costa del Golfo de México. Junto con La Mancha, el INECOL también heredó El Parque Ecológico Fco. X. Clavijero, que se ubica a un costado de las instalaciones en Xalapa. Este parque, ahora conocido como **Santuario de Bosque de Niebla**, contiene un fragmento de bosque de niebla donde se hacen estudios para entender este ecosistema.



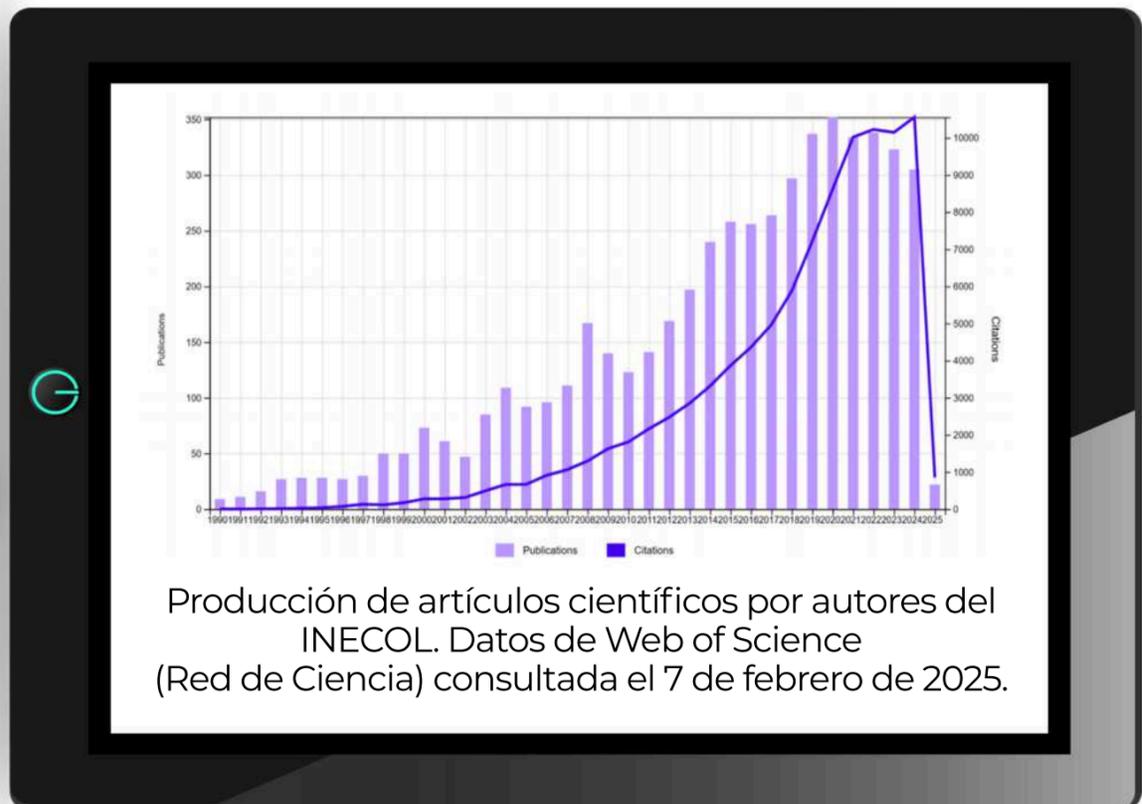
5. Desde 1990 ¿cuántos trabajos científicos se han publicado por las personas que trabajamos en el INECOL?

(A) Más de 5,800

(B) 150

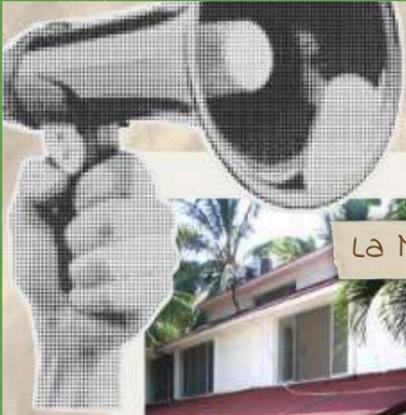
(C) Menos de 2,000

Uy, deben ser muchísimos...



(A) Más de 5,800.

Uno de los objetivos principales del INECOL es la generación de conocimiento a través de investigaciones técnicas y científicas. Los resultados de dichas investigaciones se publican en una gran variedad de medios que incluyen artículos científicos, libros, capítulos de libros, reportes de proyectos, manuales y otros tipos de documentos. **Los artículos científicos tienen la particularidad de estar sistematizados en bases de datos electrónicas internacionales, lo que facilita su consulta y análisis.** En la base de datos internacional conocida como *Web of Science* (Red de Ciencia) se concentra una gran cantidad de publicaciones científicas que se generan a nivel mundial. Según esta base de datos, el personal científico del INECOL (investigadores, técnicos y estudiantes de posgrado) ha participado en más de 5,800 publicaciones desde 1990, las cuales han ido en aumento, como se observa en la gráfica. Dos años fueron excepcionalmente productivos: 2020 y 2021, periodo de confinamiento por la pandemia de COVID-19. Sin poder salir a trabajar al campo, a la oficina o a los laboratorios, “sacamos los datos del cajón” y escribimos los artículos que habían estado esperando salir a la luz.



La Mancha



Fotografía:
José G. García-Franco

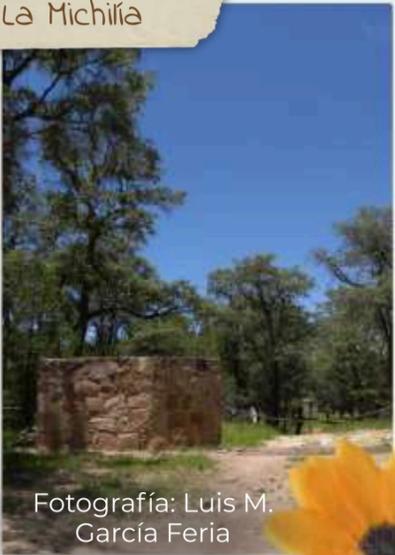


Fotografía: José G. García-Franco



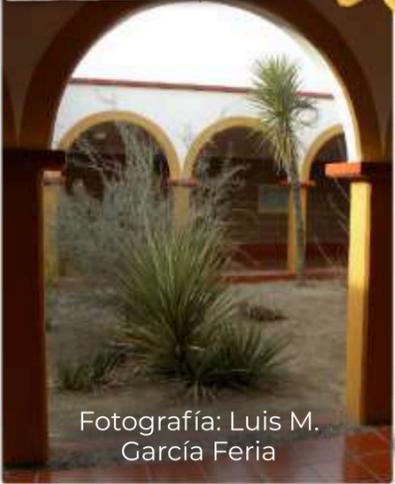
Entrada al
Campus II en
Xalapa, Veracruz.

La Michilía



Fotografía: Luis M.
García Feria

Laboratorio del
desierto, Mapimí.



