



**Ciencia y
Tecnología**

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación



Eco-Lógico

Revista de divulgación científica

CIENCIA HOY

Desde peces paternales e
insectos hasta
enfermedades humanas

HECHO EN INECOL

La Mancha: lagunas
iy muchas estrellas!

JÓVENES CIENTÍFICOS

De moscas
jorobadas y nidos
artificiales



TRIVIAS Y ARTE

¿Qué tanto sabes
sobre las playas?

ANÉCDOTAS DE BOTAS Y BATAS

¡El peligro no era la
nauyaca!

Publicación
trimestral
ISSN 2954-3355

Año 6 Vol. 6 No. 3,
julio-septiembre,
(otoño) 2025

Eco-Lógico

Año 6 / volumen 6 / número 3 / julio-septiembre (otoño)
2025, Instituto de Ecología, A.C.

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

Responsables y Coordinadores Generales:

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

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

Apoyo informático: Alberto Rísquez Valdepeña;

Distribución general: Oficina de Enlace con la
Sociedad. Consejo de Editores Asociados y

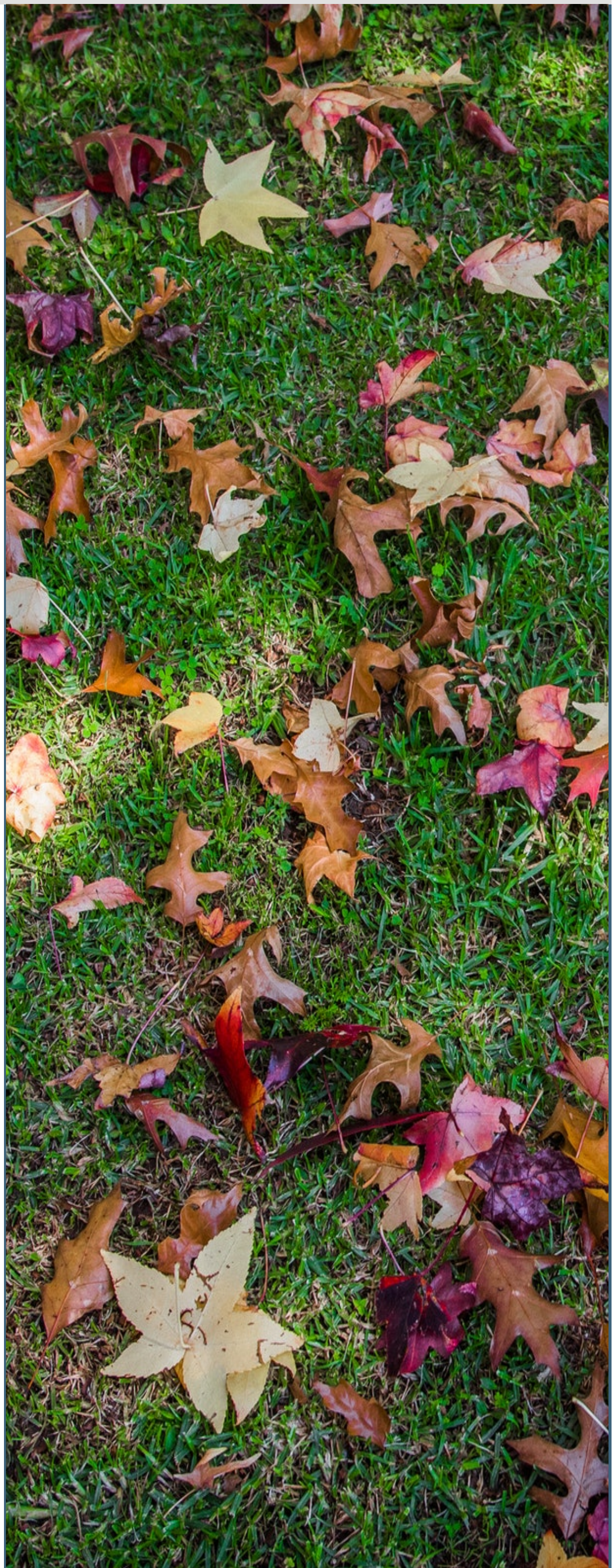
Colaboradores: Carlos Frago, Armando Aguirre
Jaimes, Frédérique Reverchon.

Eco-Lógico, año 6, volumen 6, No. 3, julio-septiembre
(otoño) 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
septiembre de 2025.

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

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

Fotografía de portada: Vinisa Romero
Fotografía de prólogo: Magda Ehlers, Pexels
Navegador recomendado: Google Chrome





En palabras de Gonzalo Halffter, **“el Instituto de Ecología A.C. nació con el propósito de acabar con la falsa disyuntiva entre la ciencia de excelencia, entendiendo la excelencia como sinónimo de ciencia básica, y los que están comprometidos con la solución de los problemas nacionales”**. Se tradujo en estudios de ordenamiento ecológico y manifestaciones de impacto ambiental y en la creación, conservación y manejo de áreas naturales protegidas (ANPs). En los primeros años en Xalapa, pudimos participar en varios proyectos y esfuerzos y fue formativo para muchos de nosotros. Pudimos conocer otras regiones del país, cambiar escalas que enriquecieron nuestra visión de paisaje, investigar en ANPs, manteniendo equipos y mediciones en el corto y mediano plazo, hacer monitoreos, apoyarnos en laboratorios equipados. Inclusive favoreció la relación con los pobladores, en torno a la conservación y su importancia para el desarrollo local.

Estas experiencias formaron lazos entre los investigadores. Para muchos de nosotros, **en el INECOL podemos hacer investigación y publicar, y dar respuestas debido a su capacidad de organizar equipos de trabajo y brindar resultados rápidos. Forjamos un compromiso real y un orgullo institucional de pertenencia, formando una institución de referencia a nivel nacional e internacional.**

Celebrando 50 años, el INECOL juega un papel activo en la difusión del conocimiento. La necesidad que una sociedad -entendida como empresas, gobierno, escuelas, ciudadanos- tiene de crear y creer en la ciencia, requiere conocerla y entenderla. Eco-Lógico, nos permite realizar esta actividad y conectar con la sociedad, favoreciendo el uso del conocimiento. Tenemos la tarea ineludible de hacer partícipe a esta sociedad de un país megadiverso, de entender la biodiversidad, las relaciones entre especies, la necesidad de mantener nuestros ecosistemas en buen estado, y de generar biotecnologías para aliviar los daños provocados por nuestra actividad, todo ello mientras conservamos, produciendo.

El presente número de Eco-Lógico conjunta artículos que representan los intereses de trabajo del INECOL y de nuestros lectores. Dos de ellos nos enfrentan a lo abstracto versus lo mundano, al hablar del origen y evolución de las adaptaciones y de los nichos ecológicos. Ocho tratan sobre la vida de flora y fauna, como las Asteracea, los encinos, las moscas jorobadas, los emplumados veracruzanos, y las lechugillas mexicanas. Plantean problemas de conservación como el declive de los insectos y oportunidades para salvaguardar nuestra riqueza y otro nos adentra en el cuidado paternal que rige la vida de algunos peces. Otros se relacionan con la agricultura, partiendo de cómo se forma la tierra negra, siguiendo hacia propuestas biotecnológicas como los nano-biofertilizantes, la agricultura salada y las setas que aceleran la degradación de la madera. Las costas tienen relevancia: analizar la integridad de las playas arenosas, hablar de lagunas interdunarias, y de la importancia de una reserva para generar conocimiento. Aterrizamos con dos temas de la vida diaria: enfermedades y medicamentos y los derechos de los animales. Concluimos con una simpática anécdota del trabajo de campo en Los Tuxtlas y una colección de fotografías históricas.

Patricia Moreno-Casasola

Investigadora Emérita del INECOL

Investigadora Emérita del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores de México

NAVEGADOR SUGERIDO: CHROME

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

HECHO EN EL INECOL

- P. 8 **¡LAS ESTRELLAS EN NUESTRA VIDA DIARIA!**
Karina M. Grajales Tam y Daniel Tejero-Diez
- P. 14 **NANO-BIOFERTILIZANTE EN LA AGRICULTURA MODERNA**
José Daniel Garfias Velázquez, Luis Arturo Ibarra Juárez y Nicolaza Pariona Mendoza
- P. 22 **AVES VERACRUZANAS: EL PÁJARO ESTACA, UN FANTASMA EN LA OSCURIDAD**
Rosa Inés Aguilar Amar, Gilberto Cortés Rodríguez y Fernando González-García
- P. 28 **ENCINOS DEL BOSQUE DE NIEBLA: COLABORACIÓN PARA SU CONSERVACIÓN**
Estrella Chévez, María Toledo Garibaldi y Tarin Toledo Aceves
- P. 36 **LAS GUAPILLAS O LECHUGUILLAS MEXICANAS**
Rodrigo Alejandro Hernández-Cárdenas, Adolfo Espejo-Serna y Ana Rosa López-Ferrari
- P. 44 **LAS LAGUNAS INTERDUNARIAS URBANAS: ¿UN REFUGIO PARA LA DIVERSIDAD?**
Ana Laura Lara-Domínguez, Gabriela Vázquez, Ángel Carpintero y colaboradores
- P. 52 **BIENESTAR ANIMAL: CINCO LIBERTADES DESDE LA PERSPECTIVA DEL DOCENTE DE EDUCACIÓN BÁSICA**
Luis M. García Feria
- P. 60 **INECOL: INNOVACIÓN CONSTANTE EN GESTIÓN AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO**
Jorge López-Portillo, Rafael Villegas Patraca y Patricia Moreno-Casasola
- P. 68 **LA MANCHA: 48 AÑOS CONTRIBUYENDO A LA CONSERVACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA COSTA VERACRUZANA**
Mauricio A. Juárez Fragoso, Armando Aguirre Jaimes y José G. García-Franco
- P. 76 **DIVULGAR Y EDUCAR: DEL QUEHACER CIENTÍFICO A LA INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN TRANSDISCIPLINARIA**
Carolina Álvarez-Peredo, Oscar Briones, Andrea Farías Escalera y colaboradores
- P. 82 **INCIDENCIA SOCIAL Y HERRAMIENTAS PARA GENERAR CONOCIMIENTO Y CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD**
Armando Contreras Hernández, Carolina Álvarez-Peredo y colaboradores

CIENCIA HOY

- P. 92 **PATERNIDAD RESPONSABLE EN PECES: SU IMPACTO EN LA SUPERVIVENCIA EMBRIONARIA**
Brenda Santillán Herrera, Mariana Solís-Mendoza y Luis Felipe Mendoza Cuenca
- P. 98 **SETAS UN ALIADO EN LA BATALLA ENZIMÁTICA CONTRA FORRAJES TOSCOS**
David Merak Aguilera Nuñez, María Andrea Becerril López y colaboradores

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

¿AGRICULTURA SALADA? EL SECRETO MARINO QUE CONQUISTA LOS CULTIVOS	P. 106
Naivi Flores Balmaseda, Cristina Landa Cansigno y José Antonio Guerrero Analco	
LA TIERRA NEGRA: UN RECURSO FRÁGIL E INVALUABLE	P. 114
César Eduardo Figueroa Gómez	
LA ENCRUCIJADA DE LOS INSECTOS: SU COLAPSO EN EL ANTROPOCENO	P. 120
Federico Escobar y Daniel González Tokman	
¿POR QUÉ TOMAMOS MEDICAMENTOS CUANDO ESTAMOS ENFERMOS?	P. 128
Hilda Amelia Piñón Castillo, Rosa Isela Ruvalcaba Ontiveros Y Miriam R. Zermeño Ortega	

JÓVENES CIENTÍFICOS

UN VISTAZO A LA FAMILIA DE LAS MOSCAS JOROBADAS	P. 136
David Ríos López	
NIDOS ARTIFICIALES HACEMOS, PARA EMPLUMADOS VERACRUZANOS PONEMOS	P. 144
Diana Gisell Juanz-Aguirre, Alberto Hernández-Lozano y Christian A. Delfín-Alonso	
MODELANDO LO INVISIBLE: HERRAMIENTAS PARA ENTENDER LAS INTERACCIONES ENTRE LAS ESPECIES	P. 152
Alejandro R. Villa, Ángela P. Cuervo-Robayo y Wesley Dáttilo	
CUANDO EL PARECIDO ENGAÑA: DIFERENCIAS ENTRE HOMOLOGÍA Y HOMOPLASTÍA	P. 160
Erika C. Pérez-Ovando y Jorge H. Valencia	

TRIVIAS Y ARTE

¿QUÉ TANTO SABES---DEL GOLFO DE MÉXICO?	P. 170
M. Luisa Martínez	
BIOTRIVIA ¿QUÉ PLAYA ESTÁ EN MEJOR ESTADO?	P. 178
Octavio Pérez-Maqueo, Maricruz González Alvarado y M. Luisa Martínez	

DE BATAS Y BOTAS

CUANDO CAEN LOS ÁRBOLES EN LA SELVA	P. 186
Mario E. Favila	

ECONOTICIAS

CELEBRACIÓN 50 AÑOS INECOL	P. 190
TALLER DE APRENDIZAJE-FLUJOS ECOSISTÉMICOS	
DÍA DEL ÁRBOL	P. 191
CURSO DE VERANO	P. 192
DÍA DE LA ABEJA	
OBITUARIO-DR. ARTURO GÓMEZ-POMPA	P. 193
ORGULLO INECOL	P. 194
GADUADOS	P. 196



CONTENIDO

Hecho en INECOL

Fotografía: José G. García-Franco



¡LAS ESTRELLAS EN NUESTRA VIDA DIARIA!

Karina M. Grajales Tam*

Centro Regional del Bajío, INECOL

Daniel Tejero-Díez

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

*karina.grajales@inecol.mx



Fotografía: Karina M. Grajales Tam

¡¡Resulta que las dalias, margaritas, girasoles, crisantemos, la manzanilla y el cempasúchil no son flores!!; pero... esto ya lo sabían nuestros antepasados mexicanos. Los "mexihcah" o mexicas de habla náhuatl llamaban "Cempohualxochitl" a estas plantas que, literalmente, significa 20 flores (muchas flores). Es decir, no es una flor, **¡son muchas flores!**

¡Esta "pseudoflor" es en realidad una inflorescencia especial! **¡No solo nos engaña a los humanos, también a sus polinizadores!**

En Europa, sólo hasta el año 1740 (¡¡al menos 300 años después que en México!!) fue formalmente descrita esta estructura; recibió el nombre de "flor compuesta", justo en alusión de que es una inflorescencia compuesta por varios tipos de flores y estructuras. Posteriormente, **se formalizó para esta familia el nombre de Asteraceae; cuya raíz grecolatina significa estrella** que, si bien se estableció por la presencia de "rayos" que salen de un disco, son también la "estrella" botánica en la naturaleza (Figura 1). **Es la familia de plantas más numerosa en especies (se conocen cerca de 32,000 a nivel mundial)**, con más formas de crecimiento (hierbas, bejucos, arbustos y árboles) y más **ampliamente distribuida tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos, y en zonas cercanas a los asentamientos humanos** (excepto en los polos helados). ¿De qué se trata?

Son fácilmente reconocibles

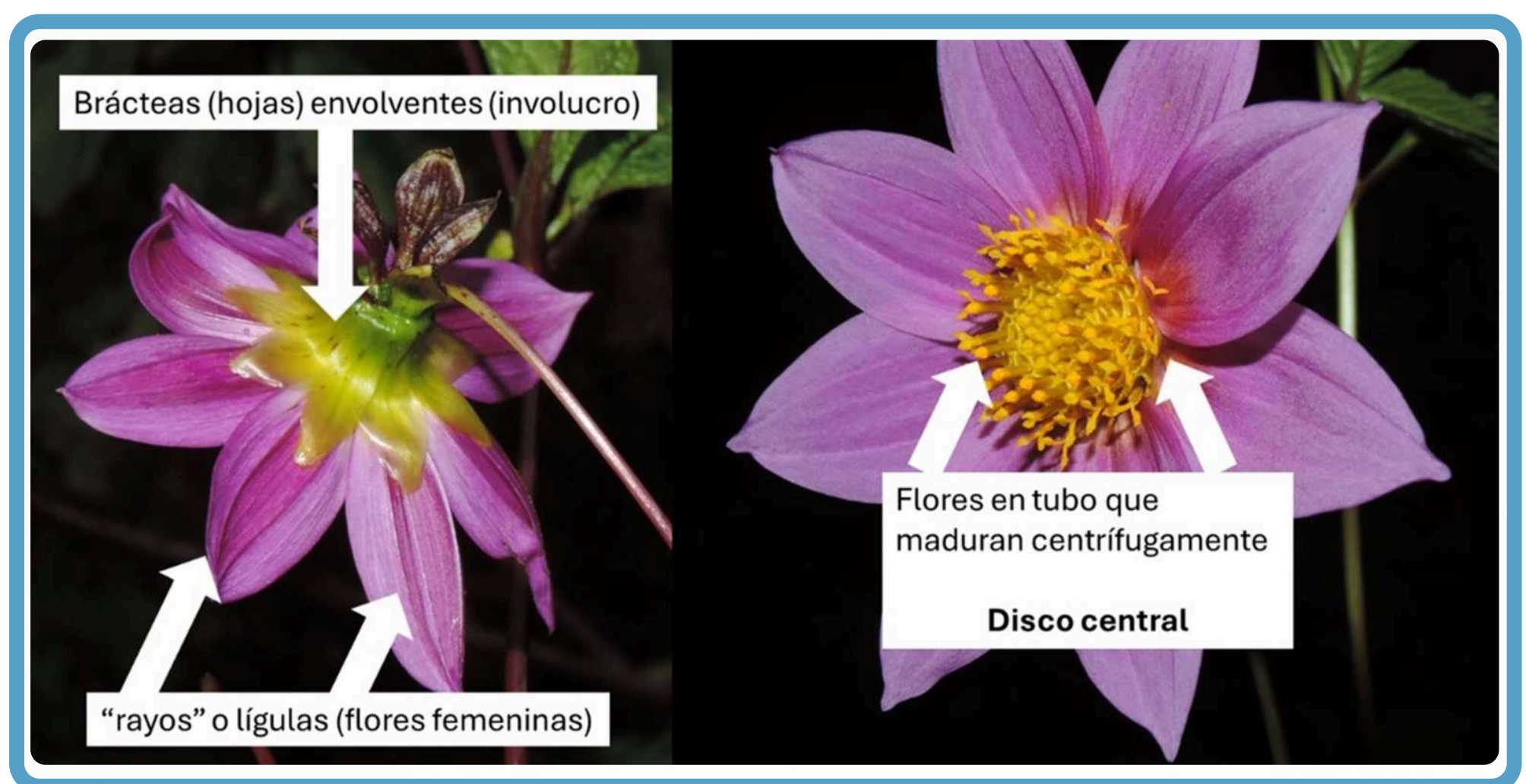


Figura 1. Pseudoflor de *Dahlia* mostrando sus principales características.
Fotografía: Daniel Tejero-Díez

Las Asteráceas se caracterizan porque las flores están dispuestas apretadamente en una inflorescencia plana o cóncava -puede tener pocas o muchas flores (rara vez es una)-, que reciben el nombre de cabezuela ó capítulo. Las cabezuelas están rodeadas por **una o más filas de hojas modificadas, de color y tamaño diferente** llamadas brácteas. Al conjunto de éstas se le denomina involucre (Figura 2). Esta pseudoflor, es una máquina super eficiente para la polinización, porque **un insecto puede polinizar muchas flores en una sola visita y se lleva un grato regalo de néctar y polen**. Además, la maduración secuencial de sus flores permite que los frutos-semilla se dispersen en distintos tiempos para alcanzar la mejor temporada para la germinación y crecimiento. Por otro lado, la presencia de pelos en el fruto (como el diente de león) facilita su desplazamiento a distancia gracias al viento, agua, gravedad, animales, expulsión explosiva (Figura 3).

Los integrantes más conocidos de las asteráceas son: **crisantemo, dalia, diente de león, girasol, manzanilla, cempasúchil, margarita, alcachofa, lechuga, entre otras.**

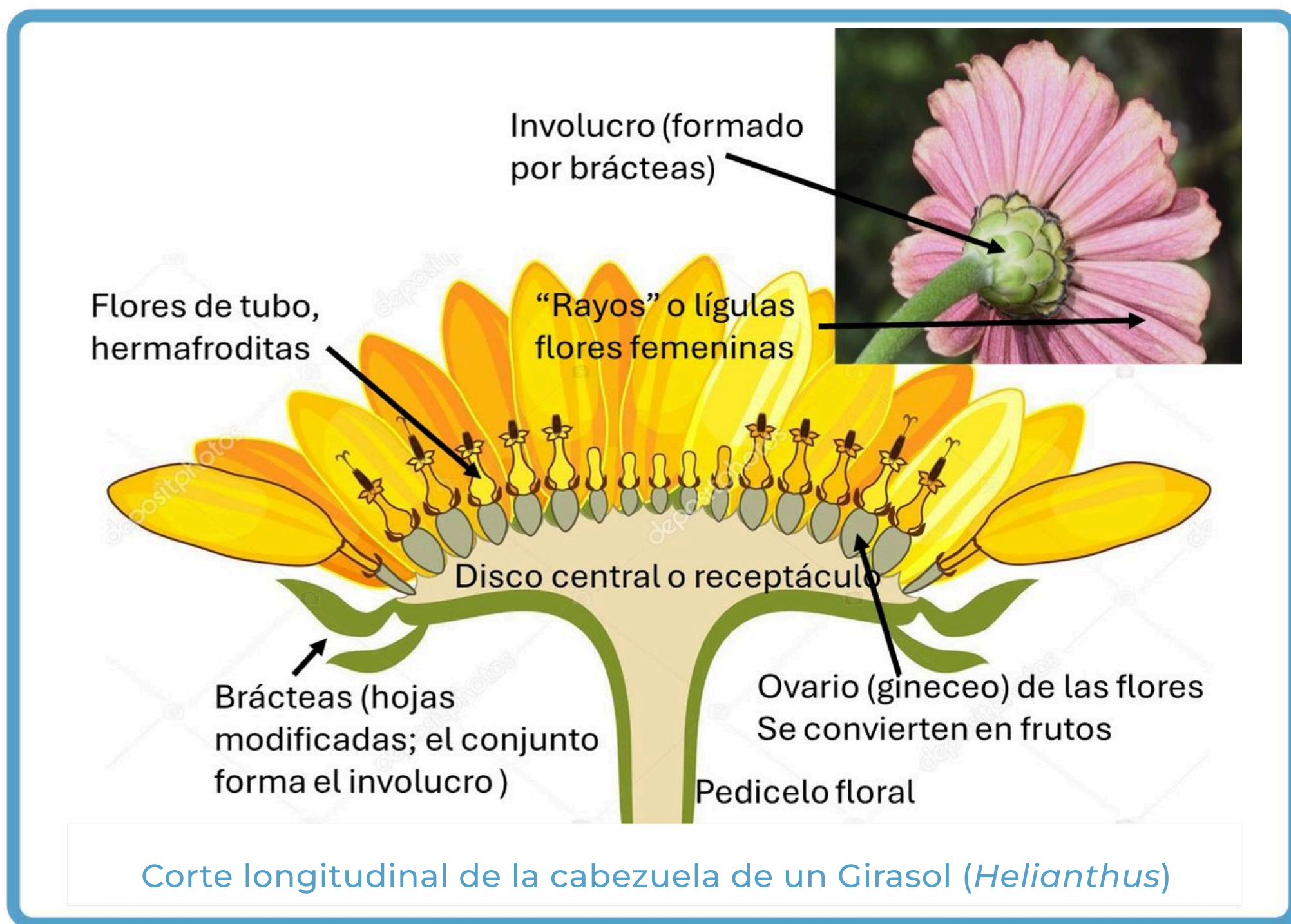


Figura 2. Pseudoflor del Girasol (*Helianthus*) partida a la mitad.
Fotografía: © Luayana Dreamstime

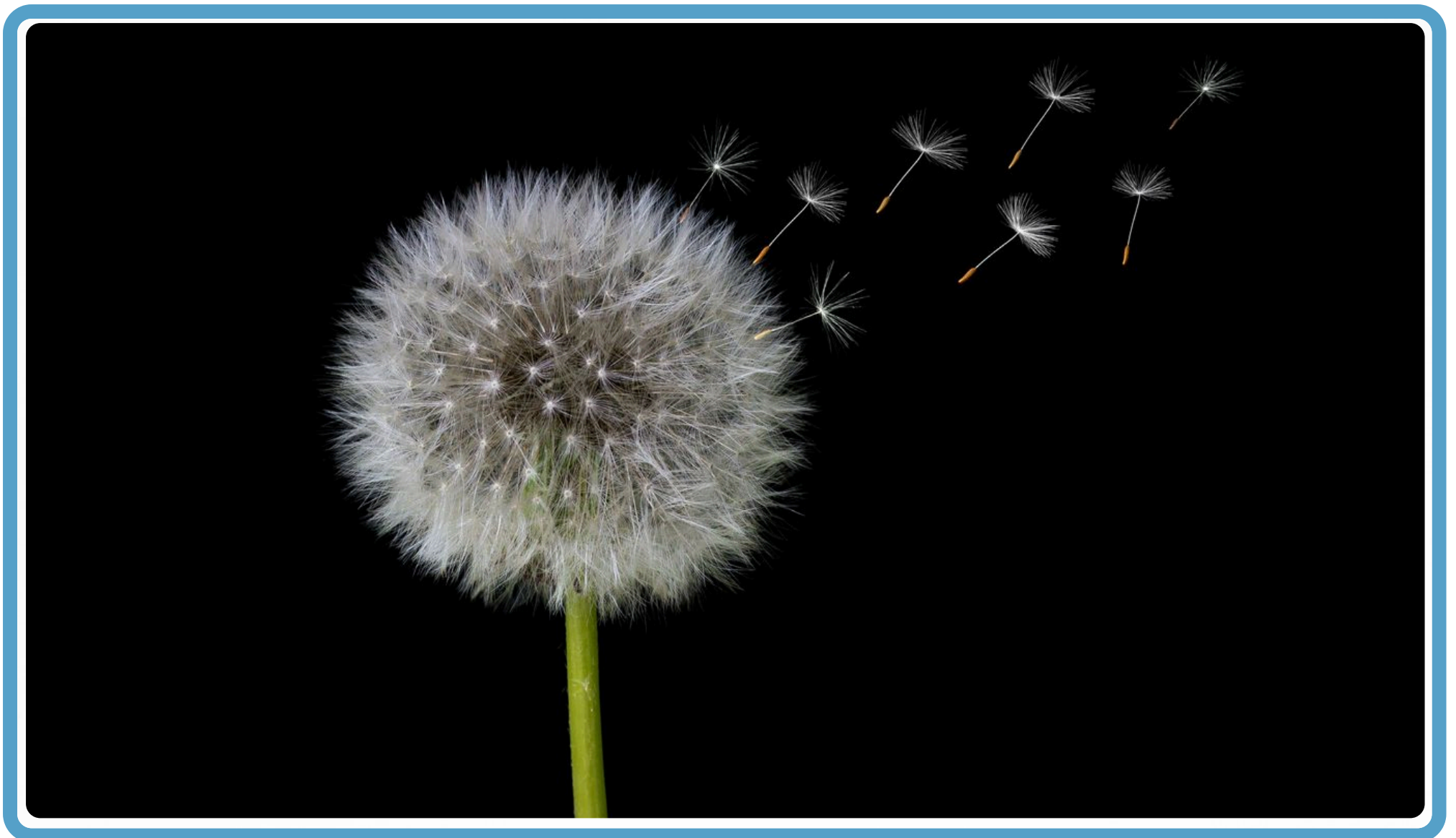


Figura 3. Frutos de Diente de león (*Taraxacum officinale*).

Fotografía: Herbert Goetsch, Unsplash

En México **se registran cerca de 3127 especies de plantas de la familia Asteraceae**, de ellas 1996 solo las encontramos en México (endémicas); y se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 4500 m de altitud (Figura 4).

Las asteráceas son de gran utilidad para los humanos. **Las cabezuelas de algunas especies se utilizan como alimento** (por ejemplo, la Alcachofa). De otras se extraen sustancias químicas como las piretrinas y aceites esenciales aromáticos que se utilizan en la elaboración de insecticidas, aromatizantes, colorantes y medicinas. Además, son apreciadas como plantas ornamentales, por ejemplo, las margaritas. También nos proveen de caucho, madera, leña, forraje y son de gran interés apícola dado que la gran mayoría atrae a las abejas. A continuación, se mencionan las plantas más comunes que nos acompañan en nuestra vida diaria:

- **Aceite comestible:** en semillas de girasol (*Helianthus annuus*) y cártamo (*Carthamus tinctorius*).
- **Condimento:** estragón (*Artemisia dracunculus*), mugwort (*A. vulgaris*), condimentos y saborizantes de vinagres, aceites y grasas.
- **Hortalizas:** lechuga (*Lactuca sativa*), alcachofa (*Cynara scolymus*), escarola (*Cichorium endivia*), diente de león (*Taraxacum officinale*).

- **Insecticidas:** piretro-mezcla de sustancias químicas para matar garrapatas pulgas y mosquitos (crisantemos- *Chrysanthemum* spp.), lactonas de acción insecticida efectivas contra larvas de mariposas del género *Spodoptera* (acahual amarillo- *Melampodium americanum*).
- **Licores:** ajeno (*Artemisia absinthium*).
- **Medicina:** dolor y cólicos (chamiso- *Baccharis conferta*), antiespasmódico diurético (damianita- *Chysactinia mexicana*), antiinflamatorio (árnica- *Heteroteca inuloides*, aceitilla- *Bidens odorata*), trastornos digestivos (manzanilla- *Matricaria chamomilla*), dolor de muelas (cadillo- *Xanthium strumarium*), problemas de vejiga y riñón (chucaca- *Packera candidissima*), afecciones respiratorias (gordolobo- *Gnaphalium* spp.).
- **Ornamentales:** dalia, Crisantemo, girasol, manzanilla, mirasol, caléndula.
- **Forestales y restauración de suelos:** en Asia y Oriente, se utiliza *Brachylaena* para pisos y construcción, por su madera aromática, parecida al sándalo. Alrededor de 43 géneros de asteráceas son resistentes a la salinidad, siendo un recurso para las zonas áridas y pueden ayudar a la recuperación de suelos de esa naturaleza.
- **Forrajeras:** bovinos y ovinos, aves y cerdos, las hojas y tallos del girasol mexicano (*Tithonia diversifolia*) y la raíz del tupinanbo (*Helianthus tuberosus*).



Figura 4. Campo con diferentes especies de asteráceas en el municipio Salto del Agua Llovida, Durango, México. Fotografía: Karina M. Grajales Tam



Además, tienen un papel muy importante en todo el ámbito de la vida en los ecosistemas. **Algunas asteráceas cubren varias extensiones de vegetación natural.** Por ejemplo, las malezas o ruderales abundan en áreas perturbadas o cultivos agrícolas **contribuyendo en la retención y estabilización del suelo, incrementando el contenido de materia orgánica y participando con la producción de oxígeno.** Otras especies de regiones tropicales, subtropicales o templadas tienen distribuciones restringidas (endémicas), y **a causa de las actividades humanas algunas están amenazadas o en peligro de extinción.** Según la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN), 147 géneros de asteráceas están con alguna categoría de riesgo y conservación. Ayudémosles a permanecer.

Para saber más:

- Araujo F. 2019. Flora melífera de la región centro-este del municipio de Pátzcuaro, Michoacán, México. Acta Botánica Mexicana 126, 20. [Click aquí](#)
- Del Vitto L., Petenatti E. 2015. Asteráceas de importancia económica y ambiental Segunda parte: Otras plantas útiles y nocivas. Multequina 24, 47-74. [Click aquí](#)
- Rolnik A, Soluch A, Kawakska I, Olas B. 2021. Antioxidant and hemostatic properties of preparations from Asteraceae family and their chemical composition – Comparative studies. Biomedicine & Pharmacotherapy 142, 111982. [Click aquí](#)

Fotografía: Vinisa Romero

NANO-BIOFERTILIZANTES EN LA AGRICULTURA MODERNA

José Daniel Garfias Velázquez*

Luis Arturo Ibarra Juárez**

Nicolaza Pariona Mendoza***

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

*danielgarfiasvelazquez061103@gmail.com

**luis.ibarra@inecol.mx

***nicolaza.pariona@inecol.mx



Fotografía: José Daniel Garfias Velázquez

A lo largo del siglo XX el uso intensivo de los fertilizantes químicos, como parte de la Revolución Verde, demostró ser una opción para incrementar la producción de los cultivos debido a la alta demanda de alimentos y, con ello, sostener a la población en crecimiento (Figura 1). Sin embargo, **el uso prolongado de este tipo de fertilizantes ocasionó problemas, tales como; la pérdida de la microbiota y fertilidad del suelo, así como, la contaminación del aire y del agua.** En este contexto, **surge la necesidad de buscar alternativas sustentables y amigables con el ambiente, como por ejemplo los fertilizantes orgánicos o mejor conocidos como “biofertilizantes”.** Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos vivos y materia orgánica, que promueven el crecimiento y la fertilidad del suelo. La reintroducción de microorganismos benéficos al suelo no solo favorece la nutrición de las plantas, sino también recupera la actividad biológica del suelo de una manera progresiva.



Figura 1. El uso intensivo de los fertilizantes químicos, ocasionó problemas como pérdida de microbiota y fertilidad del suelo. Fotografía: Barskefranck, Pixabay

Entre los biofertilizantes más utilizados se encuentran la lombricomposta (Figura 2), las heces de ganado bovino, equino, avícola e insectos. La crianza de insectos es una actividad que se ha incrementado en los últimos años y que, al realizarla bajo condiciones controladas, los insectos generan residuos orgánicos provenientes de sus excretas, mudas o restos de su exoesqueleto. Estos residuos pueden ser aprovechados como potenciales biofertilizantes de alta calidad, en particular las excretas. El interés del uso de las excretas de insectos como fertilizantes comenzó a partir del año 2010, debido a la expansión de la industria para la crianza de insectos como la mosca soldado negra (*Hermetia illuscens*) y el escarabajo de la harina (*Tenebrio molitor*), ambos como una fuente de proteína para consumo animal. Estos procesos generaban grandes volúmenes de excretas, que al ser estudiadas llegaron a la conclusión que por su contenido microbiológico y orgánico mejorarían la fertilidad de la tierra y la salud de las plantas.



Figura 2. Larvas de *Zophobas morio*. Fotografía: Luis Arturo Ibarra Juárez

Otra especie que ha generado interés son los llamados super-gusanos (*Zophobas morio*), que originalmente fueron estudiados por su capacidad para la degradación de polímeros plásticos. **Las excretas de estos insectos demostraron tener un gran potencial como fertilizantes, ya que son ricas en nutrientes esenciales como el nitrógeno y fósforo; del mismo modo, la cantidad de materia orgánica presente favorece a mejorar la estructura y la actividad biológica del suelo.**

Por otra parte, **la aplicación de la nanotecnología en la agricultura también ha sido de gran relevancia.** Por ejemplo, **los nanofertilizantes elaborados a base zinc, hierro, cobre, entre otros elementos, han demostrado gran potencial en la agricultura.** En particular, los nanomateriales como los óxidos metálicos (ejemplo; óxido de zinc [ZnO], óxido de hierro [Fe₃O₄], óxido de cobre [CuO]) que debido a su tamaño y estructura de tamaño nanométrico (1 nm = 1 millonésima parte de un metro) interactúan de forma eficiente con las plantas y con el suelo. Es de resaltar, que **los nanomateriales por su alta superficie de contacto y su capacidad para liberar nutrientes de manera precisa y controlada incrementan el rendimiento de los cultivos** (Figura 3).



Figura 3. Los nanomateriales incrementan el rendimiento de los cultivos. Fotografía: obtenida de “E. D. Demeke et al, Nanoscale Adv., 2025, 7, 2131 DOI: 10.1039/D4NA01068J”

Recientemente, se ha incorporado el término “nano-biofertilizante” (Figura 4) que hace referencia a la combinación de dos tecnologías fundamentales (nanotecnología y bio-tecnología). **Los nano-biofertilizantes están conformados por organismos vivos provenientes de enmiendas orgánicas, y por nanopartículas que pueden ser de origen mineral o de materiales naturales.** Esta combinación o sinergia de ambas tecnologías surge como resultado a las ventajas que ofrecen de manera independiente, pero que pudieran potenciarse en conjunto. Por ello, se requiere realizar estudios de los nano-biofertilizantes sobre diferentes cultivos y de este modo observar los efectos en el crecimiento y la salud de las plantas.

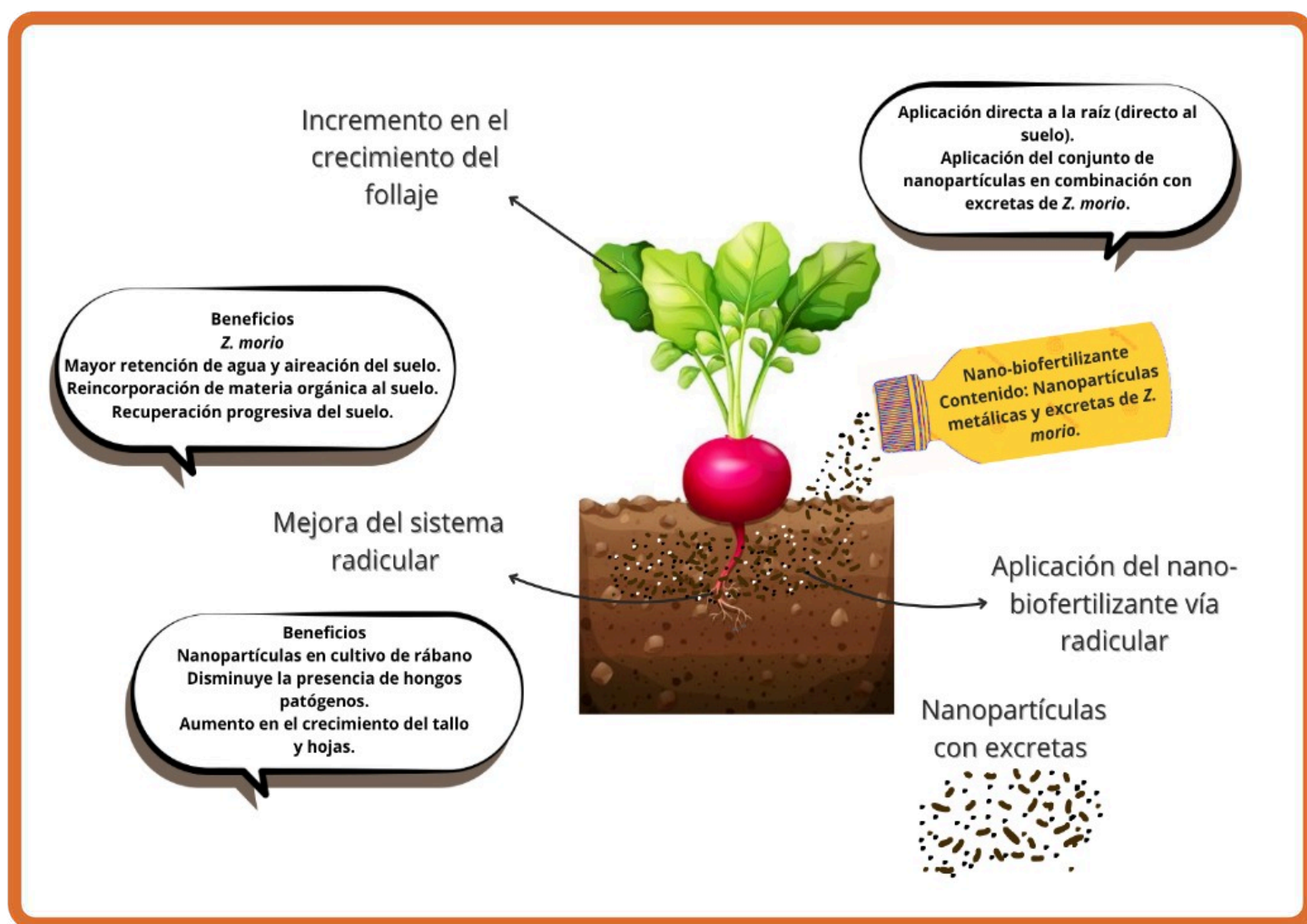


Figura 4. Esquema del método de aplicación de los nano-biofertilizantes y sus beneficios en los cultivos. Elaboración: en Canva (versión 2025) José Daniel Garfias Velázquez

En los laboratorios de Agro-nanotecnología y Entomología de la Red de Estudios Moleculares Avanzados del INECOL se desarrolló un proyecto con la finalidad de evaluar un sistema de fertilización y una posible sinergia entre nanocompuestos y biofertilizantes en un cultivo modelo. En el Laboratorio de Agro-nanotecnología fueron sintetizadas nanopartículas de óxidos metálicos (Figura 5); mientras que en el Laboratorio de Entomología se desarrolló un biofertilizante a base de excretas de larvas *Zophobas morio* (Figura 6). La planta modelo que se utilizó fue el rábano. El rábano (*Raphanus sativus* L.) es una hortaliza de ciclo corto que se cree originaria de Asia. Es una hortaliza de raíz comestible de color rojo, rosa o blanco que pertenece a la familia de las crucíferas, su tamaño y color es resultado de la variedad y el tipo de cultivo. Este alimento se consume principalmente crudo y tiene un sabor picante. Entre los requerimientos nutricionales para el cultivo del rábano se encuentran los micronutrientes como el zinc y el hierro, pero principalmente el nitrógeno. La principal problemática que enfrenta este cultivo es la asimilación de nutrientes ya que, al ser un cultivo de ciclo corto los fertilizantes tardan en ser aprovechados por la planta.