Fotografía: Luis M.
García Feria



Fotografía:
M. Luisa Martínez

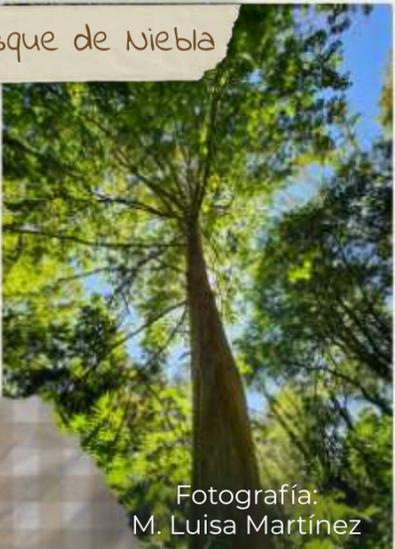
Bosque de
niebla



Fotografía: Archivo Historico-INECOL

Dr. Gonzalo Haffter

Bosque de Niebla



Fotografía:
M. Luisa Martínez



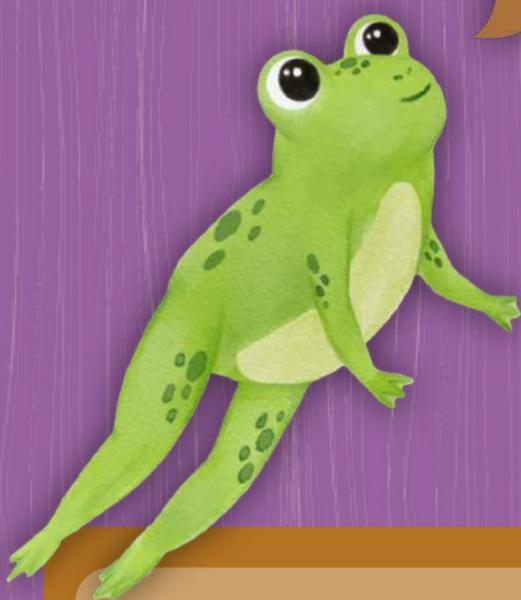
Fotografía: Luis M. García Feria

Laboratorio del desierto, Mapimí.

Reservas biológicas resguardadas por el INECOL

Verdaderamente...
¡Qué lindo
es recordar!

¡Ey! yo también
quiero salir en la
foto



Para saber más:

• Arriaga-Cárdenas OG, del Carmen Lara-Magaña P, Pasciuta-Marco PD. 2022. Los Centros Públicos de Investigación, como eje central de la innovación y la educación en México. Scientia et PRAXIS 2(04), 66-81. [Click aquí](#)

• Gallina-Tssaro O, Martínez-Morales I. 2016. La historia del INECOL. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México. 194 p. [Click aquí](#)

• Guevara Sada S. 2002. Cuaderno de bitácora de junio 1993 a julio 2002. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México. 63 p.

BIOTRIVIA

¿Círculos en la naturaleza?

Daniel Reynoso Velasco

daniel.reynoso@inecol.mx

Roberto Arce Pérez

roberto.arce@inecol.mx

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

La naturaleza está llena de formas caprichosas con funciones sorprendentes. Algunos seres vivos poseen estructuras que difícilmente podemos imaginar que existen, muchas de ellas por su diminuto tamaño nunca son observadas. La siguiente imagen muestra una estructura que parece sacada de una película de ciencia ficción o de terror.

¿Qué es esto?

(A) El cuerpo de un parásito

(B) Estructura de defensa de un insecto

(C) Discos adhesivos de un escarabajo

Parecen
ojos



Fotografía: Daniel Reynoso Velasco

Respuesta

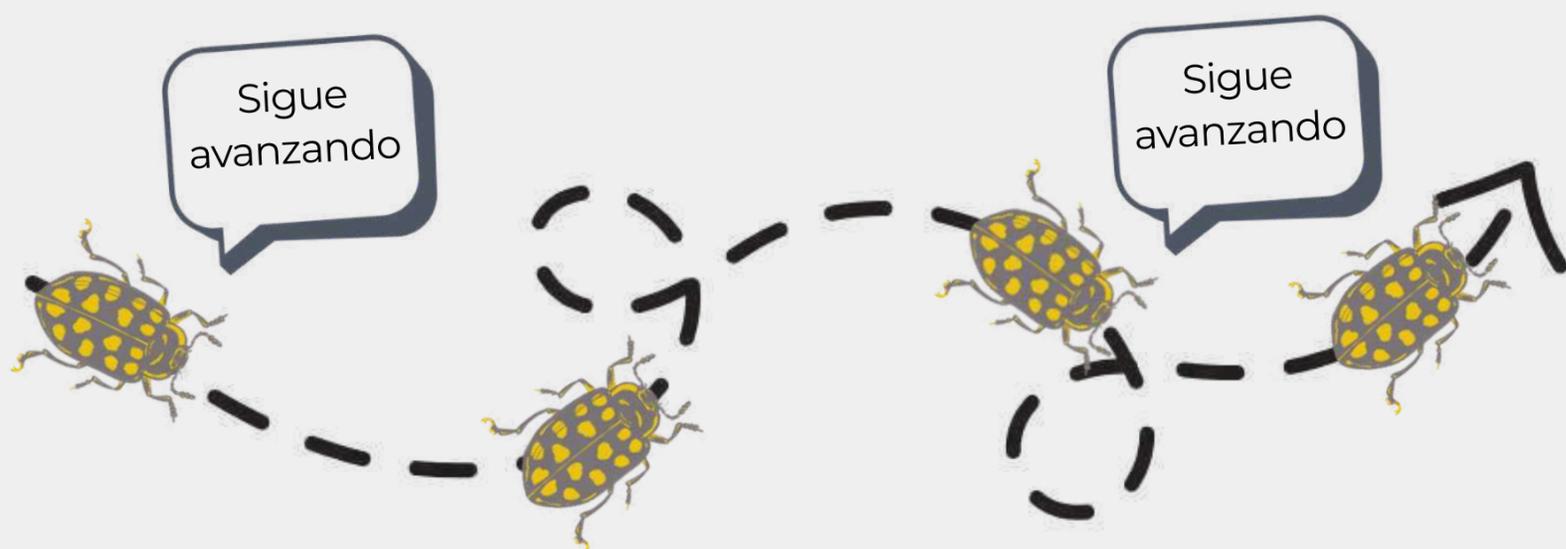
(C) Discos adhesivos de un escarabajo

El escarabajo acuático *Thermonectus marmoratus* fue descrito en 1831 por el zoólogo inglés George Robert Gray. Es un insecto **perteneciente a la familia Dytiscidae**, los comúnmente llamados escarabajos buceadores depredadores. Se distribuye desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el norte de Centroamérica; y en México la especie está ampliamente distribuida. Tanto adultos como larvas (estado inmaduro) **se alimentan vorazmente de una gran variedad de pequeños animales que viven en el medio acuático**, incluyendo larvas de mosquito, crustáceos e incluso juveniles de renacuajos y peces. En particular, a esta especie se le conoce como "buceador de manchas amarillas," debido al patrón de coloración que exhiben tanto las hembras como los machos en el dorso de los élitros (primer par de alas endurecidas). Aunque no se han realizado estudios para corroborar esto, las manchas amarillas podrían funcionar como advertencia de un mal sabor para sus depredadores. Esta especie **comúnmente habita cuerpos de agua dulce donde prácticamente no hay corriente** (ambientes lénticos), como son los lagos, las lagunas y los estanques temporales o intermitentes. También se le puede encontrar en los márgenes tranquilos de cuerpos de agua con corriente (ambientes lóticos), como lo son ríos y arroyos poco profundos. En estos sitios pueden formar pequeños grupos y aparentemente son más activos durante la noche. Los adultos llegan a medir entre 10 y 15 mm de largo.

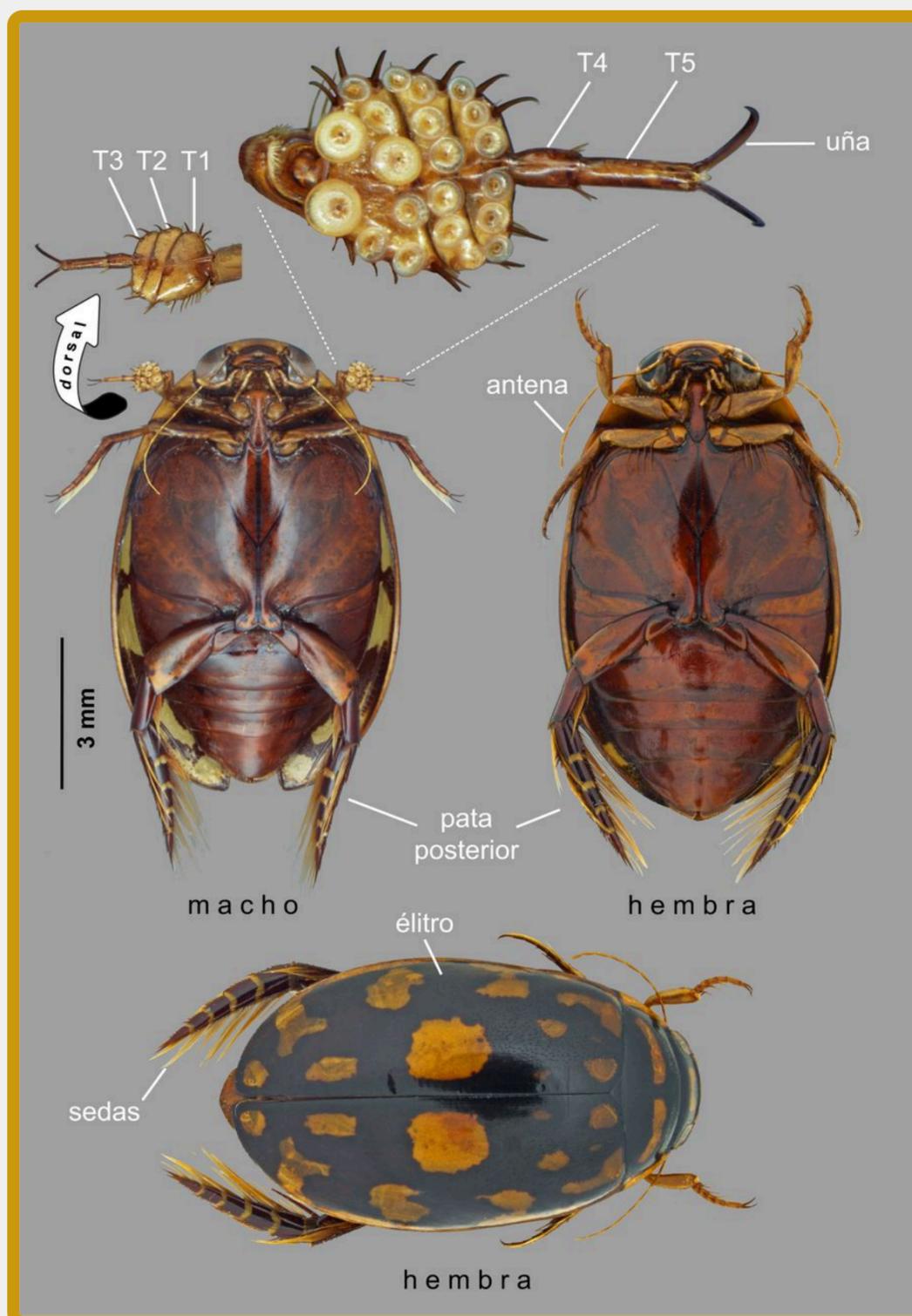


Bugs in Cyberspace, YouTube channel

Los adultos de este escarabajo son primordialmente acuáticos, sin embargo, en ocasiones cuando las condiciones del medio no son favorables, por ejemplo, cuando el nivel del agua disminuye durante una sequía, estos insectos son capaces de salir a la ribera y caminar o emprender el vuelo en busca de un cuerpo de agua más grande. El buceador de manchas amarillas está adaptado para la vida bajo el agua; por ejemplo, su cuerpo ovalado y aplanado dorsoventralmente (tanto por la espalda y el vientre) es hidrodinámico (presenta poca resistencia al agua), lo cual le permite desplazarse de manera veloz al nadar. Sus patas posteriores están aplanadas, en forma de remo, y tienen numerosas y largas sedas natatorias (pelitos), lo que les permite impulsarse en el agua. Al igual que nosotros los humanos, los adultos de este escarabajo respiran el aire de la atmósfera. Por eso, cada determinado tiempo se acercan a la superficie del agua, donde capturan una burbuja de aire que almacenan debajo de las alas endurecidas (los élitros). La burbuja les permite respirar bajo el agua por un tiempo, como los buzos al utilizar un tanque de oxígeno. Después, cuando el oxígeno en la burbuja se acaba, se acercan nuevamente a la superficie para reabastecer su depósito de aire.



Los machos de algunas especies de la familia Dytiscidae, por ejemplo, los pertenecientes a *T. marmoratus*, presentan modificaciones interesantes en el primer par de patas, específicamente en los segmentos denominados "tarsómeros." Comúnmente los tarsómeros son cilíndricos y de longitud variable (como los que poseen las hembras), pero en los machos de estas especies los primeros tres se han ensanchado para formar una estructura ovalada. En la superficie ventral de esta estructura se encuentran unas sedas modificadas que presentan forma de discos succionadores o adhesivos, mismos que le ayudan al macho a adherirse a la superficie lisa y resbaladiza de los élitros de la hembra para mantenerse en posición durante la cópula, ya que es común que en un principio la hembra se resista al encuentro. Esta adaptación les permite a los machos incrementar sus posibilidades de fecundar a las hembras y tener descendencia. La forma y número de estas sedas en las distintas especies puede variar en respuesta a las características de la superficie de los élitros de las hembras.



Fotografía: Daniel Reynoso Velasco

La foto es de ejemplares del escarabajo buceador de manchas amarillas de la especie americana *Thermonectus marmoratus* (Gray 1831). En la parte superior de la imagen se muestran en detalle los discos adhesivos en los tarsómeros (T1 al T3) de la pata delantera del macho. En la parte media se pueden ver los escarabajos mostrando la superficie ventral del cuerpo. En la parte inferior de la imagen se observa una hembra con las características manchas amarillas en el dorso. Los ejemplares en la imagen fueron recolectados en un pequeño río en el Municipio de Aquila, Michoacán, México.

Para saber más:

- Sunburst Diving Beetle (*Thermonectus marmoratus*) Fact Sheet. c2021. San Diego (CA): San Diego Zoo Wildlife Alliance. [Click aquí](#)

JASPER DE GELDER: HÁBITATS CAMBIANTES

una perspectiva holandesa sobre la naturaleza mexicana

jasperdegelder@gmail.com

Artista independiente

Bajo la influencia de los humanos, la naturaleza está constantemente expuesta a cambios. Esto también crea nuevos hábitats, encima del agua como por debajo de su superficie. Algunas especies de animales y plantas parecen adaptarse fácilmente a este nuevo entorno, lo que puede dar lugar a encuentros inesperados. **Jasper de Gelder se centra en esta exposición en la flora y fauna mexicana bajo la superficie del agua.** En este mundo invisible se pueden encontrar especies que originalmente no ocurrieron aquí.