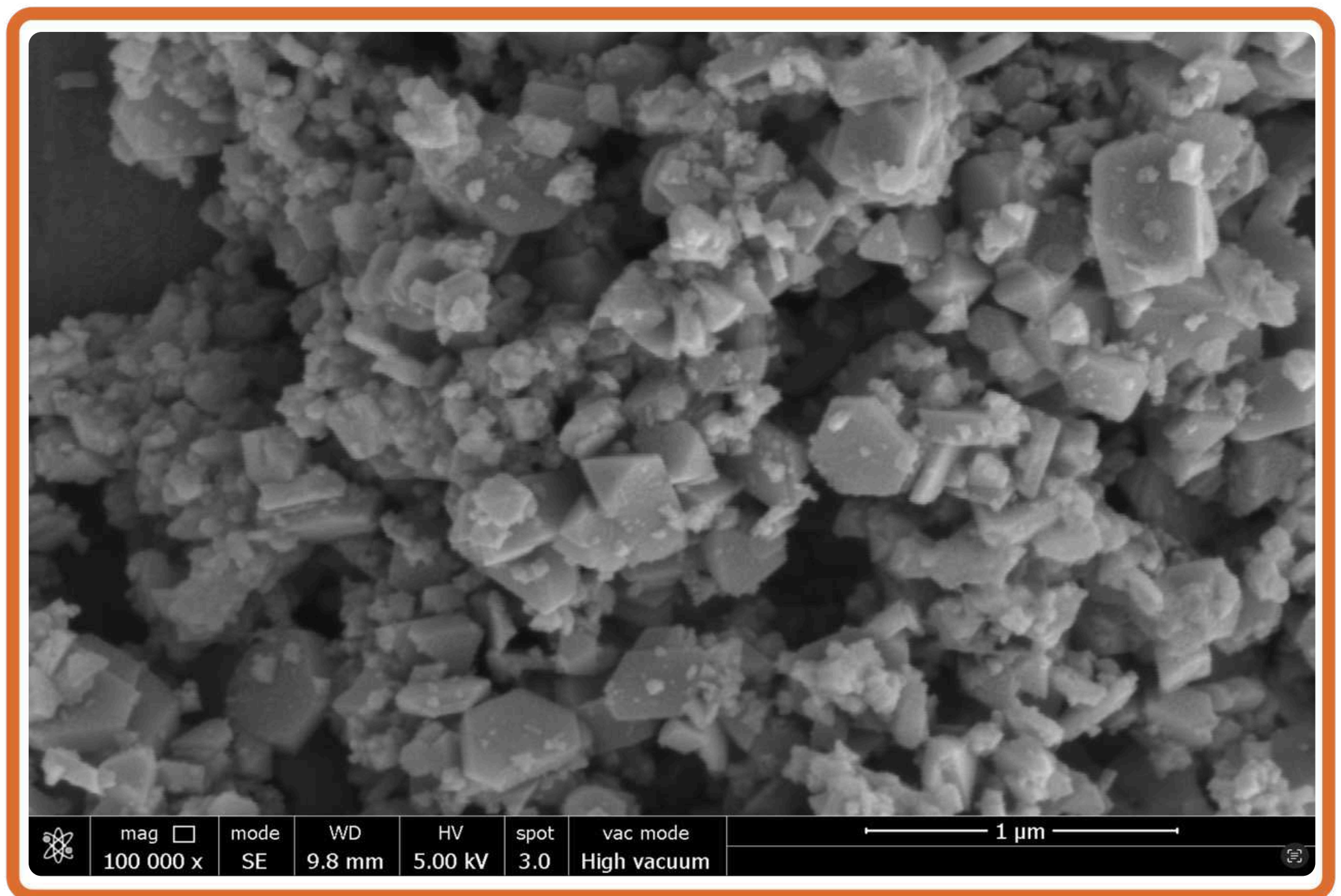


Figura 5. Micrografía de las nanopartículas de óxidos metálicos obtenidas mediante el microscopio electrónico de barrido. Fotografía: Greta Hanako Rosas Saito



Figura 6. Excretas de larvas de *Zophobas morio* obtenidas de la cría de colonias en el laboratorio de entomología. Fotografía: José Daniel Garfías Velázquez

El estudio fue realizado a nivel invernadero (Figura 7A) en donde se evaluó el efecto de la sinergia de la aplicación de las excretas de larvas de *Z. morio* con nanopartículas de óxidos metálicos en la germinación y crecimiento del rábano. Los resultados mostraron que la aplicación de las nanopartículas en una concentración de (0.5 mg/mL) en conjunto con las excretas de *Z. morio* mejoró el crecimiento de plantas de rábano (Figura 7B). Además, **debido al uso de las nanopartículas no se encontró evidencia de ninguna plaga u hongo que pudieran dañar a las plantas. Así mismo, el uso de excretas mostró un resultado positivo en la estructura del suelo.** Es decir, debido a la materia orgánica contenida en las excretas de las larvas de *Zophobas morio* el suelo no se compactó lo que facilita la aireación y retención de humedad, y por ende, mejora la absorción de los nutrientes por parte de las plantas.



Figura 7. (A) Planta de rábano cultivada en condiciones de invernadero con la aplicación de los tratamientos de nano-biofertilizantes (B) Raíz del rábano (parte comestible) champion con la utilización de los nano-biofertilizantes. Fotografías: José Daniel Garfías Velázquez

El uso de estas herramientas tecnológicas puede ser una alternativa eficaz para un nuevo sistema de fertilización en busca de una agricultura más sostenible reduciendo la utilización de fertilizantes químicos y por tanto mejorar la calidad de vida. Sin embargo, se sugiere realizar más estudios en diferentes cultivos.

Para saber más:

- Nicolaza Pariona *et al*: Biofertilizantes del escarabajo *Zophobas morio*.
[Click aquí](#)
- E. D. Demeke *et al*. A comprehensive review on nano-fertilizers: preparation, development, utilization, and prospects for sustainable agriculture in Ethiopia, *Nanoscale Adv.*, 2025, 7, 2131 DOI: 10.1039/D4NA01068J
- Sofía Basurto Cereceda *et al*. Nanotecnología al rescate de la agricultura: nanofuncidas y nanofertilizantes. *Revista Biotecnología en Movimiento*. 202, N°7, 13-19. [Click aquí](#)

Fotografía: Mirko_Fabian, Pixabay

AVES VERACRUZANAS: EL PÁJARO ESTACA, UN FANTASMA EN LA OSCURIDAD

Rosa Inés Aguilar Amar

Investigadora Independiente. Chetumal, Q. Roo.

Gilberto Cortés Rodríguez

Investigador Independiente. Xalapa, Veracruz

Fernando González-García*

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

*fernando.gonzalez@inecol.mx



La perfecta armonía de colores del plumaje de este adulto ejemplifica por qué es tan difícil de encontrar a simple vista en su hábitat natural. Fotografía: Rosa Inés Aguilar Amar

En el fascinante mundo de las aves, **pocas especies son tan misteriosas y sorprendentes como el pájaro estaca** (Figura 1). Admirada por ornitólogos y aficionados, esta ave es un ejemplo viviente de cómo la evolución moldea estrategias de supervivencia únicas. Después de más de cinco años de observaciones de campo, presentamos las conclusiones más interesantes sobre su biología, ecología y comportamiento.

Nyctibius jamaicensis es el nombre científico asignado a esta ave desde hace más de 200 años. **Su distribución natural es amplia, abarcando las planicies costeras del Golfo de México y el Pacífico Mexicano, extendiéndose hasta la península de Yucatán, Costa Rica y algunas islas del Caribe.** El epíteto "*jamaicensis*" indica que fue descrita por primera vez en la isla de Jamaica, mientras que el nombre genérico, *Nyctibius*, hace referencia a los hábitos nocturnos de la familia Nyctibiidae, es decir, vida nocturna o el que vive de noche.

Además de "pájaro estaca", recibe otros nombres comunes a lo largo de su ámbito de distribución, como "pájaro estaca norteño", "nictibio jamaicano", "bienparado", "brujas", "potoo" y "Urutaú norteño".

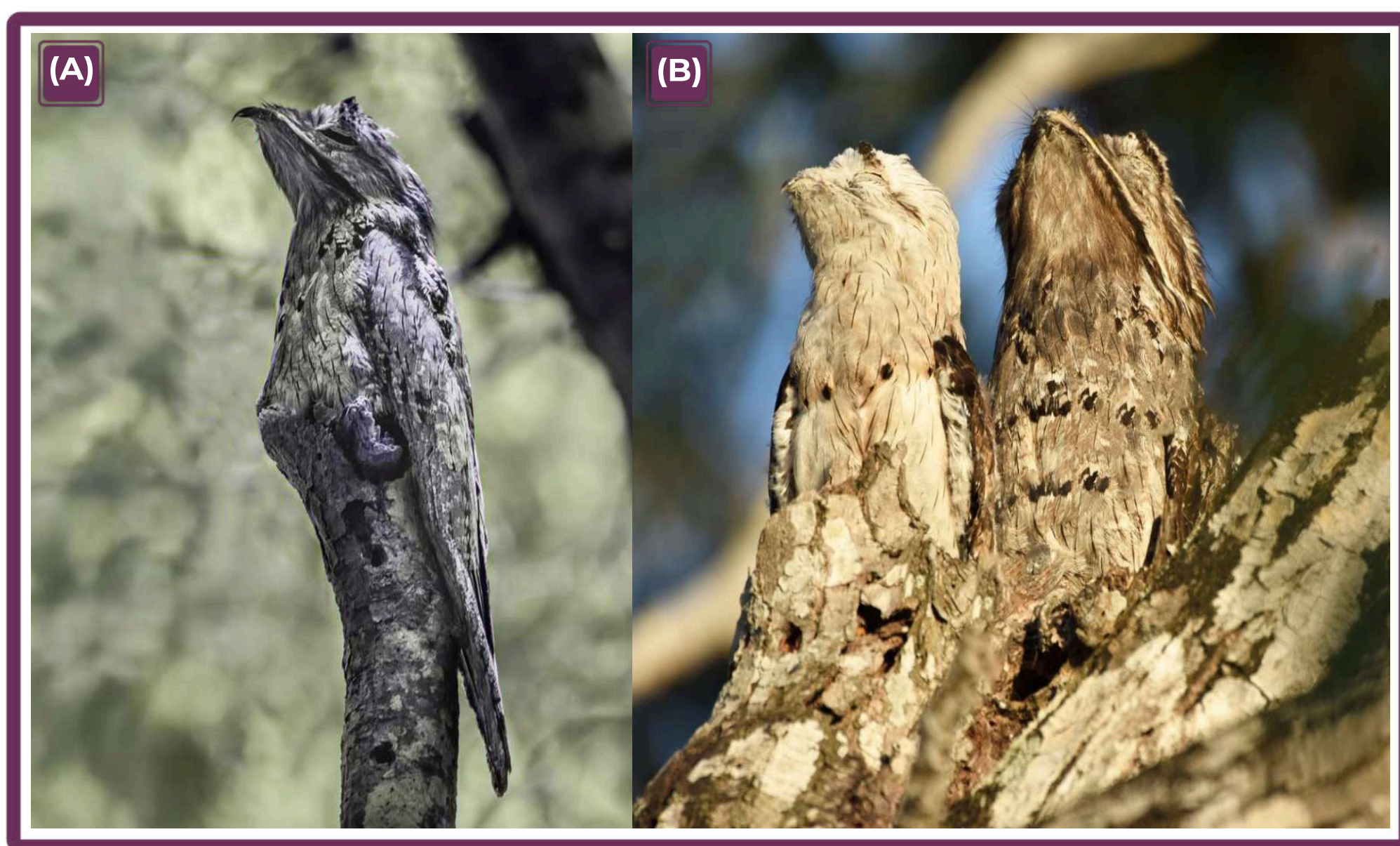


Figura 1. *Nyctibius jamaicensis* (A) utiliza su plumaje críptico para mimetizarse con la corteza de los árboles. (B) El adulto le enseña a la cría a adoptar la postura de "estaca".

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

El pájaro estaca es un ave de tamaño considerable que **puede alcanzar los 45 cm de longitud**. Posee una cabeza grande con un pico relativamente pequeño que se abre en **una boca excepcionalmente amplia, utilizada para cazar** (Figura 2). Sus patas son cortas y **su plumaje es una obra de arte natural**: una mezcla aleatoria de tonos grises, cafés, negros y blancos que lo mimetiza a la perfección con la corteza de los árboles.



Figura 2. La anidación sin nido es una estrategia evolutiva única de esta especie. La pareja protege a su única cría con la máxima dedicación, confiando en su camuflaje para asegurar su supervivencia. Fotografía: Rosa Inés Aguilar Amar

El rasgo más distintivo de esta especie es su excepcional camuflaje y comportamiento de ocultamiento. **Durante el día, permanece inmóvil y en posición vertical en la punta de una rama o un tronco roto, aparentando ser una extensión más del árbol. Esta estrategia le permite pasar desapercibido** y evitar a los depredadores diurnos. Sus movimientos son mínimos y calculados, por lo general solo para proteger a su cría o colocarse a espaldas del sol. Sus ojos, grandes y con un iris amarillo, son otra de sus adaptaciones clave. Al percibir la luz del día, las pupilas se dilatan. **Lo más asombroso son las hendiduras en sus párpados, que le permiten detectar movimientos en su entorno incluso cuando tiene los ojos cerrados.**

El pájaro estaca **es un cazador nocturno especializado en insectos voladores como polillas y escarabajos**. Estos insectos son atraídos por las luces de las zonas urbanas, por lo que estas aves frecuentan áreas boscosas cercanas a pueblos y ciudades, como parques y jardines iluminados artificialmente por la noche. Para cazar, utiliza sus grandes ojos para detectar a la presa y se lanza sobre ella, abriendo su amplia boca como si fuera una red, la atrapa al vuelo. Esta eficiente técnica le asegura una alimentación constante (Figura 3).



Figura 3. (A) Cuando cae la noche, los ojos, se convierten en poderosas herramientas de caza. (B) Con sus ojos grandes y penetrantes, este adulto vigila su entorno incluso cuando parece inmóvil, listo para detectar cualquier peligro o presa potencial.

Fotografías: Rosa Inés Aguilar Amar

La reproducción de esta ave es tan única como su camuflaje. **El pájaro estaca es monógamo y ambos padres participan en la crianza. No construyen nidos. En su lugar, la hembra deposita un solo huevo blanco, manchado de lila y marrón, directamente en una depresión natural de una rama o tocón roto.** Ambos padres se turnan para la incubación, con el macho cuidando del huevo durante el día y la hembra asumiendo el turno por la noche. El polluelo recién nacido está cubierto por un plumón blanco y, a medida que crece, adopta la misma postura erguida de sus padres. Al poco tiempo, su plumaje cambia hasta mimetizarse, preparándose para el momento en que los padres lo abandonan, listo para enfrentar el mundo sin ayuda. Esta estrategia reproductiva, caracterizada por la puesta de un solo huevo y el cuidado parental intensivo, es una adaptación evolutiva que busca asegurar la supervivencia de la cría hasta la edad adulta.

Durante la época reproductiva emite un ronco y gutural "*kwaaaaaa-kwa, kwa*" (Figura 4, audio 1). **Este canto es más probable de escucharse en las noches de luna, cuando el ave se encuentra activa.** Estas vocalizaciones nocturnas han alimentado leyendas en algunas culturas que las asocian con "pájaros fantasmas", lo que resalta su naturaleza esquiva.

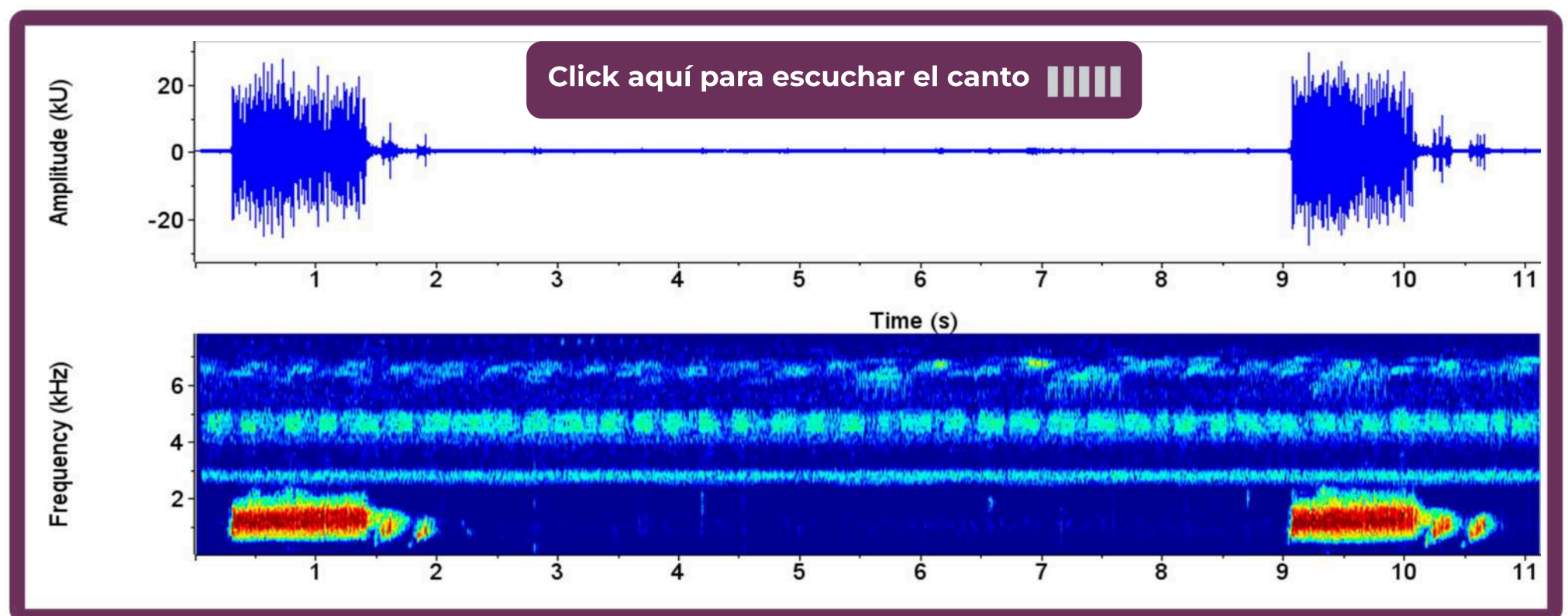


Figura 4. Representación gráfica del llamado de un individuo del pájaro estaca (*Nyctibius jamaicensis*). En la parte superior se aprecia el oscilograma, en el cual se observa la energía sonora (ondas) producida por el ave a través del tiempo. En la parte inferior se muestra el sonograma, en el cual se aprecia la frecuencia (eje y) y la intensidad del canto (entre más rojo, más intenso) producido por el ave a lo largo del tiempo. Audio 1, tomado y editado de xenocanto.org (XC-226748). Espectrograma: Fernando González-García

En cuanto a su estado de conservación, el pájaro estaca se encuentra en la categoría de Preocupación Menor (LC) según la Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Su amplia distribución y su capacidad para adaptarse a hábitats alterados, como campos de cultivo y zonas con árboles dispersos, le han permitido mantener una población relativamente estable. Sin embargo, **no está exento de amenazas. La principal es la pérdida de hábitat por la deforestación. A esto se suman los depredadores domésticos como los gatos y las supersticiones que lo convierten en un objetivo de ataques por parte de algunas personas.**

A pesar de estos desafíos, el pájaro estaca sigue siendo un habitante resiliente y fascinante de nuestros bosques. Su existencia nos recuerda la belleza de la adaptación y el ingenio de la naturaleza. **La próxima vez que escuches un canto misterioso y espeluznante en la noche, o veas una rama que parece un poco fuera de lugar, detente. Podrías estar frente al maestro del disfraz, el guardián de la noche, el extraordinario *Nyctibius jamaicensis*.**

Para saber más:

- BirdLife International. 2020. Species factsheet: Northern Potoo *Nyctibius jamaicensis*. [Click aquí](#)
- Gu D, Behrstock RA, Schulenberg TS. 2020. Northern Potoo (*Nyctibius jamaicensis*), version 1.0. In TS Schulenberg (Editor). Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. [Click aquí](#)
- Stiles FG, Skutch AF. 1989. A Guide to the Birds of Costa Rica. Christopher Helm, London, UK.
- Más vocalizaciones del Pájaro Estaca: [Click aquí](#)

El pájaro estaca se posa en la punta de una rama rota. Esta es una de sus posturas más características, donde su cuerpo se fusiona con la madera. Fotografía: Gilberto Cortés Rodríguez

ENCINOS DEL BOSQUE DE NIEBLA: COLABORACIÓN PARA SU CONSERVACIÓN

Estrella Chévez*

María Toledo Garibaldi

Tarin Toledo Aceves

Red de Ecología Funcional, INECOL

*estrella.chevez@gmail.com



Bellotas y hojas de *Q. sartorii*. Fotografía: Uriel Rodríguez-Zambrano

En la actualidad, la conservación de la naturaleza requiere implementar diferentes actividades para reducir la pérdida de especies, ecosistemas y procesos ecológicos. Para lograrlo **es indispensable la participación de diferentes sectores, grupos, instituciones y personas que directa o indirectamente conocen el contexto de las especies y sistemas a conservar**. Su involucramiento en la planeación permite que los objetivos de conservación sean acordados en un contexto de pluralidad integrando las experiencias ciudadanas. Para integrar esta diversidad de actores **es útil emplear herramientas participativas que orienten sobre qué queremos conservar y cómo podemos actuar** (Figura 1).



Figura 1. Plántulas de las especies priorizadas para el plan de acción. Fotografía: Estrella Chévez

El Grupo Especializado en la Planeación de la Conservación (CPSG por sus siglas en inglés), organismo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), desarrolló un protocolo que guía a quienes trabajan en la conservación de especies a priorizar actividades y definir pautas de acción factibles para lograr resultados exitosos. **Con base en estos protocolos y de investigaciones realizadas en el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) sobre la importancia de los encinos en el bosque de niebla, se conformó un equipo de trabajo para abordar la problemática de la conservación de este grupo de árboles.** El equipo lo conformamos personas involucradas en la investigación, documentación, propagación, siembra y promoción de encinos del INECOL, de la Universidad Veracruzana, de Pronatura Veracruz, de los Municipios de Coatepec e Ixhuacán de los Reyes, del Ayuntamiento de la ciudad de Xalapa, de la Secretaría de Medio Ambiente de Veracruz (SEDEMA), de la Secretaría de Educación de Veracruz, del Consejo Estatal Forestal, y viveristas comunitarios.

Los encinos de la cuenca La Antigua, Veracruz: un plan de acción para muchas especies

Los encinos son un grupo de árboles de la familia Fagaceae que se distribuyen en casi todo el mundo, y alcanzan su mayor diversidad en México. Se asocian con paisajes tan diversos como montañas, sierras, desiertos y zonas costeras. México es reconocido como un centro de diversidad con 161 especies reportadas. En Veracruz se distribuyen 42 especies, y son un elemento esencial en los bosques templados y el bosque de niebla (Figura 2). Los encinos sostienen numerosas relaciones y funciones ecológicas. Por ejemplo, sus raíces establecen relaciones con hongos micorrízicos que transportan nutrientes a través del suelo; sus semillas son alimento de pequeños mamíferos; en sus troncos suelen habitar aves, abejas y pequeños organismos; y cumplen un papel importante en la regulación del ciclo del agua. Además, en las comunidades rurales son apreciados por ser una fuente importante de leña, carbón y madera, y las semillas de algunas especies son usadas para elaborar artesanías. Por estas razones, los encinos son un grupo bandera en los bosques. Es decir, su presencia promueve la conservación de ecosistemas y de la biodiversidad. Dada su importancia ecológica y social, la participación de las personas y tomadores de decisiones es clave para su protección.



Figura 2. Paraje con población de encinos en el bosque de niebla del municipio de Ixhuacán de los Reyes, perteneciente a la Cuenca La Antigua en Veracruz, México. Fotografía: Estrella Chévez

En los bosques **es muy común que distintas especies de encinos coexistan en un mismo sitio con condiciones ambientales similares.** Es así como los esfuerzos que se encaminan a la conservación de una especie de encino tendrán efectos en la protección de otras especies y de las funciones ecológicas asociadas a ellos. Por tal motivo, **nos enfocamos en trabajar en un plan de acción para la conservación, manejo y aprovechamiento de 10 especies de encinos de la parte alta de la Cuenca La Antigua en Veracruz,** región reconocida por su alta biodiversidad e importancia para la conservación del bosque de niebla en México (Figura 3). Dentro del grupo, son de interés particular las especies *Quercus meavei* y *Q. delgadoana*, debido a que sus poblaciones son pequeñas y tienen una distribución restringida a pocos parches de bosque de niebla y vegetación ribereña en México.



Figura 3. Distribución histórica de poblaciones o individuos de especies de encinos en la cuenca La Antigua, en Veracruz, México. Mapa elaborado con base en datos de la tesis de maestría de Claudia Gallardo-Hernández

¿Qué aprendimos en el proceso?

El proceso comenzó con entrevistas a las personas que conformamos el equipo de trabajo y posteriormente con una serie de talleres donde realizamos diferentes actividades de intercambio y reflexión (Figura 4). En estos encuentros identificamos que **las amenazas que ponen en riesgo a las poblaciones de encinos actúan principalmente transformando el hábitat y éstas abarcan factores biofísicos, ecológicos y sociales**. Entre las principales amenazas están el desconocimiento sobre la diversidad y características para identificar las especies de encinos y el pastoreo dentro de los parches de bosque que limitan su regeneración natural (es decir el establecimiento de nuevos individuos). **Otras amenazas también relevantes son el extensivo cambio de uso de suelo, la erosión de valores sociales que afectan la protección de los encinos en las parcelas, y la falta de políticas públicas que impulsen programas y acciones de protección y manejo de encinos.**



Figura 4. Participación en uno de los talleres en el que se realizó un mapa mental que es un diagrama que organiza ideas alrededor de un concepto central, en este caso sobre la relación entre los factores que amenazan a los encinos en la región de estudio. Fotografía: Tarin Toledo

A partir de los puntos anteriores, **se determinaron las siguientes líneas de acción que buscan frenar y modificar estas amenazas y promover nuevas formas de relacionarnos con los encinos (Figura 5):** (1) fortalecer el valor socioecológico de los encinos, (2) incrementar el conocimiento sobre las especies, (3) ampliar la distribución mediante la siembra y protección en los paisajes manejados y conservados, (4) impulsar programas y proyectos de política pública que fomenten el manejo de encinos, y (5) articular esfuerzos colaborativos con la participación de múltiples actores clave. Concluimos que **la conservación de encinos implica en esencia, la conservación de su hábitat y del conocimiento y valores que la sociedad alberga para su cuidado.**



Figura 5. Tronco y hojas de *Q. corrugata*. Fotografía: Uriel Rodríguez-Zambrano

Uno de los logros importantes de este trabajo fue la vinculación interinstitucional. **Al reunirnos para reflexionar colectivamente sobre los problemas y soluciones para conservar los encinos y el bosque de niebla, fortalecemos la colaboración entre personas, grupos e instituciones que suelen operar de forma aislada entre sí.** Esperamos que la colaboración entre diferentes sectores permita potenciar los esfuerzos para implementar actividades como la restauración, y hacer más eficiente el intercambio de información y experiencias (Figura 6).



Figura 6. Participantes del proceso colaborativo del Plan de Acción para la conservación de encinos en la cuenca La Antigua, Veracruz. Fotografía: Estrella Chévez

Finalmente, queremos resaltar que **el “Plan de acción para la conservación, restauración y aprovechamiento de encinos en la parte alta de la cuenca la Antigua, Veracruz, México”** es de los pocos planes dedicados a la conservación de múltiples especies vegetales y **se puede descargar [aquí](#)**

Agradecimientos

Agradecemos a todos los colaboradores y las colaboradoras que fueron parte del proceso, sin su participación, comentarios y experiencias, el resultado no habría sido posible. También agradecemos a los colaboradores de The Morton Arboretum, y a la Fundación Walder y Fundación Franklinia por financiar el desarrollo del plan de acción. Agradecemos al equipo integrado por Claudia Gallardo, Adalberto Morales y Heiner Acevedo que apoyaron en la documentación de las especies, la facilitación de los talleres y la revisión del documento del “Plan de acción”.

Para saber más:

- Species Conservation Planning Principles and Steps: Process Design and Facilitation Manual (online course version). 2022. IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group (CPSG). [Click aquí](#)
- Gallardo-Hernández C. 2020. Los encinos (*Quercus* spp.) de Veracruz: una aproximación desde los herbarios a su taxonomía, diversidad y distribución. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX. [Click aquí](#)
- Good K, Coombes A J, Valencia-A S, Rodríguez-Acosta M, Beckman Bruns E, & Alvarez-Claire S. 2024. Análisis de Vacíos de Conservación de Especies Nativas de Encinos Mesoamericanos. Lisle, IL: The Morton Arboretum. [Click aquí](#)

Juguete con bellota de encino. Fotografía: Estrella Chévez

LAS GUAPILLAS O LECHUGUILLAS MEXICANAS

Rodrigo Alejandro Hernández-Cárdenas*

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

Adolfo Espejo-Serna

Ana Rosa López-Ferrari

Herbario Metropolitano, UAM-I

*rodrigo.hernandez@inecol.mx



Hábitat de las guapillas (*Hechtia rosamariae*) en los alrededores del río Balsas, Guerrero.
Fotografía: Rodrigo A. Hernández Cárdenas

Breve historia taxonómica de las guapillas

Muchas de las plantas comúnmente llamadas “guapillas” o “lechuguillas” pertenecen al género *Hechtia*, de la familia Bromeliaceae. A esta misma familia pertenecen otras plantas más conocidas y utilizadas, incluso con valor comercial, como la piña (*Ananas comosus*), el heno o paxtle (*Tillandsia usneoides*) y los timbiriches (*Bromelia karatas*, *B. hemisphaerica*).

En 1835, el botánico alemán Johann Friedrich Klotzsch (1805-1860) describió por primera vez el género *Hechtia* con la especie *H. stenopetala*. El nombre genérico fue dedicado a Julius Gottfried Conrad Hecht (1771-1837), botánico prusiano y consejero del rey de Prusia. Originalmente, *Hechtia* fue clasificado dentro de la subfamilia Pitcairnioideae. Sin embargo, en 2007, gracias a estudios morfológicos y moleculares, se propuso su reubicación en una subfamilia propia: Hechtioideae. Desde entonces, esta categoría ha sido aceptada por los especialistas en la familia.

¿Cómo distinguir una *Hechtia*?

El grupo de las “guapillas” contiene 105 especies que se distinguen del resto de las plantas con flor por las siguientes características: **son hierbas con las hojas dispuestas en una roseta basal**, como los magueyes; generalmente carecen de tallos visibles (acaulescentes) aunque en algunas especies los tallos pueden ser visibles (caulescentes) (Figura 1). Además, **sus hojas son gruesas y carnosas** (suculentas), **con márgenes/orillas dentados que parecen espinas** y en casos raros pueden ser tan pequeñas que son difíciles de percibir al grado de parecer ausentes o tener una apariencia de sierra. Las plantas son dioicas, lo que significa que **existen individuos con flores masculinas** (estaminadas) **y otros con flores femeninas** (pistiladas). El color de los pétalos varía según la especie, siendo el color blanco el más común, pero también pueden ser verdes, lilas o rosados (Figura 2 y 3). Sus frutos son secos (cápsulas) que se abren al madurar para liberar las semillas (dehiscentes).

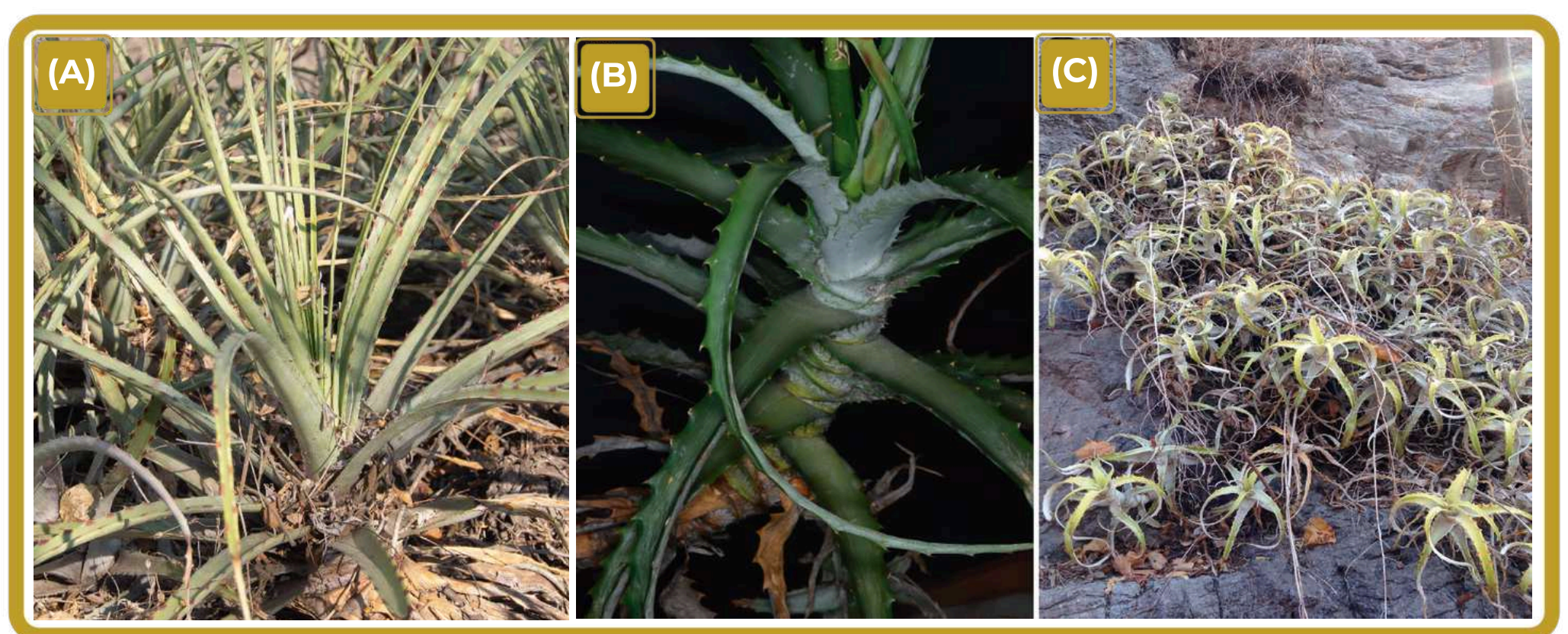


Figura 1. Distintos tipos de rosetas presentes en las plantas del género *Hechtia*. (A) Roseta acaulescente de *H. anarosae*. (B) Roseta caulescente de *H. cerrostilipae*. (C) Roseta caulescente de *H. medusae*. Fotografías: (A) y (C) Rodrigo A. Hernández Cárdenas; (B) Rosa Cerros Tlatilpa

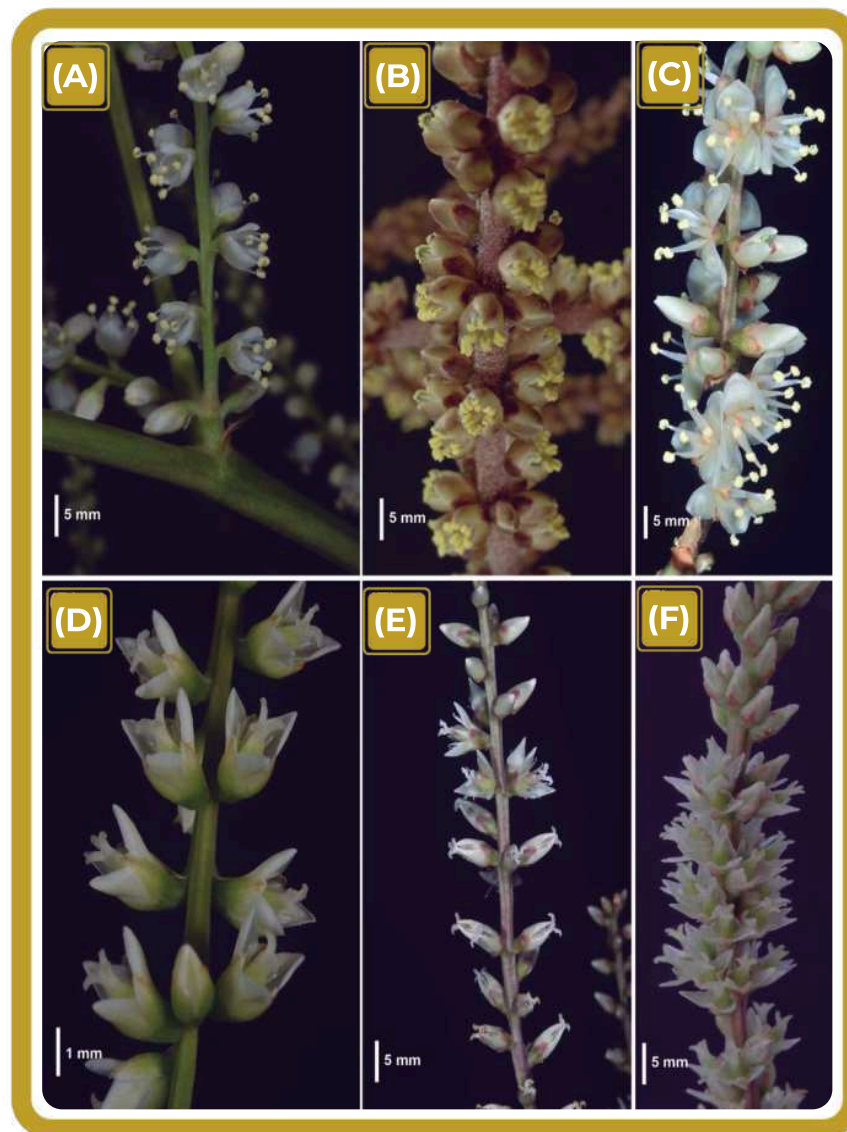


Figura 2. Flores y ramas floríferas de algunas especies del género *Hechtia*. (A) Flores masculinas de *H. cerrostlatilpae*. (B) Flores masculinas de *H. espejoana*. (C) Flores masculinas de *H. marabascoensis*. (D) Flores femeninas de *H. cerrostlatilpae*. (E) Flores femeninas de *H. marabascoensis*. (F) Flores femeninas de *H. longissimifolia*. Fotografías: (A), (C), (D) y (E) Rosa Cerros Tlatilpa; (B) y (F) Adolfo Espejo Serna. [Click aquí para ampliar](#)

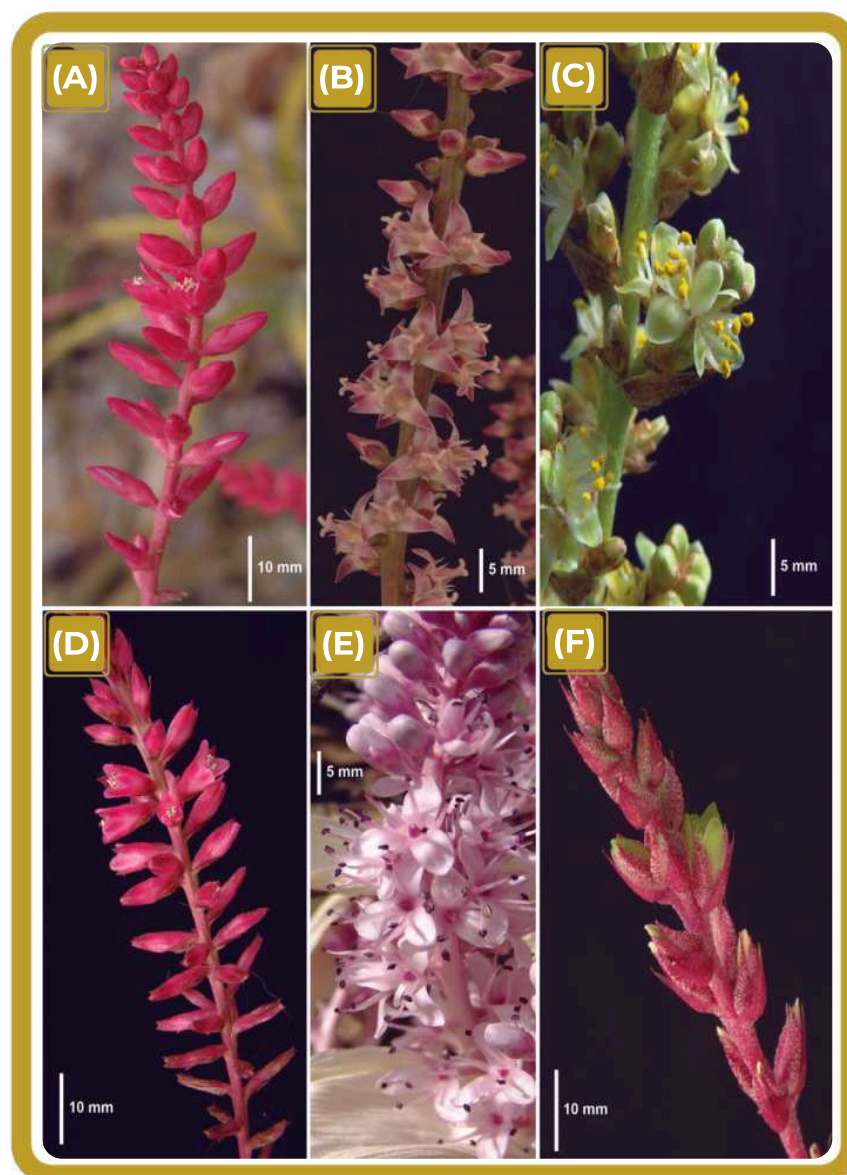


Figura 3. Flores y ramas floríferas de algunas especies del género *Hechtia*. (A) Flores masculinas de *H. rosea*. (B) Flores femeninas de *H. marnier-lapostollei*. (C) Flores masculinas de *H. confusa*. (D) Flores masculinas de *H. pretiosa*. (E) Flores masculinas de *H. matudae*. (F) Flores masculinas de *H. iltisii*. Fotografías: Adolfo Espejo Serna. [Click aquí para ampliar](#)

Problemas para identificar las especies de lechuguillas

Aunque los representantes del género *Hechtia* son fáciles de reconocer, **es difícil distinguir a las diferentes especies debido a la falta de ejemplares de referencia en las colecciones científicas** (Herbarios) que contengan tanto flores femeninas como masculinas. Esto ha provocado que en muchos casos no se cuente con información morfológica adecuada para reconocer a las especies, ya que este material sirve como referencia para la correcta aplicación de los nombres botánicos. Muchas de las especies del género *Hechtia* fueron descritas a partir de plantas únicamente con flores femeninas, con flores masculinas o bien con frutos. Asimismo, algunas de las descripciones originales son poco detalladas o tan generales que pueden aplicarse a varias especies, mientras que otras fueron elaboradas con base en plantas cultivadas y sin datos precisos de localidad. Sin embargo, las recolecciones recientes tampoco están exentas de problemas, muchas de ellas están incompletas o carecen de datos importantes como el grado de ramificación de las inflorescencias, el color de las flores o el hábito de la planta, entre otras. **En algunos otros casos, el material original utilizado para la descripción de la especie ha sido destruido o se desconoce su paradero, lo que complica aún más la situación taxonómica y nomenclatural del género.** Por lo tanto, el reconocimiento de las especies de *Hechtia* es todo un reto (Figura 4).