VERACRUZ 04 TROPICAL GAR (pejelagarto)
Óleo sobre lienzo, 120 cm x 150 cm

Sus pinturas y trabajos realizados con la técnica de resina, permiten vislumbrar un mundo que no es el nuestro, pero que podría fácilmente llamar nuestra atención con un poco de imaginación. **Se crea una simbiosis entre los animales del mundo acuático y los paisajes que conocemos sobre la superficie del agua.** Los animales y otros organismos en su obra han hecho lo que siempre hacen en la naturaleza: encuentran un nuevo lugar, un nuevo hábitat.



VERACRUZ 01
Óleo sobre lienzo, 100 cm x 80 cm



AJUSCO 03 AXOLOTL
Óleo sobre lienzo, 120 cm x 150 cm



VERACRUZ 03 TRICOLORED CICHLID (Cíclido tricolor)
Óleo sobre lienzo, 120 cm x 150 cm



Jasper de Gelder (1980) creció en Hoeksche Waard, al sur de la ciudad holandesa de Róterdam y pasó mucho tiempo allí con una caña de pescar y unos binoculares. “En cierto momento **como niño comencé a notar la interesante complejidad de la naturaleza con todas sus formas de vida**, y cómo todo crece en un lugar determinado, y camina, vuela y nada en ciertos lugares. **Es ese asombro el que forma la base de todo mi trabajo**”.



MORELOS

Óleo sobre lienzo, 115 cm x 135 cm

La base de las exposiciones en México son una serie de viajes de estudio a varios lugares de México, incluido un viaje de estudio a la estación de investigación “Los Tuxtla” en Veracruz de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el verano de 2022, varios viajes a el Parque Nacional Cumbres del Ajusco, el estado de Querétaro y diversas localidades del estado de Veracruz. **La primera exposición “Hábitats cambiantes” tuvo lugar en el Museo de Historia Natural de Rotterdam, Países Bajos, donde fue expuesta del 21 de enero al 21 de mayo de 2023, para continuar en otros lugares de México.**

Conoce más en: www.jasperdegelder.com

ANÉCDOTAS DE BATAS Y BOTAS

Fotografía: Deva Darshan, Pexels



DEL MORRO DE LA MANCHA A CICOLMA

UNA HISTORIA A TRAVÉS DEL TIEMPO

Patricia Moreno-Casasola

Red de Ecología Funcional, INECOL patricia.moreno@inecol.mx



Fotografía: Vinisa Romero

En 1978, la Estación Biológica Morro de la Mancha, hoy CICOLMA (Centro de Investigaciones Costeras La Mancha), recientemente adquirida por el INIREB (Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos) en la costa de Veracruz, inició sus investigaciones sobre dunas costeras en México. Silvia Castillo y yo íbamos cada mes, viajando desde la Ciudad de México, que incluía una parada cerca del poblado de Tamarindo, para comprar manzanas o ciruelas del momento y una en Cardel para las últimas compras. La camioneta nos dejaba en CICOLMA y seguía con el resto de los ocupantes a la Estación de Los Tuxtles de la UNAM. Nos recibe Ceferino, papá de Tachito, y nos pone en uno de los tres cuartos del viejo hotel. Por fortuna hay mosquitero en la ventana que da al portal, pero aún no hay electricidad. Usamos las lámparas Coleman, pero hay que apagarlas temprano pues atraen bichos y dan mucho calor. La noche es una gran aventura, tenemos visitas. Siempre hay roedores que encuentran su camino al interior del cuarto para compartir nuestra fruta y en la noche hay que usar la linterna de baterías para no tener encuentros cercanos con los pequeños visitantes. Llega la mañana, y con la sartén, la cafetera y el calcetín para café que siempre viene con nosotras, preparamos el desayuno.

Nos espera una playa maravillosa, solo para nosotras, y un sistema de dunas móviles espectacular (Figura 1), ondulante, con bajadas y subidas de arena que resbala; en las partes altas, la brisa refrescante y la vista del mar. En la tarde, al final de la jornada, no falta el baño de mar. De regreso discutimos cual de nuestras recetas de 100 formas de cocinar atún y diez de sardinas nos toca hoy. ¡Aún no hay restaurantes en la playa ni en el pueblo, y tampoco refri!



Figura 1. (A) Fotografía aérea del archivo del INIREB mostrando el sistema de dunas móvil de la Mancha en la década de 1970 y (B) imagen actual del sistema de dunas (Google Earth. Imagen de marzo de 2023).

A principios de la década de 1980 el hoy extinto Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) ya tenía varios proyectos (entre ellos las granjas integrales, la construcción y producción de chinampas, las jaulas de pesca, la flora de Veracruz) y se construyeron unas plataformas elevadas, las que aún son la base de las actuales cabañas. Así llegó “el hotel Hilton” en forma de unos cuartos de fibra de vidrio prefabricados, ocupados por los trabajadores de la granja integral del INIREB que trabajaban en el proyecto de chinampas en el humedal (Figura 2). Ellos salían en viernes y nosotros, ya acompañadas por estudiantes, entrábamos el sábado para salir el lunes temprano. Ahí conocimos a Enrique “El Comandante” y a Abraham Juárez (QEPD), dos amigos por varias décadas. En este momento ya teníamos una línea de trabajo que incluía conocer la vegetación de dunas, medir el movimiento de la arena en distintas partes de las dunas, estudiar cómo las distintas formas de crecimiento iban cubriendo la arena, entre otras. Pero los cuartos prefabricados sucumbieron al clima tropical y pronto había que mover los catres de madera para ubicarlos donde no había goteras.



Figura 2. (Izquierda) Fotografía aérea del archivo del INIREB mostrando el sistema de chinampas creado en el humedal de la Mancha en la década de 1970 (Fotografía archivo histórico INECOL), y (Derecha) una vista del humedal restaurado en esta década donde domina *Pontederia sagittata* y *Sagittaria lancifolia*. Fotografía: Hugo López Rosas

El gobierno cerró el INIREB en 1988 y sus instalaciones pasaron al INECOL un año después, incluyendo la estación de La Mancha. Esta parte será otra historia para contar pronto. A fines de la década de 1990 se construyeron las nuevas instalaciones, primero el comedor, la cocina y los cuartos. Después, el laboratorio y la biblioteca, y más adelante otros laboratorios e invernaderos. Fue entonces cuando se inauguró el Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) y la investigación costera en nuestro instituto nació y así arrancó con fuerza.