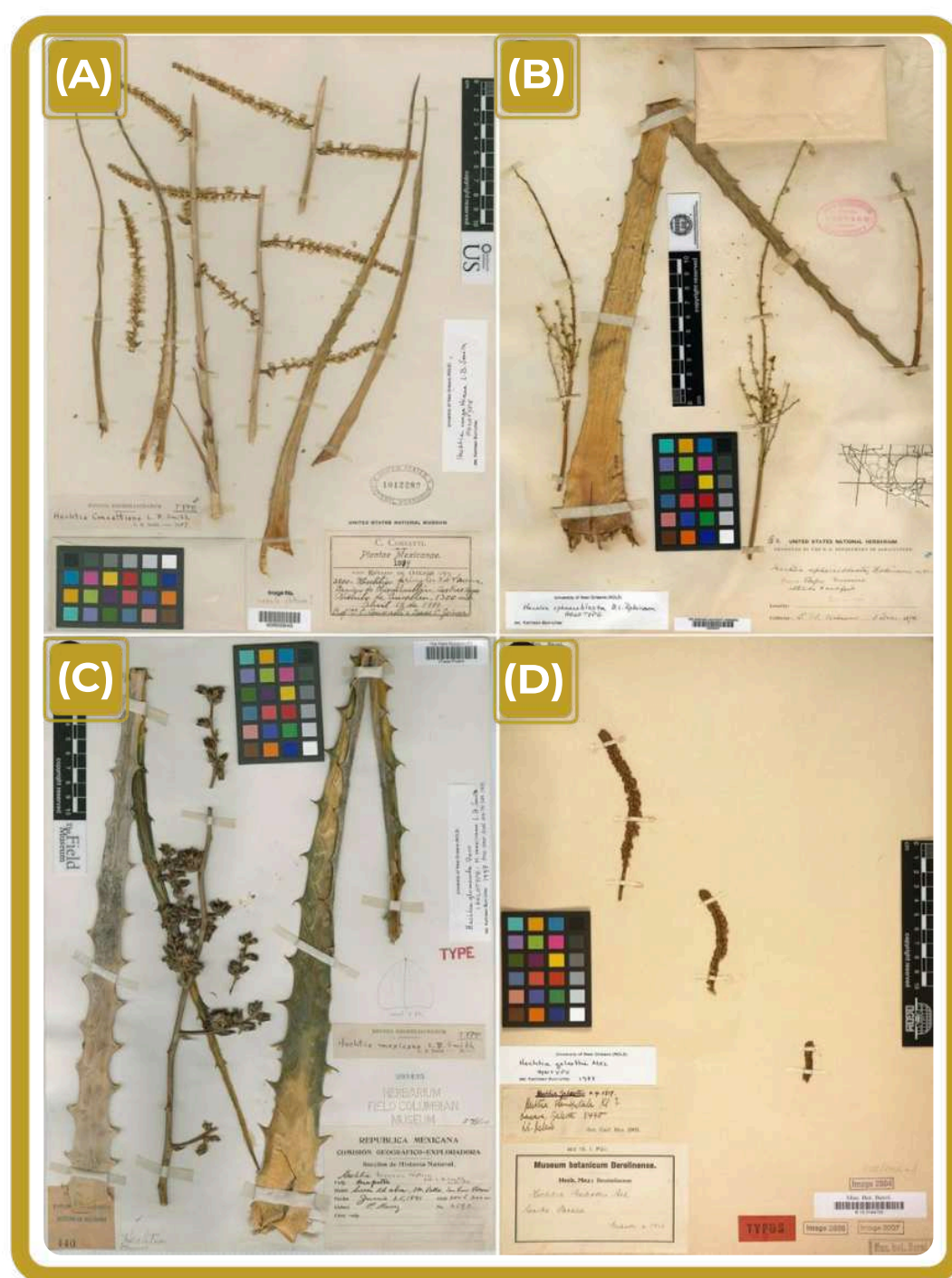


Figura 4. Material original utilizado para la descripción de las especies del género *Hechtia* (ejemplares tipo). (A) Ejemplar masculino de *H. konzattiana*. (B) Ejemplar femenino de *H. galeottii*. (C) Ejemplar con frutos de *H. matudae*. (D) Ejemplar con fragmentos de inflorescencia de *H. tehuacana*. Fotografías: Rodrigo A. Hernández Cárdenas. [Click aquí para ampliar](#)



Hábitat de *Hechtia huamelulaensis*, en los alrededores del municipio de San Pedro Huamelula, Oaxaca. Fotografía: Rodrigo A. Hernández Cárdenas

¿Dónde encontramos a las guapillas?

Las guapillas o lechuguillas del género *Hechtia* se distribuyen **desde el sur de Estados Unidos de América hasta el norte de Nicaragua**, aunque el mayor número de especies se concentra en México. De las 105 especies reconocidas hasta ahora, 102 se encuentran en el país y de ellas 100 restringen su presencia al territorio nacional, es decir, **95 % de los representantes son exclusivamente mexicanos**. Se pueden encontrar especies **desde la península de Baja California hasta la península de Yucatán, siendo Oaxaca (24), Puebla (18), Guerrero (16) y Jalisco (12) los estados que albergan el mayor número de especies**, mientras que 45 de ellas se conocen únicamente de algún estado de la república mexicana. Las guapillas **prefieren ambientes secos, como los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios, los bosques espinosos, así como los matorrales rosetófilos y xerófilos de las regiones desérticas mexicanas** (Figura 5). Muy pocas especies crecen en ambientes templados, como los bosques de encino o de encino-pino. En lo referente a su hábito, estas plantas pueden ser terrestres pero algunas especies son epilíticas, lo que significa que **pueden crecer sobre sustratos rocosos o en suelos muy pobres en nutrientes** y en su mayoría constituyen elementos característicos de riscos, cañones y peñascos (Figuras 6). Algo importante que resaltar es el alto nivel de endemismo del género, ya que muchas de sus especies restringen su distribución no solamente a un estado de la república sino en muchos casos a una sola localidad, como *Hechtia costalegreensis*, *H. elegans*, *H. huamelulaensis*, *H. minuta*, *H. gypsophila*, *H. rosamariae*, etc.; mientras que otras como *H. elliptica*, *H. montana*, *H. schottii* y *H. subalata* se registran en dos o más entidades del territorio nacional.

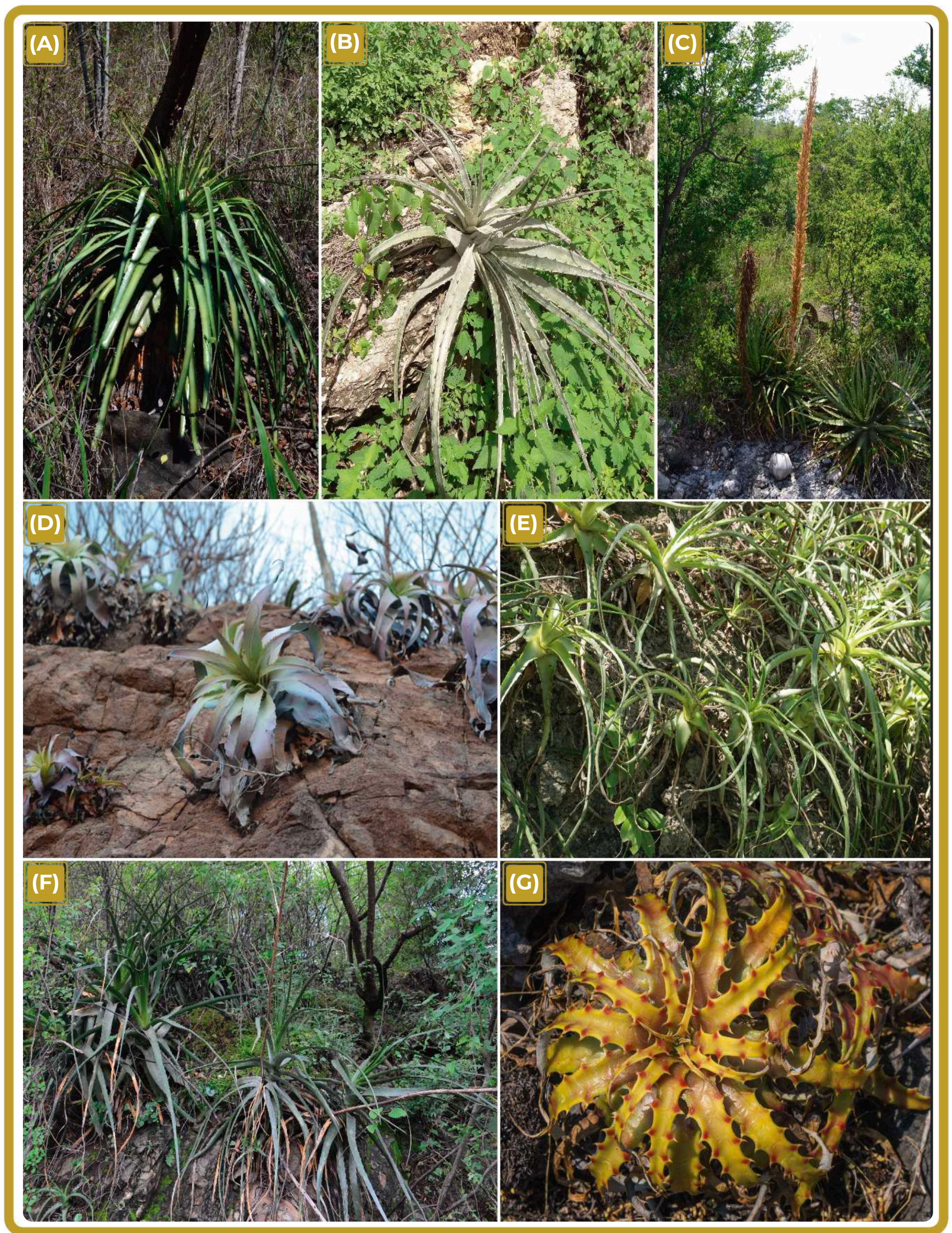


Figura 5. Plantas de *Hechtia* en su ambiente natural. (A) *Hechtia myriantha*. (B) *H. espejoana*. (C) *H. dasylirioides*. (D) *H. glauca*. (E) *H. rosamariae*. (F) *H. vicesphaeroblata*. (G) *H. minuta*.
Fotografías: Rodrigo A. Hernández Cárdenas

Estado de conservación de *Hechtia*

Entre las Bromeliaceae, el género *Hechtia* **constituye un componente sobresaliente de la flora de México** y si bien el avance en su conocimiento florístico ha sido constante en años recientes, todavía son necesarios estudios sistemáticos para evaluar el estado de conservación de sus especies. Cabe mencionar que las especies epilíticas tienen menos presiones antrópicas por el difícil acceso a este tipo de ambientes, pero **las que crecen en matorrales o bosques tropicales son más vulnerables, ya que estos tipos de vegetación son a menudo utilizados como fuente de extracción de madera o como lugares para pastoreo de ganado.** Algunas especies del género son utilizadas sin considerar ninguna estrategia de aprovechamiento racional. En el estado de Sonora, los Guarijíos asan los tallos de *H. montana* para comérselos y también se han encontrado restos arqueobotánicos del género *Hechtia* en el sitio arqueológico el Morro Orgánico (Nuevo León), lo cual muestra que, desde épocas prehispánicas, han sido utilizadas con fines alimenticios.

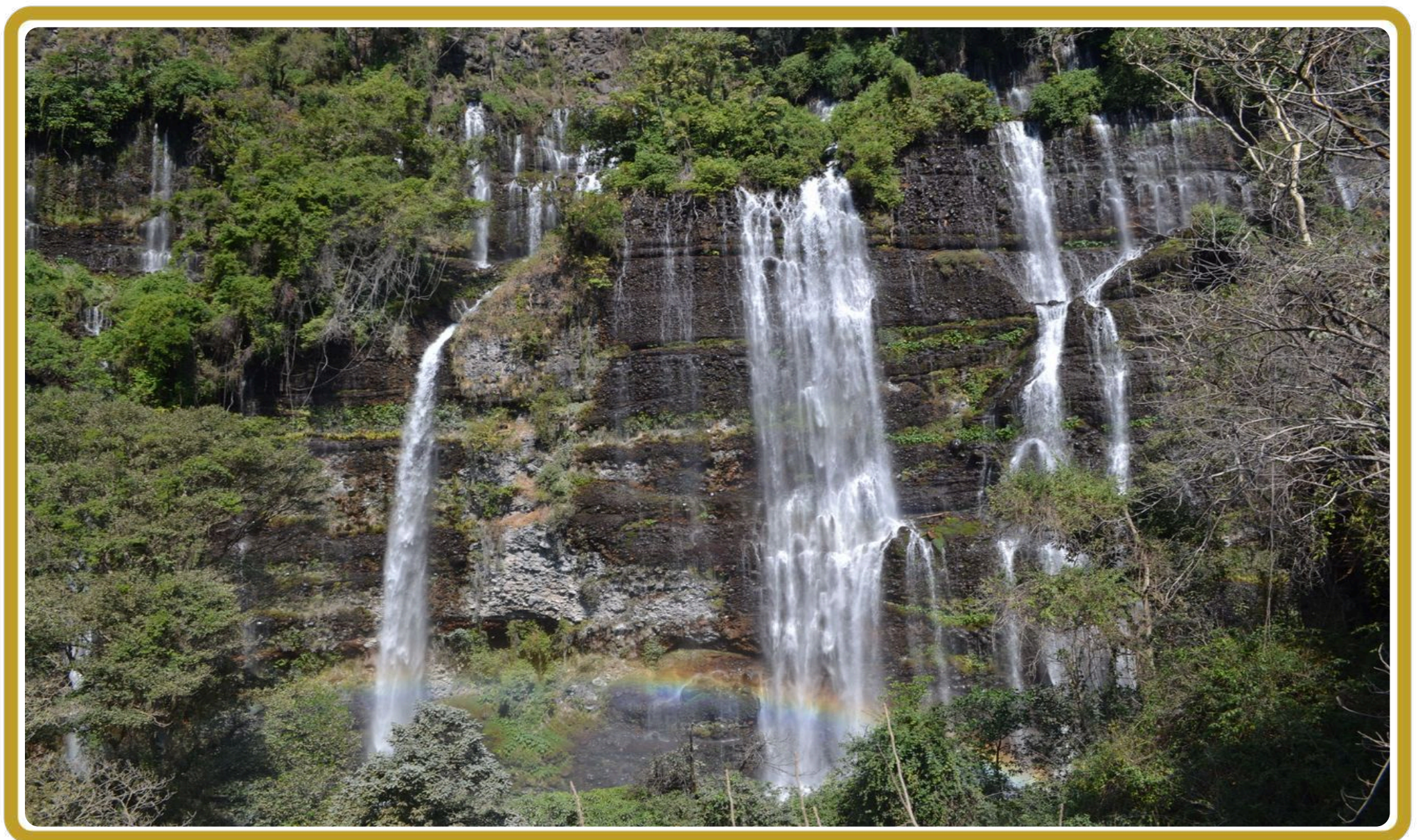


Figura 6. Hábitat de *Hechtia purhepecha*, en los alrededores del municipio Los Reyes, Michoacán. Fotografía: Rodrigo A. Hernández Cárdenas

Conclusión

Por las razones antes expuestas, consideramos que es de suma importancia continuar con el estudio del género *Hechtia* en México, abordando no sólo los temas relacionados con su reconocimiento y delimitación taxonómica. También **son necesarios estudios desde el punto de vista de otras disciplinas, tanto biológicas como sociales, para lograr avances en el entendimiento integral de este grupo de plantas que permitan su conservación y aprovechamiento sustentable.**

Para saber más:

- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR. 2018. La familia Bromeliaceae en México. *Botanical Sciences* 96, 533–554. [Click aquí](#)
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Martínez-Correa N. 2020. *Hechtia* BROMELIACEAE. In Eggli U, Nyffeler R (Eds), *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Monocotyledons*. Springer, Berlin, pp. 997–1032. [Click aquí](#)
- Felger RS, Yetman D. 2000. Roasting the *Hechtia* out of it: the use of *Hechtia montana* (Bromeliaceae) as a food plant in Sonora, Mexico. *Economy Botany* 54, 229–233. [Click aquí](#)

Fotografía: Rodrigo A. Hernández Cárdenas

LAS LAGUNAS INTERDUNARIAS URBANAS: ¿UN REFUGIO PARA LA DIVERSIDAD?

Ana Laura Lara-Domínguez*
Gabriela Vázquez, Ángel Carpintero
Red de Ecología Funcional, INECOL

Rodolfo Novelo-Gutiérrez
José Antonio Gómez-Anaya
Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

Elizabeth Hernández
Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, INECOL

* ana.lara@inecol.mx



Laguna El Ensueño. Fotografía: Ma. del Carmen Martinez Garcia

Las lagunas interdunarias son depresiones ubicadas en los sistemas de dunas y están permanentemente inundadas. Su nivel de agua depende del manto freático, una capa de agua subterránea que varía según la temporada de secas o lluvias (Figura 1). **Estos ecosistemas pueden encontrarse tanto en zonas urbanas, rurales o naturales.** Un ejemplo son las lagunas interdunarias que están inmersas en la ciudad de Veracruz, México. **Estos ecosistemas están amenazados por el crecimiento urbano desordenado de la ciudad de Veracruz que se ha establecido sobre las dunas costeras, rellenando cuerpos de agua como las lagunas interdunarias y eliminando manglares.**



Figura 1. Laguna El Ensueño. Fotografía: Yuridia Gonzalez Gonzalez

A pesar de estas perturbaciones, **las lagunas interdunarias todavía albergan una gran diversidad de flora y fauna.** Para conocer el estado en que se encuentran, se pueden utilizar organismos indicadores de las condiciones ambientales, que, por su tolerancia a distintos tipos de contaminación, ayudan a detectar cambios en la calidad del agua. **En el sistema de lagunas interdunarias de la ciudad de Veracruz, destacan dos: la Laguna D, que recibe agua de una planta de tratamiento, y la laguna El Coyol, que está rodeada por zonas habitacionales.** Se evaluó el estado de conservación de estas lagunas a través del análisis de la calidad del agua y de diferentes grupos de organismos indicadores como microalgas, insectos acuáticos, libélulas, peces y aves.

Microalgas: Son algas microscópicas que se utilizan como indicadores para conocer el estado de conservación de sistemas acuáticos. **En las lagunas El Coyol y D se observaron diferencias en la calidad del agua entre las temporadas de lluvias y secas, reflejándose en las microalgas presentes.** En la laguna El Coyol (Figura 2) predominaron diatomeas como *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella* sp. y *Achnanthes* sp., y algas verdes como *Scenedesmus* sp. y *Pediastrum*, indicando una mejor calidad de agua que en la Laguna D (Figura 1). En cambio, **en la laguna D en la temporada de lluvias, dominaron cianobacterias como *Microcystis aeruginosa* que es indicadora de mala calidad de agua.** En época de secas, predominaron clorofíceas (algas verdes) y diatomeas (organismos con cubierta silíceas), lo cual reflejó una ligera mejoría de este sistema lagunar (Figura 3).



Figura 2. Vista de las lagunas El Coyol y D. Se observa que están rodeadas de casas.
Fotografía: Gabriela Vázquez



Figura 3. *Microcystis*, cianobacteria que dominó en la laguna D en la temporada de lluvias.
Fotografía: Gabriela Vázquez

Insectos acuáticos: Muchos insectos pasan parte o todo su ciclo de vida en el agua. **Algunos son muy sensibles a la contaminación, por lo que su presencia o ausencia ayuda a evaluar la calidad del agua.** En ambas lagunas, se encontró una gran variedad de estos organismos (Figura 4). **Los más abundantes fueron los mosquitos enanos** (Chironomidae), que no pican ni transmiten enfermedades y cuyas larvas son alimento para muchos otros animales. En la laguna El Coyol se hallaron larvas de frigáneas o mosquitas de estuche (Trichoptera), que son muy sensibles a la contaminación y no se encontraron en la laguna D. Las chinches acuáticas (Hemiptera) fueron el grupo más variado, con hasta diez familias en diferentes hábitats: **chinches gigantes y "escorpiones de agua" que habitan entre las plantas acuáticas. También se observaron barqueros nadando y patinadores sobre la superficie.**

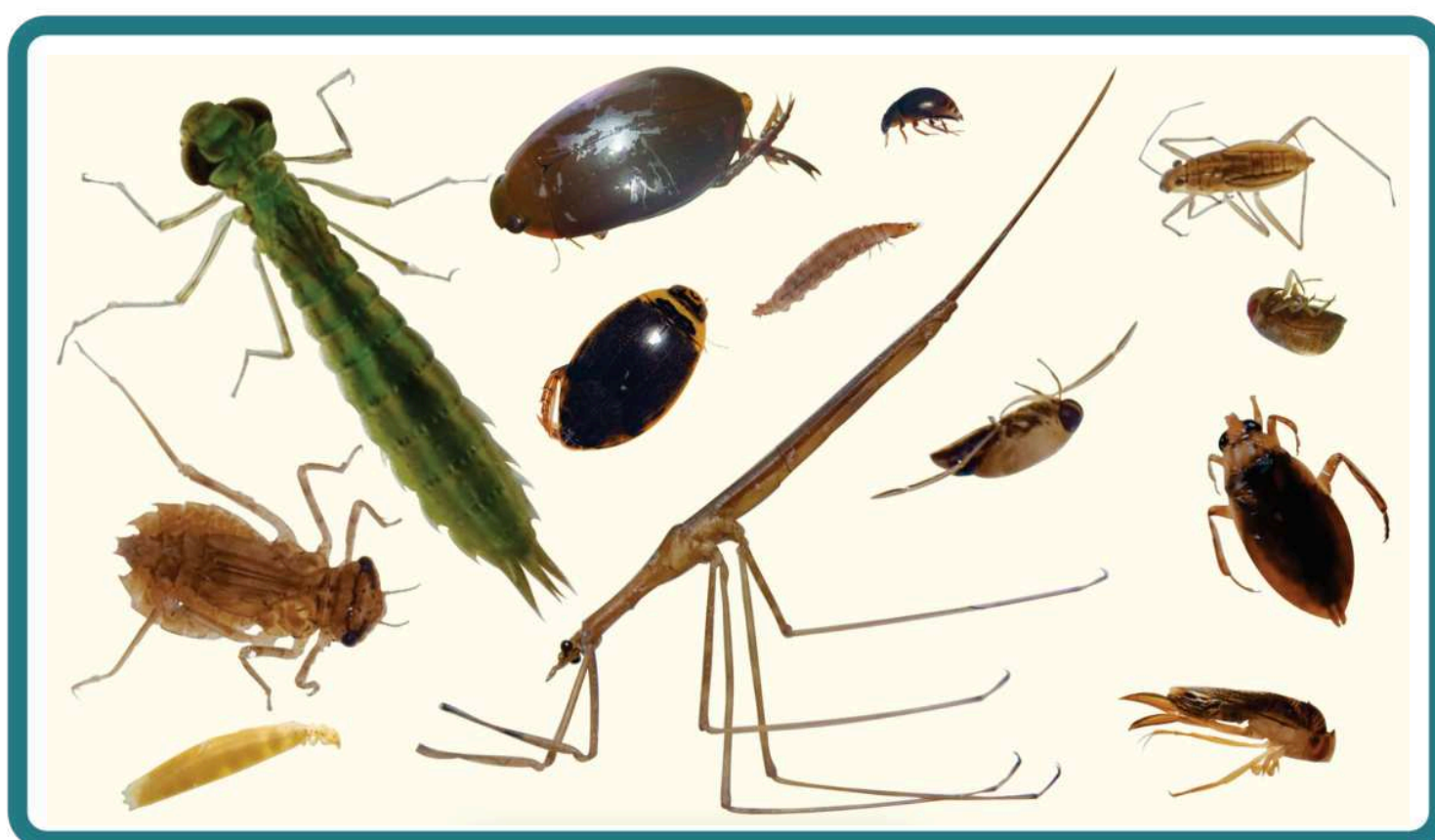


Figura 4. Diversidad de insectos acuáticos encontrados en las lagunas interdunarias. De derecha a izquierda, se observan chinches, escarabajos, larvas de libélulas y de mosquita de estuche. Fotografía: Ángel J. Carpinteiro. [Click aquí para ampliar](#)

Libélulas y caballitos del diablo (Odonatos): Los odonatos son excelentes bioindicadores de ecosistemas acuáticos, ya que, como depredadores generalistas, **dependen de una comunidad diversa de presas y vegetación para reproducirse**. Para evaluar el impacto de la urbanización en la vida acuática, se recolectaron larvas de odonatos en ambas lagunas durante el año 2024. Las libélulas y caballitos del diablo fueron similares entre las dos lagunas, con cinco especies identificadas: el caballito *Ischnura ramburii* (la más abundante, Figura 5A) y las libélulas *Brachymesia herbida*, *Micrathyria aequalis*, *Orthemis discolor* (Figura 5B) y *Perithemis tenera*. Aunque hubo menos especies en comparación con otros lugares de México, sus orígenes evolutivos difieren un poco de aquéllas. Esto indica que **el entorno urbano funciona como un filtro, permitiendo que solo aquellas capaces de adaptarse logren establecerse**. Los resultados indican que la urbanización ha alterado el equilibrio ecológico, por lo que se recomienda implementar estrategias de recuperación para proteger la biodiversidad acuática.

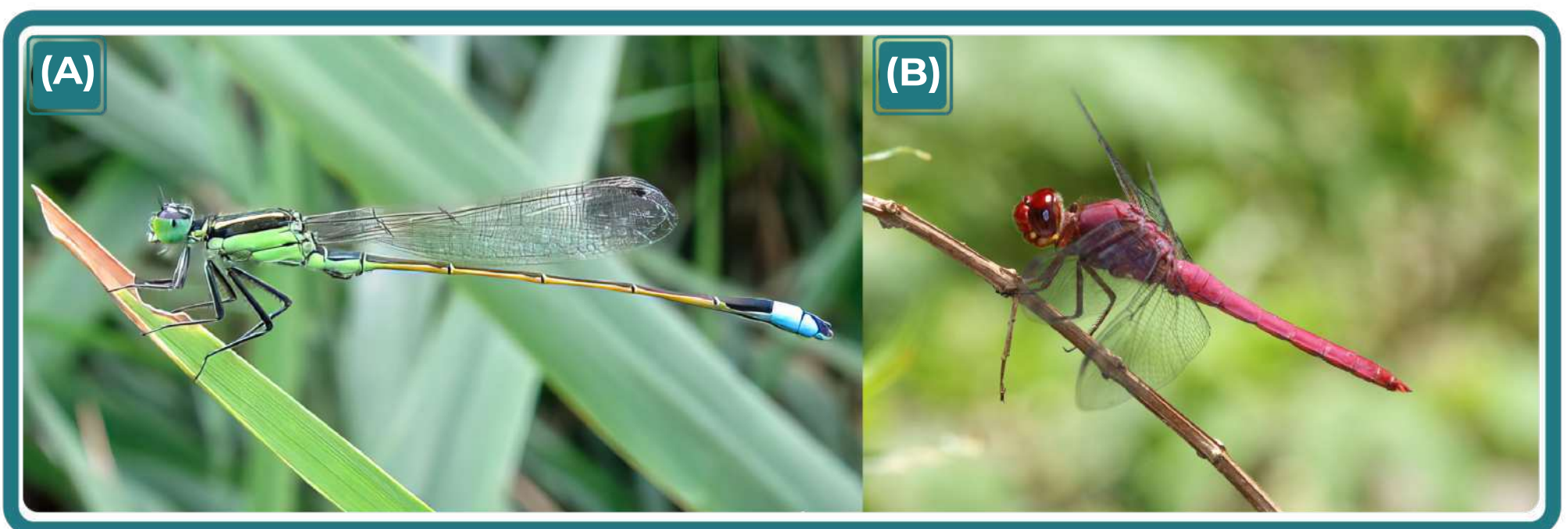


Figura 5. (A) Caballito *Ischnura ramburii* (imagen tomada de BugGuide.net) y (B) Libélula *Orthemis discolor*. Fotografía: Rodolfo Novelo

Peces: Debido a la baja conectividad de las lagunas interdunarias con el mar y los ríos, en ellas no hay peces de forma natural, salvo que sean sembrados, como en la acuacultura. En México, muchas especies de peces en cuerpos de agua dulce son introducidas y se usan para pesca de autoconsumo. Las más comunes son tilapias (*Oreochromis niloticus* y *Parachromis managuensis*), originarias del norte de África y el suroeste de Asia. En la Laguna del Coyol se han sembrado especies nativas de México, como *Mayaheros urophthalmus* y *Vieja fenestrata* (Figura 6), que ayudan a conservar la diversidad local. En la Laguna D registramos al pez diablo (*Pterygoplichthys* sp.), una especie exótica usada en acuarios y no consumida localmente. Estos peces suelen liberarse desde los acuarios particulares hacia los ríos y cuerpos de agua, sin considerar su rápida proliferación ni el daño que causan a especies nativas al competir por alimento.



Figura 6. Especies de peces nativas de México *Mayaheros urophthalmus* y *Vieja fenestrata*.
Fotografía: Yuridia González

Aves: Las aves de los humedales cumplen funciones esenciales y también son indicadores importantes de la salud del ecosistema. **Cada especie requiere hábitats, alimentos y lugares de anidación específicos, lo que define su papel en el humedal.** En las dos lagunas se registraron alrededor de 56 especies en total: 41 en la laguna El Coyol y 39 en la laguna D; sin embargo, en esta última hubo más individuos (867 contra 340) y una mayor proporción de aves acuáticas (81 % contra 50 %). **En las orillas de ambas lagunas se observaron jacanas y gallinetas alimentándose entre los tules, así como muchas aves migratorias que usan estos sitios para descansar, como los playeros, garzas y tres especies de patos** (Figura 7).



Figura 7. Pato boludo menor (*Aythya affinis*), una de las especies migratorias de patos registradas en las lagunas interdunarias. Fotografía: iNaturalistMX - La Mancha en Movimiento (CC-BY-NC)

Conclusiones: Los resultados muestran que los grupos de organismos estudiados son buenos indicadores de las condiciones ambientales de las dos lagunas interdunarias. **Las algas y los insectos acuáticos son útiles para evaluar su estado de conservación. La baja diversidad de libélulas sugiere que la calidad del ecosistema no es buena y las diferencias en la composición de aves indican distintos niveles de impacto.** Estas lagunas no tienen peces de forma natural; sin embargo, se siembran especies introducidas o nativas y en la laguna D, una especie invasora, lo cual indica **alteraciones que son causadas por las actividades humanas como la introducción de fauna exótica.**

Agradecimientos:

Proyecto Estratégico INECOL No. 1085430005: Hacia un manejo sustentable de la costa veracruzana: Las lagunas interdunarias.

Para saber más:

- López Romero PC, Peralta-Peláez LA, Moreno-Casasola P, Monroy Ibarra RC, 2025. Cambiar el riesgo del entorno por el beneficio comercial: Historia ambiental de Veracruz Puerto. En: Moreno-Casasola P, Lithgow Serrano D (Eds), Veracruz una Ciudad Esponja, construyamos su futuro. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, pp. 40-52. [Click aquí](#)
- López Romero PC, Moreno-Casasola P, Vázquez-González C, Monroy Ibarra RC, 2025. Urbanización de Veracruz. En: Moreno-Casasola P, Lithgow Serrano D (Eds) Veracruz una Ciudad Esponja, construyamos su futuro. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, pp. 53-71. [Click aquí](#)
- Moreno-Casasola P, López Rosas H, Peralta-Peláez LA, Monroy Ibarra RC. 2025. Las lagunas interdunarias y su entorno. En. Moreno-Casasola P., D. Lithgow Serrano (Eds.), Veracruz una Ciudad Esponja, construyamos su futuro. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, pp.119-130. [Click aquí](#)

BIENESTAR ANIMAL: CINCO LIBERTADES DESDE LA PERSPECTIVA DEL DOCENTE DE EDUCACIÓN BÁSICA

Luis M. García Feria

Conservación y Manejo de Fauna - Enlace Durango
Secretaría Técnica, INECOL

luis.garcia@inecol.mx

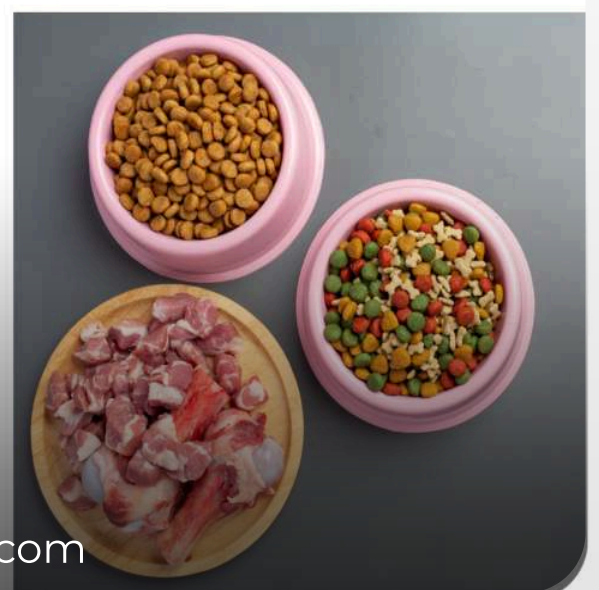
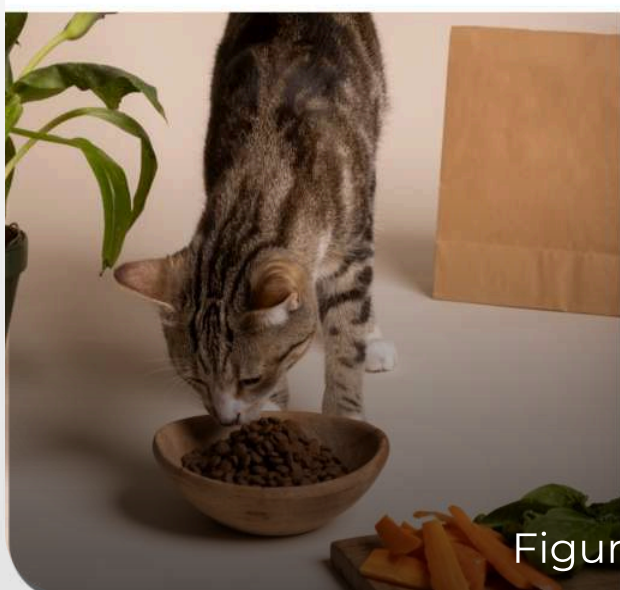
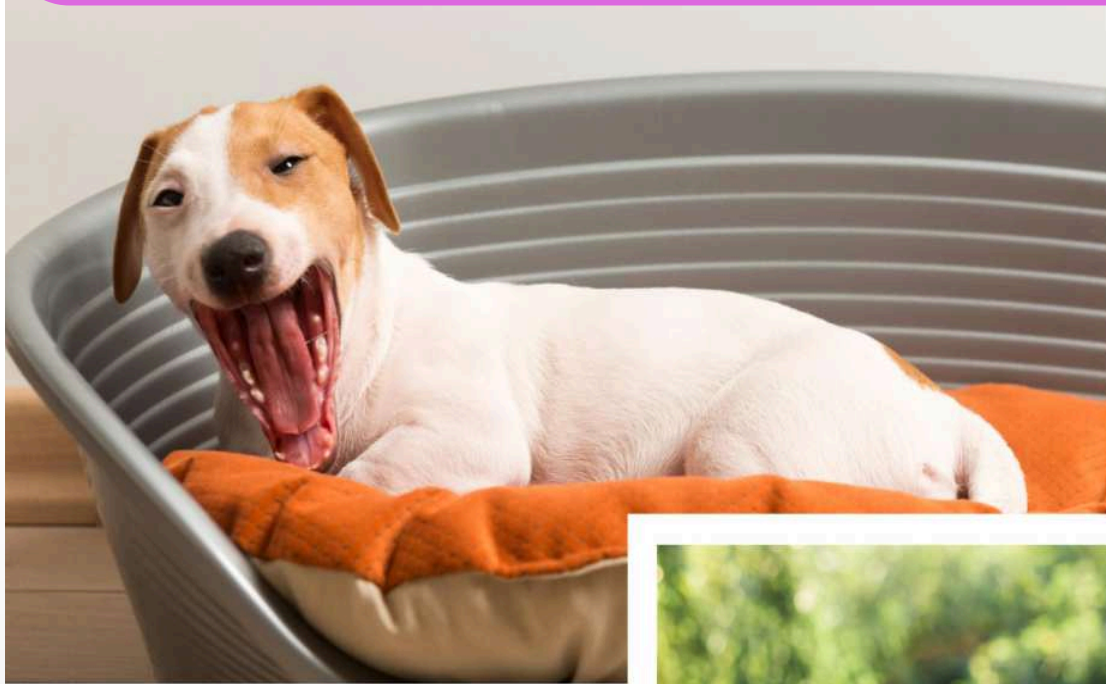


Figura realizada por LMGF con imágenes de freepik.com

El Bienestar Animal es un tema que por mucho tiempo ha estado en discusión y actualmente en México ha resurgido debido a reformas constitucionales, iniciativas de ley y reformas a las leyes estatales ya existentes. Sin embargo, el conocimiento de la esencia del Bienestar Animal es incompleto y gran parte de la comunidad lo desconoce o tergiversa el sentido de “bienestar”. Como lo menciona la Dra. Aline S. de Aluja, el Bienestar Animal no es una actividad de personas aficionadas y bienintencionadas, es un estado que se puede medir y que se basa en estudios científicos sobre la fisiología y la conducta de los animales. Pero ¿qué es el Bienestar Animal? ¿Cuándo y por qué surge el concepto? ¿Qué contempla el Bienestar Animal? ¿Qué consideran el profesorado de educación básica respecto a los requerimientos para la posesión de mascotas?

El concepto de Bienestar Animal surge en Reino Unido en 1965 con el Comité Brambell, quienes propusieron las «**cinco libertades**» que todo animal debe tener para proporcionarles y mejorar su bienestar (Figura 1).



Figura 1. Las cinco libertades del bienestar animal. Figura: Luis M. García Fera

El Bienestar Animal, según lo describió Broom en 1996, **es el “estado en el que el animal, como individuo, tiene la capacidad de intentar hacer frente al ambiente” para preservar su integridad y supervivencia.** Todo el sentido de esta definición contemplaba animales que dependían de un ambiente proporcionado por las personas. Por su parte, la Organización Mundial de Sanidad Animal, en 2008, definió el Bienestar Animal como **el conjunto de condiciones que, a lo largo de la vida del animal le permiten un desarrollo físico saludable, un comportamiento natural, así como las actividades encaminadas a proporcionarle comodidad, tranquilidad, protección y seguridad** durante su crianza, mantenimiento, explotación, transporte y sacrificio.

En México, la posesión de mascotas, principalmente perros y gatos, ha sido culturalmente compleja, ya que **las mascotas han pasado de brindar compañía o disfrute de su cuidador a ser parte estructural de la familia** (Figura 2). Esta tendencia se ha reflejado a nivel mundial, incrementándose la posesión de mascotas hasta más de mil millones de ellas en el mundo. Según la Asociación de Salud Animal Global (Health for Animals), en México se contabilizan 23 millones de perros y gatos. Sin embargo, el INEGI reporta que el 70 % de los perros que ha registrado (13.65 millones) se encuentran en situación de calle y son, o fueron, víctimas de abandono y maltrato; y esta cifra crece 20 % anualmente.



Figura 2. Las mascotas han pasado de brindar compañía o disfrute de su cuidador a ser parte estructural de la familia. Fotografía: Vinisa Romero

La concientización y educación sobre las implicaciones de tener un animal de compañía deben darse antes de su adquisición. En marzo de este 2025 se expuso la plática "Tips (... y otras cosas) para el cuidado de las mascotas" como parte del Proyecto *Fairchild Challenge* del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero 2024-2025 del INECOL, con el tema "Perros y gatos" el cual trata sobre la problemática y el impacto que tienen los perros y gatos ferales (silvestres) en los ecosistemas (Figura 3). La actividad estuvo dirigida a docentes del estado de Veracruz, con el propósito de fortalecer y complementar los planes de estudio, impactar positivamente el quehacer educativo y promover saberes científicos e indagatorias en sus estudiantes.

La plática se presentó a tres grupos de docentes, el primero de 17 personas, el segundo de 27 y el tercero de 11, sumando un total de 55 personas asistentes. De ellas, 47 fueron mujeres, 4 hombres y 4 personas no indicaron su género. Entre las personas asistentes, cinco se dedicaban a la educación especial, 38 al nivel preescolar, ocho a primaria, tres a secundaria y una no proporcionó esta información. **Al inicio de cada plática, se solicitó que escribieran cuáles consideraban que eran las necesidades o requerimientos para la posesión de mascotas (perros y gatos).**



Figura 3. Plática sobre cuidado de mascotas en el Fairchild Challenge del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero 2024-2025. Figura: Luis M. García Feria con imágenes de freepik.com

Las respuestas y comentarios del profesorado se catalogaron en las cinco libertades o dominios del Bienestar Animal. En el primer dominio, “Nutrición”, el 80 % consideró que a las mascotas se les deben proveer de alimentos y agua, reconociendo que el alimento debe ser de calidad y suficiente, y que el agua limpia y disponible en todo momento. En el segundo dominio, “Ambiente”, el 49% mencionó la importancia de un refugio que permita que las mascotas puedan resguardarse del clima y descansar, además de la limpieza del lugar. En cuanto al tercer dominio, “Salud”, el 84 % de las personas consideró que las visitas a consulta veterinaria para vacunaciones y desparasitaciones son lo más importante. Sin embargo, **solo una persona mencionó a la esterilización como parte de la salud y dos personas hicieron referencia a revisiones médicas regulares.** El cuarto dominio, “Comportamiento”, fue el más señalado, con un 91 % de menciones. Las respuestas incluyeron la necesidad de contar con espacio para que las mascotas puedan realizar actividades y ejercicio, además de proporcionar juguetes, paseos y hasta adiestramiento. También se consideró importante la socialización con otros individuos de su especie. Para el último dominio, “Estado Mental”, **el 56 % de las personas resaltó la necesidad de proporcionar amor, cariño, respeto y paciencia.** Además, también se mencionaron otros aspectos relevantes para la posesión de mascotas, por ejemplo, disponer de recursos económicos (n = 10), dedicarles tiempo (n = 16), ser responsables (n = 8) y, de preferencia, tener conocimientos previos del cuidado y características de la raza (n = 5). También mencionaron “no humanizar” a las mascotas (n = 6), “no tratarlas como hijos, tratarlas como lo que son: mascotas” (Figura 4, Figura 5).