Muy bien,
aquí tomaremos
la clase hoy

Imágenes actuales (noviembre 2024) del Centro de Investigaciones Costeras La Mancha. Fotografías: Vinisa Romero

EL BOSQUE ENCANTADO (R)

Javier Tolome, INECOL

Red Ecología Funcional, INECOL javier.tolome@inecol.mx



Fotografía: Claudia Álvarez

Esta historia sucedió mientras trabajábamos en el bosque tropical caducifolio en Paso de Ovejas, Veracruz. Teníamos un proyecto de restauración y al mismo tiempo registrábamos la fenología de algunos árboles que visitábamos mensualmente. Es decir, observábamos los cambios en la presencia de hojas, flores y frutos a lo largo del año. Estas observaciones eran muy sencillas durante los meses secos, ya que se podía ver a gran distancia entre las ramas secas de los árboles. Pero una vez que empezaba a llover y los árboles se llenaban de frondosas hojas, el paisaje cambiaba drásticamente y se transformaba en algo completamente diferente, tanto que más de una vez los árboles que debíamos registrar desaparecían.



Fotografías: Claudia Álvarez

En una de estas salidas íbamos 5 personas y nos dividimos en dos equipos. Una de mis compañeras y yo registrábamos la fenología, mientras que los otros tres compañeros se adelantarían para realizar la colecta de una planta que no habían podido colectar con flor. Acordamos vernos en la camioneta cuando hubiéramos terminado nuestras actividades. La camioneta había quedado estacionada en la carretera cercana a este fragmento de bosque.

Nosotros terminamos nuestros registros y nos fuimos a la camioneta a refrescarnos y esperar a nuestros compañeros. El tiempo pasaba y no llegaban. Cabe resaltar que en aquellos tiempos no existía tanta conectividad para teléfonos celulares y no habíamos podido comunicarnos con nuestros compañeros en todo el día. Decidimos regresar a la selva para buscarlos gritando sus nombres en el trayecto, pero nunca nos respondieron. Llegamos al final del fragmento y no los encontramos.

Volvimos a la camioneta y decidimos ir a Paso de Ovejas a pedir ayuda. Fuimos al palacio municipal y les contamos lo que hacíamos y que no encontrábamos a nuestros compañeros. Nos dijeron que enviarían ayuda, mientras, nosotros regresamos rápidamente al sitio por si salían a la carretera para que no fueran a pensar que nos habíamos ido sin ellos. Al llegar al sitio de encuentro, el corazón nos dio un vuelco cuando vimos camionetas de la policía municipal con sus torretas encendidas. Sinceramente, pensé lo peor porque esas patrullas no eran la ayuda que habíamos solicitado unos minutos antes; y si lo eran, no podían haber llegado antes que nosotros. Todo cambió cuando vimos que entre los policías iban nuestros compañeros visiblemente agotados y deshidratados después de seis horas perdidos.



Fotografía: Claudia Álvarez

Cuando pudimos hablar con ellos nos dijeron que no encontraban el camino, que tenían horas dando vueltas en círculo dentro del lugar y que jamás escucharon nuestros gritos cuando entramos a buscarlos. De repente habían visto a los policías frente a ellos y se dieron cuenta de que todo el tiempo estuvieron en el camino que los llevaría a la camioneta sin haberlo notarlo.

De regreso a Xalapa, paramos en una tienda del pueblo para comprar agua y le contamos la historia al dueño. Entre risas, nos dijo que los chaneques los habían perdido. Según la creencia local, estos pequeños duendes disfrutaban desorientando a la gente en el monte. Luego nos dio un consejo peculiar para evitar que los chaneques nos hagan perder el rumbo: debíamos vestir camisas de cuadros. Supuestamente, estos seres se distraen contándolos y así nos dejan tranquilos.



Fotografía: Claudia Álvarez

Desde entonces, cada vez que salimos a campo, llevamos al menos una prenda de cuadros... por si acaso.

ECONOTICIAS

Fotografía: Pixabay, Pixabay



Ayuda a los lobos mexicanos de Piedra Herrada

En nuestra Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) "Estación Biológica Piedra Herrada", ubicada en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, hemos estado colaborando en el Programa Binacional de Recuperación del lobo mexicano (México y Estados Unidos) desde hace más de 40 años.

Esta labor es parte de nuestra visión institucional sobre la conservación y el manejo del patrimonio natural de México. Tu colaboración es esencial para la conservación de esta majestuosa especie mexicana.

¡Apóyanos!

***Donaciones deducibles de impuestos:**

Si se requiere facturación se deberá solicitar a carola.santiago@inecol.mx (con copia a luis.garcia@iecol.m) anexando Constancia de Situación Fiscal actualizada no mayor a 3 meses y el comprobante de depósito.



Los lobos son mexicanos,
son nuestros.



¡Apóyanos en Piedra Herrada!

Haz tu donativo:



Titular: INSTITUTO DE ECOLOGIA, A. C.
Banco: BBVA
NO. CUENTA 0120835501
CLABE 012840001208355018
PROYECTO: 10748 - Lobo Gris Mexicano

8° Encuentro: Reflejos de la Ciencia en el INECOL

M.C. Andrea Farias Escalera* y **M.C. Elvis Marian Cortazar Murillo****

Centro de Vocaciones Científicas, INECOL
andrea.farias@inecol.mx*; elvis.cortazar@inecol.mx**

El 22 de diciembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas decidió establecer un Día Internacional anual para reconocer el rol crítico que juegan las mujeres y las niñas en la ciencia y la tecnología, con el fin de conseguir su acceso y participación plena y equitativa en el ámbito científico, además de promover su visibilidad, empoderamiento y la igualdad de género. Así, se declara el 11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, como un recordatorio de que las mujeres y las niñas desempeñan un papel fundamental en las comunidades científicas y tecnológicas y que su participación debe fortalecerse.



Fotografías: Oficina de Comunicación, INECOL

El año 2025 marca el décimo aniversario del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, momento clave para reflexionar sobre la importancia de la igualdad de género en el ámbito científico como base para construir un futuro mejor para todas las personas. El cierre de la brecha de género en la ciencia requiere que se derriben estereotipos, se promuevan modelos de conducta que inspiren a las niñas, se apoye el avance de las mujeres a través de programas específicos y se fomenten entornos inclusivos mediante políticas y medidas que promuevan la inclusión, la diversidad y la equidad. Para sumarse a estas acciones, el Instituto de Ecología (INECOL) realizó su “VIII Encuentro Reflejos de la Ciencia” el martes 11 de febrero de 2025, de 10:00 a 12:30 horas, en su campus III, ubicado en Xalapa, Veracruz.



Fotografías: Oficina de Comunicación, INECOL

El evento reunió a 86 niñas y jóvenes de la región como invitadas de honor, quienes compartieron un espacio de convivencia y diálogo con la Dra. Carmen Maganda Ramírez, científica del INECOL. Ella les compartió la historia sobre su formación profesional y experiencia académica en la investigación en la relación humano-naturaleza, reflexionando y mostrando sus aportaciones, visión y la interconexión con distintas disciplinas, pero también lo que representa dedicarse a la ciencia como mujer mexicana.

Adicionalmente, el evento integró un espacio de interacción con diversas académicas y estudiantes del posgrado del INECOL, donde, mediante juegos, talleres, exposiciones, experimentos y demás actividades participativas, mostraron a las niñas y jóvenes asistentes lo increíble y sorprendente de la ciencia. También se destacó el trabajo de mujeres que han contribuido al sector y aquellas que actualmente se están formando profesionalmente en diversas áreas de la ecología.