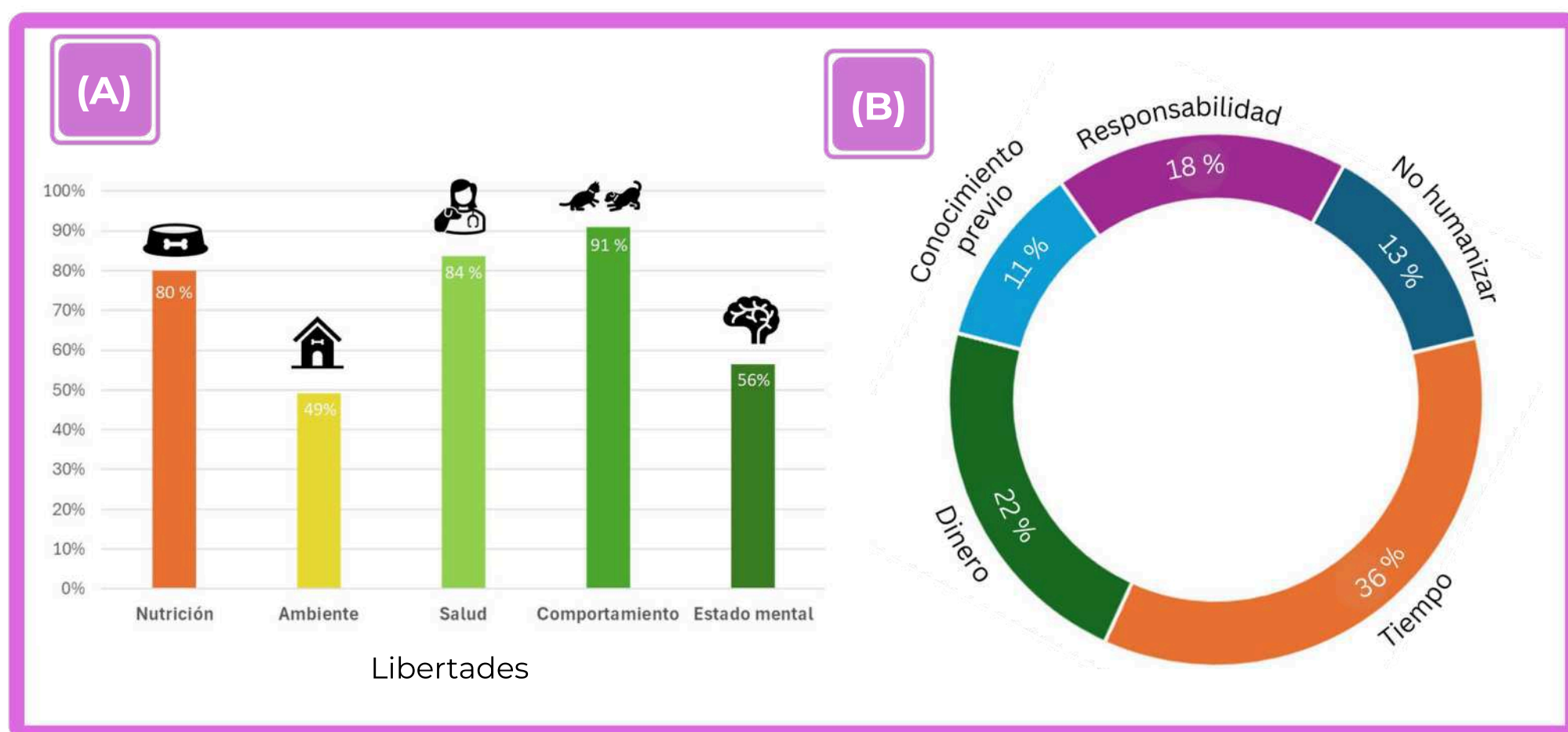


Figura 4. Porcentajes de mención de las cinco libertades de Bienestar Animal en las respuestas (A) y (B) comentarios adicionales de las y los docentes evaluados.

Figura: Luis M. García Fera

Espacio de acuerdo a
necesidades
o paseos

¿Que necesita
1 mascota?

Tiempo de ocio

Juego

Refugio /Lugar seguro

Alimentación y agua



¿Que necesitamos para tener una mascota?

- Espacio adecuado
- Disposición de tiempo para dedicarles
- Responsabilidad
- Ingresos para cubrir sus necesidades médicas y alimenticias
- Conciencia para educarles y tener una convivencia sana.

Norma

Bibliotecas Escolares y Especializadas.
Trabajamos en Preescolar.

Cintia
Educ. Especial

¿Qué necesitamos para tener una mascota?

Espacio, recursos económicos, tiempo, responsabilidad, empatía, cariño, pasión, compasión, sensibilidad, educación.

Maria Alejandra
Bibliotecas Escolares
Impartimos talleres de fomento a la
lectura al nivel de preescolar.

¿Qué necesitamos para tener una mascota?

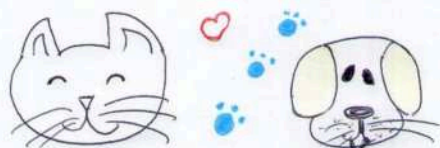
- \$
- Tiempo
- Espacio
- Convicción
- Responsabilidad

Nalleli Preescolar

¿Qué necesitan las mascotas?

- ✓ Atención/Amor
- ✓ Cuidados/protección
- ✓ Vigilancia de su estado de salud
- ✓ Tiempo/recursos económicos
- ✓ Alimentación adecuada y balanceada
- ✓ Tiempo/recursos de esparcimiento/estimulación
- ✓ Espacio para activación/ejercicio.

Marilú
Educación
Especial



¿Qué necesitan las mascotas?

En general, ser tratados con valor y dignidad. Comprendiendo eso, respetaremos su esencia, características y necesidades. Procuraremos su bienestar en todos los ámbitos, proporcionándoles seguridad y respeto, creando lazos afectivos, generando un espacio seguro y de confianza, atenderlos como un miembro de la familia, Sin humanizarlos.

Preescolar - Karla Fer.

¿Qué necesitan las mascotas?

Respeto por su naturaleza

No humanizarlas

Alimento acorde

Agua limpia

Lugar limpio

Paseos

Juguetes.

Armador

Vacunas

Baño

Figura 5. Notas con las respuestas y comentarios de las y los docentes

Como ciudadanos mexicanos **es nuestro deber conocer las leyes y reglamentaciones para la buena convivencia en nuestra sociedad.** En las reformas de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de diciembre del 2024 se adicionó en el Artículo 3° la protección de los animales, además, en el Artículo 4° se incluyó la prohibición del maltrato a los animales. Es importante que toda la población conozca las cinco libertades del Bienestar Animal, sobre todo quienes tienen mascotas. **Las personas encargadas de la educación básica pudieran ser de gran importancia en la concientización y difusión del cuidado de las mascotas.** Las y los profesores de estos niveles se enfrentan a la educación y concientización de las infancias que cada vez tienen más contacto con información de diferentes fuentes, la cual debe ser orientada y entendida desde un enfoque científico.



Fotografía: Vinisa Romero

Existen indicadores de Bienestar Animal, además de aspectos éticos, que contemplan lo que se debe y lo que no se debe hacer, basados en conocimientos científicos. El bienestar animal se refiere al estado biológico del animal y no a algo que se le proporciona o no. Es una ciencia que las y los profesionales que tienen contacto con los animales deben conocer a fondo. Un ejemplo es la creencia de que la “felicidad” de un animal depende si se reproduce libremente o tiene acceso al exterior y libertad de movimiento, cuando la calidad de vida depende principalmente de la seguridad y del bienestar. Es aquí cuando la responsabilidad del poseedor o tutor (dejando a un lado la definición de “dueño”) del animal es de gran peso. **Antes de adquirir una mascota es importante considerar si en realidad estamos convencidos de asumir su cuidado, si tenemos los recursos económicos necesarios y si podemos cubrir las cinco libertades del bienestar animal, que llegan a ser diferentes para cada especie y raza de mascota.**



Agradecimientos:

A Norma Edith Corona y al equipo de los Proyectos Educativos del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero por la invitación a colaborar en el *Fairchild Challenge* 2024-2025. A las y los profesores que participaron con sus respuestas.

Para saber más:

- Broom DM. 2011. Animal welfare: concepts, study methods and indicators. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 24, 306-321. [Click aquí](#)
- Jardín Botánico Clavijero, 2025. Proyectos Educativos del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero 2024-2025. Instituto de Ecología, A.C. [Click aquí](#)
- S. de Aluja A. 2011. Animal welfare in the veterinary Medicine and animal husbandry curriculum. What for and why? *Veterinaria México* OA 42 (2), 137-147. [Click aquí](#)

Fotografía: Danna Ariza

INECOL: INNOVACIÓN CONSTANTE EN GESTIÓN AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Jorge López-Portillo*

Red de Ecología Funcional, INECOL

Rafael Villegas Patraca

USPAE, INECOL

Patricia Moreno-Casasola

Red de Ecología Funcional, INECOL

*jorge.lopez.portillo@inecol.mx



Fotografía: Vinisa Romero

La armonización entre desarrollo y conservación ambiental es clave para el bienestar de México. La política ambiental promueve este equilibrio mediante instrumentos como el Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), que planifica el uso del suelo, y la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), que anticipa, mitiga y restaura los impactos que las actividades productivas o de desarrollo pueden tener en el ambiente. **Desde su creación en 1975, el Instituto de Ecología A.C. (INECOL) ha sido fundamental en la aplicación de estos instrumentos** (Figura 1). Entre 1972 y 1980, colaboraciones con grupos liderados por Gonzalo Halffter Salas (IPN) y Arturo Gómez Pompa (UNAM) realizaron Estudios Ecológicos Preoperacionales para la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde, Veracruz, y en 1979, Exequiel Ezcurra dirigió los Estudios Ecológicos para la construcción del Puerto de Altura de Dos Bocas, Tabasco. Así mismo, se participó en estudios ambientales en diversas regiones de México, incluyendo Punta Banda (Ensenada, Baja California) y Cayo Arcas (Campeche). **Estos trabajos sentaron las bases para los Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) y las MIAs, formalizados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) para respaldar la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988, aún vigente.**



Figura 1. Instalaciones actuales del INECOL (2025). Desde su creación en 1975 ha sido fundamental para la realización de varios estudios ecológicos. Fotografía: José G. García-Franco

El personal investigador y técnico del INECOL, primero en la Ciudad de México y luego en Xalapa, ha jugado un papel fundamental en la realización de este tipo de estudios ambientales. **En la costa mexicana, se llevaron a cabo Ordenamientos Ecológicos en lugares como el corredor Cancún-Tulum, Punta Pájaros, en el corazón de la Reserva de Sian Ka'an (Qroo), Bahía de Banderas (Nayarit), Zihuatanejo y Punta Ixtapa (Guerrero) Bahía de Huatulco (Oaxaca), Costa Alegre (Jalisco) (Figura 2), además de estudios recientes en la región de Xalapa.** La integración de investigación y práctica permitió comprender las dinámicas ambientales, sociales y económicas de diversas regiones, identificar los conflictos por el uso de recursos y fomentar el diálogo con sectores gubernamentales, privados, productores y comunidades. **El INECOL siempre se ha distinguido por la eficiencia, calidad y ética de sus estudios, combinando el conocimiento de taxónomos, ecólogos y datos socioeconómicos con herramientas como sistemas de información geográfica.** Estos esfuerzos produjeron estudios técnicos de alta calidad con directrices claras para el uso y conservación del territorio, apoyando la formulación de políticas de desarrollo. La experiencia a diferentes escalas, desde pequeños terrenos hasta grandes regiones, enriqueció la perspectiva de las personas investigadoras y fortaleció su comprensión del territorio mexicano.



Figura 2. Grupo de trabajo participante en el estudio de ordenamiento ecológico en Punta Pájaros, parte central de la Reserva de Sian Ka'an. De izquierda a derecha: José Luis Galaviz, un guía de campo, Patricia Moreno-Casasola, David Zárate Lomelí, Edgar Cabrera Cano y Jorge López Portillo. Fotografía: Jorge López-Portillo

De 1990 a 2010, un grupo de académicos llevó a cabo numerosos proyectos de vinculación, entre ellos el Proyecto Hidroeléctrico Zimapán y la Central Termoeléctrica Tuxpan, así como las nuevas centrales homónimas ubicadas al sur de la desembocadura del río Pantepec. Entre 2001 y 2003, se realizaron estudios para líneas de transmisión para conectar las Centrales Hidroeléctricas Chicoasén y Temascal, abarcando los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Figura 3).



Figura 3. (A) Miguel Equihua, Griselda Benítez y Ana Isabel Suárez al exterior de la Termoeléctrica Tuxpan, 1997. (B) Personal técnico en el proyecto Acueducto II en Querétaro, al norte de la presa Zimapán, 2006. (C) Valle del Río Moctezuma, aguas abajo de la Presa Zimapán, 2004. Fotografías: Alexandro Medina Chena

En 2004, se elaboró la primera Manifestación de Impacto Ambiental para un proyecto eólico comercial en México, la Central Eólica La Venta II, en Oaxaca, tras la operación de una planta piloto con siete aerogeneradores desde 1994 (Central Eólica La Venta). **Estos estudios han continuado de manera ininterrumpida hasta la actualidad.** Con la construcción y operación de la Central Eólica La Venta II, **el INECOL desarrolló e implementó un Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos durante las etapas de pre-construcción, construcción y operación.** Este programa se llevó a cabo mediante campamentos fijos con personal técnico especializado en los sitios destinados a proyectos eólicos, **extendiéndose posteriormente a otras regiones con potencial eólico en México,** como La Rumorosa, Baja California, y Ciudad Victoria, Tamaulipas (Figura 4). **La innovación, calidad y rigor de estos programas llevaron a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a establecerlos como requisito obligatorio en los resolutivos de autorización para proyectos eólicos.**



Figura 4. Campo eólico en el Istmo de Tehuantepec, cerca de Juchitán, Oaxaca.
Fotografía: Alexandro Medina Chena

Impacto en la calidad de los estudios y beneficios para el INECOL

La creciente demanda de estudios de ordenamiento e impacto ambiental llevó a la creación de la **Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE)**, un equipo enfocado en coordinar esfuerzos institucionales para realizar este tipo de estudios manteniendo resultados de alta calidad. La USPAE **es un equipo multidisciplinario de profesionales especializados en temas socioambientales, con experiencia en estudios de conservación, monitoreo y gestión ambiental** (Figura 5). Cuenta con un componente científico y técnico riguroso e incluye un sistema de información geográfica que asegura la calidad y precisión de la información espacio-temporal generada en los proyectos. Sus estudios ambientales, algunos publicados en revistas indexadas, como los relacionados con la interacción de aves y murciélagos con parques eólicos en América Latina, también han contribuido al avance del conocimiento ecológico y a la formación de una gran cantidad de investigadores y técnicos que ahora trabajan en otras instituciones. **Estos proyectos constituyen también una fuente significativa de recursos propios que aseguran la operatividad y el desarrollo de la infraestructura institucional.**

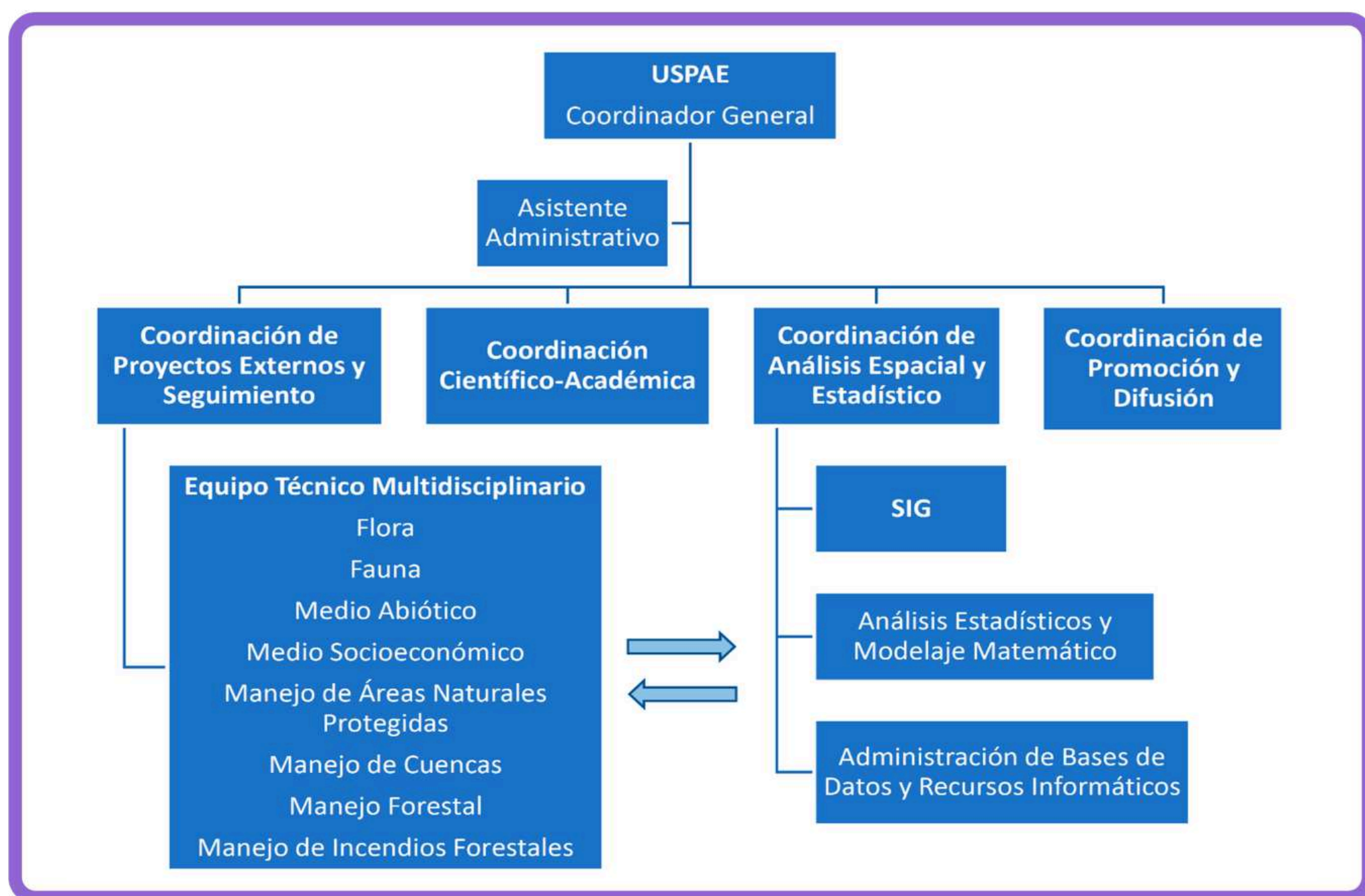


Figura 5. Estructura organizativa de la Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE), enfocada en ejecutar proyectos de gestión ambiental.

Elaboración: USPAE

Los instrumentos de política ambiental deben ser cada vez más eficaces para asegurar resultados de alta calidad y confiabilidad. En el INECOL, las condiciones para lograrlo son excepcionales, algo poco común en instituciones mexicanas. **La combinación de la experiencia de la USPAE, sus métodos y organización, junto con la preparación, infraestructura y enfoques innovadores de investigadores y técnicos de esta unidad y de otros grupos del INECOL, genera propuestas únicas** para equilibrar el desarrollo con la conservación y el manejo sostenible de la biodiversidad (Figura 6).



Figura 6. Infraestructura e instalaciones de la USPAE (2025).
Fotografía: USPAE

Perspectivas hacia el futuro

En un contexto de deterioro ambiental, deforestación y expansión urbana descontrolada, **el ordenamiento y la planeación del cambio de uso del suelo son esenciales** para la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales, tanto en México como a nivel global. El crecimiento desordenado ha demostrado contribuir a los denominados desastres naturales. **La aplicación de instrumentos de ordenamiento ecológico-territorial y la realización de estudios de impacto ambiental, que promuevan proyectos y procesos productivos racionales y sustentables, representan una de las mejores vías para el desarrollo sostenible de una nación.**

Para saber más:

- Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Región Capital de Xalapa (POERCX). DENTRO DEL MARCO DEL PROYECTO: Defensa y gestión territorial en la región circundante a la ciudad de Xalapa, Veracruz. CEMDA A.C. y SENDAS A.C. [Click aquí](#)
- Rosete-Vergés FA & Negrete-Fernández G. (2012). Planeación territorial en el sureste de México: Revisión histórica del ordenamiento ecológico. Universidad y Ciencia 28(3), 301-311.
- Environmental Impact Assessment & Environmental Management Plan. [Click aquí](#)

Fotografía: Magda Ehlers, Pexels

LA MANCHA: 48 AÑOS CONTRIBUYENDO A LA CONSERVACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA COSTA VERACRUZANA

Mauricio A. Juárez Fragoso*

Armando Aguirre Jaimes

Red de Interacciones Multitróficas, INECOL

José G. García-Franco

Red de Ecología Funcional, INECOL

*mauecol@gmail.com



Fotografía: Armando Aguirre Jaimes

La zona costera de La Mancha se ubica en la región central del Golfo de México, dentro del municipio de Actopan, Veracruz. En esta área se localiza **el Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA), perteneciente al Instituto de Ecología A.C. (INECOL)**. El origen de esta Estación se remonta a 1977-1978, cuando el gobierno federal donó los terrenos al entonces Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) para establecer la Estación de Investigaciones sobre Recursos Bióticos "El Morro de La Mancha". En 1989, el INIREB cerró sus puertas, y **en 1990, el INECOL llegó a la ciudad de Xalapa, asumiendo la responsabilidad de la Estación**. En 1994, esta Estación adquirió formalmente la denominación de CICOLMA (Centro de Investigaciones Costeras La Mancha). Lo que significa que **¡la Estación Biológica de La Mancha/CICOLMA está cumpliendo 48 años de vida!** La Mancha **es una reserva privada de conservación de alrededor de 82 hectáreas, que alberga una notable diversidad de ecosistemas** (Figura 1). **La reserva posee importantes designaciones internacionales y nacionales, como Sitio Ramsar, y forma parte de la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo, entre otras.**



Figura 1. La Mancha es una reserva privada de conservación de alrededor de 82 hectáreas, que alberga una notable diversidad de ecosistemas.
Fotografía: Armando Aguirre Jaimes

A pesar de la reducida superficie terrestre que ocupa esta área, **protege remanentes únicos de selva mediana subcaducifolia y subperennifolia sobre sustratos arenosos en el Golfo de México.** Otros ecosistemas costeros relevantes y que también están presentes en la estación son los **sistemas de dunas costeras, los humedales de agua dulce, las playas, las lagunas interdunarias con vegetación inundable, y las zonas de manglar** adyacentes a ambientes marinos. En conjunto, funcionan como corredores para aves migratorias. Cabe destacar que **La Mancha alberga una elevada biodiversidad, con aproximadamente 2,200 especies** pertenecientes a diversos grupos de organismos. Este espacio no sólo es importante para la conservación, sino que también **funciona como un laboratorio natural para la investigación científica** que ha producido diversos libros, capítulos especializados y artículos (Figura 2). También ha contribuido con la formación de científicos a través de trabajos de tesis, cursos, así como con la divulgación científica por medio del festival de aves playeras. Sin duda, el CICOLMA está consolidado como un sitio clave para estudios ecológicos costeros en el centro de Veracruz (Figura 3).



Figura 2. La Mancha, CICOLMA funciona como un laboratorio natural para la investigación científica que ha producido diversos libros, capítulos especializados y artículos científicos.
Fotografías: Armando Aguirre Jaimes

Debido a lo anterior, y con el fin de actualizar la información existen sobre las investigaciones realizadas en La Mancha/CICOLMA, **realizamos una búsqueda bibliográfica (junio 2025), a través de la consulta de bases de datos como Web of Science, Scopus y Google Académico, ubicando artículos, capítulos, libros científicos y tesis de diferentes grados académicos que tuvieran la palabra “La Mancha, Veracruz” o “CICOLMA”** en cualquiera de los campos de búsqueda, o que se haya comprobado que se realizaron en la reserva o la región costera aledaña. La búsqueda se centró en las áreas de investigaciones en ciencias biológicas, ecológicas, ciencias ambientales, de conservación biológica y recursos naturales. Con esta información se realizó un análisis de nube de palabras (*Wordcloud*) con el propósito de detectar aquellas palabras con mayor frecuencia en los títulos, así como análisis descriptivos de esta información de todas las publicaciones.



Figura 3. La Mancha, CICOLMA está consolidado como un sitio clave para estudios ecológicos costeros en el centro de Veracruz. Fotografía: Armando Aguirre Jaimes

A partir de esta búsqueda **se creó una base de datos con 713 registros, lo que significa que el número de trabajos publicados hasta junio de 2025 duplicó a lo que existía en 2016. Encontramos 455 artículos científicos, 75 capítulos de libro, 6 libros y 177 tesis profesionales** de diferentes grados académicos. En total reconocimos 2,695 palabras en los títulos de los diferentes trabajos realizados en La Mancha, de las cuales se obtuvieron alrededor de 75 palabras cuya frecuencia fue mayor a 5 veces. Las palabras con mayor frecuencia en los títulos fueron: “Veracruz” (193), “México” (157), “La Mancha” (148), “Tropical” (63), “Laguna” (53) y “Coleóptera” (51) (Figura 4).



Figura 4. Nube de palabras construida a partir de las palabras que se mencionan en los títulos de los trabajos realizados en la Estación Biológica “La Mancha, Veracruz”.

Elaboración propia

Entre los años de 1975 a 1987, **cuando La Mancha pertenecía al INIREB, se produjeron 55 trabajos**, de los cuales 30 corresponden a artículos científicos, 19 tesis de licenciatura, 1 tesis de doctorado, 4 capítulos de libros y 1 libro. A partir de que la Estación Biológica de La Mancha pasa a ser parte del INECOL (1989) **y en el transcurso de los siguientes 37 años, se han realizado 654 trabajos en total**, destacando 425 artículos científicos, 70 capítulos de libros, 5 libros, 78 tesis de licenciatura, 43 de maestría, 31 de doctorado y 1 de especialidad (Figuras 5 y 6).

El CICOLMA **ha tenido un impacto muy importante en la formación académica de profesionales** de la biología y áreas afines, a través del desarrollo de tesis profesionales de distintos niveles, **que corresponden a 9 instituciones nacionales y 7 extranjeras**. Las más representativas son la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con 50 tesis, la Universidad Veracruzana (UV) con 49, y en tercer lugar el Instituto de Ecología A.C. (INECOL) con 40 tesis (Figura 7).

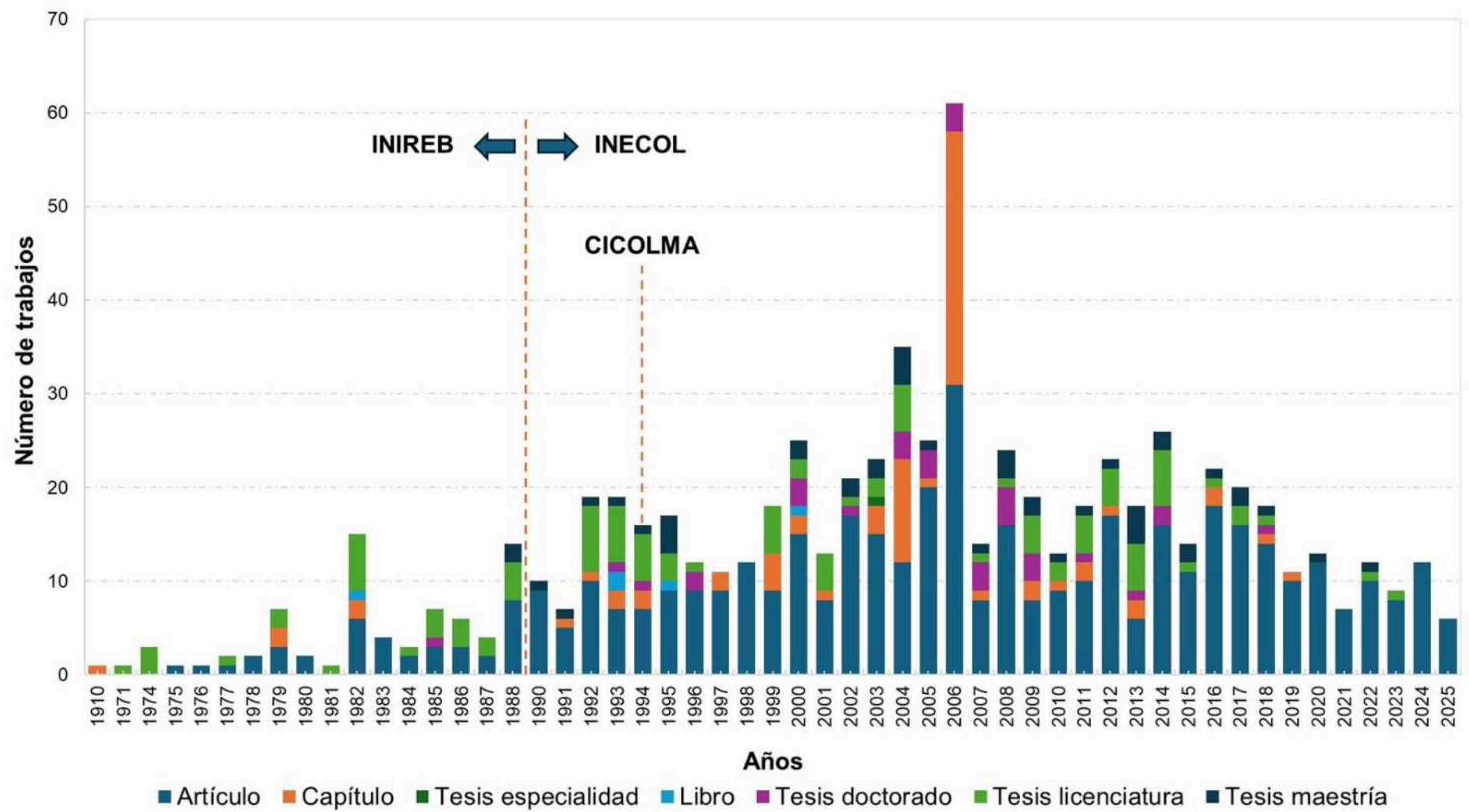


Figura 5. Cronología de trabajos científicos realizados en la región durante el tiempo que La Mancha perteneció INIREB y posteriormente cuando pasa al INECOL (artículos, capítulos, libros y tesis de diferente grado). Elaboración propia. [Click para ampliar](#)

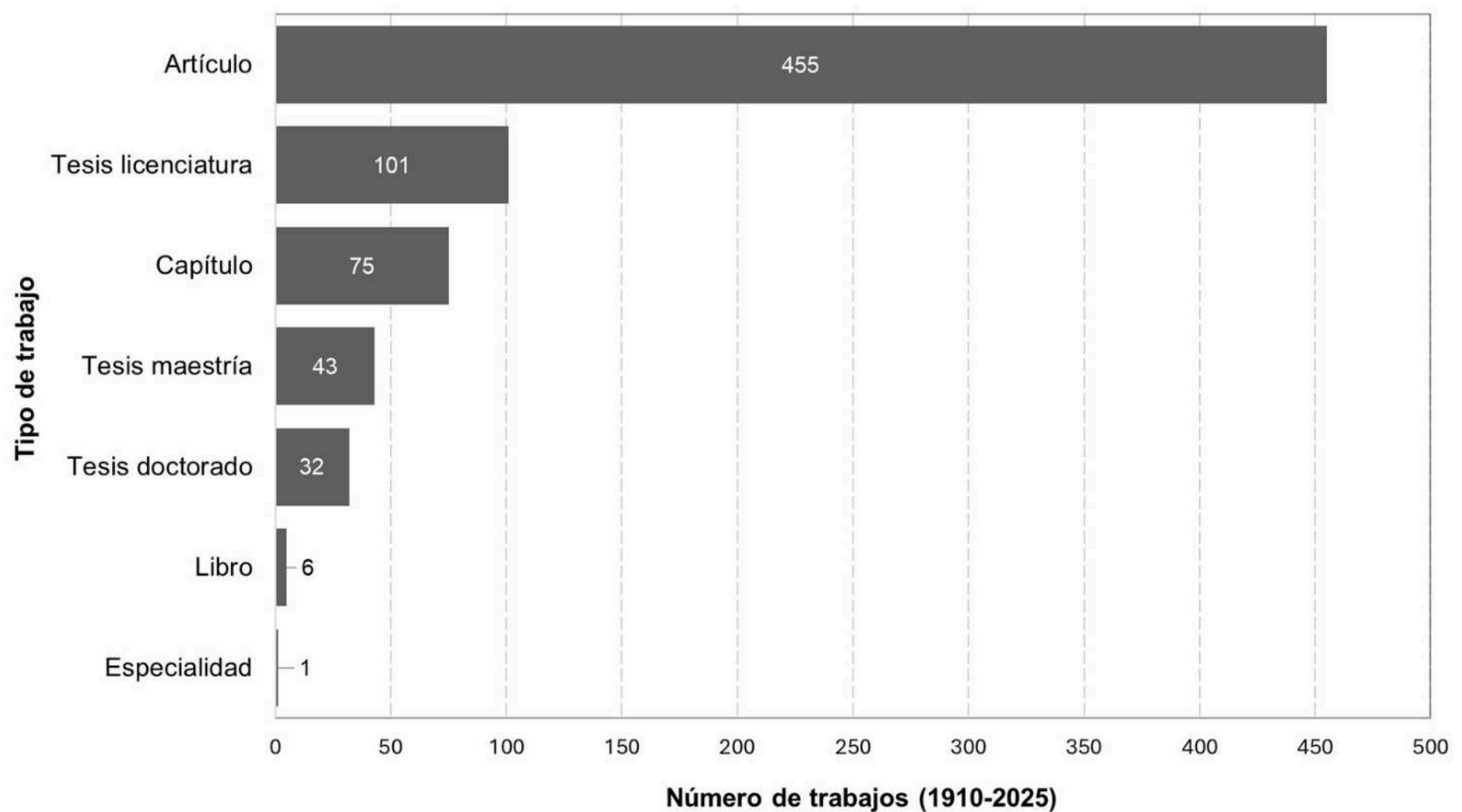


Figura 6. Número de publicaciones categorizadas por el tipo de estudio que se han realizado en los diferentes sistemas naturales de La Mancha. Elaboración propia

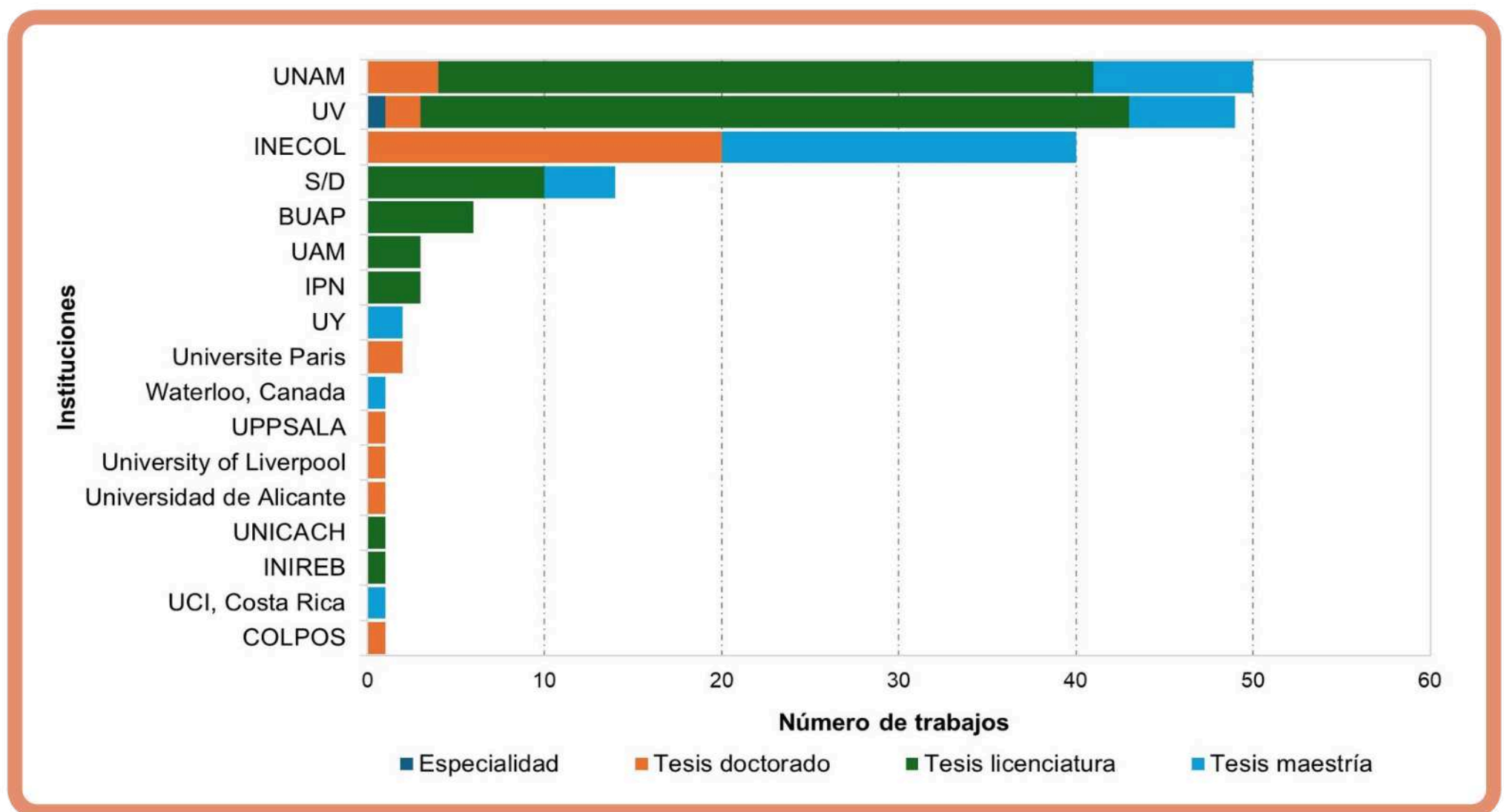


Figura 7. Instituciones educativas cuyos alumnos han realizado tesis en el CICOLMA.
Elaboración propia

De acuerdo con el número de trabajos que se han publicado, algunos de ellos han sido desarrollados en diferentes sistemas naturales que caracterizan a la región. **Podemos destacar que las dunas costeras son el sistema natural con mayor número de trabajos (103), seguido de trabajos a escala de paisaje (89) y en tercer lugar las selvas bajas (67)** (Figura 8).

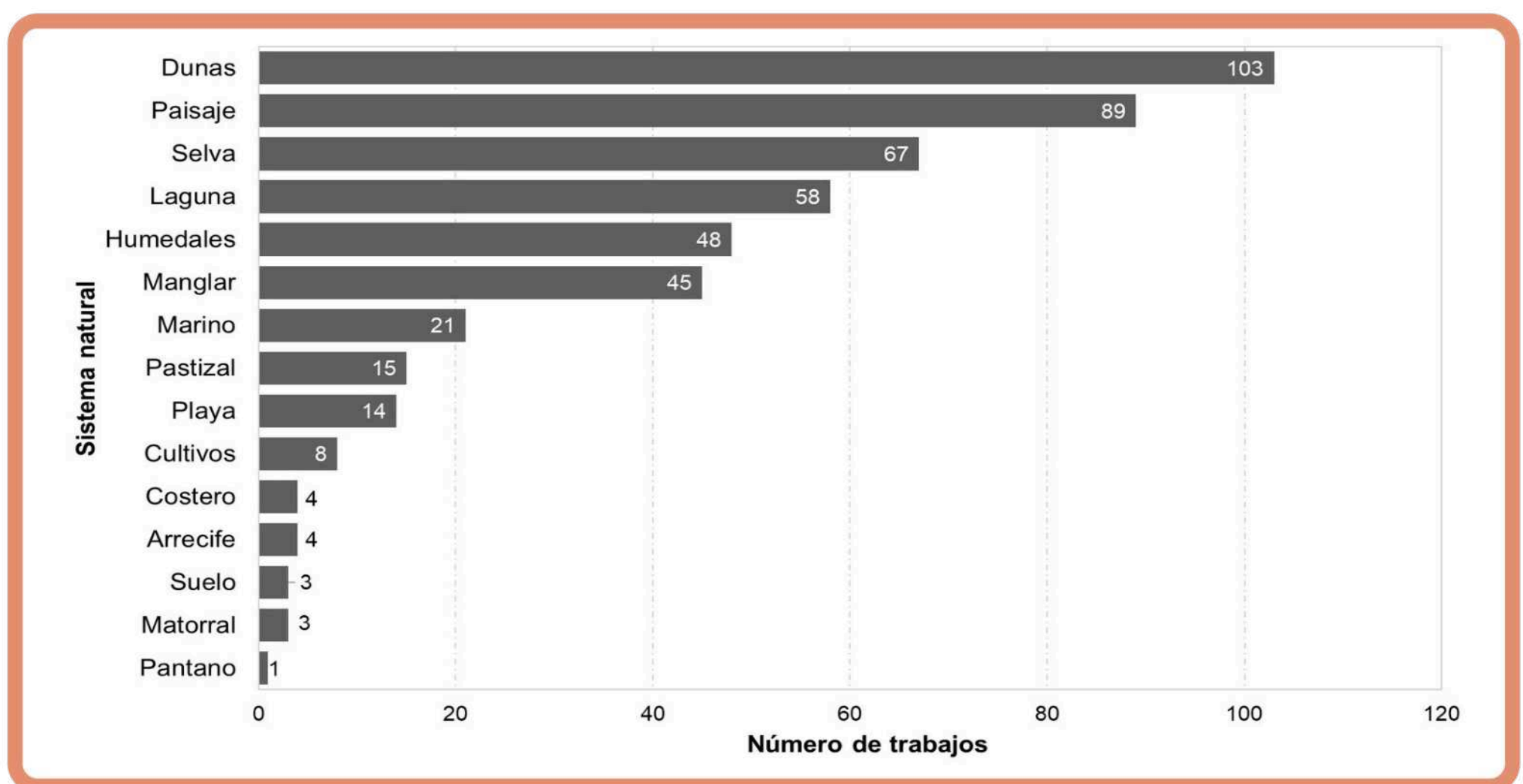


Figura 8. Número de trabajos realizados en los diferentes sistemas naturales de La Mancha y alrededores. Elaboración propia

A lo largo de su vida **la Estación Biológica de La Mancha se ha consolidado como un importante laboratorio natural para la investigación, conservación y educación ecológica-ambiental costera del INECOL, siendo un pilar en el conocimiento de este increíble y complejo teatro ecológico.**

Para saber más:

- Moreno-Casasola P. 2006. Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología. [Click aquí](#)
- Martínez-Adriano C, Aguirre-Jaimes A, Díaz-Castelazo C. 2016. Floristic survey of flowering plants in a tropical coastal ecosystem in Veracruz, Mexico. Botanical Sciences, 94(1), 185-197. [Click aquí](#)
- Interacciones hormiga-planta. Voces del INECOL-La Mancha. 26, abril, 2021. Video Youtube. [Click aquí](#)

Fotografía: Armando Aguirre Jaimes

DIVULGAR Y EDUCAR: DEL QUEHACER CIENTÍFICO A LA INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN TRANSDISCIPLINARIA

Carolina Álvarez-Peredo*

Red de Ambiente y Sustentabilidad,
INECOL Estancia Posdoctoral
Coordinación de Proyectos Especiales
Institucionales

Oscar Briones

Secretario de Posgrado, INECOL

Andrea Farías Escalera

Secretaría de Posgrado, INECOL

Norma Corona Callejas

Jardín Botánico Francisco Xavier
Clavijero, INECOL

Daniela Patricia Arreola A. Flores

Proyecto Educativo Integral INECOL,
Secretaría de Posgrado

Nancy Wence Partida

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Itzel Fabiola Arroyo Ortega

Red de Ecología Funcional, INECOL

Trinidad Esmeralda Vilchis Pérez

Secretaría de Posgrado, INECOL

Nancy Gámez Paredes

Oficina de Comunicación, INECOL

*carolina.alvarez@inecol.mx

Fotografía: Congerdesign, Pixabay

El Proyecto Educativo Integral del INECOL (PEII; Figura 1) es **una iniciativa que planteó la Dirección General del Instituto de Ecología, A.C. en el año 2022 para contribuir con el cumplimiento de la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI)**, en la que se mandata garantizar el ejercicio del derecho humano a la ciencia conforme a los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.

Para ello, **se designó un grupo multidisciplinario de académicos y asesores adscritos a las diferentes áreas de investigación y de comunicación pública de la ciencia del INECOL**, que ha trabajado colectivamente con el resto de la comunidad de nuestro instituto para diseñar una propuesta acorde a nuestras necesidades. El objetivo es generar los mecanismos institucionales para la integración, coordinación, diseño y difusión de las actividades educativas que realiza el INECOL orientadas a la formación de recursos humanos, el fomento al conocimiento y el desarrollo de una cultura científica y tecnológica en diálogo con la sociedad civil y la diversidad de saberes. Así, **este equipo multidisciplinario ha gestionado sus labores planteando, diseñando y ejecutando actividades para construir un Plan de Acción que responda a las necesidades institucionales.**



Figura 1. Logo Proyecto Educativo Integral INECOL (PEII).
Elaboración: Oficina de Comunicación, INECOL

Este Plan se elaboró a partir de datos documentales y empíricos surgidos de talleres, seminarios y entrevistas que se realizaron durante dos años con actores interesados. **El Plan comprende tres aspectos: (a) administrativo, (b) operativo y (c) de investigación y educación transdisciplinaria.** Se espera que estos aspectos proporcionen elementos suficientes para construir y consolidar una identidad institucional en materia de educación, difusión y comunicación pública de la ciencia procurando, el estricto apego a la Ley de HTCI.

En dicha Ley se contempla también el impulso al avance científico y tecnológico a través del mejoramiento en las prácticas de enseñanza-aprendizaje, la capacitación de los educadores, la promoción de tecnologías educativas y la actualización de programas de estudio. Tampoco se debe dejar de lado la divulgación y el fomento a las vocaciones científicas que involucren a diversos sectores sociales. En atención a estos preceptos -y a las necesidades institucionales en materia de educación- se plantearon y gestionaron las actividades para la tercera etapa del Proyecto.

En marzo de 2025, se llevó a cabo una jornada intensiva de tres días en colaboración con la Dra. Ulli Vilsmaier, profesora adjunta de la Universidad Leuphana de Lüneburg, Alemania, presidenta del Consejo Científico Asesor del Centro Paulo Freire de Austria e integrante del Responsive Research Collective. Su invitación obedece a su amplia experiencia en el enfoque internacional de la investigación y educación inter- y transdisciplinaria, siendo especialista en el diseño, acompañamiento, implementación y evaluación de investigaciones que trascienden fronteras, así como la implementación de métodos, estrategias y procesos de integración colectiva. Cuenta además con una amplia visión de la educación superior en todo el mundo y un interés particular en la transformación de las instituciones académicas. Su orientación al diálogo apunta al crecimiento personal y profesional de las personas y las comunidades, promoviendo espacios para el aprendizaje intercultural, interinstitucional y de investigación transformadora.

• **Seminario Institucional “El proceso de balance entre robustez científica y social en enfoques colaborativos de investigación”**

El seminario se realizó el 25 de marzo, en modalidad híbrida y abierta para la comunidad; contó con la participación de 42 personas (Figura 2).



Figura 2. Seminario Institucional “El proceso de balance entre robustez científica y social en enfoques colaborativos de investigación” impartido por la Dra. Ulli Vilsmaier en el Auditorio I, Edificio A, Campus III del INECOL. Fotografía: Daniela Patricia Arreola A. Flores

Durante el seminario, **la Dra. Vilsmaier expuso los desafíos y el potencial de la investigación y educación colaborativas para integrar conocimientos, motivos y necesidades diferentes entre científicos y diversos sectores sociales.** Se discutieron balances entre lógicas y prácticas diferentes, y se presentaron estrategias para enfrentarlas en la praxis. Este seminario buscó crear espacios de diálogo crítico y retroalimentación en torno al rol de la ciencia en enfoques colaborativos de investigación y enseñanza - aprendizaje para comprender el amplio quehacer educativo y en CPC de y con la comunidad del INECOL.

• **Conversatorio “Entrelazar la investigación y la educación en procesos colaborativos desde el INECOL”**

El 26 de marzo, la Dirección General en conjunto con el Proyecto Educativo Integral del INECOL invitaron a un grupo de académicos (técnicos e investigadores) identificados en etapas previas del Proyecto como actores clave del quehacer educativo institucional, a participar en una mesa de diálogo, moderada por la Dra. Vilsmaier. Esta actividad contó con **la participación de 27 personas, y tuvo como objetivo generar un espacio de diálogo que contribuyera a enriquecer y ampliar las perspectivas en torno a nuestra labor en investigación científica** y de acceso universal al conocimiento que implica tanto la difusión como la divulgación del conocimiento científico y tecnológico generado institucionalmente (Figura 3).



Figura 3. Participantes en el Conversatorio “Entrelazar la investigación y la educación en procesos colaborativos desde el INECOL” realizado en la sala Dahlia, Edificio B, Campus III del INECOL. Fotografía: Oficina de Comunicación, INECOL

• **Taller Institucional “La investigación transdisciplinar para la co-construcción de conocimiento: espacios de educación y aprendizaje mutuo”.**

El taller se realizó el 27 de marzo, con la participación de las Dras. Ulli Vilsmaier e Isabel Bueno como tallerista invitada (Figura 4). La invitación fue abierta y presencial con la participación de 22 asistentes. Durante su desarrollo, las talleristas favorecieron un **espacio de aprendizaje para compartir, intercambiar y co-construir estrategias y procesos de fortalecimiento a la investigación transdisciplinaria en espacios educativos**. Después de analizar las prácticas actuales del INECOL se enfatizó el entrelazamiento de la investigación y la enseñanza-aprendizaje para enfrentar problemáticas complejas. **Se profundizó en los principios y prácticas de la investigación transdisciplinaria, junto a métodos para co-construir e integrar conocimientos distintos.**



Figura 3. Muestra de actividades participativas dentro del Taller Institucional “La investigación transdisciplinar para la co-construcción de conocimiento: espacios de educación y aprendizaje mutuo” impartido en el Aula de Educación Ambiental – CREA, Centro de Recepciones, Campus II del INECOL. Fotografía: Oficina de Comunicación, INECOL

La investigación de problemáticas complejas requiere de la integración de múltiples perspectivas, conocimientos y experiencias para entender cada contexto, vinculando el conocimiento concreto y situado con el conocimiento científico abstracto. En aras de que los esfuerzos educativos y de investigación permeen de la academia a la sociedad e impacten como proyectos de incidencia, es indispensable trabajar en la postura, el papel y el contexto de las personas investigadoras. **Los enfoques inter- y transdisciplinarios favorecen esta integración, de ahí el interés del PEI por su promoción y acercamiento.**

Para saber más:

- CONAHCYT 2023. Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. [Click aquí](#)
- Vilsmaier U, Hensler L, Merçon J, Faschingeder G. 2025. Aprendiendo de Paulo Freire para la investigación transdisciplinaria: Principios, métodos y experiencias. Fondo de Cultura Económica. [Click aquí](#)

Fotografía: Wallace Chuck, Pexels

INCIDENCIA SOCIAL Y HERRAMIENTAS PARA GENERAR CONOCIMIENTO Y CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD. PARTE 1/3

Armando Contreras Hernández
Director General, INECOL

Carolina Álvarez-Peredo*
Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL.
Estancia Posdoctoral. Coordinación de Proyectos Especiales Institucionales

Victoria Sosa
Red de Biología Evolutiva, INECOL

Gabriela Heredia Abarca
Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

Alberto González Romero
Sonia Gallina Tessaro
Red de Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

Patricia Moreno-Casasola Barceló
Red de Ecología Funcional, INECOL

*carolina.alvarez@inecol.mx

Fotografía: Liis Saar, Pixabay

Los Proyectos Especiales Institucionales del INECOL (PEI) se encuentran –en este año 2025- en su tercera etapa de operación. En números previos hemos presentado a detalle cada uno de los nueve Proyectos Institucionales que **se han impulsado desde el año 2023 por la Dirección General**, así como algunos de sus resultados más relevantes. Así mismo, se han hecho semblanzas de algunos eventos institucionales donde se han compartido estos mismos resultados con el resto de la comunidad del INECOL.

En esta ocasión, en la primera de dos entregas, **queremos compartir con los lectores una reflexión académica e institucional que refleje no sólo los resultados más relevantes de los PEI en su tercera etapa, sino también, una prospección a futuro –a mediano y largo plazo- de la continuidad y seguimiento de los primeros cinco (de nueve) proyectos**, al término de la administración actual.



Logotipo de Hecho en INECOL. Elaboración: Oficina de Comunicación, INECOL

• eFloraMEX: la flora electrónica de México

Coordinadora: Dra. Victoria Sosa Ortega (Red de Biología Evolutiva). Este proyecto ha trabajado en **documentar la diversidad vegetal de México y publicar en su portal la lista de especies** de plantas vasculares, helechos, gimnospermas y angiospermas. A la fecha ya es consultable en su propio portal, mismo que utiliza la ciber plataforma taxonómica EDIT. La lista de especies se encuentra publicada y algunos grupos como los helechos ya incluyen toda la información que contendrá cada taxón, es decir, su clasificación, descripción morfológica, así como datos ecológicos, de conservación y distribución geográfica. Adicionalmente se publicó una página de arranque que además de vincularse con eFloraMEX incluye bases de datos útiles para los interesados en la flora de México, como nombres comunes, artículos de divulgación de plantas notables de la flora mexicana, así como ligas a páginas de colecciones mundiales y nacionales. **Este proyecto es un esfuerzo a nivel nacional en el que participan botánicos de México y del mundo para producir un tratado de las plantas vasculares mexicanas** (Figura 1).



Figura 1. Interfaz digital de la plataforma electrónica eFloraMEX.
Disponible para consulta en: <https://florademexico.inacol.mx/es/inicio>

• **e-Scarab.mx: La Scarabaeoidea-fauna electrónica de México**

Coordinador: Dr. Mario Favila Castillo (Red de Ecoetología). A través de este proyecto se ha creado la Scarabaeoidea-fauna electrónica de México (eScarab.mx). Actualmente en la eScarab.mx **se han registrado 1,639 especies pertenecientes a 13 familias**. La publicación en formato electrónico de las especies de los Scarabaeoidea **permitirá que estudiantes, investigadores, personas interesadas en conocer a estos insectos, así como organizaciones o dependencias privadas y gubernamentales tengan acceso inmediato a la información sobre este grupo de organismos**. Así mismo, permitirá planear futuros trabajos de investigación básica y aplicada con este grupo de insectos. Este proyecto a mediano y largo plazo requiere de recursos económicos para el mantenimiento y actualización de la información que contiene la plataforma eScarab.mx. De igual manera, se contempla que eScarab.mx podría expandir sus rangos de registro, e incorporar la información de la fauna Scarabaeoidea para todo el Neotrópico (Figura 2).



Figura 2. Interfaz digital de la plataforma electrónica eScarab.mx. En construcción, no disponible aún para consulta pública. Imagen: Mario Favila Castillo

• Construcción y establecimiento de la plataforma eFungaMex

Coordinadora: Dra. Gabriela Heredia Abarca (Red de Biodiversidad y Sistemática). En este proyecto se ha trabajado en la **recopilación y sistematización de información** taxonómica, filogenética, ecológica y fisiológica **de especies de micromicetos y macromicetos registradas en México**. Los materiales de referencia de estas especies están depositados en la sección micológica del Herbario del INECOL (XAL). **La plataforma también integra datos sobre especies involucradas en investigaciones micológicas desarrolladas en el INECOL, como hongos comestibles, fitopatógenos y aquellos asociados a artrópodos**. El proyecto eFungaMex busca dar mayor visibilidad a la colección de hongos del INECOL y proporcionar información valiosa para diversos sectores de la sociedad (Figura 3).

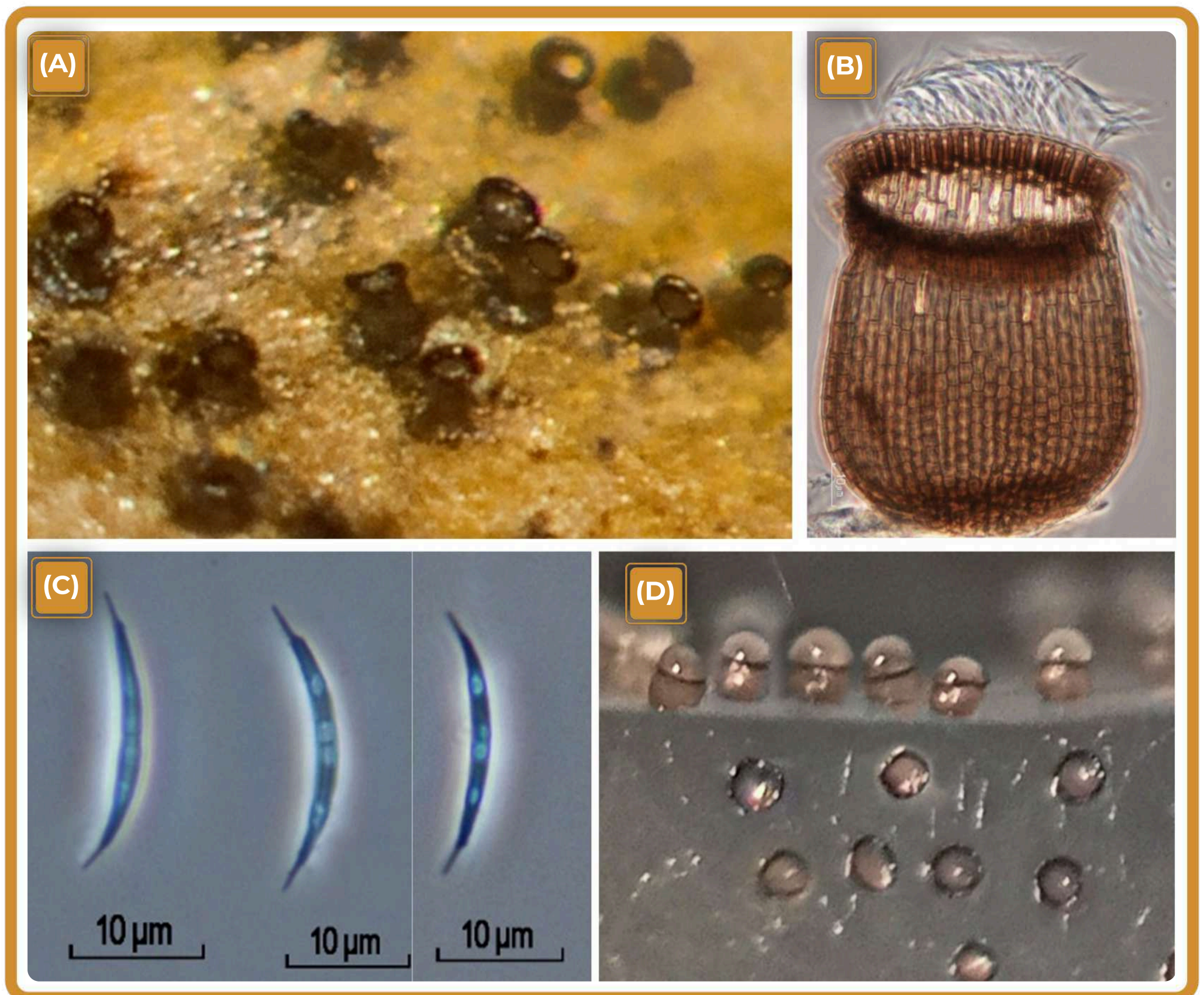


Figura 3. Ejemplo de lámina ilustrativa de la plataforma eFungaMex. *Satchmopsis sacciformis*. (A) Hongo en sustrato (hoja). (B) Esporóforo con esporas. (C) Esporas. (D) Esporóforos en medio de cultivo. Fotografías: Donaldo Alberto Torres Salas

• Conservación de Biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas

Coordinadores: Dr. Alberto González Romero y Dra. Sonia Gallina Tessaro (Red de Biología y Conservación de Vertebrados). Durante el año 2025 se decidió enfocar los **esfuerzos a las Reservas de La Mancha y El Santuario del Bosque de Niebla, ambas en el estado de Veracruz**, (México) en donde el monitoreo acústico en ambas reservas ha permitido documentar el patrón de actividad vocal de algunas especies y principalmente la actualización de los listados de la avifauna y murciélagos insectívoros de cada reserva. Se complementó el alcance del estudio con el uso de cámaras-trampa para documentar la fauna con la que coexistimos en nuestra sede principal (INECOL-Xalapa) y en las estaciones biológicas del INECOL. Con ello, **se espera actualizar el conocimiento de la fauna silvestre que habita en estas reservas y su estado de conservación, así como implementar estrategias de comunicación pública de la ciencia para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la fauna y los ecosistemas que nos rodean**. A mediano plazo se estarán publicando los resultados de tres años de monitoreo en estas y otras reservas, incluyendo La Michilía y Mapimí en el estado de Durango (México). **A largo plazo se considera la factibilidad de establecer un programa de monitoreo permanente que servirá para establecer programas de conservación y repoblación de especies importantes para la zona**, como el venado bura, aves migratorias, la reintroducción del berrendo y el águila real en Mapimí, la liberación del lobo mexicano en La Michilía, la refaunación del Santuario del Bosque de Niebla y la conservación de la fauna silvestre en La Mancha (Figura 4).

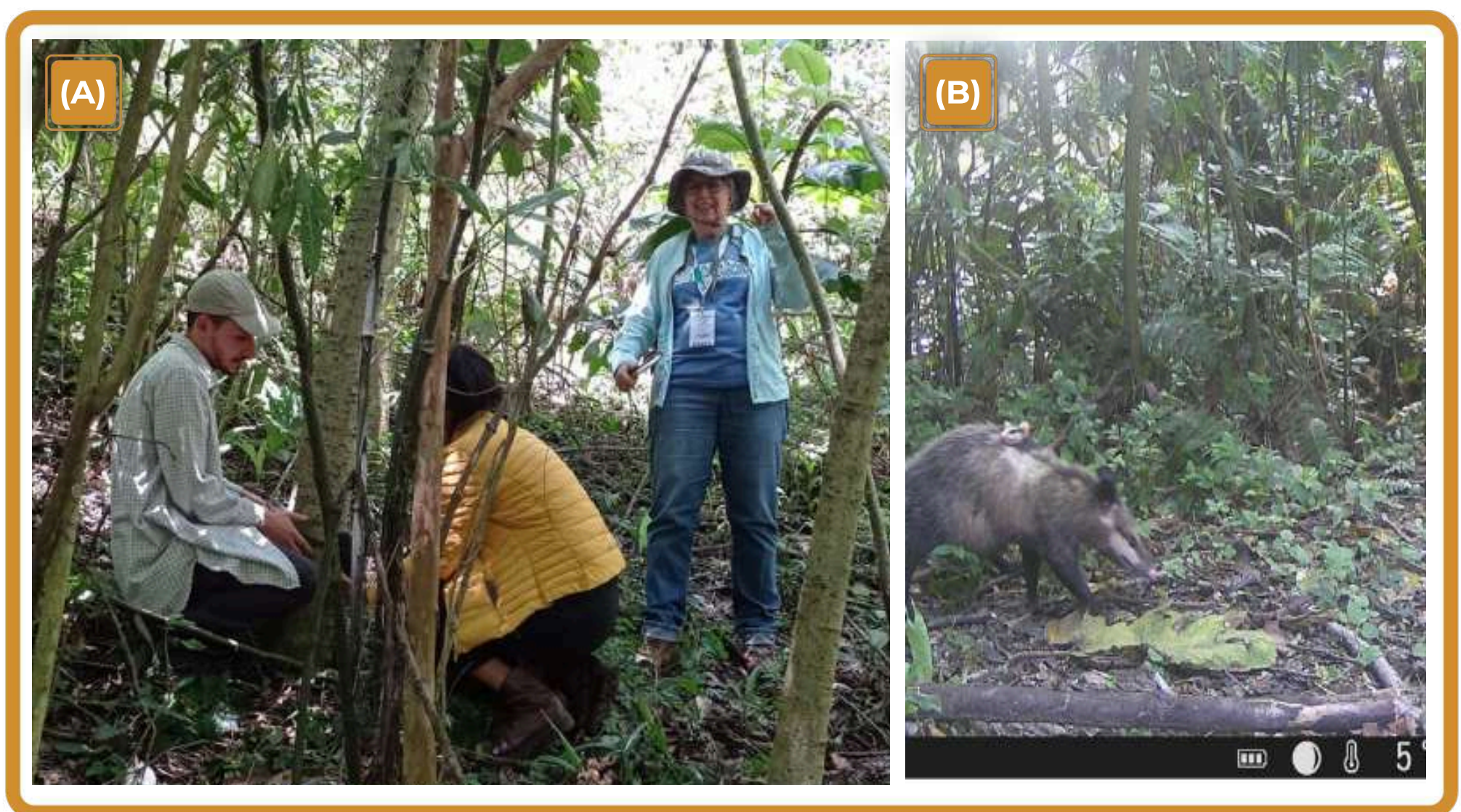


Figura 4. (A) Colocación de cámaras-trampa en el Santuario del Bosque de Niebla. (B) Registro fotográfico de un tlacuache (*Didelphis marsupialis*) en el Santuario del Bosque de Niebla.

Fotografías: Alberto González Romero y Sonia Gallina Tessaro

• **Hacia un manejo sustentable de la costa veracruzana**

Coordinadora: Dra. Patricia Moreno Casasola (Red de Ecología Funcional). Este proyecto ha generado **tres resultados principales. El primero es el ingreso de un vecino de las lagunas interdunarias trabajadas**, en la Especialidad en Bienestar Comunitario y Manejo Costero (EBC-MC) con un proyecto de investigación-acción sobre la participación comunitaria en el manejo y recuperación de su laguna, un humedal urbano del Puerto de Veracruz. **El segundo es la publicación del libro "Veracruz una Ciudad Esponja: construyamos su futuro"**, con la participación de 35 autores pertenecientes a nueve instituciones, enfocado a divulgar el proyecto, la trascendencia de los humedales urbanos, su situación actual y la importancia de su manejo para reducir las inundaciones de la ciudad de Veracruz. **Y finalmente, la próxima publicación de un libro con los resultados técnicos del proyecto, con la intención de que sirva como base para el manejo de los humedales urbanos y las inundaciones urbanas.**

A mediano plazo se busca sensibilizar a la población y a las autoridades sobre los servicios ecosistémicos que proporcionan los distintos tipos de humedales urbanos, y el papel que juegan para su bienestar y para el manejo del agua y de las inundaciones. Con los datos y la participación comunitaria se busca sentar la línea base para el manejo de algunas lagunas interdunarias. **En el largo plazo, el objetivo es impulsar una ciudad más permeable, una ciudad esponja, que ayude a gestionar de manera sustentable el agua de lluvia y el agua del manto freático**, apoyada en humedales urbanos sanos que benefician a la población (Figura 5).



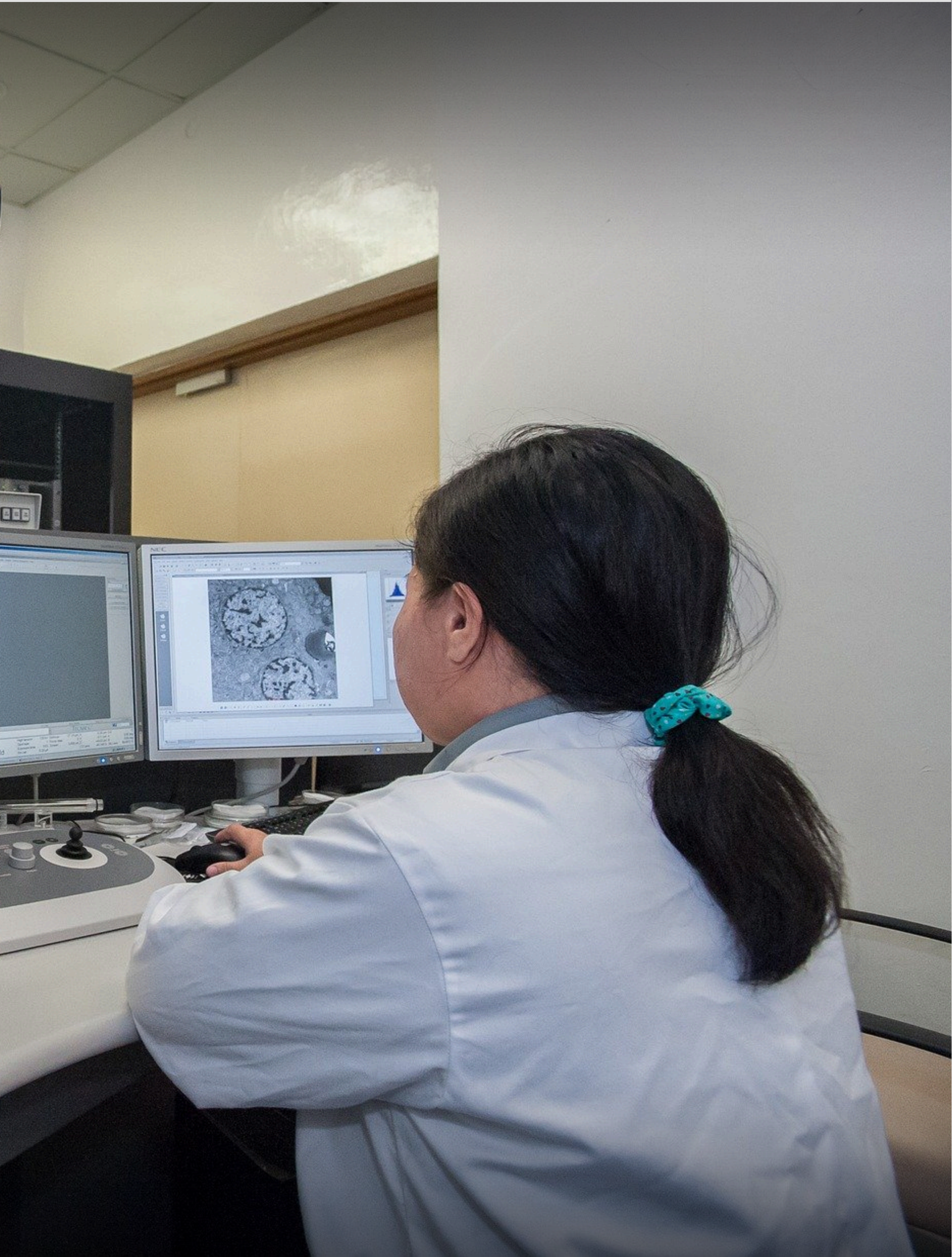
Figura 5. Vista aérea del sistema lagunar interdunario en la zona periurbana del Puerto de Veracruz. Fotografía: INECOL



Fotografía: Chu Chup Hinh, Pexels

Ciencia hoy

Fotografía: Kennethr, Pixabay



PATERNIDAD RESPONSABLE EN PECES: SU IMPACTO EN LA SUPERVIVENCIA EMBRIONARIA

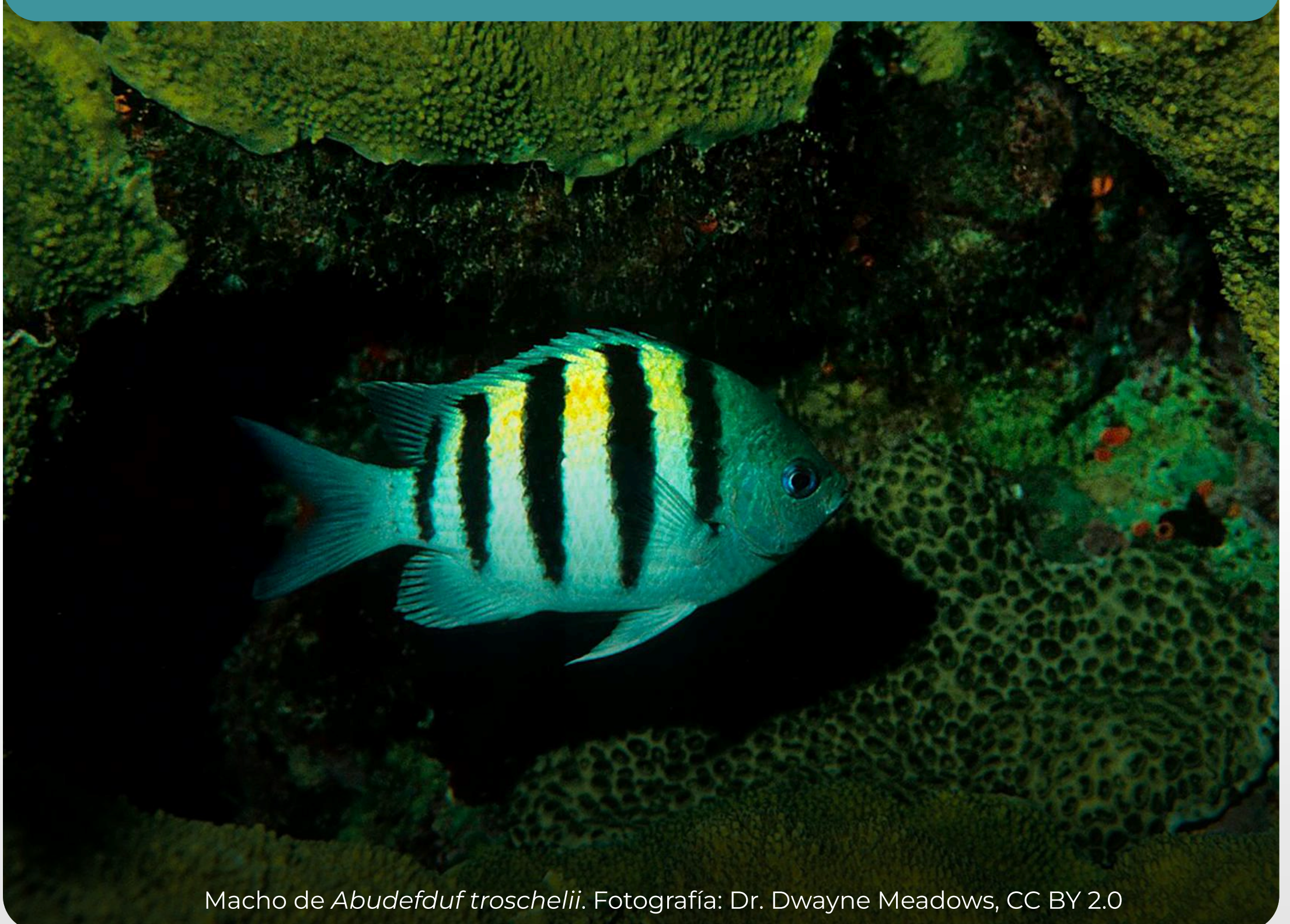
Brenda Santillán Herrera*

Mariana Solís-Mendoza

Luis Felipe Mendoza Cuenca

Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

*1414653x@umich.mx



Macho de *Abudedefduf troschelii*. Fotografía: Dr. Dwayne Meadows, CC BY 2.0

El cuidado parental involucra aquellas conductas que los progenitores realizan para mejorar las posibilidades de supervivencia de su descendencia. Estas incluyen, proveer refugio y protección contra depredadores, brindar cuidado ante condiciones ambientales adversas, alimentar y limpiar a la progenie. **Generalmente pensamos que, como en las aves, los mamíferos, los reptiles y los anfibios, las madres tienen el rol determinante para la sobrevivencia de las crías. Sin embargo, en peces, este patrón puede ser diferente e incluso contrario** (Figura 1).



Figura 1. Huevos de *Abudefduf troschelii* (pez sargento) con desarrollo embrionario en progreso. El macho es el único encargado de cuidar. Fotografía: Brenda Santillán Herrera

En las especies de peces de la familia Pomacentridae (conocidos como peces damisela), una de las más diversas y ampliamente distribuidas (que incluye a los peces marinos conocidos como payasos), existe cuidado parental y es un comportamiento obligado para el óptimo desarrollo de la progenie. En esa familia **podemos encontrar desde especies en las que el cuidado es realizado por ambos padres (cuidado biparental), especies en que solo cuida el macho (cuidado paterno) y especies en que el cuidado parental lo brindan grupos (familias, grupos o harén).** La diversidad de roles de cuidado parental y comportamientos reproductivos observada en esta familia es clara muestra de cómo, ante la pregunta ¿quién cuida los hijos?, en la naturaleza la respuesta es determinada por las presiones evolutivas. El cuidado parental contra los depredadores (por ejemplo), las capacidades de los padres para brindar un óptimo cuidado a los hijos puede surgir para mejorar la supervivencia de la descendencia. **Un caso notable de cuidado paterno en esta familia ocurre en los peces del género *Abudefduf* (los peces sargento) que agrupa alrededor de 20 especies.** Se distribuyen en aguas tropicales y subtropicales alrededor del mundo, especialmente en arrecifes coralinos y zonas costeras rocosas. **En estos peces el macho es el único encargado de cuidar, vigilar y proteger activamente los huevos hasta que las larvas emergen** (Figura 2).



Figura 2. Macho de *Abudefduf troschelii* (pez sargento) realizando aireaciones bucales hacia los huevos en desarrollo. Fotografía: Luis Felipe Mendoza Cuenca

El complejo trabajo de ser papá en peces sargento

En especies de peces sargentos, **la época reproductiva puede abarcar de 2 a 6 meses del año**, durante los cuales ocurren múltiples eventos de anidación. Cuando inicia la temporada reproductiva, **los machos se desplazan desde las zonas de alimentación hacia las áreas de anidación. En estos lugares se dirigen al fondo seleccionando y compitiendo por un territorio, que limpian removiendo algas y arena para exponer el sustrato firme y adecuado para la oviposición que defienden de otros machos**, mientras las hembras nadan evaluando a los machos y sus territorios. Una vez preparado el nido, los machos adquieren una coloración nupcial azul-iridiscente intensa e inician el cortejo hacia las hembras, para convencerlas de su calidad como padres y que ovipositen en su nido, dejando los huevos al cuidado del padre. Generalmente, cada temporada reproductiva las hembras se reproducen con varias parejas, por lo que algunos machos reciben simultáneamente huevos de múltiples hembras en su nido. **Cuando los huevos son fertilizados por el macho, éste se encarga de cuidarlos durante 7 a 8 días hasta que las crías eclosionan**, después de lo cual los machos abandonan su nido por un periodo de 8 a 12 días antes de volver a anidar.

Es de resaltar la gran fidelidad de los machos a su territorio, reutilizando el mismo nido entre 10-12 veces por temporada reproductiva. Las puestas de huevo son tan numerosas que comúnmente superan los 100,000 huevos que, al ser un recurso alimenticio muy valioso para múltiples especies, hace que cuidarlos no sea una tarea sencilla. Es impresionante la dedicación de los machos que día y noche realizan múltiples peleas para defender los huevos de sus numerosos depredadores, incluyendo peces vecinos de su misma especie. Además de las dificultades que las peleas representan, los padres están sin alimentarse durante todo el periodo del cuidado de los huevos. Ante este enorme reto, algunos machos forman grupos de 6 a 11 individuos que defienden cada uno su territorio y cuidan a su progenie. Durante el periodo reproductivo se ha visto que los machos anidan con los mismos individuos, y aunque se desconoce cómo eligen a sus vecinos de anidación, se ha sugerido que podrían ser parientes. Sin embargo, no sólo se defienden los huevos, los machos pasan 40 % del tiempo limpiándolos y oxigenándolos, utilizando sus aletas o incluso “soplado” corrientes de agua con la boca, lo que se ha sugerido, como conductas que favorecen el desarrollo embrionario de las larvas (Figura 3).

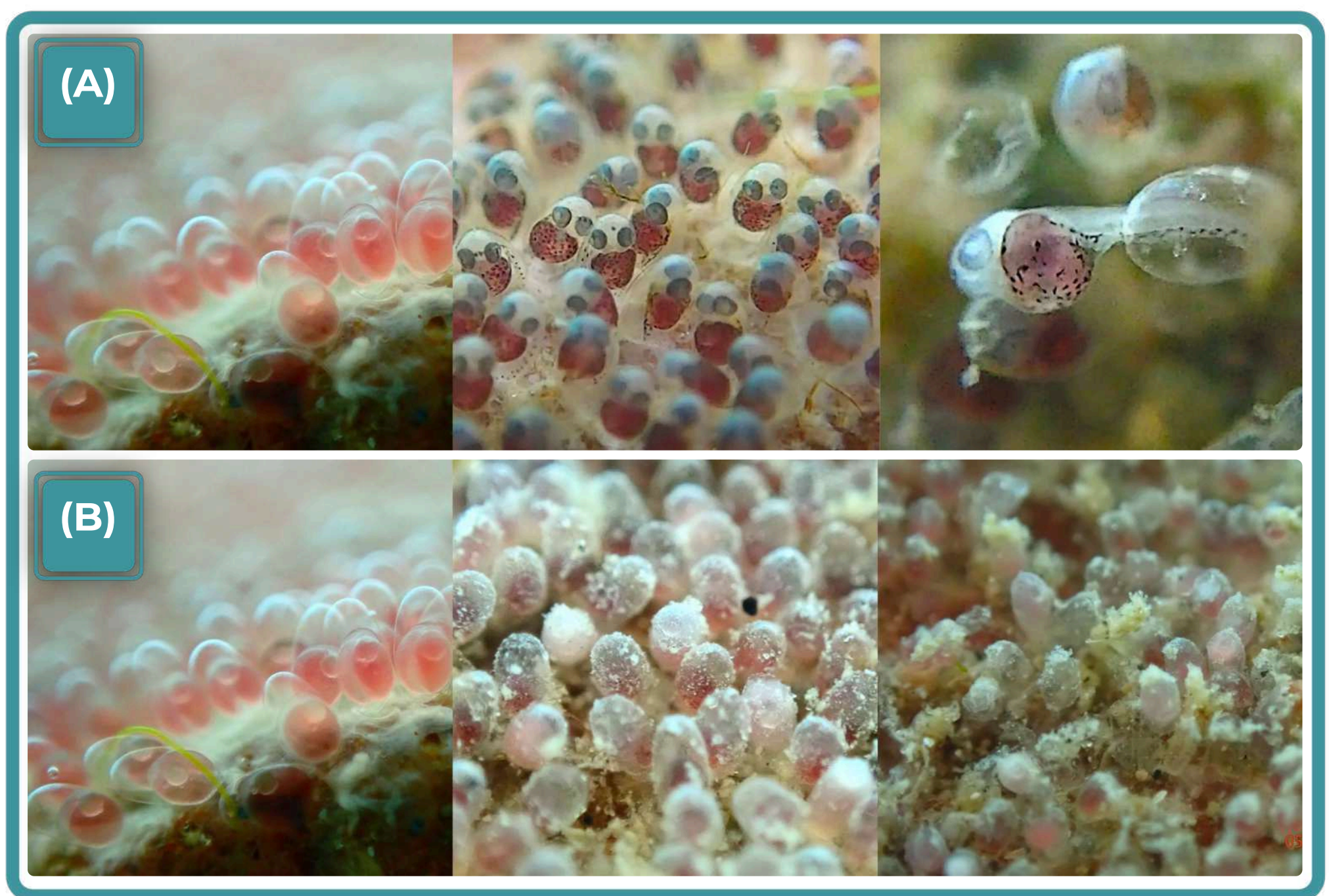


Figura 3. (A) Distintas fases del desarrollo embrionario con presencia del cuidado paterno de *Abudedefduf troschelii*. (B) Distintas fases de la interrupción del desarrollo embrionario de la progenie en ausencia del cuidado paterno. Fotografías: Brenda Santillán Herrera

¿Los huevos sobreviven sin el cuidado del padre?

Estudios recientes en especies como el pez sargento (*Abudefduf troschelii*) han demostrado que el abandono temporal o permanente del nido pone en riesgo la supervivencia de los embriones. Se ha observado que, **sin la conducta de limpieza y oxigenación del macho, los huevos enfrentan mayor mortalidad por la acumulación de sedimentos y la falta de oxigenación**, lo que reduce e incluso cancela el desarrollo larvario. Experimentos que replican artificialmente las condiciones naturales mediante la oxigenación controlada y la eliminación de sedimentos, han mostrado que las tasas de desarrollo y supervivencia son considerablemente menores en comparación con los huevos protegidos por su padre. Se sabe que la nutrición de las larvas depende del saco vitelino hasta que se alimentan por sí solas. En varias familias de peces se ha observado que **mientras mayor es el nivel (calidad o cantidad) de cuidado paterno mayor es el tamaño de los huevos, lo que sugiere que las crías cuentan con un mayor reservorio de nutrientes, permitiendo que las larvas tengan un óptimo desarrollo**. De esta manera, son mejores las oportunidades para superar esta fase crítica e incrementar las posibilidades de sobrevivir. Estos hallazgos resaltan la importancia del cuidado paterno como un factor determinante en la viabilidad de la descendencia en peces marinos (Figura 4).