Es necesario promover las acciones encaminadas a poner fin a los prejuicios sobre las niñas y mujeres como responsables de las labores domésticas y los cuidados familiares, y ofrecer actividades que amplíen y mejoren sus opciones de carrera y su desarrollo profesional a largo plazo. Así mismo, es crucial empoderar su visión como promotoras del conocimiento e impulsoras de la innovación tecnológica de su país. Porque debemos reconocer que el desarrollo científico-tecnológico también es resultado de la genialidad, el esfuerzo y trabajo de las mujeres.



Fotografía: Oficina de Comunicación-INECOL

Convocatoria 2025 de la Especialidad en Bienestar Comunitario y Manejo Costero

El Instituto de Ecología A.C. (#INECOL) y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (#CIBNOR) y invitan a las personas comprometidas con el bienestar y desarrollo de las zonas costeras de México a participar en la Convocatoria 2025 de la Especialidad en Bienestar Comunitario y Manejo Costero.

Con impacto en el Golfo de México, el Caribe y el Pacífico, este programa es ideal para las personas que ya trabajan o habitan en comunidades costeras y buscan soluciones innovadoras para la conservación y desarrollo sustentable de nuestras costas.

 **Apertura:** a partir del 21 de febrero de 2025

 **Cierre:** 4 de mayo de 2025

 **Recuerda:** Puedes inscribirte en CIBNOR o en INECOL, según tu área de estudio y la institución en la que trabaje la persona que te asesore. Te invitamos a revisar ambas páginas para elegir la opción adecuada para ti. 

 **INECOL:**
(click aquí)

 **CIBNOR:**
(click aquí)



Diplomado: Restauración de ecosistemas y servicios ambientales



Diplomado en línea
**Restauración de ecosistemas
y servicios ambientales**
Décimo primera edición

Del 2 de junio
al 19 de octubre
2025

Inscripciones
del 17 de marzo
al 2 de mayo
2025

Módulos

- I. Fundamentos de la restauración ecológica
- II. Restauración en el paisaje forestal
- III. Restauración en el paisaje costero-marino
- IV. Restauración y sociedad

Costo

800 USD
Becas del 50% del costo
disponibles
240 horas
16 semanas lectivas



restauracion.ecologica@ecologia.edu.mx



Más eventos

da click sobre ellos para conocer más información

- Festival Mixtli



Lugar: Bosque de niebla (J.B. Clavijero) **Día:** 23 de marzo

- Congreso artrópodos



Lugar: INECOL XALAPA **Día:** 26 - 28 de marzo

- 40 aniversario Centro Regional el Bajío



Lugar: Antiguo Colegio Jesuita **Día:** 27 - 28 de marzo

• **XXVI Festival de aves y Humedales**



Lugar: Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA), Veracruz

• **Congreso construcciones alternativas**



Lugar: INECOL XALAPA **Día:** 20 - 23 de mayo

Taller de aprendizaje de flujos ecosistémicos

TALLER DE APRENDIZAJE DE FLUJOS ECOSISTÉMICOS
2025

Taller de Eddy Covariance dirigido a estudiantes de Latinoamérica e impartido completamente en español!

22 JUNIO - 5 JULIO

XALAPA - COATEPEC, MÉXICO

APLICACIÓN ESTUDIANTES

FECHA LIMITE DE APLICACIÓN: 28 MARZO 2025

FORMULARIO INSTRUCTORES

FECHA LIMITE DE APLICACIÓN: 31 ENERO 2025

PARA MÁS INFORMACIÓN :
TAFE.LATINFLUX@GMAIL.COM

Síguenos: @TAFE.LATINFLUX en Instagram, LinkedIn, X and Bluesky

#OrgulloInecol



¡Reconocimiento por buen desempeño!

El excelente trabajo que se realiza en el laboratorio de análisis de suelos, agua y plantas del INECOL (LABSAP) fue reconocido por el "Programa de calidad e intercomparación de análisis de suelos y plantas" de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Este laboratorio tiene como responsable a la M.C Sandra Rocha Ortíz y durante el proceso de evaluación contó con el apoyo de la Ing. Elizabeth Hernández Morales.



**El Programa de Calidad e Intercomparación de
Análisis de Suelos y Plantas
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo**



Hacen constar que

***El: LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUA Y
PLANTAS. INECOL***

Obtuvo una

CALIFICACIÓN PROMEDIO GENERAL DE 96.5 %

*Por su participación en las pruebas de pH, CE, MO, Nt, NH₄⁺, NO₃⁻,
P-Olsen, P-Bray, Ca, Mg, K, Na, CIC, Fe, Cu, Zn, Mn, Pb y Cd*

En el Ensayo de Aptitud ISP-Mx 2024

H Cárdenas, Tabasco, 25 de febrero de 2025

Dr. Armando Guerrero Peña
Coordinador del ISP

¡48 aniversario del Jardín Botánico!

El 17 de febrero de 2025, en nombre de quienes laboramos en el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, compartimos con nuestra comunidad el enorme orgullo de pertenecer a este gran jardín botánico que durante 48 años se ha dedicado a generar conocimientos y aprendizajes sobre nuestro *plantástico* mundo.

Con ese mismo orgullo asumimos la gran responsabilidad de hacer, día con día, que el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero crezca, se fortalezca y continúe enlazando plantas y personas.



Fotografías: Vinisa Romero. Póster: Comunicación-INECOL

¡Premio a documental por maestría del INECOL!

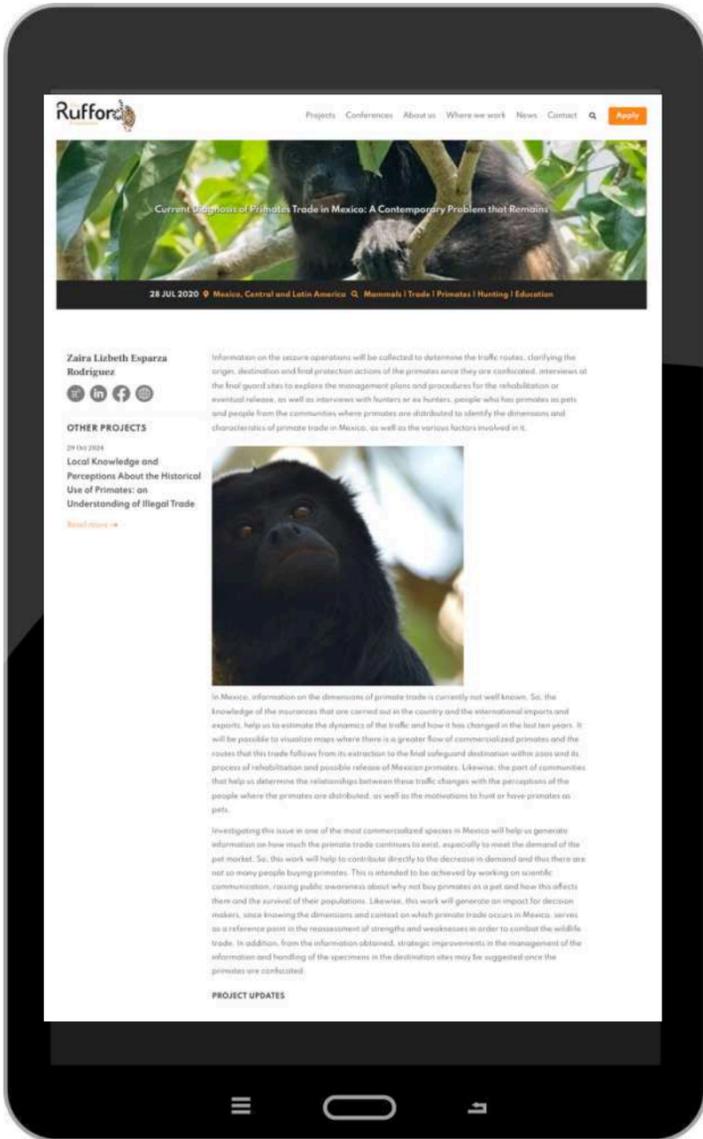
El documental "Comercio de vida silvestre; un viaje de la selva a la extinción" derivado de la investigación de maestría de la estudiante del posgrado del INECOL Zaira Esparza y financiado con Rufford Foundation (primera subvención) fue seleccionado para participar en el Festival Internacional de Xilitla que se llevó a cabo del 27 de noviembre al 01 de diciembre de 2024. La estudiante recibió la segunda subvención de Rufford Foundation para sus estudios de doctorado.



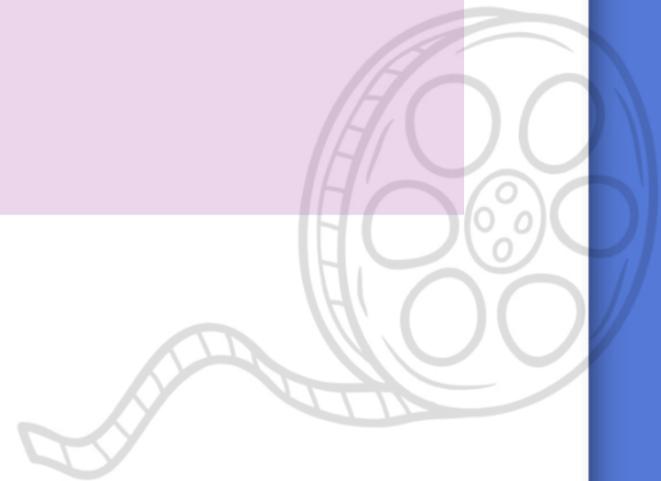
Fotografía: Leandro Jerusalinsky



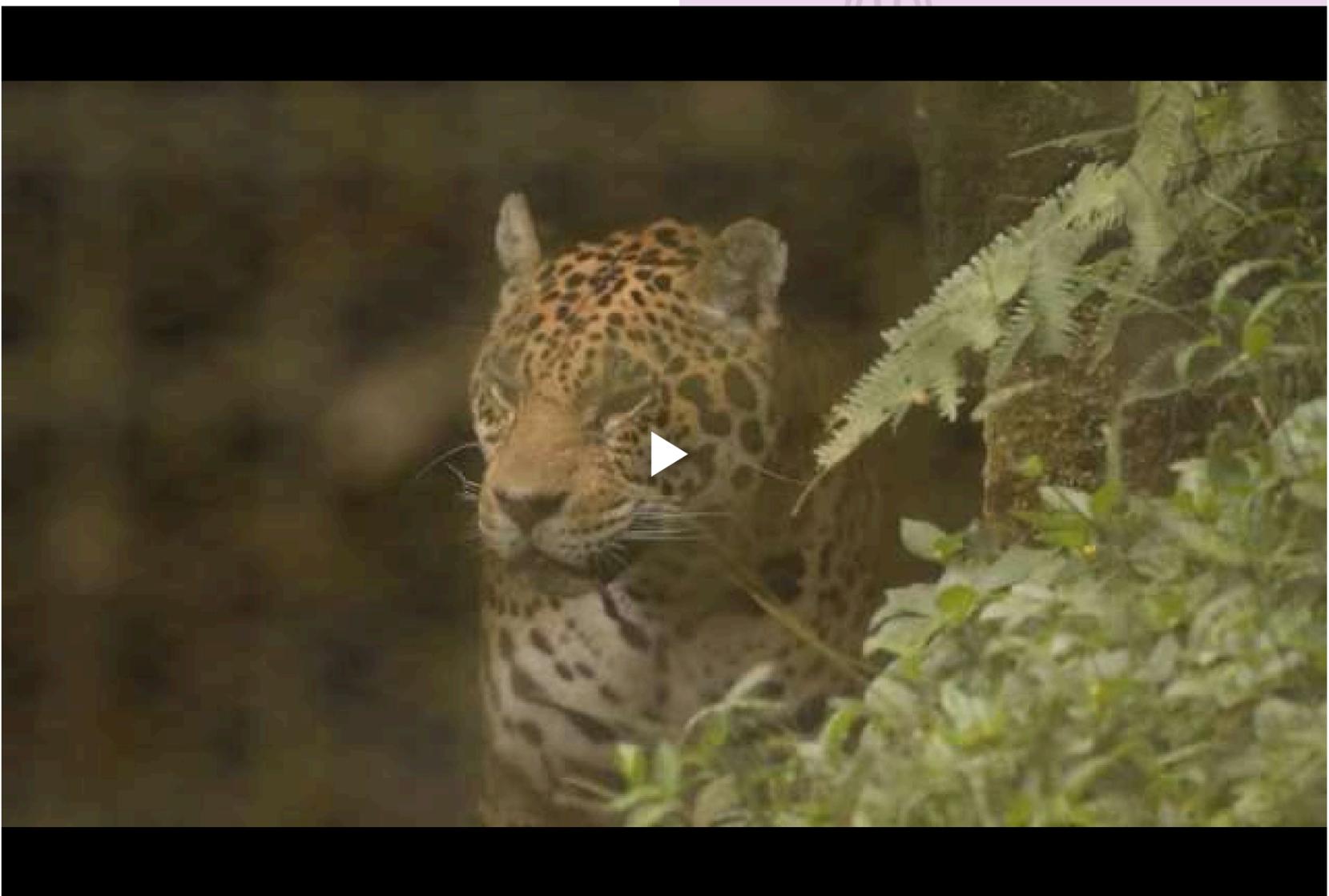
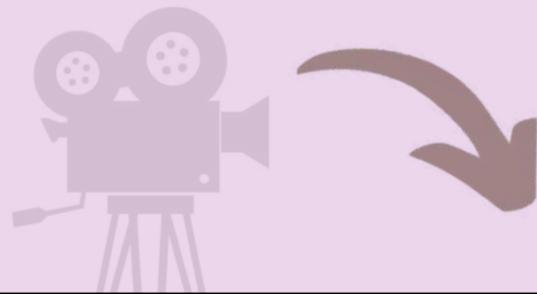
Fotografía: Victor Beltrán



Lee más sobre el proyecto dando click aquí



Ve el documental aquí



Mención honorífica para estudiante de licenciatura de la Universidad Veracruzana

El 24 de enero del 2025, Estefanía Avila Mendoza se graduó con honores de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana en la ciudad de Xalapa, Veracruz, con su tesis de licenciatura titulada *El complejo etnobotánico de las especies de capulín en un gradiente altitudinal del centro de Veracruz, México*. El trabajo de tesis se realizó en el Inecol y la dirección estuvo a cargo de Maite Lascurain Rangel de la Red de Ambiente y Sustentabilidad.



(Izquierda) Chagalapoli de Catemaco. Fotografía: Maite Lascurain.
(Derecha) Maite Lascurain y Estefanía Avila.

¡Felicidades Fany por ese importante reconocimiento!