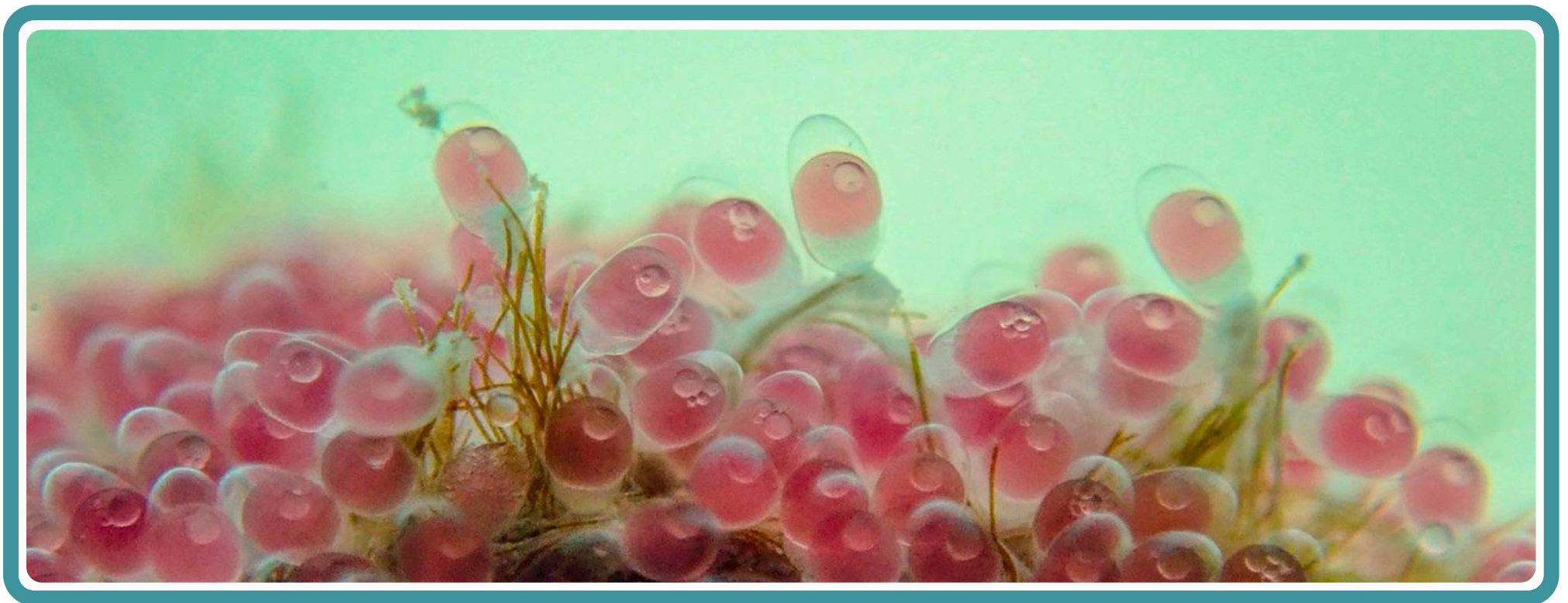


Figura 4. Huevos de *Abudefduf troschelii* con desarrollo embrionario en fase temprana.
Fotografía: Brenda Santillán

El comportamiento de los machos lleva a reflexionar sobre la importancia del cuidado parental en el mundo marino y los desafíos ambientales que pueden afectar el éxito de la progenie. Factores como **el aumento de sedimentos en el agua debido a las actividades humanas podrían comprometer la reproducción de especies que dependen del cuidado paterno para la supervivencia de sus crías**. Además, en los programas de cría en cautiverio, especialmente en especies amenazadas con comportamientos similares al pez sargento, es fundamental considerar cómo la ausencia de estos comportamientos puede afectar su éxito reproductivo.

Los peces sargento nos recuerdan que, en la naturaleza, **la paternidad puede asumir formas sorprendentes y ser determinante en la continuidad de la vida**. Observar su dedicación nos invita a cuestionarnos cuánto sabemos realmente sobre los lazos familiares en el reino animal y cómo podemos proteger estos comportamientos en un océano cada vez más alterado por la actividad humana.

Agradecimientos

Extiendo mi gratitud a Nelly por su apoyo en la toma de datos, a la Marina Cortez por facilitar el acceso al sitio de muestreo, y a todas las personas cuya colaboración hizo posible este estudio.

Para saber más:

- Agencia Sinc. 2014. El cuidado parental afecta al desarrollo embrionario en un pez de agua dulce. [Click aquí](#)
- Solís-Mendoza M, Mendoza-Cuenca L. 2021. Canibalismo filial en peces ¿Conducta de un buen padre? Saber Más 56, 43-45. [Click aquí](#)
- Bessa E, Sabino J. 2017. La hipótesis territorial predice la compensación entre las oportunidades reproductivas y el cuidado parental en tres especies de peces damisela (Pomacentridae: Actinopterygii). Revista Latinoamericana de Investigación Acuática 40(1), 134-141. [Click aquí](#)

Macho de *Abudefduf troschelii*. Fotografía: By Roland Unger, CC BY-SA 3.0

SETAS UN ALIADO EN LA BATALLA ENZIMÁTICA CONTRA FORRAJES TOSCOS

David Merak Aguilera Nuñez*

María Andrea Becerril López

Leonel Isaac Cervantes Castillo

José Guadalupe Martínez Martínez

Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en
Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo

*dmerakan@gmail.com



Fotografía: _sandrakula_, Pixabay

¿Por qué los forrajes no se pueden aprovechar en su totalidad?

Los forrajes toscos son un alimento alto en fibra que se le da al ganado como un complemento en su dieta. Sin embargo, contienen una gran cantidad de lignina, un compuesto químico que le da rigidez y estructura a las plantas lo que permite su crecimiento en vertical. Por ejemplo, los árboles y los arbustos tienen mucha lignina. Mientras mayor sea el contenido de lignina, mayor es la rigidez de las plantas y menor la facilidad para digerirlas. La estructura química de la lignina es compleja por lo que es particularmente resistente a la degradación química y biológica. Esta resistencia ha sido un desafío para la descomposición de la materia vegetal y el aprovechamiento de residuos con una gran cantidad de lignina.

Curiosamente, **ciertos hongos conocidos comúnmente como setas han evolucionado enzimas especializadas que les permiten romper la compleja estructura de la lignina**, desempeñando así un papel crucial en la descomposición de la madera y en el reciclaje del carbono dentro de los ecosistemas terrestres.



Fotografía: Gerhard_Romero, Pixabay

Aplicaciones biotecnológicas

La capacidad de los hongos para degradar la lignina tiene múltiples aplicaciones:

- **Industria del papel:** Utilización de enzimas degradantes de lignina para el blanqueo de pulpas, reduciendo el uso de productos químicos agresivos.
- **Biorremediación:** Descomposición de contaminantes ambientales y químicos presentes en el agua y el suelo.
- **Producción de biocombustibles:** Conversión de residuos rígidos naturales (madera, hojas, tallos, etc.) en azúcares fermentables para la producción de etanol.
- **Agricultura:** Mejoramiento de la digestibilidad de forrajes mediante la reducción del contenido de lignina.

Durante mucho tiempo, los estudios sobre la degradación de la lignina se centraron en hongos del orden *Polyporales*, conocidos como “hongos de repisa” debido a que cuando maduran les crece una estructura en forma de repisa. Estos hongos son reconocidos por su capacidad para descomponer la madera. No obstante, **investigaciones recientes han identificado potentes enzimas degradantes de lignina en especies raras como, *Agrocybe pediades*** (Figura 1), hongo capaz de reproducirse sexualmente, el cual dio los primeros registros de degradación de lignina, dentro de un grupo distinto de hongos a los mencionados con anterioridad. Las enzimas presentes en estos hongos presentan una notable eficiencia al degradar compuestos con gran cantidad de lignina. Este hallazgo sugiere que diferentes grupos de hongos han desarrollado de forma independiente mecanismos similares para abordar la descomposición de la lignina, a través de procesos evolutivos paralelos.



Figura 1. Ejemplar con fructificación de *Agrocybe pediades*, como muestra de su estructura morfológica. Fotografía: Alan Rockefeller

La capacidad para eliminar la lignina que poseen los hongos no sólo es relevante desde un punto de vista ecológico, sino que también ofrece soluciones prometedoras en el ámbito industrial y en la gestión de residuos.

Por ejemplo, diversas especies del género *Pleurotus* han sido utilizadas para reducir de manera significativa la cantidad de basura o residuos que contengan una gran cantidad de lignina, **como restos de poda o incluso pañales**, con reducciones superiores al 80 % tras su cultivo sobre estos materiales. Por otro lado, hongos como *Cyathus stercoreus* han mostrado una notable eficacia para degradar selectivamente la lignina presente en subproductos agrícolas, como la paja de trigo, lo que mejora su valor como alimento para rumiantes y facilita su descomposición ambiental.

Además, **las enzimas degradantes de la lignina producidas por los hongos muestran gran potencial en procesos de biorremediación**. Un ejemplo de ello es *Stereum hirsutum* (Figura 2) un hongo que ha sido investigado por su capacidad para **degradar colorantes sintéticos** como el verde malaquita, gracias a enzimas similares a las que actúan sobre la lignina. Este tipo de aplicaciones abre nuevas posibilidades para tratar contaminantes derivados de la industria textil y otras actividades altamente contaminantes.



Figura 2. Fructificación de *Stereum hirsutum* en un árbol muerto.
Fotografía: Jordi Clavell

Las setas no solo cumplen una función vital en la naturaleza al reciclar la lignina y devolver carbono al suelo, sino que también representan una herramienta valiosa en la búsqueda de soluciones sostenibles a los retos que plantea la acumulación de residuos y contaminantes orgánicos. La investigación científica en este campo continúa avanzando, y con ella crece la posibilidad de descubrir nuevas enzimas y estrategias que transformen la manera en que interactuamos con nuestros desechos industriales y agrícolas.



Fotografía: artelliii72, Pixabay

Hongos y su papel en la degradación de la lignina

A finales del período Carbonífero, hace aproximadamente 300 millones de años, algunos hongos desarrollaron la capacidad de degradar la lignina. Este avance permitió el reciclaje del carbono almacenado en las plantas, marcando un hito en el ciclo del carbono terrestre, debido a que, gracias a la aparición de hongos capaces de degradar la lignina, es que **se pudieron descomponer y aprovechar árboles muertos o compuestos leñosos, cosa que anteriormente no se podía eliminar.**

¿Cómo lo hacen?

- 1. Enzimas libres:** Los hongos liberan enzimas que sirven para romper la estructura de la lignina, haciéndola más fácil de degradar.
- 2. Adaptación al Ambiente:** Estos hongos prosperan en condiciones de bajos nutrientes, priorizando la lignina como fuente de carbono.

Evolución paralela: lignina y enzimas fúngicas

Estudios recientes han demostrado que la lignina de las plantas y las enzimas de los hongos han tenido un antagonismo muy marcado y del cual cada uno se ve beneficiado. **A medida que las plantas desarrollan ligninas más complejas, los hongos adaptan sus enzimas para descomponer estas nuevas estructuras** (Figura 3). Este proceso coevolutivo ha sido fundamental para mantener el equilibrio en los ecosistemas terrestres.



Figura 3. Invasión de micelio como medio de degradación del rastrojo de maíz.
Fotografía: David M. Aguilera N.

Caso destacado: *Cyathus stercoreus*

Retomando el caso del hongo *Cyathus stercoreus* (Figura 4). No es un hongo comestible, pero ha sido objeto de estudio gracias a la capacidad de producir enzimas capaces de descomponer grandes moléculas estructurales como la lignina. **Estas características le dan la capacidad de tener aplicaciones en la industria del papel y en la biodegradación de compuestos como el trinitrotolueno (TNT).**



Figura 4. Muestra de la presencia de *Cyathus sercoreus* en componentes orgánicos.
Fotografía: Enrique Rubio Gómez

En resumen, aunque la lignina presenta una gran problemática para el aprovechamiento total de los materiales orgánicos y su degradación, **los hongos son una gran propuesta para aprovechar los nutrientes presentes en los forrajes que no son totalmente absorbidos** y también poder considerar a ciertos forrajes toscos como parte de algunas dietas. **Los hongos también son de utilidad en actividades de biorremediación.**

Para saber más:

• Soto-Hernández, MA, Peña-Valdivia, M, Trejo, Carlos CB, Terrazas, T. 2021. Lignina: composición, síntesis y evolución. *Madera y Bosques* 27(2), e2722137.

[Click aquí](#)

• Kathiravan, A., Gnanadoss, J. 2021. Biorremediación mediada por hongos de podredumbre blanca como método sostenible para la degradación de xenobióticos. *Biología Ambiental y Experimental* 19 (3), 103–119. [Click aquí](#)

• Rubiano, LA, Fragoso Castilla, PJ, Castro Pacheco, AC, Jiménez Rojas, F, Ibarra Pontón, AJ, Rodríguez Jiménez, DM 2024. Evaluación de la actividad lignocelulolítica de hongos cultivados en subproductos de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 22(1), 70–86. [Click aquí](#)

Fotografía: AlkeMade, Pixabay

¿AGRICULTURA SALADA? EL SECRETO MARINO QUE CONQUISTA LOS CULTIVOS

Naivi Flores Balmaseda*

Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala
Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Cristina Landa Cansigno

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California

José Antonio Guerrero Analco**

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

* nfloresbalmaseda@gmail.com

** joseantonio.guerrero@inecol.mx



Codium sp. y algas coralinas. Fotografía: Cristina Landa Cansigno

¡El mundo de las macroalgas marinas es fascinante! Desde el fondo del mar hasta los campos de cultivo, estas protagonistas silenciosas **han aportado mucho a la agricultura**. En este artículo te contaremos sobre su potencial como aliadas de los cultivos.

Pero primero, ¿qué son las macroalgas marinas y por qué son importantes?

Estos curiosos habitantes del mar presentan una gran diversidad de formas y tamaños. Sus colores pardos, verdes y rojos se deben a pigmentos como la clorofila, carotenoides y ficobiliproteínas que les permiten aprovechar distintas longitudes de onda de la luz y prosperar en diferentes ambientes marinos. Sus paredes **celulares están llenas de compuestos como el agar, los alginatos y carragenanos que les confieren flexibilidad y resistencia a las corrientes marinas**. Dichos compuestos son de gran utilidad para las industrias agrícola, alimentaria y cosmética. A nivel ecológico, algunas de estas algas forman densos bosques que reducen la energía de las olas, estabilizan sedimentos y crean microhábitats que fomentan la biodiversidad. Las macroalgas no solo sostienen ecosistemas enteros, sino que también esconden un enorme potencial para la biotecnología. Son, en muchos sentidos, tesoros del océano aún por descubrir.



Figura 1. Macroalgas marinas pardas, verdes y rojas.
Fotografías: Jorge Íñiguez Yarza

¿Sabías que las macroalgas son un secreto agrícola milenario? En la Irlanda medieval, los labriegos amontonaban algas pardas tras cada marea para revitalizar sus campos de papas y cebada, mientras que, en Japón, los agricultores de arroz las añadían al suelo para aumentar el rendimiento de sus cosechas. Culturas como la griega y la mesopotámica las consideraban ofrendas divinas para sus tierras. Si quieres saber por qué estas prácticas ancestrales se mantienen en muchas partes del mundo hasta nuestros días, **te invitamos a continuar leyendo.**



Figura 2. Agricultores empleando algas para aumentar el rendimiento de sus cultivos.
Ilustración creada con IA (Chat Gpt) por Naivi Flores

Las macroalgas enriquecen la tierra de forma natural y sostenible. Son ricas en elementos esenciales como el nitrógeno, fósforo, potasio, fosfato, magnesio, zinc y cobre, entre otros, los cuales nutren a las plantas para que crezcan fuertes y saludables. Al degradarse, liberan lentamente sus componentes al suelo permitiendo que las plantas los absorban de manera continua. Las macroalgas también **contienen hormonas vegetales, como las auxinas, giberelinas y citoquininas, que estimulan y regulan el crecimiento de las plantas**, permitiendo un crecimiento más rápido de sus brotes, raíces, tallos y hojas. **Contribuyen a obtener mayores floraciones y rendimientos en los cultivos, frutos más grandes y saludables**, mejoran la respiración por los estomas, favorecen la fotosíntesis al mejorar la síntesis de clorofila y retrasan los procesos de envejecimiento prolongando la vida de las plantas.

Principales compuestos que aportan las algas al suelo y a las plantas



Minerales

Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdeno (Md), Cloro (Cl), Niquel (Ni)



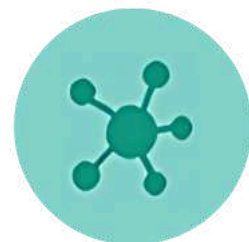
Fitohormonas

Auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, etileno



Aminoácidos y vitaminas

Aminoácidos esenciales, vitaminas B, C, E y K



Polisacáridos bioactivos

Ulvanos, agaranos, carragenanos, alginatos, fucoidanos



Compuestos con acción protectora

Taninos, flavonoides, terpenos, acetogeninas, carotenoides, coumarinas



Figura 3. Principales compuestos aportados por las macroalgas al suelo y a las plantas.
Ilustración: Naivi Flores

Además, **las macroalgas mejoran la estructura del suelo cuando se emplean en forma de extractos orgánicos o harinas**. Actúan como agentes aglutinantes, lo que significa que ayudan a unir las partículas del suelo, creando una estructura más estable. Lo anterior mejora la aireación y la retención de agua, lo que es crucial para que las raíces de las plantas puedan respirar y absorber la humedad. Otro aspecto interesante es que pueden aumentar la actividad microbiana en el suelo. Esto es genial porque una mayor diversidad de microorganismos significa un suelo más sano y fértil. Los microorganismos del suelo ayudan a descomponer la materia orgánica y contribuyen a que las plantas puedan absorber nutrientes con más facilidad. **Las algas secas se pueden mezclar con el suelo o la composta, así contribuyen a enriquecerlo y regular el pH**. Las macroalgas también pueden ser utilizadas en sistemas de cultivo sin suelo (como los hidropónicos) y constituir un componente clave en las soluciones nutritivas. Algunas algas han sido usadas además como biorremediadores naturales de suelos contaminados.

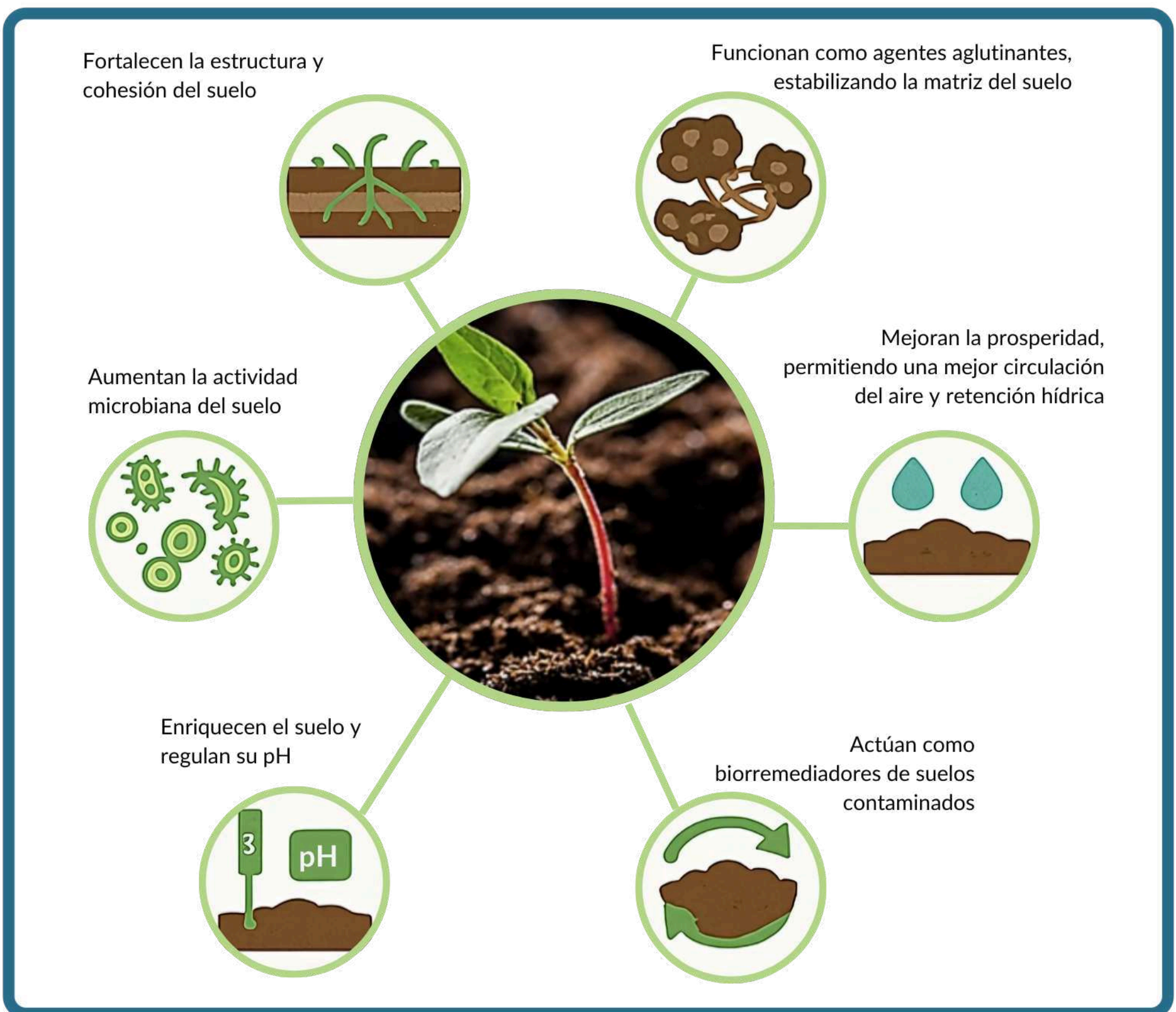


Figura 4. Beneficios que aportan las algas al suelo. Ilustración: Naivi Flores

A nivel mundial **la producción de bioestimulantes de crecimiento vegetal de algas deriva principalmente de las algas pardas.** Entre estas, *Ascophyllum nodosum*, que crece en zonas templadas, es una de las más investigadas y empleadas en la agricultura. Los científicos han estudiado la composición química de extractos obtenidos a partir de esta especie, encontrando polisacáridos, micronutrientes, fitohormonas, vitaminas, aminoácidos y antioxidantes, los cuales han sido relacionados con el mejoramiento del estado metabólico de los cultivos en cualquier etapa de desarrollo en la que se encuentren. Otras algas pardas empleadas comúnmente son *Eklonia maxima*, *Macrocystis pyrifera* y especies de *Laminaria* y *Fucus*, solo por mencionar algunas.

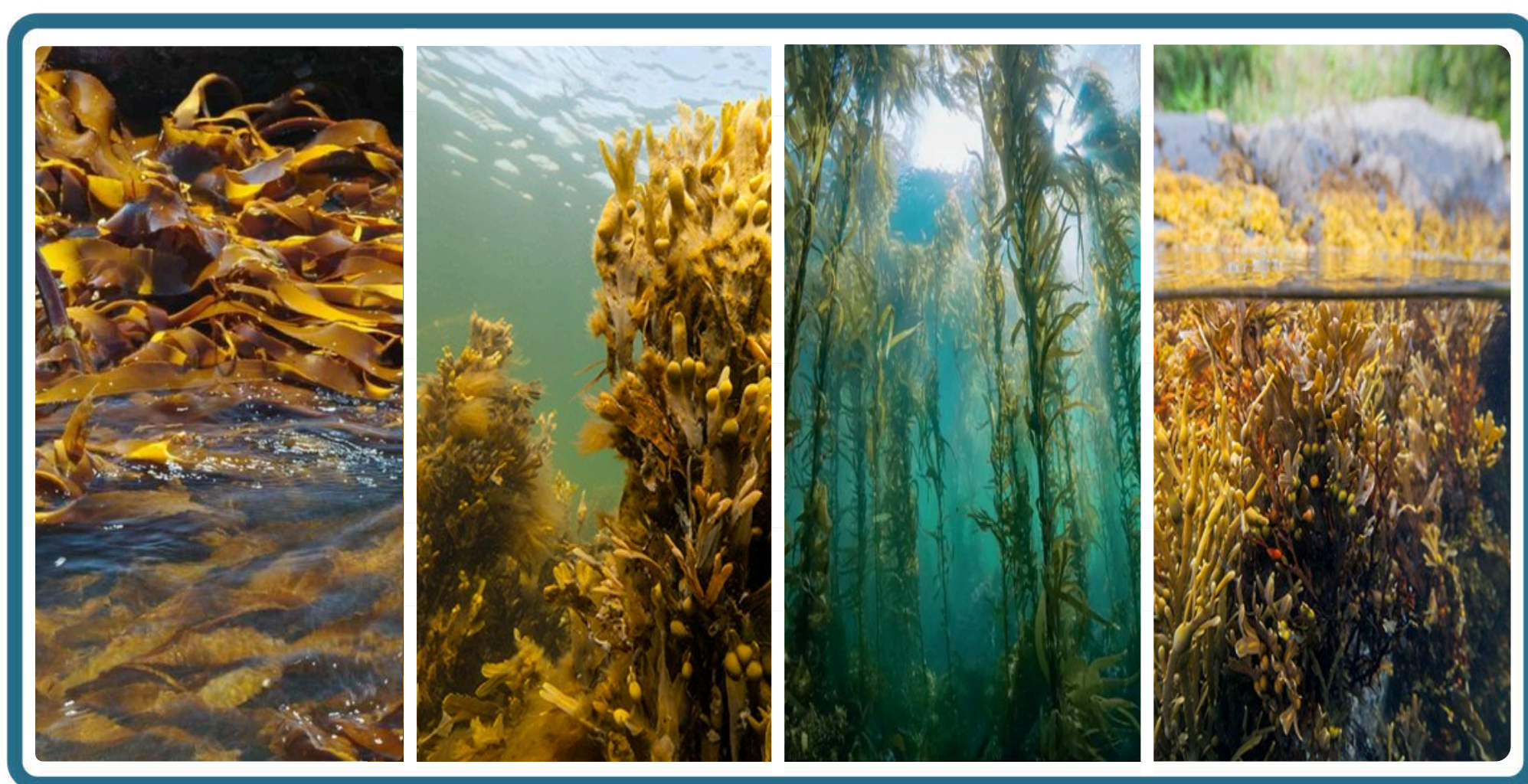


Figura 5. Algunas de las especies de algas más empleadas en la agricultura; de izquierda a derecha *Eklonia maxima*, *Fucus vesiculosus*, *Macrocystis pyrifera* y *Ascophyllum nodosum*.

Fotografías: Michael Guiry, Kare Telnes y Joanna Smart

Las algas también pueden usarse como un escudo protector de plantas. Al estabilizarlas en condiciones de estrés, les permiten crecer fuertes y resistentes, incluso cuando el clima se pone caprichoso. **Al aplicar los extractos de macroalgas directamente a las hojas para una absorción rápida, sobre las semillas, o en el suelo, aumentan la resistencia a condiciones adversas como sequías, heladas, altas temperaturas, salinidad y condiciones extremas.** Algunas macroalgas tienen propiedades antifúngicas, antibacterianas e insecticidas, por lo que pueden proteger a las plantas de plagas y enfermedades, reduciendo la necesidad de emplear pesticidas químicos, que, en muchos casos, son nocivos para el ambiente, la salud humana y animal.

Hoy en día los productos naturales de macroalgas constituyen más de un tercio del mercado global de bioestimulantes vegetales y gozan de amplia aceptación gracias a sus cualidades ecológicas y biodegradables. Los bioestimulantes a base de algas han sido producidos de forma comercial desde 1980, provenientes tanto de biomasa cosechada directamente en las costas como de cultivos en mar abierto. **En México, el aprovechamiento de macroalgas** como *Macrocystis*, *Eucheuma*, *Gracilaria* y, especialmente, del sargazo de arribazón en las costas caribeñas **ha impulsado el desarrollo de biofertilizantes que mejoran cultivos clave como hortalizas, agave y caña de azúcar.** Esta actividad representa además una oportunidad económica para las comunidades costeras, al transformar un problema ambiental en una **fuentes de ingresos sostenible.** En el laboratorio de Química de Productos Naturales de la Red de Estudios Moleculares Avanzados del INECOL, en conjunto con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, se desarrolla un proyecto relacionado con la determinación del potencial antimicrobiano de productos naturales (extractos y compuestos) procedentes de macroalgas de las costas veracruzanas para controlar fitopatógenos del maíz, el cual contribuirá a enriquecer los conocimientos y aplicaciones de estos fascinantes seres marinos.



Figura 6. Ejemplos de bioestimulantes comerciales industriales obtenidos a partir de macroalgas marinas. Ilustración: Naivi Flores

El versátil uso de estos organismos contribuye a enfrentar los retos presentes en la agricultura moderna. **Podemos confirmar entonces que los antiguos agricultores estaban en lo cierto: ¡Las macroalgas marinas son el secreto mejor guardado de la agricultura!**

[Ir al índice](#)

Agradecimientos

A los laboratorios de Química de Productos Naturales y Química Bioanalítica de la REMAV del INECOL, a la Universidad Autónoma de Tlaxcala, la beca doctoral (CONHACYT 1292645) de la SECIHTI, al Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC. J.A.G.-A. agradece al CONAHCYT por su beca (854285) durante su estancia sabática y al proyecto SEP-CONACyT-ANUIES-ECOS-NORD #315673.

Para saber más:

- Espinosa-Antón AA, Hernández-Herrera RM, González-González M. 2020. Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biotecnología Vegetal* 20(4), 257-282. [Click aquí](#)
- Gómez-Pérez CP, Fernández- Rivera C, Mourelle L, Legido-Soto JL. 2016. Bioactive compounds from seaweed. *Bol Soc Esp Hidrol Méd* 31 1), 186-187. [Click aquí](#)
- Padam BS, Chye FY. 2020. Seaweed components, properties, and applications. In Elsevier (Ed), *Sustainable Seaweed Technologies. Cultivation, Biorefinery, and Applications. Advance in Green and Sustainable Chemistry*. pp. 33-87. [Click aquí](#)

Macrocystis pyrifera. Fotografía: Laura Karina Rangel Mendoza

LA TIERRA NEGRA: UN RECURSO FRÁGIL E INVALUABLE

César Eduardo Figueroa Gómez

Facultad de Ciencias, UNAM

cefigueroa1@hotmail.com



Sacos de tierra. Fotografía: Juairia Islam Shefa, Pixabay

La tierra negra: un recurso frágil e invaluable

De pichito (término chiapaneco para “bebé”) pensaba que la tierra negra o tierra de monte que mis papás compraban para el jardín en viveros de Berriozábal (nombre de un municipio del estado de Chiapas en México), era un producto más del ser humano: así como los fertilizantes. Eventualmente me percaté, después de estudiar biología y leer la etiqueta trasera de los sacos de tierra, que **se trata de un recurso que extraemos “del monte” y que lo estamos perdiendo. ¿Por qué la tierra que compro para mis plantitas podría tener los días contados?**

¿Qué es la tierra negra y de dónde sale?

Pero antes de todo: ¿a qué me refiero con “tierra”? Con tierra me refiero a “suelo”, me refiero a **la capa más superficial de la Tierra producto de una serie de procesos biológicos, químicos y físicos de los minerales y la materia orgánica. Y con “tierra negra” me refiero a un tipo de suelo específico llamado chernozem: un suelo con una capa superficial** (horizonte A para los pedólogos – los estudiosos del suelo) **rica en materia orgánica (carbono orgánico) que le confiere su color negro característico** (Figura 1).



Figura 1. Perfil de un suelo chernozem. Fotografía: Dominio Público, Wikimedia

Además, **lo que le confiere su color negro, también lo vuelve en un suelo fértil:** la materia orgánica es hogar y alimento de varios organismos; influye en su estructura, en la capacidad de retener agua y nutrientes; y es una reserva de carbono orgánico importante. Por lo anterior, **se utiliza para cultivar hortalizas y numerosas plantas de importancia alimentaria.** Un porcentaje significativo de cultivos de semillas oleaginosas (semillas que se utilizan para extraer aceites), cereales y tubérculos se cultiva en este tipo de suelo.

¿Y de dónde sale?. **El suelo es materia, pero no lo creamos, solo lo extraemos. El chernozem lo tomamos “prestado” de ecosistemas en latitudes medias:** como pastizales y matorrales templados, bosques templados y bosques boreales. Y siendo más específicos, o territoriales, sabemos que los países con las mayores reservas de este suelo son Rusia, Kazajistán y China, en ese orden; y de este lado del “charco”, destacan Argentina, Estados Unidos, Colombia, Canadá y México (Figura 2). **La FAO estima que hay 725 millones de hectáreas de este tipo de suelo en el mundo.**

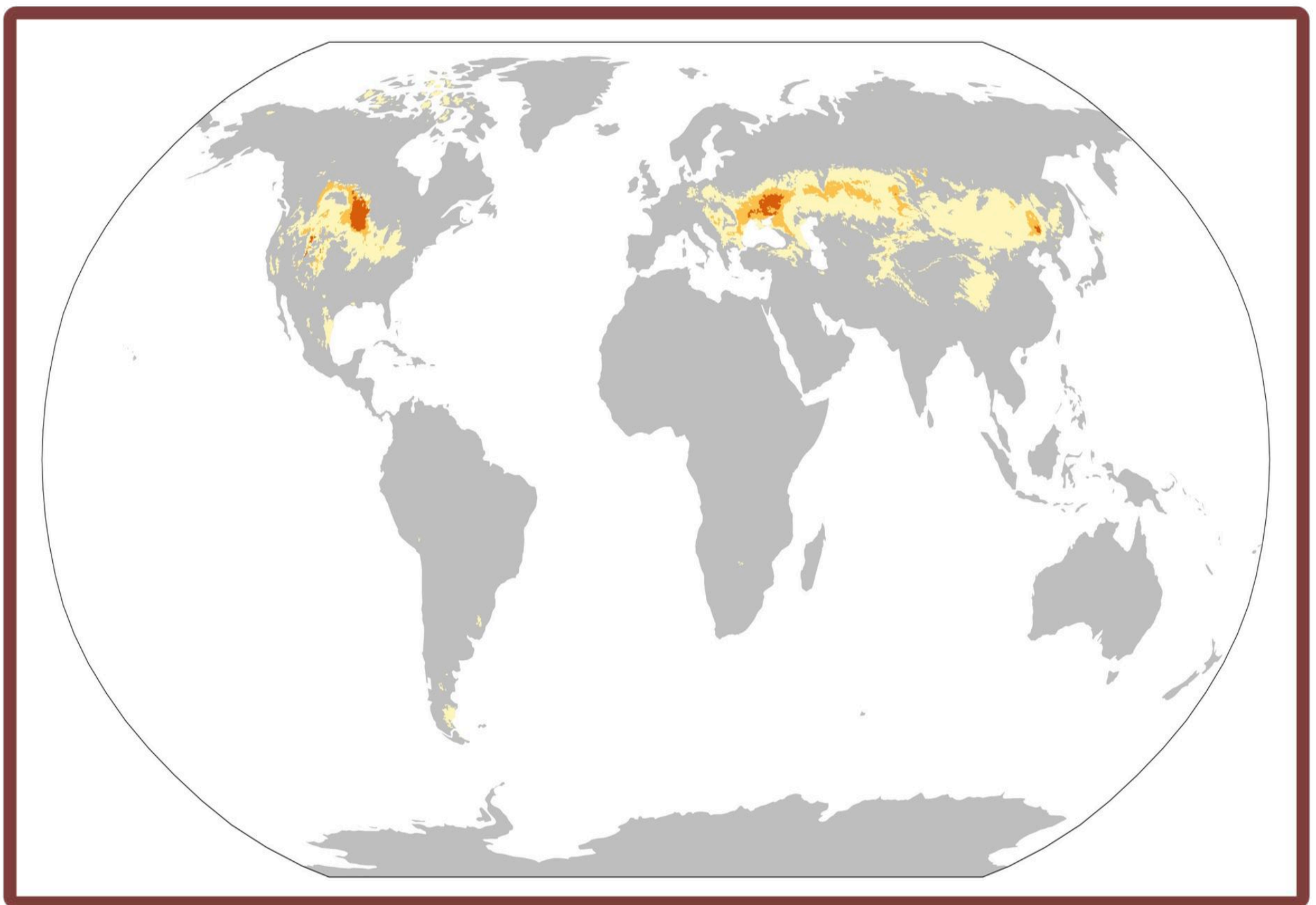


Figura 2. Distribución de suelos tipo chernozem según la clasificación de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Naranja: Dominante (más del 50 % del suelo cubierto); Amarillo fuerte: Codominante (25–50 %); Amarillo claro: Asociado (5–25 %). Fuente: Naevius Varius, Licencia: CC BY-SA 4.0,

Si hay un montón, ¿cuál es el problema?

Recordemos esta última cifra: 725 millones de hectáreas. Se ve como un número grande, pero resulta que **aproximadamente un tercio de esa área ya está ocupada actualmente por cultivos**. Además, hay otro matiz a considerar, la capa u horizonte fértil que permite el crecimiento de tantos cultivos no siempre tiene metros de profundidad: puede ir desde los 20 cm, en los suelos más jóvenes, hasta los 2 m en los más maduros o viejos. Y **esta capa tan importante, la estamos perdiendo, tanto en sus propiedades, como por su eliminación. Esto por distintas razones: erosión (por aire y agua), degradación física (ej. compactación), degradación química (ej. contaminación por fertilizantes químicos), y pérdida de biodiversidad del suelo, entre otras cosas.**

Pero bueno, si lo hizo la naturaleza, podemos esperar a que lo vuelva hacer, ¿no? (Figura 3). Depende del suelo y depende de las condiciones, pero así como el petróleo (bueno no tanto), el suelo puede tardar mucho tiempo en formarse. Haciendo una estimación, **un suelo chernozem puede ser distinguible después de 100-200 años de formación; sin embargo, para que esté maduro y fértil, que es lo que nos interesa, puede tardar entre 2500-3000 años en formarse**; no creo que podamos esperar tanto.



Figura 3. Campo de cultivo. Fotografía: César Figueroa

La tierra negra y los suelos en general son un recurso invaluable

Olvidemos por un momento que el suelo nos da de comer, la importancia de los suelos va más allá. Podemos ver a los suelos como la “piel” de la Tierra, que así como a nosotros, **le permite al planeta regular varios procesos: los regímenes de agua (juega un papel clave en su purificación), aire y temperatura; y sirve para amortiguar los cambios extremos en la atmósfera. El suelo es hábitat de numerosos organismos, incluidos nosotros.** Es la reserva de carbono orgánico más importante que tiene el planeta. Y hasta nos ofrece paisajes bien bonitos, donde podemos tomar fotos, relajarnos y hacer actividades recreativas (Figura 4): formalmente, a esto se le puede llamar servicios ecosistémicos culturales. **Imagínense un escenario sin todo esto.**



Figura 4. Parque Nacional “El Chico” en el estado de Hidalgo. Fotografía: César Figueroa

A este ritmo, nuestras plantitas no van a ser las únicas con los días contados. **Es imperativo que cuidemos los suelos que tenemos, porque son un recurso más frágil de lo que creemos y que nos ofrecen más beneficios de los que pensamos.**

Para saber más:

- FAO. 2022. Global Map of Black Soils. FAO, Roma, Italia. 9 pp. [Click aquí](#)
- Alexandrovskiy L. 2007. Rates of soil-forming processes in three main models of pedogenesis. Revista mexicana de ciencias geológicas (2), [Click aquí](#)

Cultivos de girasoles. Fotografía: Katrin M., Pixabay

LA ENCRUCIJADA DE LOS INSECTOS: SU COLAPSO EN EL ANTROPOCENO

Federico Escobar*

Daniel González Tokman

Red de Ecoetología, INECOL

*federico.escobarf@gmail.com



Depredador. Escarabajo consumiendo una presa.
Fotografía: Soebe-trabajo propio, CC BY-SA 3.0

Los insectos, invertebrados hexápoda (que caminan en seis patas), habitan la tierra desde el periodo Devónico, hace aproximadamente 400 millones de años. Con más de un millón de especies conocidas, **son los animales más diversos representando el 66 % del total de especies descritas hasta el momento**. Se encuentran en casi todos los ambientes del planeta y son muy abundantes. De acuerdo con el papel que cumplen en la naturaleza han sido clasificados como: herbívoros (que comen partes vivas de las plantas), polinizadores y dispersores (que mueven polen y semillas), depredadores y parásitos (que se alimentan de otros animales) y descomponedores (que utilizan la materia orgánica muerta como alimento).



Fotografía: Charles J. Sharp, Sharp Photography, CC BY-SA 4.0

Dada su riqueza, importancia y función, los insectos participan de una amplia variedad de servicios ambientales cruciales para el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano (Figura 1). Además, tienen un importante valor cultural pues son parte de la mitología y la alimentación de muchas culturas; como es el caso del escarabajo sagrado de la cultura egipcia, o dios Kepher, que mueve el sol en la bóveda celeste, o de las comunidades indígenas de México que desde tiempo prehispánicos complementa su dieta con múltiples especies de insectos como escamoles -huevos de hormigas, chapulines, gusano del maguey (que es una larva de una especie de mariposa), jumiles y ahuautes (chinches de agua).

Grupos funcionales de insectos y Servicios ambientales

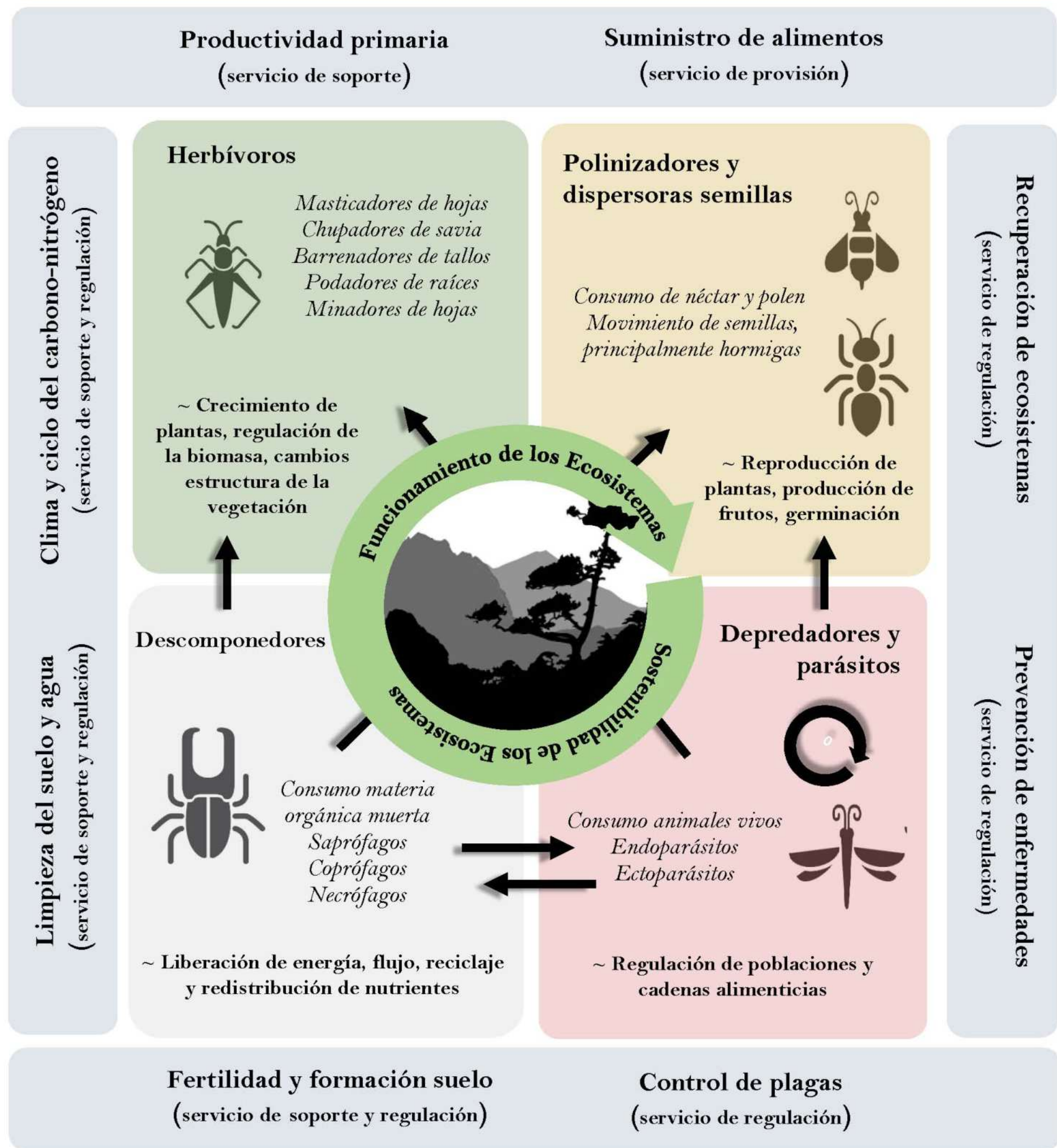


Figura 1. Importancia de los diferentes grupos de insectos en el funcionamiento y sostenibilidad de los ecosistemas. Se destaca su valor en la prestación de servicios ambientales como tales como: la provisión de alimentos, de regulación de procesos naturales relacionados con el clima, el agua y el suelo. De soporte que sustentan todos los demás servicios, como la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y la biodiversidad. Aunque no se menciona, los insectos también prestan servicios culturales o no materiales por su valor estético y su potencial para el ecoturismo. Con flechas se indican las potenciales interacciones biológicas entre los diferentes grupos funcionales. Ilustración: Federico Escobar

Los científicos han empezado a documentar la disminución de las poblaciones de insectos y esto parece ser un patrón global. Los pocos estudios que disponen de datos de largo plazo señalan que los insectos van en franco declive. El estudio más completo sintetiza 73 investigaciones en todo el mundo e indica que en las últimas décadas **el 40 % de las especies de insectos de órdenes considerados megadiversos (Hymenoptera -abejas, Lepidoptera -mariposas, Diptera -moscas y Coleoptera -escarabajos) han disminuido sus poblaciones en más de un tercio, y muchos de ellos están en peligro de extinción.** Aunque extinciones masivas de insectos han ocurrido en la historia de nuestro planeta, uno de los aspectos más preocupantes es la velocidad sin precedentes a la que están desapareciendo. **Los expertos señalan que es ocho veces mayor a lo registrado en otros animales tales como mamíferos, aves y reptiles. Datos más precisos señalan que se produce un descenso de 2.5 % anual en la abundancia de insectos.**



Fotografía: Richard Bartz, Munich aka Makro Freak-Trabajo propio, CC BY-SA 2.5

El esfuerzo por documentar la extinción de insectos se encuentra disponible en la lista roja de especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Los expertos han evaluado cerca de 10 mil especies de insectos, menos de 1 % del total de especies descritas. De éstas, 18% se encuentran en alguna categoría de riesgo y tanto sólo 63 especies han sido reportadas como extintas, lo cual es muy lejano a la realidad. **Sin el conocimiento sobre la magnitud de la abundancia de las especies de insectos, nuestro entendimiento sobre las implicaciones de su desaparición sobre su función en los sistemas naturales y la provisión de servicios ambientales en los cuales estos organismos participan es limitado.**

Causas de la disminución de insectos: cambio climático, pérdida de hábitat y pesticidas

La disminución de las poblaciones y la extinción de insectos son el resultado combinado tanto de la modificación de factores ambientales, así como de características propias de cada especie de insecto como el tamaño del cuerpo, la estrategia de alimentación y el tipo de reproducción que hacen que ciertas especies sean particularmente vulnerables. **Las causas ambientales actuales que han acelerado la desaparición de los insectos sin duda tienen que ver con la actividad humana, se muestran en la Figura 2:**



Figura 2. Causas de la disminución de las poblaciones de insectos. (A) Calentamiento global. (B) Pérdida y fragmentación de los hábitats naturales. (C) Uso de insecticidas en la agricultura. (D) Contaminación lumínica por incremento de la urbanización. Fotografías: (A) Ciencia Nasa, (B) Fotografía: Federico Escobar, (C) Zeynel Cebeci-trabajo propio, CC BY-SA 4.0, (D) Fernando Tomás de Zaragoza, Flickr, CC BY 2.0

- **Cambio climático:** El incremento de la temperatura y la modificación de los patrones de precipitación pueden afectar el ciclo de vida de los insectos, en especial de aquellos con ámbitos de distribución geográfica restringida o que dependen de condiciones microclimáticas específicas.
- **Pérdida y modificación del hábitat:** La deforestación y fragmentación de los hábitats naturales como consecuencia de la expansión de la agricultura y la urbanización son factores clave en la reducción de los sitios para la reproducción y oferta de alimento.
- **Contaminación química y lumínica:** El uso generalizado e indiscriminado de pesticidas, herbicidas y fertilizantes en la agricultura moderna contribuye significativamente al declive de las poblaciones de insectos. La contaminación del aire y del agua, incluyendo la iluminación artificial debida al incremento del tamaño de los centros urbanos tienen un impacto negativo en la abundancia y salud de los insectos.
- **Otras causas:** el tráfico ilegal de especies, la emergencia de nuevos patógenos que afectan a los insectos y la desaparición de fuentes de alimento para los insectos.



Fotografía: Philmarin-trabajo propio, CC BY-SA 3.0

La pérdida de insectos puede alterar el equilibrio de los ecosistemas. Dado que los insectos son una parte fundamental de las cadenas alimentarias, **su disminución puede afectar a mamíferos, anfibios, aves, peces y otros animales que dependen de ellos para su alimentación. Una de las consecuencias más preocupantes es la pérdida de insectos polinizadores en los cultivos, lo cual tiene un impacto directo en la producción de alimentos** y otros recursos naturales (Figura 3A). Como ejemplo de la importancia económica del servicio de polinización, en el Reino Unido se ha estimado su valor en 300 millones de dólares anuales.

Por otro lado, **los insectos desempeñan un papel clave en la descomposición de la materia orgánica, la fertilidad del suelo y el reciclaje de nutrientes (Figura 3B), y su ausencia en los pastizales ganaderos tiene como consecuencia el deterioro de la salud del suelo y la proliferación de enfermedades del ganado.** Solo en los Estados Unidos, se estima que los escarabajos coprófagos (que procesan el excremento de las vacas) ahorran a los ganaderos alrededor de 380 millones de dólares al año, mientras que en pastizales de México estos escarabajos ayudan a los ganaderos a ahorrar cerca de \$500 dólares por cabeza de ganado en limpieza de pastizales y uso de antiparasitarios.



Figura 3. (A) Polinizador. Abeja visitando una flor. (B) Descomponedor. Escarabajo coprófago rodando una bola de excremento. Fotografías: (A) Wikimedia, Dominio público, (B) Charles J. Sharp-own work, from Sharp Photography, sharpphotography, CC BY-SA 4.0

Estrategias de conservación y protección de insectos

La principal acción es informar sobre la relevancia de los insectos y los problemas relacionados con su disminución con el propósito de generar un cambio de actitud y fomentar acciones individuales para proteger a estos organismos. También **es importante reducir el uso de pesticidas y otros productos agroquímicos tóxicos, así como promover prácticas agrícolas ecológicas y sostenibles. Una acción clave es proteger y restaurar los hábitats naturales de los insectos, así como fomentar zonas verdes y jardines en centros urbanos. Finalmente, es crucial luchar contra el cambio climático para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar los efectos del incremento de la temperatura sobre la biología de los insectos.**

Para saber más:

- Wagner DL. 2020. Insect declines in the Anthropocene. Annual Review of Entomology (65), 457–480, [Click aquí](#)
- Samways MJ. 2018. Insect Conservation for the Twenty-First Century. In Shah MM and Shari U (Eds), Insect Science-Diversity, Conservation and Nutrition. IntechOpen, pp. 19-40. [Click aquí](#)
- Disminución de las poblaciones de insectos. Wikipedia. La enciclopedia libre. [Click aquí](#)

Herbívoro. Larva de mariposa consumiendo una hoja.
Fotografía: Jodelet/Lépinay-trabajo propio, CC BY-SA 2.5

¿POR QUÉ TOMAMOS MEDICAMENTOS CUANDO ESTAMOS ENFERMOS?

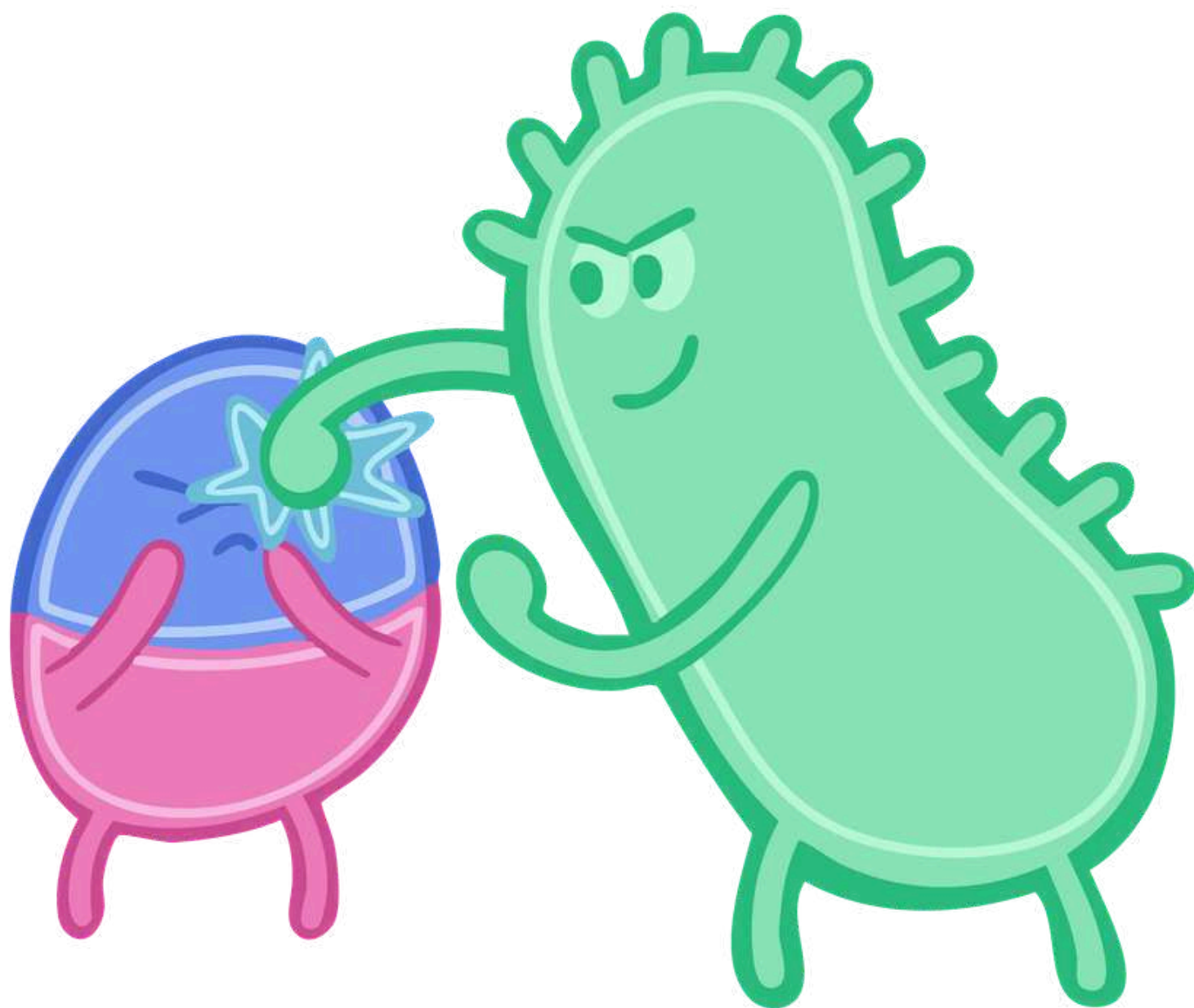
Hilda Amelia Piñón Castillo*

Rosa Isela Ruvalcaba Ontiveros

Miriam R. Zermeño Ortega

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua

*hpinon@uach.mx



Las bacterias, al ser expuestas a tratamientos incompletos de antibióticos, se vuelven resistentes y muy difíciles de controlar. Ilustración: Angélica María Figueroa Ruvalcaba

¿Alguna vez te has preguntado por qué tomamos medicamentos cuando enfermamos? o **¿cómo funcionan los medicamentos?** Aquí te lo explicamos de manera sencilla.

¿Recuerdas la película "Bee movie"? En esa película, las abejas viven en una sociedad muy organizada, donde cada grupo tiene una tarea específica. Lo mismo ocurre en nuestro cuerpo: cada grupo de células tiene una función especial. Por ejemplo, las neuronas se encargan de coordinar lo que pasa en el cuerpo. ¿Te has dado cuenta de que respiras sin pensar en ello? Eso es gracias al cerebro, que trabaja para que no tengas que preocuparte por cosas como respirar. También tenemos células especializadas para defendernos cuando enfermamos. **Cuando te enfermas, tu cuerpo está luchando contra un "enemigo" que intenta invadirlo. Ese enemigo puede ser una bacteria, un virus o un hongo, y puede alterar el buen funcionamiento de tu cuerpo.**

¿Qué es una bacteria?

Una bacteria es un microorganismo diminuto y vivo que se encuentra en casi todas partes: en el agua, el suelo, los alimentos y en nuestro cuerpo. **Hay bacterias buenas**, como las que viven en el intestino (Figura 1) y nos ayudan a digerir los alimentos. Pero **también hay bacterias malas**, que pueden causar enfermedades como infecciones en la garganta o neumonía.

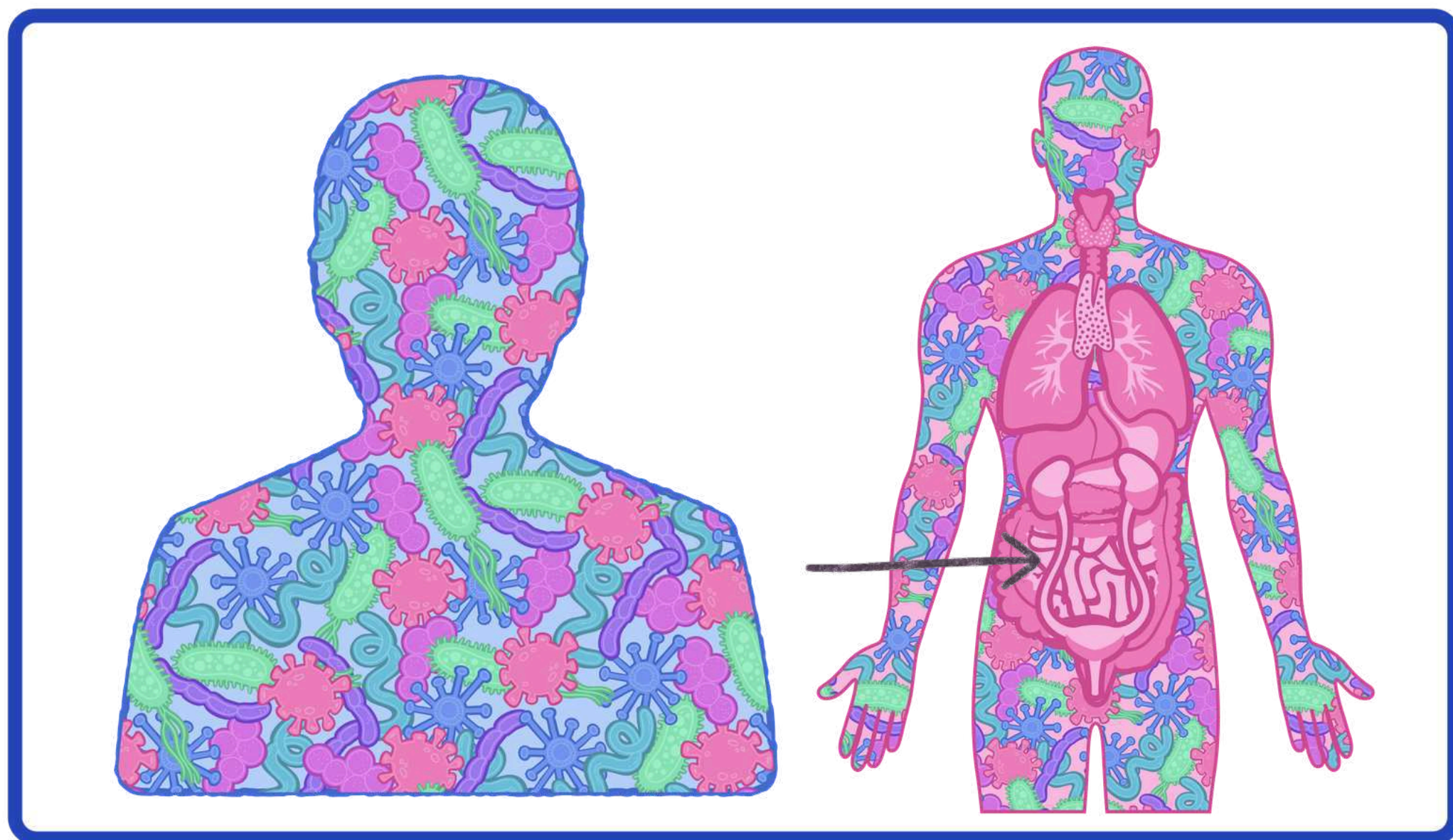


Figura 1. Existen muchas bacterias benéficas que nos ayudan a sobrevivir. La mayoría de las bacterias que viven en nuestro intestino nos ayudan a digerir los alimentos.

Ilustraciones: Angélica María Figueroa Ruvalcaba

Se estima que **en nuestro cuerpo hay alrededor de 39 billones de bacterias**, más que células humanas (que son cerca de 30 billones). **La mayoría viven en el intestino, formando lo que se conoce como microbiota intestinal.** Estas bacterias buenas nos ayudan a producir vitaminas, a digerir mejor los alimentos y fortalecer el sistema inmune.

¿Cómo están formadas?

Aunque son organismos muy simples, las bacterias tienen estructuras clave:

•**Pared celular:** protege y da forma a la bacteria. Algunas bacterias tienen una pared más compleja (Gram negativas), lo que las hace más resistentes a ciertos antibióticos. Las Gram positivas, **al no tener esa capa, pueden ser más fáciles de atacar con ciertos antibióticos** (Figura 2).

•**ADN bacteriano:** contiene la información para que la bacteria funcione y se reproduzca. También le permite intercambiar genes con otras bacterias (conjugación), lo que **puede hacer que se adapten o se vuelvan más resistentes.**

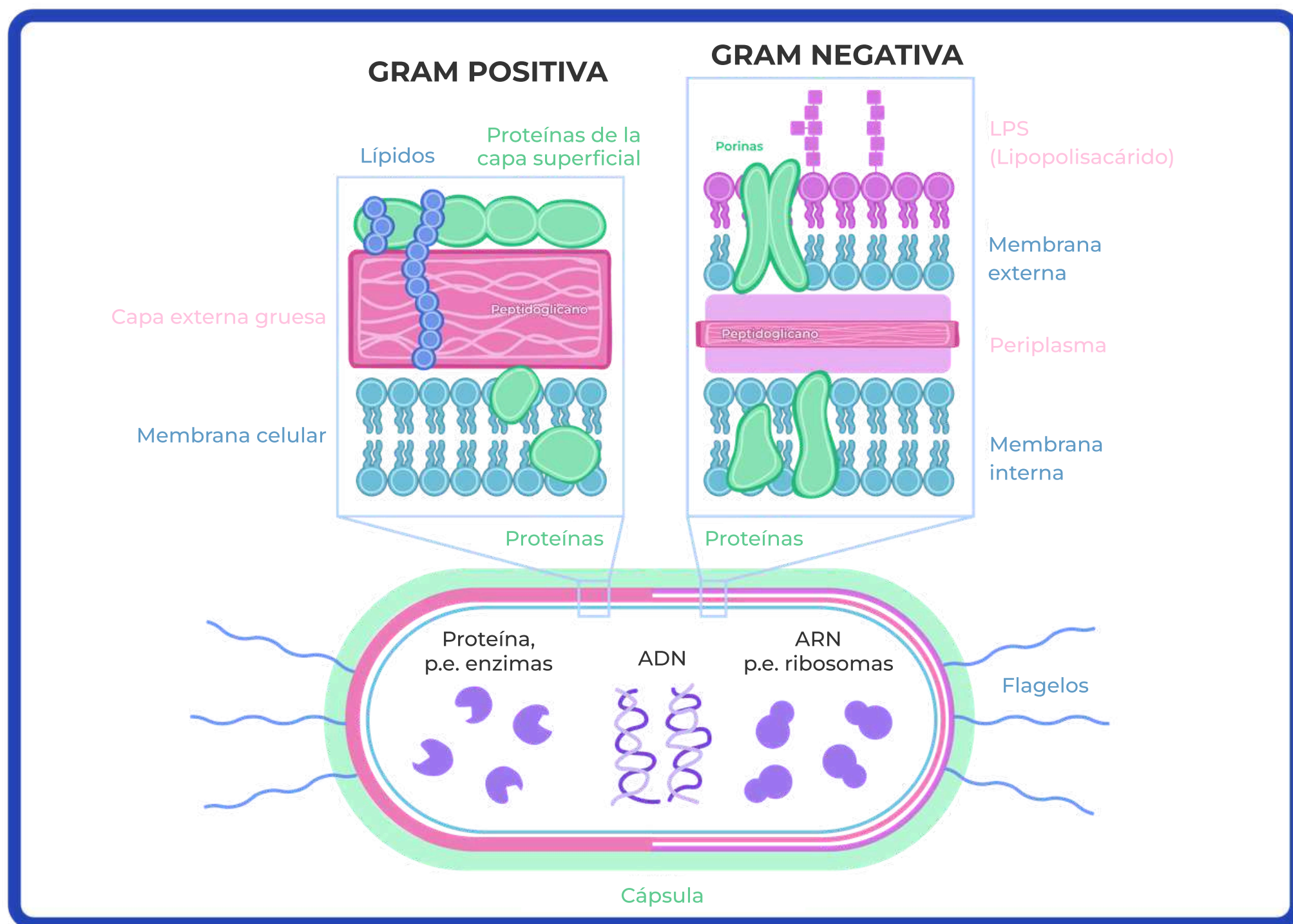


Figura 2. Las bacterias Gram negativas, por tener una pared celular más compleja, suelen ser más resistentes a los antibióticos. Ilustración: Angélica María Figueroa Ruvalcaba

¿Qué pasa cuando enfermamos?

Cuando un microorganismo entra en el cuerpo, **nuestro sistema inmunológico y nuestra microbiota responden con fiebre y otras defensas**. Produce sustancias que actúan como armas para eliminar al invasor. Pero a veces, **esas defensas no son suficientes, y es ahí donde entran los antibióticos**.

¿Qué son los antibióticos?

Los antibióticos son **moléculas especiales que atacan a las bacterias**. Uno de los primeros antibióticos fue la penicilina, descubierta por Alexander Fleming en 1928. Desde entonces, se han desarrollado muchas otras sustancias que ayudan a combatir bacterias.

Tipos de antibióticos:

- **Bacteriostáticos:** impiden que las bacterias se reproduzcan. Si te fijas en la palabra, es un antibiótico que **detiene la reproducción de las bacterias** (bacterio-estático). Así, las defensas del cuerpo pueden eliminarlas más fácilmente.
- **Bactericidas:** matan directamente a las bacterias. Por ejemplo:
 - La penicilina y la ampicilina dañan la pared celular de las bacterias (Figura 3).
 - La estreptomycin y la gentamicina bloquean la producción de proteínas vitales para las bacterias.

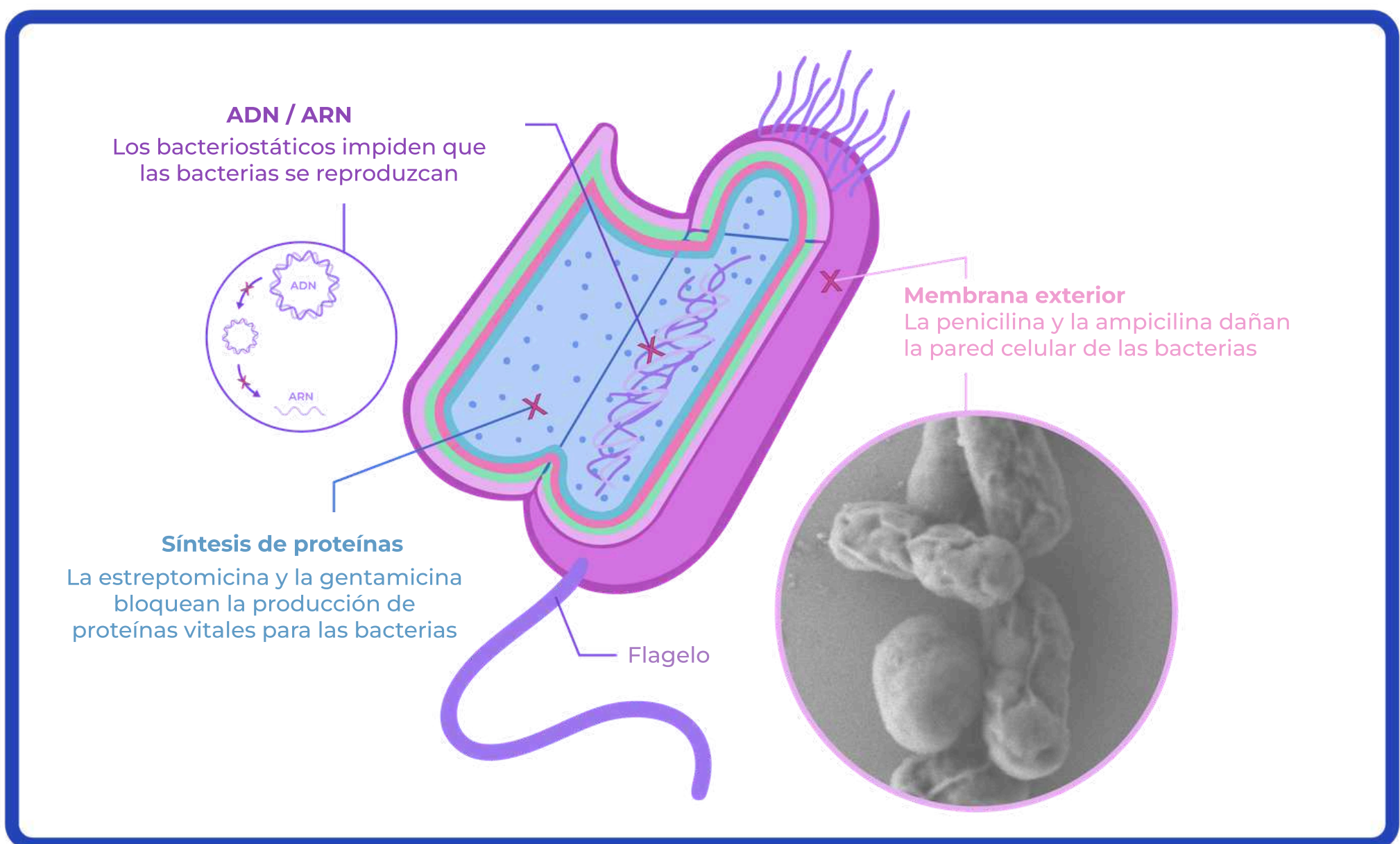


Figura 3. Estos son algunos mecanismos de inhibición. En la micrografía se muestra una bacteria *Acinetobacter baumannii* con daño en su pared celular. Ilustración: Angélica María Figueroa Ruvalcaba. Micrografía: Cesar Cutberto Leyva Porras

Además de los medicamentos, **también se usan metales como la plata o el oro, que desde la antigüedad han servido como antibacterianos.** Estos metales liberan iones que alteran la estructura celular de las bacterias.

¿Por qué algunas bacterias se hacen resistentes a los antibióticos?

A veces, cuando los antibióticos se usan mal (por ejemplo, sin necesidad o sin terminar el tratamiento), **las bacterias pueden "aprender" a sobrevivir. Esto sucede porque algunas mutan o comparten genes que las hacen más fuertes.** A estas se les llama bacterias resistentes a los antibióticos (Figura 4).

Esto significa que el tratamiento ya no funciona, y se necesitan antibióticos más fuertes o nuevos medicamentos, lo que complica la curación.

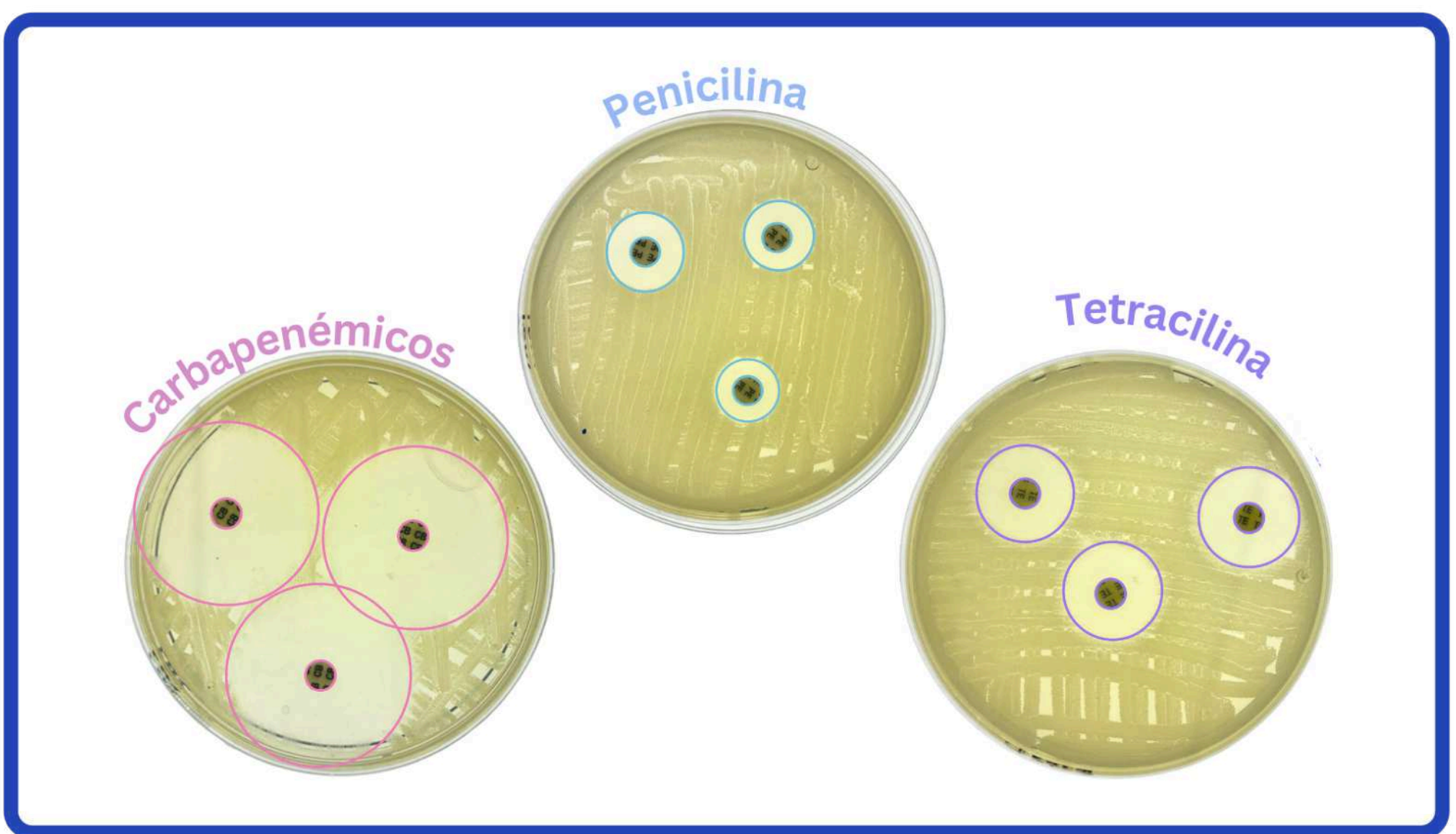


Figura 4. Bacteria *Staphylococcus aureus* deja de crecer al ser expuesta a diferentes antibióticos como lo son los Carbapenémicos, Penicilina y Tetraciclina. Cada antibiótico tiene un diferente efecto sobre la bacteria, como se puede ver por el halo de inhibición. Ilustración: Angélica María Figueroa Ruvalcaba. Fotografías: Rosa Isela Ruvalcaba Ontiveros

¿Qué puedes hacer tú para evitar la resistencia?

Usa antibióticos solo cuando sea necesario. No sirven para virus como la gripe o el resfriado. **Termina el tratamiento completo, aunque ya te sientas bien.** **No te automediques. No uses antibióticos guardados o de otras personas.** **Cuida tu higiene. Lávate las manos, cúbrete al toser y participa en campañas de vacunación.**

Cuidemos la salud de todos

Evitar que las bacterias se hagan resistentes no es solo responsabilidad de los médicos. ¡Tú también puedes ayudar! Usa los antibióticos correctamente y aprende sobre este problema.

La educación es una de las armas más poderosas que tenemos.
¡Aprende y actúa!

Ir al índice 

Agradecemos la beca postdoctoral de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) otorgada a la Dra. Rosa Isela Ruvalcaba Ontiveros (CVU 827163), así como el apoyo de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Para saber más:

- Información sobre las infecciones (para Adolescentes) | Nemours KidsHealth. (n.d.). Recuperado Mayo 19, 2025, [click aquí](#)
- OMS actualiza lista de patógenos resistentes - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. (n.d.). Recuperado Mayo 19, 2025, [click aquí](#)
- Resistencia a los antimicrobianos. (n.d.). Recuperado Mayo 19, 2025, [click aquí](#)

Acinetobacter baumannii sembrada en agar selectivo. Fotografía: Rosa Isela Ruvalcaba Ontiveros.
Edición: Angélica María Figueroa Ruvalcaba

Jóvenes Científicos

Fotografía: Official Pixabay, Pixabay

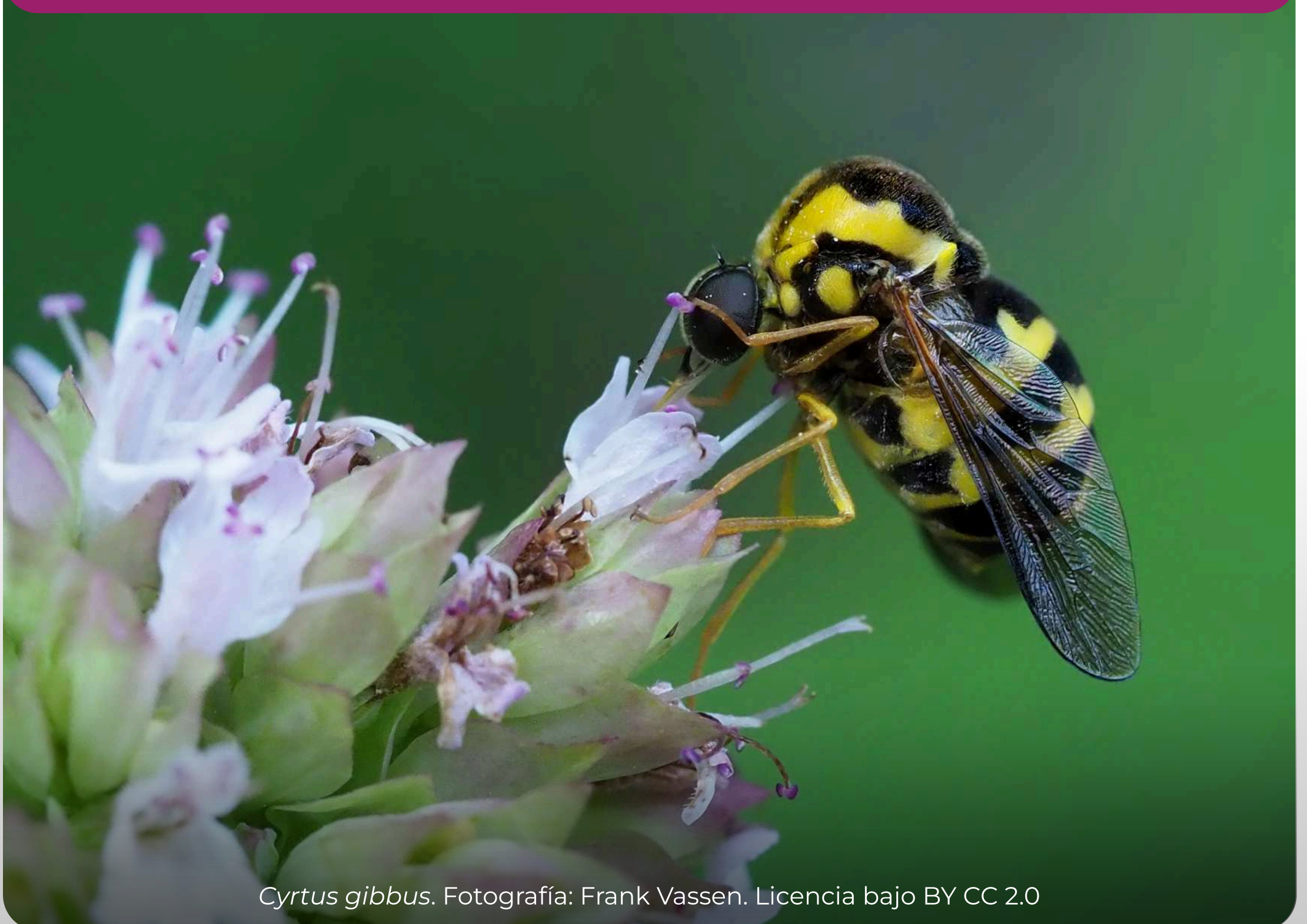


UN VISTAZO A LA FAMILIA DE LAS MOSCAS JOROBADAS

David Ríos López*

Maestría en Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-
Iztapalapa

*rioslopezdavid1998@gmail.com



Cyrtus gibbus. Fotografía: Frank Vassen. Licencia bajo BY CC 2.0

Si eres fanático de las novelas clásicas, seguramente conoces al Jorobado de Notre Dame (Figura 1), un personaje con aspecto peculiar y que se ha hecho memorable por su popularidad. Sorprendentemente existe un pequeño grupo de moscas que parecen haber sido sacadas de alguna película de este tipo (Figura 1), debido a su aspecto insólito: son los acrocéridos.

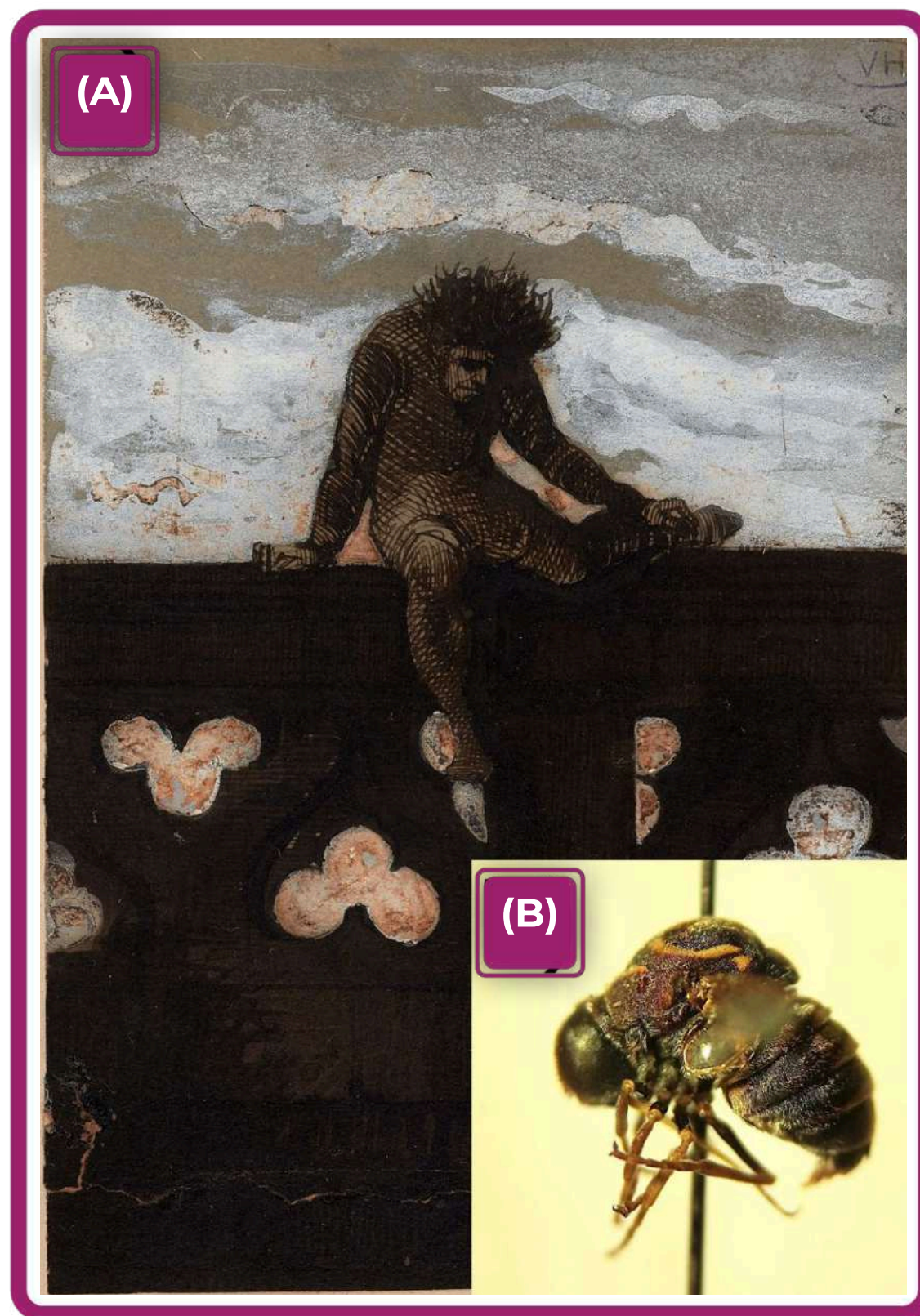


Figura 1. (A) Jorobado de Notre Dame. Autor: Théophile Jean-Marie Busnel, Dominio público.
(B) Ejemplar adulto de *Philopota* sp. Fotografía: David Ríos López

Los acrocéridos (familia Acroceridae) son conocidos comúnmente como “moscas de cabeza pequeña” o “moscas jorobadas” por su apariencia peculiar. Forman uno de los grupos más llamativos del orden Diptera, al que pertenecen las moscas y los mosquitos. Esta familia incluye al menos 60 géneros y alrededor de 530 especies distribuidas en casi todo el mundo. Aunque no son fáciles de encontrar porque no suelen ser abundantes, su forma y comportamiento han despertado el interés de muchos entomólogos que las consideran un grupo fascinante de estudiar.