Sabías qué... Los capulines son frutos nativos comestibles utilizados desde la época prehispánica como fuente de alimento e importancia económica y cultural de México.

En el estudio se registraron 13 especies que comparten el nombre de capulín y diversos atributos. El capulín de mayo (*Ardisia compressa*) y el capulín de tierra fría (*Prunus serotina* var. *salicifolia*) son de gran relevancia para la Sierra de Chiconquiaco, Veracruz.

¡Felicidades!



Todas y todos formamos el #OrgulloInecol



GRADUADOS EN EL INECOL

Periodo: enero-marzo, 2025



Aguirre Pérez, Itzel Aislinn

Tesis: Adaptación local en una zona de hibridación en expansión de libélulas.

Directoras: Dra. Rosa Ana Sánchez Guillén y Dra. Carla Gutiérrez Rodríguez

Díaz Ibarra, Camila Yoeli

Tesis: Efecto de la competencia y la disponibilidad de alimento sobre la dinámica espacio-temporal de tres cánidos en el desierto Chihuahuense.

Director: Dr. Alberto González Romero

Diyarza Sandoval, Nayeli Angélica

Tesis: Actividad antifúngica y promotora de crecimiento vegetal de bacterias aisladas de la filósfera de *Persea americana* Mill.

Directora: Dra. Frédérique Reverchon

Guarín Anacona, Deiner Andrés

Tesis: Más allá de la trampa: autocorrelación espacial, distancia entre trampas y enfoques estadísticos en el estudio de los escarabajos coprófagos.

Directores: Dr. Carlos Andrés Cultid Medina y Dr. Federico Escobar Saria



Medina Velázquez, María del Carmen

Tesis: Diversidad de la regeneración de árboles y arbustos en un bosque tropical seco de Sonora, México.

Directora: Dra. Mariana Tarin Toledo Aceves

Rodríguez Mina, Yely Gabriela

Tesis: Evaluación del potencial promotor de crecimiento vegetal del hongo endófito *Metapochonia* sp. en jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones *in vitro* y de invernadero.

Directores: Dra. Frédérique Reverchon y Dr. José Antonio Guerrero Analco



Aldaba Núñez, Fabián Augusto

Tesis: Evolución, taxonomía y relaciones filogenéticas de las especies Neotropicales de *Magnolia*.

Directora: Dra. Marie-Stéphanie Samain

**Bautista Valle, Mirna Verónica**

Tesis: Proteomic studies in fruits of the Tommy Atkins mango cultivar (*Mangifera indica* L.) at postharvest stages.

Director: Dr. Eliel Ruiz May

Flores Galván, Elda Catalina

Tesis: Especialización de helechos litófitos a sustratos contrastantes: Patrones geográficos, taxonómicos y químicos.

Director: Dr. Klaus Mehltreter

**Hernández Jaramillo, Alma Johanna**

Tesis: Distribución actual, amenazas y escenarios para la conservación del mono araña negro (*Ateles fusciceps rufiventris*) en el pacífico colombiano.

Director: Dr. Juan Carlos Serio Silva

Torres Anaya, Daniela Alicia

Tesis: Aspectos cualitativos de la efectividad de dispersión de semillas por monos aulladores de manto (*Alouatta palliata mexicana*).

Directores: Dr. Juan Carlos Serio Silva y Dr. Wesley Francisco Dáttilo da Cruz



¡MUCHAS FELICIDADES!

Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:



357

Artículos
publicados



480

Autores
(INECOL y externos)



50,000

Personas
alcanzadas



20

Números
publicados



75

Redes académicas e
instituciones externas



49

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

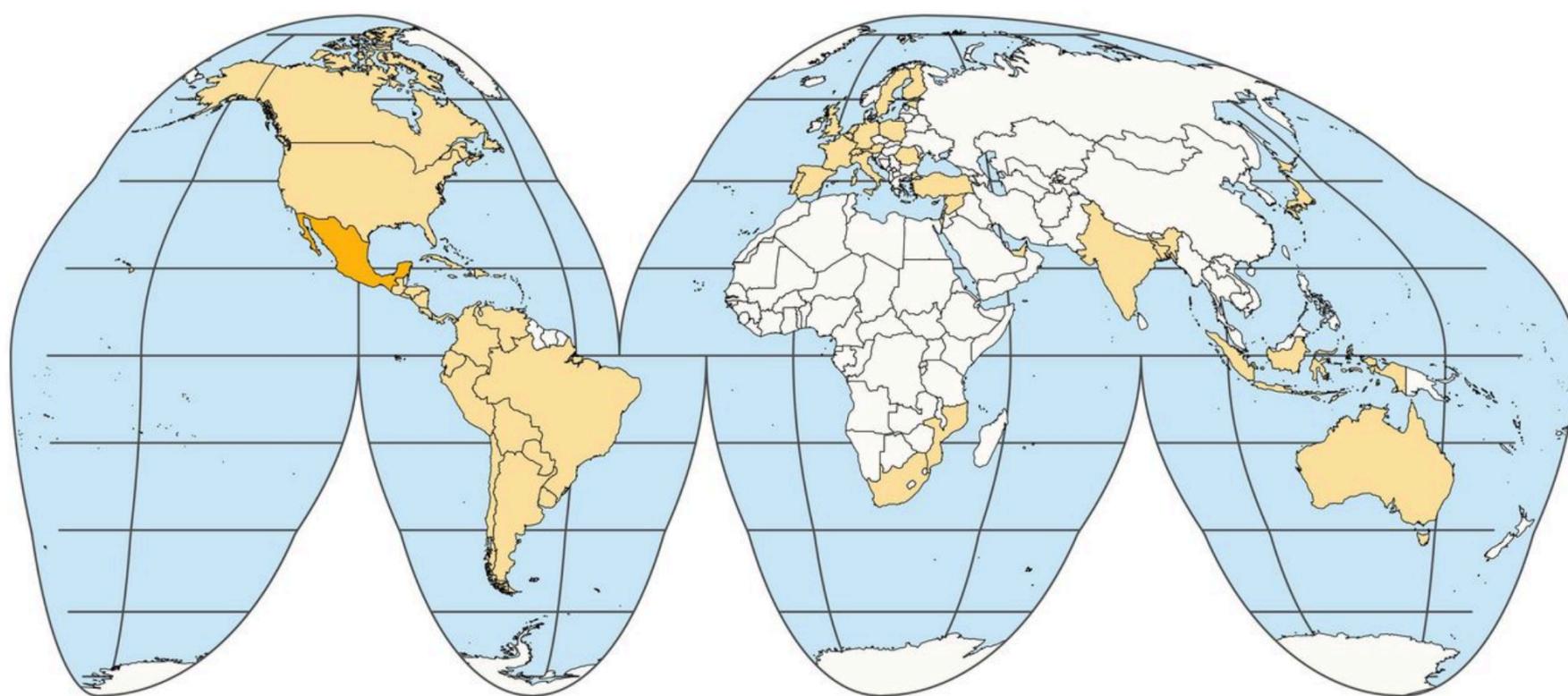


Ilustración: Sergio A. Cabrera Cruz, de la USP AE, INECOL

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)

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE
Eco-Lógico

Fotografía: Vinisa Romero

Eco-Lógico, año 6, volumen 6, No. 1 enero-marzo (primavera), 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 marzo de 2025.