Como todos los insectos, su cuerpo está dividido en tres partes principales: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza **tienen un par de antenas, ojos compuestos y unos pequeños órganos llamados ocelos, que les ayudan a detectar la luz** (Figura 2). El aparato bucal es variable entre especies: algunas poseen piezas finas y alargadas, mientras que otras presentan estructuras muy reducidas o incluso carecen de ellas por completo. En el tórax se encuentran sus **tres pares de patas y un solo par de alas funcionales, una característica típica de los dípteros, que les permite volar.**

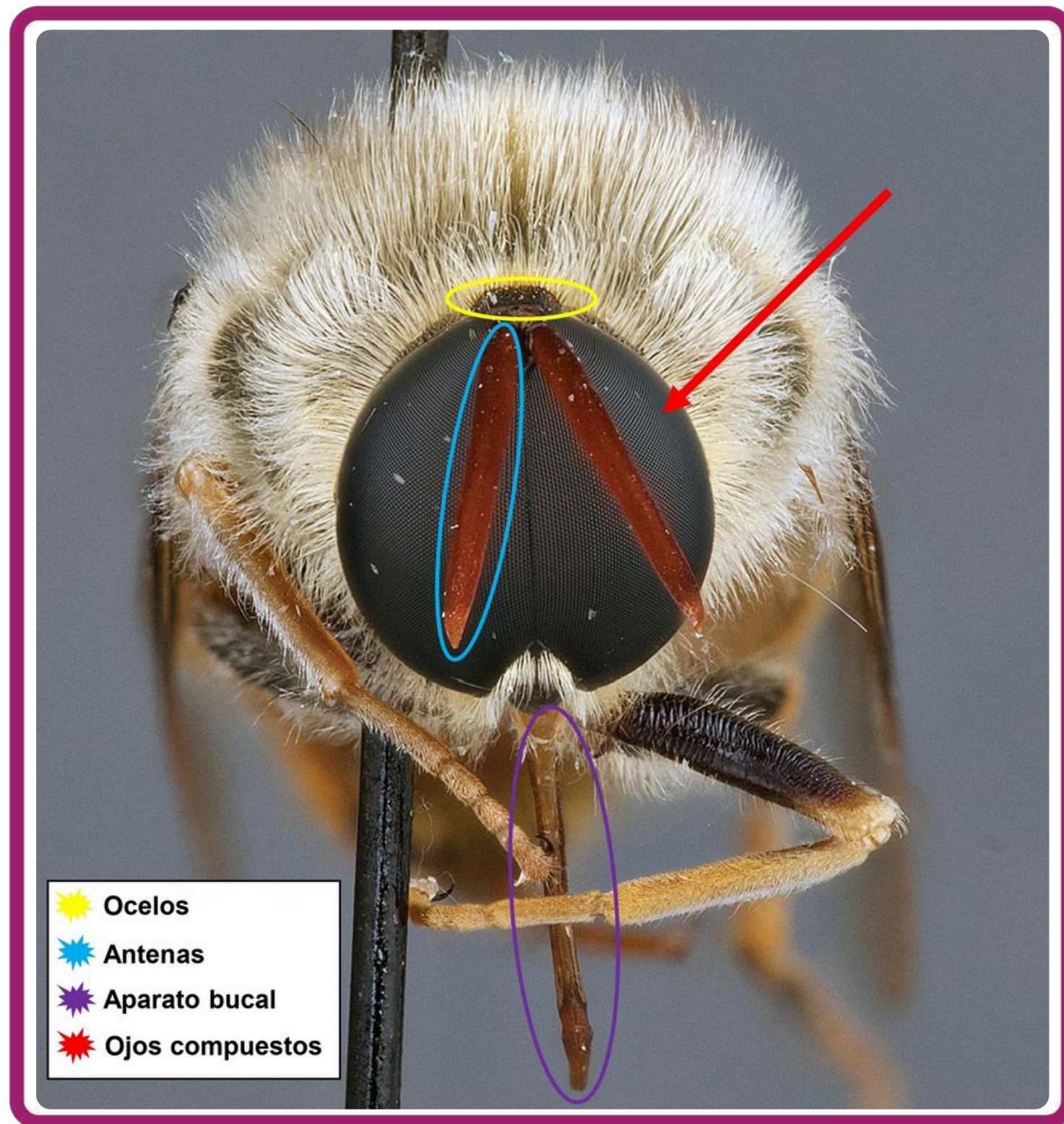


Figura 2. Cabeza de *Panops aurum*. Fotografía: Winterton, 2012. Licencia bajo CC BY 4.0

Lo que hace a esta familia de moscas diferente a las demás es su apariencia. **Tienen la cabeza muy pequeña, casi totalmente cubierta por sus grandes ojos, y está unida al tórax por la parte de abajo, lo que les da un aspecto “jorobado”.** Además, sus alas tienen pocas venas comparadas con otras moscas, y cuentan con unas estructuras parecidas a pequeñas aletitas llamadas calípteres bastante grandes. Mientras que la longitud de su boca puede variar según la especie.

Ciclo de Vida

Su ciclo de vida es muy peculiar ya que **son parasitoides de arañas, es decir que se desarrollan dentro del cuerpo de diversas especies de araña para completar su etapa juvenil.** Podríamos decir que se parece a lo que ocurre en la película de *Alien: El Octavo Pasajero*, donde el Xenomorfo parasitaba a los tripulantes hasta convertirse en adulto.

Durante el primer estadio, las larvas —también llamadas planídios— (Figura 3), se mueven deslizándose o saltando en busca de un hospedero. **Cuando la araña entra en contacto con un planidio, la larva se sujeta a ella, trepa por sus patas hasta alcanzar el cuerpo y se abre paso al interior del cuerpo, a menudo alojándose cerca de los pulmones,** en donde pueden permanecer mucho tiempo dependiendo del tiempo de vida de la araña.



Figura 3. Planidio emergiendo del huevo. Fotografía: Ward Strong. Licencia bajo CC BY NC 3.0

El apareamiento suele ocurrir en pleno vuelo y poco después **la hembra puede llegar a poner hasta 5,000 huevos** (Figura 4). Dependiendo del género o la especie los colocará en distintos sitios. Por ejemplo, las hembras del género *Eulonchus* los depositan en el suelo; las de *Ogcodes* sobre ramas muertas; las de *Pterodontia* sobre troncos de árboles y las de *Acrocera* sobre tallos de plantas herbáceas.



Figura 4. Huevos de acrocérito. Fotografía: Ward Strong. Licencia bajo CC BY NC 3.0

La longevidad de los adultos habitualmente es corta, por lo general **viven de 3 días a un mes**. En las especies de la subfamilia Acrocerinae (géneros *Acrocera*, *Ogcodes* y *Turbopsebius*) normalmente ocurre una generación por año en sus hospederos araneomorfos (arañas comunes de cuerpo esbelto y patas largas), mientras que en las especies de la subfamilia Panopinae (géneros *Eulonchus*, *Lasia*, *Ocnaea* y *Pterodontia*) suelen tener una generación cada 5 a 10 años, dado que las etapas inmaduras de sus huéspedes migalomórfos (tarántulas) son más largas.

Entre los hospederos de los acrocéridos se encuentran las arañas lobo (Lycosidae), las arañas de trampilla (Antrodiaetidae), las arañas de saco (Anyphaenidae), las saltarinas (Salticidae), las arañas cangrejo (Thomisidae) y las tarántulas (Theraphosidae).

Formas, tamaños y colores

La variedad de tamaños de las moscas jorobadas es amplia; pueden llegar a **medir desde los 3 hasta los 25 milímetros**. En aspecto son moscas compactas con una pilosidad (presencia de vello o pelo) variable en el cuerpo, algunas poseen muchas sedas en el cuerpo por lo que pueden aparentar ser abejas como las del género *Psilodera* (distribuidas en África). Otras **tienen colores tan llamativos y metálicos que parecen joyas vivientes** (Figura 5); las de los géneros *Lasia*, *Eulonchus* (distribuidas en América) y *Panops* (distribuidas en Australia e Indonesia) son un claro ejemplo de esto.



Figura 5. *Lasia* sp. Fotografía: Barry Sullender. Licencia CC BY NC

Importancia

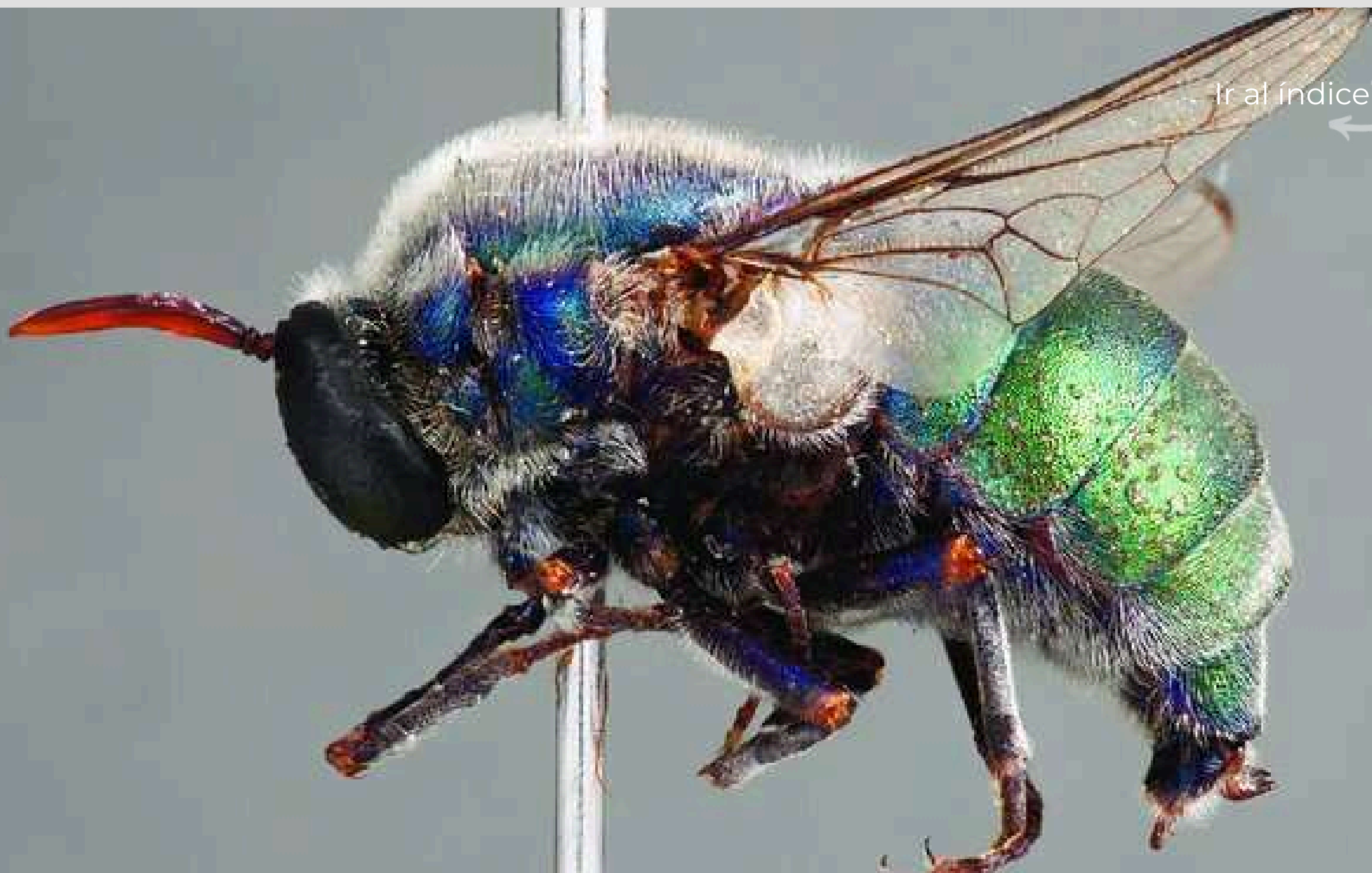
Las larvas, al igual que otros insectos parasitoides, **son organismos clave en ecosistemas naturales, urbanos y agrícolas por los servicios ecosistémicos que proveen.** Hasta el momento se ha reportado que atacan al menos a 26 familias de arañas, incluyendo tanto arañas verdaderas (Araneomorphae) como tarántulas (Mygalomorphae), también existe evidencia fósil y registros recientes que sugieren que algunas especies podrían atacar ácaros de gran tamaño.

Lejos de parecer solo unos voraces asesinos de arácnidos, algunas especies son visitantes florales. Los adultos son los que llevan a cabo estas visitas con la finalidad de obtener recompensas como el néctar o polen, e incluso utilizarlas como refugio.

Los acrocéridos son mucho más que moscas de aspecto extraño (Figura 6): representan un grupo fascinante por su biología y su papel en los ecosistemas. Estudiarlas no solo amplía nuestro conocimiento sobre insectos poco comunes, sino que también nos ayuda a entender mejor las interacciones en las que participan.



Figura 6. *Helle longirostris*. Fotografía: Steve Kerr. Licencia bajo CC BY 4.0



Agradecimientos:

Se agradece a la Lic. en Comunicación Mayra Sofía Hernández Vega; a la Biól. Ildico Abril Maldonado Contreras del Laboratorio de Biología y Ecología de Mamíferos de la UAM-Iztapalapa y a los revisores de la revista por sus sugerencias, aportaciones y correcciones para el artículo. También agradezco la beca de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI)

Para saber más:

- Barahona-Segovia RM, Durán-Sanzana V, Murúa M. 2023. This flower is our bed: long-term citizen science reveals that hummingbird flies use flowers with certain shapes as sleeping places. *Arthropod-Plant Interactions* 17(1), 1-10. [Click aquí](#)
- Gillung JP, Borkent CJ. 2017. Death comes on two wings: a review of dipteran natural enemies of arachnids. *The Journal of Arachnology* 45(1), 1-19. [Click aquí](#)
- Gillung JP, Winterton SL. 2019. Evolution of fossil and living spider flies based on morphological and molecular data (Diptera, Acroceridae). *Systematic Entomology* 44(4), 820-841. [Click aquí](#)

NIDOS ARTIFICIALES HACEMOS, PARA EMPLUMADOS VERACRUZANOS PONEMOS

Diana Gissell Juanz-Aguirre*

Posgrado en Biología Integrativa, Instituto de Investigaciones
Biológicas, Universidad Veracruzana

Alberto Hernández-Lozano

Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre La Coruja

Christian A. Delfín-Alfonso

Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana

*venadajuanz@gmail.com



Nido artificial para tecolote bajeño, *Glaucidium brasilianum* (Strigiformes: Strigidae), instalado en áreas arboladas de la región de Xalapa, Veracruz. Fotografía: Hernández-Lozano, A.

Las aves silvestres y la complejidad que implica su reproducción han generado curiosidad al ser humano desde tiempos muy remotos. **Algunas aves construyen sus nidos de formas muy elaboradas, en sitios que les proporcionan seguridad, mientras que otras se benefician al vivir juntas** (como las oropéndolas), anidando en un mismo árbol. Por el contrario, otras aves prefieren conservar su territorio delimitando sus recursos vitales, como los colibríes y las aves rapaces.



Fotografías: Vinisa Romero

Otros pájaros como los carpinteros, conocidos como “cavadores primarios”, seleccionan árboles para instalar sus nidos. Elaboran una oquedad en el tronco, orientándola hacia el lado que permite una mejor regulación de la temperatura durante la temporada de crianza. **En la región neotropical, se han visto orificios de apertura y entrada orientados hacia el norte geográfico, ya que los vientos y efectos climáticos no golpean directamente el acceso de la cavidad**, lo que puede beneficiar la anidación. Con el paso del tiempo, **estas cavidades se van haciendo más grandes por la descomposición natural de la madera, la intervención de insectos como las termitas, y de otras aves como los loros, patos y búhos. Estos animales son conocidos como “cavadores secundarios”, debido a que no pueden fabricar sus propios nidos, y utilizan las cavidades existentes adaptándolas a sus requerimientos.** Es por ello que algunas especies agrandan las dimensiones internas de las cavidades, o adicionan un poco de sustrato natural con la viruta producida del mismo árbol al rascar. Incluso, pueden llegar a desplazar a los habitantes de estos huecos si ya se hallan ocupados. Es frecuente que los árboles en proceso de descomposición, con diámetros amplios permitan mayor disponibilidad de oquedades con las dimensiones necesarias para que aves de tallas grandes las habiten. De esta forma, en ecosistemas conservados **las aves seleccionan sus nidos de acuerdo con ciertas características de su hábitat para poder llevar a cabo con éxito sus ciclos reproductivos.**

En contraste, **en zonas urbanas y zonas metropolitanas, la baja disponibilidad de árboles con estas características es un problema, ya que, por brindar seguridad a la ciudadanía ante su caída, los árboles secos son removidos por las autoridades. Esto ha orillado a que algunas especies se arriesguen a tener a sus polluelos en ambientes expuestos a los depredadores** (Figura 1). Afortunadamente existen alternativas para fomentar la reproducción en ambientes más adecuados, como lo es la elaboración de cajas nido artificiales.



Figura 1. Búho café, *Strix virgata* (Strigiformes: Strigidae), anidando de manera expuesta en una zona urbana de Xalapa. Fotografía: Hernández-Lozano, A.

Con esto en mente, y **con el objetivo de brindar espacios de anidación para aves rapaces nocturnas, empezamos por instalar en el puerto de Veracruz, México, 15 cajas nido artificiales dentro de áreas verdes de la Universidad Veracruzana.** Una de ellas fue especialmente exitosa ya que se usó en dos ocasiones por diferentes búhos: un tecolote bajoño y un búho café.

Existe toda una metodología a considerar previa a la instalación de cajas nido artificiales, como establecer un protocolo de monitoreo de nidos, elaborar correctamente las dimensiones y agujero de entrada de la caja nido considerando a la especie que decidamos atraer. También es de suma importancia que en la fabricación de los nidos se utilice madera sin tratamientos químicos o pintura, para evitar cualquier clase de contaminación tanto en las especies huésped, como al ambiente. Los diseños deben procurar ofrecer techos inclinados, agujeros de drenaje en la base, orificios de ventilación y se debe evitar el uso de perchas para disminuir el riesgo de depredación.

Con el registro de nuestro primer nido ocupado, nos animamos a continuar construyendo nidos. Seguimos las indicaciones de planos diseñados para aves como los carboneros y mosqueros, y procedimos a elaborar 80 cajas nido artificiales adicionales. Esta vez **se instalaron en hábitats con diferentes grados de perturbación en la región de selva baja caducifolia del centro de Veracruz**, en donde se vieron favorecidas aves como el carbonero cresta negra (*Baeolophus atricristatus*) (Figura 2), el papamoscas triste (*Myiarchus tuberculifer*) y el papamoscas gritón (*M. tyrannulus*), entre otros notorios emplumados residentes como el carpintero chéjere (*Melanerpes aurifrons*) (Figura 3).



Figura 2. Carbonero cresta negra, *Baeolophus atricristatus* (Paridae: Passeriformes), asomándose desde su caja nido. Al notar nuestra presencia se mantuvo alerta.

Fotografía: Hernández-Lozano, A.



Figura 3. Nido y Crías de carpintero chejere, *Melanerpes aurifrons* (Piciformes: Picidae), al interior de una caja nido. Fotografía: Juanz-Aguirre, D.

Una de las primeras sorpresas, nos la dio un ave que suele construir sus nidos entre cactáceas, y vegetación espinosa. La matraca veracruzana (*Campylorhynchus rufinucha rufinucha*), especie que solo se encuentra en una región del centro de Veracruz, decidió aprovechar la oportunidad y anidó exitosamente en una caja nido (Figura 4).

Durante los monitoreos, **también se registraron dentro de las cajas otros animales inesperados que incluyeron ¡anfibiaos, reptiles e invertebrados!**, entre los que destacaron la rana arborícola vermiculada (*Trachycephalus vermiculatus*), la iguana de Cola Espinosa del Golfo (*Ctenosaura pectinata*) (Figura 5) y el alacrán de la corteza (*Centruroides cuauhmapan*), quienes probablemente usaron el espacio como refugio temporal. En tanto que otros como el tlacuache ratón mexicano (*Marmosa mexicana*), construyeron sus nidos en estos sitios y tuvieron sus crías.

Actualmente se han colocado en 126 árboles cajas nido dentro de Áreas Naturales Protegidas y espacios universitarios en la capital de Veracruz, diseñadas para aves rapaces nocturnas, que incluyeron tres modelos: búho café (*Strix virgata*) tecolote bajeño (*Glaucidium brasilianum*) y la lechuza americana (*Tyto furcata*).



Figura 4. Matraca veracruzana, *Campylorhynchus rufinucha rufinucha* (Passeriformes: Troglodytidae), interactuando con la provisión de alimento durante la temporada de crianza. Fotografía: Hernández-Lozano, A.



Figura 5. Dos especies disfrutando de la seguridad que les ofrecen las cajas nido. (A) Iguana de cola espinosa del Golfo, *Ctenosaura acanthura* (Squamata: Iguanidae), (B) Rana arborícola vermiculada, *Trachycephalus vermiculatus* (Hylidae: Anura). Fotografías: Hernández-Lozano, A.

Con mayor permanencia en el ambiente, los búhos notan las cajas nido como un espacio disponible para poder realizar sus actividades vitales (Figura 6A). Varios búhos cafés han nacido dentro de un nido artificial en la región de Xalapa, lo que permite obtener información valiosa sobre la ecología reproductiva, dieta y salud de estos emplumados con los que coexistimos (Figura 6B). Cabe resaltar que, a nivel regional mucha información sobre este tipo de aves no ha sido estudiada.



Figura 6. (A) Visita de un búho café, *Strix virgata* (Strigiformes: Strigidae), a un nido artificial ocupado en el Área Natural Protegida “El Tejar-Garnica”. (B) Polluelos de búho café, *Strix virgata* (Strigiformes: Strigidae) nacidos dentro de un nido artificial en la zona centro de Veracruz. Fotografías: (A) Hernández-Lozano, A., (B) Juanz-Aguirre, D.

Con la información obtenida hemos desarrollado actividades de educación ambiental, tratando de concientizar sobre la importancia que tienen las áreas arboladas en ambientes antropizados, y a la vez conocemos más sobre las aves que usan cavidades.



Agradecimientos

Al Rancho “Torreón de Molino” perteneciente a la Facultad de Veterinaria, al Instituto de Investigaciones Biológicas, y a la Universidad Veracruzana por facilitar las gestiones y los espacios arbolados para la instalación de nidos, así como a la Secretaría de Medio Ambiente del Estado por permitir desarrollar esta investigación en las Áreas Naturales Protegidas de la zona metropolitana de Xalapa. Finalmente, al programa CONAHCYT por el otorgamiento de la beca N° 782221 a la autora principal, así como a la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre “La Coruja” y alumnos de la Facultad de Biología Xalapa de la Universidad Veracruzana por el apoyo en la elaboración de nidos, instalación y monitoreo.

Para saber más:

- San Martín-Cruz M, Villegas-Patraca R, Dáttilo W, Enríquez P, Ruelas-Inzunza, E. 2024. Occupancy dynamics of the mottled owl *Strix virgata* using object-based image analysis along an urbanized Neotropical gradient. *Global Ecology and Conservation* 55, e03243. [Click aquí](#)
- Astorga J de D. 2017 Primer registro de nidificación sobre el suelo del Búho café (*Ciccaba virgata*), en Grecia, Costa Rica. *HUITZIL Journal of Mexican Ornithology* 18(2), 242-245. [Click aquí](#)
- Gerhardt R. 2004. Cavity nesting in raptors of Tikal National Park and vicinity, Petén, Guatemala. *Ornitología Neotropical* 15, 477–483. [Click aquí](#)

Tlacuache ratón mexicano, *Marmosa mexicana* (Didelphimorphia: Didelphidae) utilizando una caja nido como refugio. Fotografía: Hernández-Lozano, A.

MODELANDO LO INVISIBLE: HERRAMIENTAS PARA ENTENDER LAS INTERACCIONES ENTRE LAS ESPECIES

Alejandro R. Villa*

Programa de Doctorado en Ciencias, INECOL

Ángela P. Cuervo-Robayo**

Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM

Laboratorio Nacional de Biología del Cambio Climático, SECIHTI, México

Wesley Dáttilo***

Red de Ecoetología, INECOL

Laboratorio Nacional de Biología del Cambio Climático, SECIHTI, México

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

**ancuervo@gmail.com

***wesley.dattilo@inecol.mx



Fotografía: Klub Boks, Pexels

En los ecosistemas, las especies no existen en aislamiento: se relacionan entre sí, creando redes complejas de interacciones biológicas. Estas interacciones pueden ser positivas, como la polinización y la dispersión de semillas, o negativas, como la depredación, la competencia o el parasitismo. **Las interacciones son los “hilos invisibles” que tejen la vida y el funcionamiento de los ecosistemas. Estudiarlas es fundamental para comprender cómo funcionan en la naturaleza, cómo se sostiene la vida en el planeta y qué papel desempeña cada especie en su entorno** (Figura 1).

Pero hay un problema, la observación de todas esas relaciones en la naturaleza es un gran desafío; sería como tratar de escuchar cada plática en una ciudad entera, repleta de conversaciones. Tomaría años, muchísimo dinero y un ejército de personas científicas. Estas limitaciones suelen restringir los estudios de interacciones a escalas locales o regionales.



Figura 1. Estudiar las interacciones de la naturaleza es fundamental para comprender cómo se sostiene la vida en el planeta. Sin embargo, tomaría mucho tiempo y dinero poder observar todas. Fotografía: Alexas_Fotos, Pexels

Imaginemos, por ejemplo, que quisiéramos conocer todas las especies con las que interactúa el puma (*Puma concolor*) a lo largo de su distribución, desde las montañas de Canadá hasta los Andes de Chile. Para lograrlo, tendríamos que registrar cada interacción positiva (presas de las que se alimenta) y negativa (otros carnívoros con los que compite por presas) en todos los lugares donde habita (Figura 2). Evidentemente, realizar un estudio de este tipo en campo sería logísticamente inviable y costoso. Ante este panorama, **surge la necesidad de contar con herramientas complementarias que nos permitan estudiar las interacciones biológicas a escalas geográficas mayores: a nivel de país, continente o incluso global. Aquí es donde entran los Modelos de Nicho Ecológico. Una prometedora herramienta que nos permite predecir, en el espacio y el tiempo, dónde es probable que esté presente una especie, y por extensión, dónde podrían ocurrir sus interacciones.**



Figura 2. Distribución del puma (*Puma concolor*) y algunas de sus interacciones. Los puntos naranjas representan sitios donde ha sido registrada la especie. En azul presas comunes del puma (venado y guanaco); en negro competidores (lobo y jaguar). Fotografías: Mlharing. A, Canva Pro

¿Cómo funcionan los Modelos de Nicho Ecológico?

La idea central del Nicho Ecológico es sencilla: **Cada especie tiene un conjunto particular de condiciones ambientales —temperatura, lluvia, altitud, tipo de suelo, entre otras— en las cuales puede sobrevivir, crecer y reproducirse.** A este conjunto lo llamamos Nicho Ecológico.

Para construir un modelo de dichas condiciones (Figura 3), **se combinan las coordenadas geográficas de los lugares donde se ha observado la especie** con información ambiental de esos sitios. Luego, mediante modelos matemáticos y de aprendizaje de máquinas, se identifican cuáles son los factores ambientales que mejor explican la distribución de la especie en estudio. **El modelo de nicho resultante permite estimar en qué otras áreas geográficas existen condiciones similares, incluso bajo escenarios futuros de cambio climático.** Así, podemos proyectar en dónde podría encontrarse la especie en distintas áreas y periodos. Esto es especialmente **útil para anticipar cómo se verán afectadas las especies debido al aumento de la temperatura o la modificación de patrones de lluvia.**

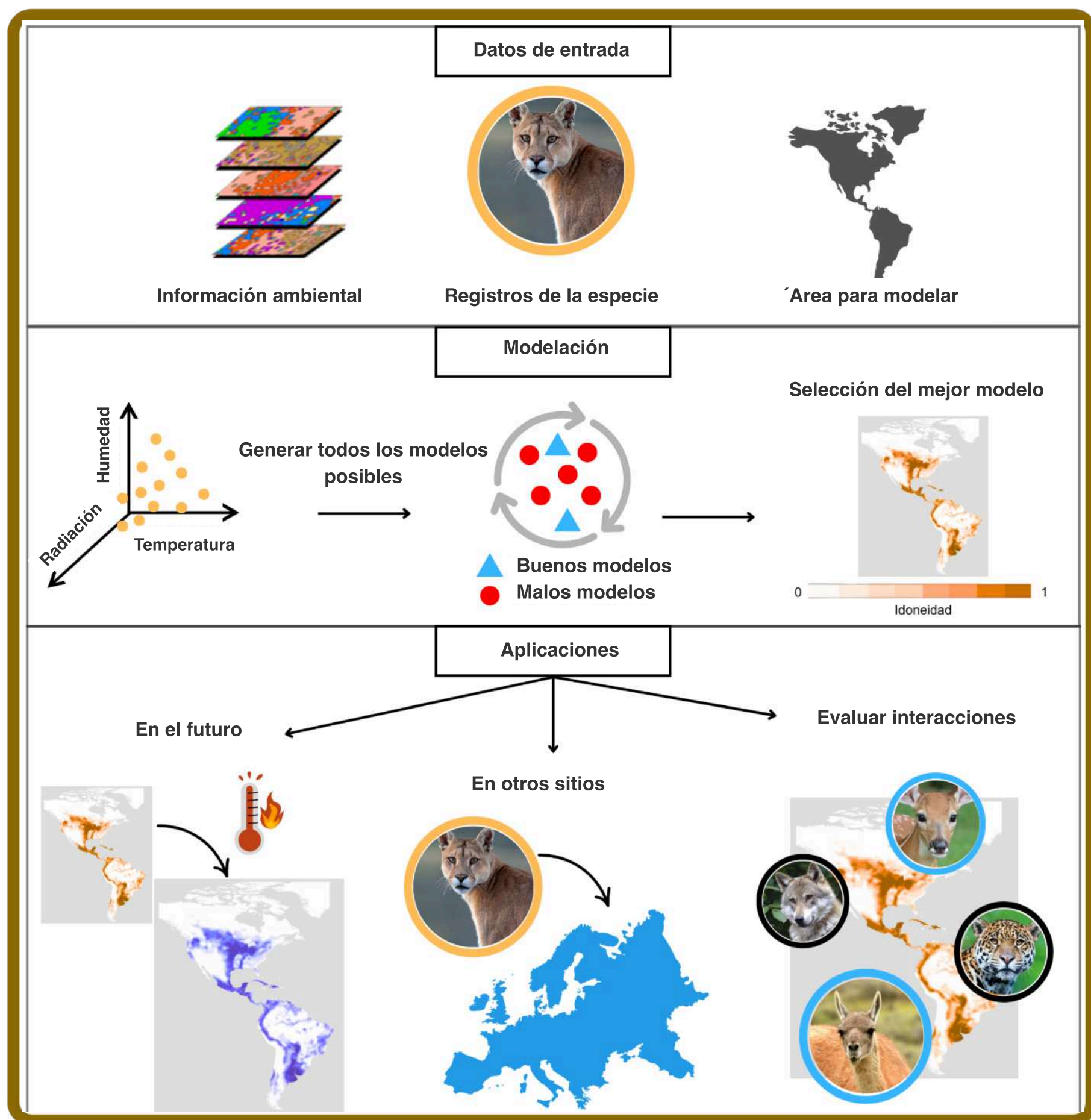


Figura 3. Esquema de proceso del modelado de nicho ecológico. A partir de registros de presencia y variables ambientales, se generan modelos que permiten proyectar la distribución potencial de una especie en distintas regiones o escenarios. Fotografías: Mlharing, A, Canva Pro

¿Y qué tiene que ver con las interacciones entre especies?

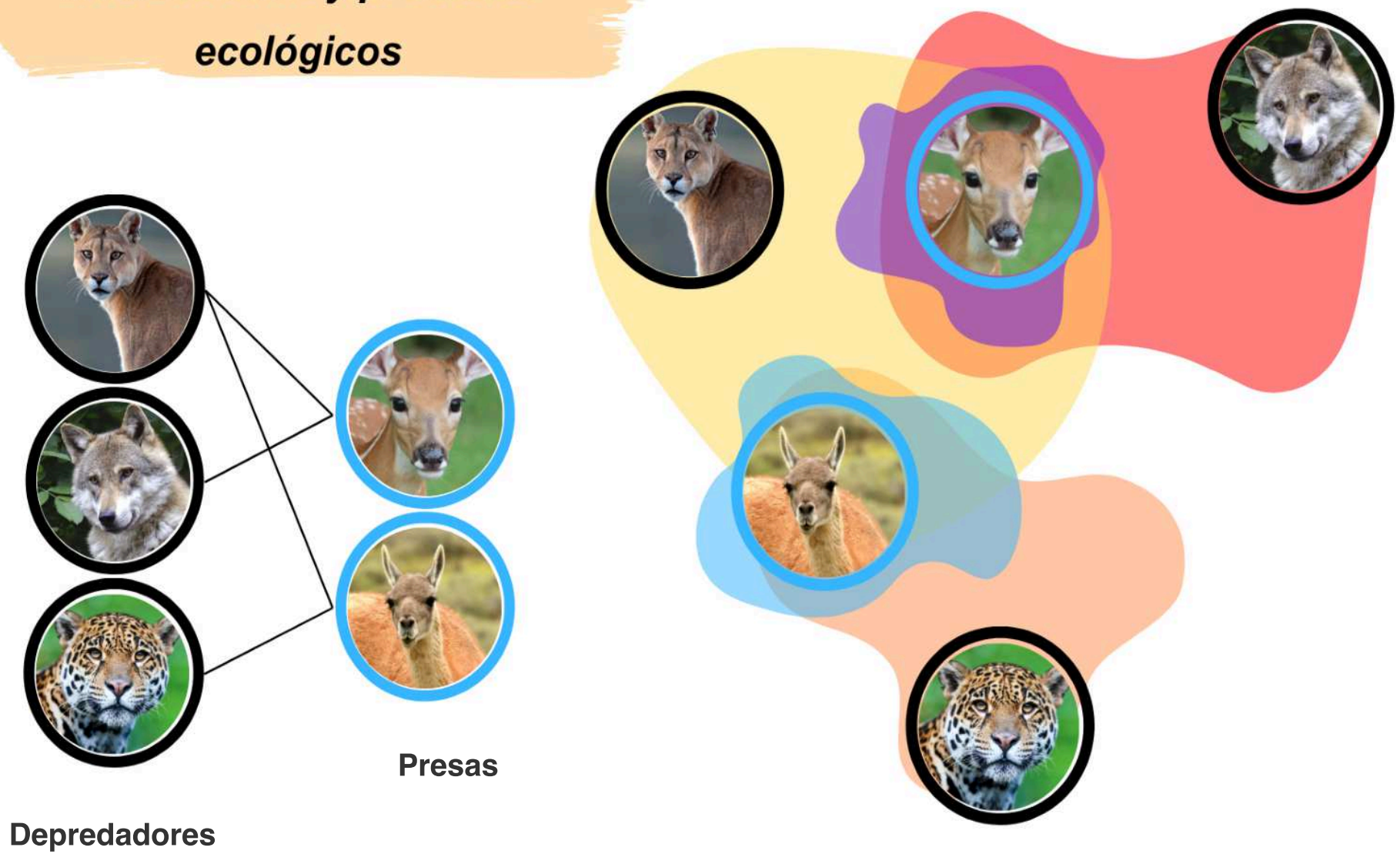
Aquí viene lo más emocionante. Si sabemos dónde viven ciertas especies, también podemos predecir dónde podrían encontrarse y, por lo tanto, interactuar (Figura 4). Es decir, **los modelos de nicho no solo nos dicen dónde vive una especie, sino dónde podrían darse interacciones entre dos o más especies.**



Figura 4. Si sabemos en donde viven ciertas especies, también podemos predecir dónde podrían interactuar. Fotografía: Jana, Pexels

La lógica es simple: **si dos o más especies requieren condiciones ambientales similares para encontrarse en un mismo lugar, es probable que sus interacciones sucedan ahí** (Figura 5). Así, podemos estudiar patrones de mutualismo, por ejemplo, entre una planta y su polinizador, de parasitismo, de depredación o un ciclo de transmisión entre un patógeno (generador de enfermedades) y su hospedero. **Podemos estudiar interacciones ecológicas en escalas geográficas y temporales amplias, sin necesidad de observarlas directamente en el campo.** Además, los modelos de nicho son útiles para estudiar enfermedades o infecciones; al modelar la distribución tanto del organismo hospedero como del agente patógeno (virus, hongo, bacteria, parásito), se puede identificar zonas de riesgo donde coinciden las condiciones óptimas de ambos.

Distribución de las interacciones y procesos ecológicos



Ecología de enfermedades y especies invasoras

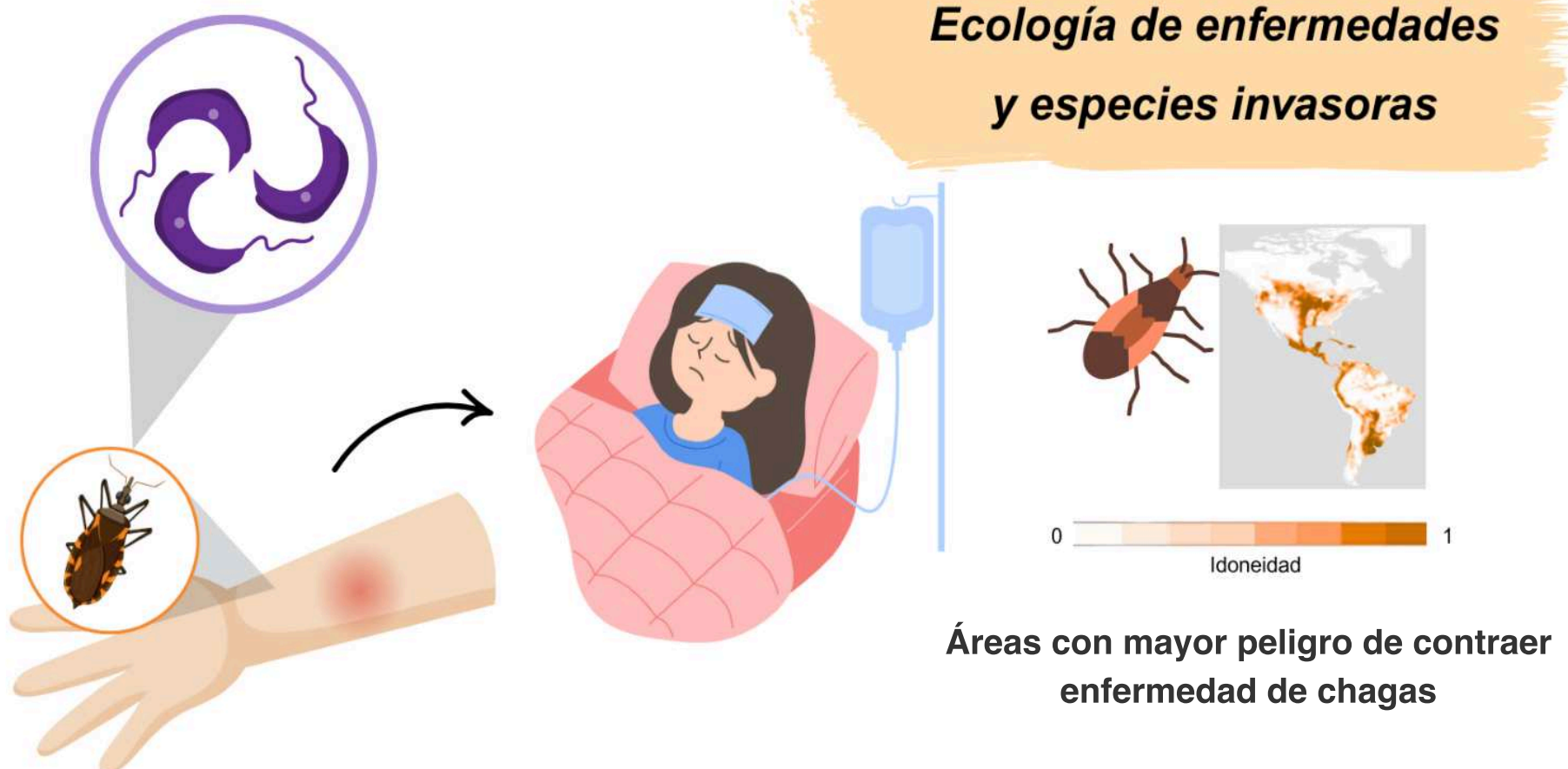


Figura 5. Algunas aplicaciones de los MNE en el estudio de las interacciones biológicas. Estos modelos pueden ser utilizados para estudiar los patrones de distribución de las especies con base en sus interacciones con otras especies, como polinizadores, presas, depredadores u organismos hospedadores. Fotografías: Mlharing. A, Canva Pro

Otro caso especialmente relevante es el de las especies invasoras, aquellas que son introducidas en ecosistemas donde no existían originalmente. Al no tener enemigos naturales, estas especies pueden reproducirse y expandirse sin control, alterando el equilibrio de los ecosistemas e impactando negativamente a las especies nativas. **Con los modelos de nicho, podemos estimar el riesgo de invasión biológica: identificar qué áreas del planeta tienen condiciones propicias para que una especie invasora se establezca y qué interacciones podrían desencadenarse como consecuencia.**

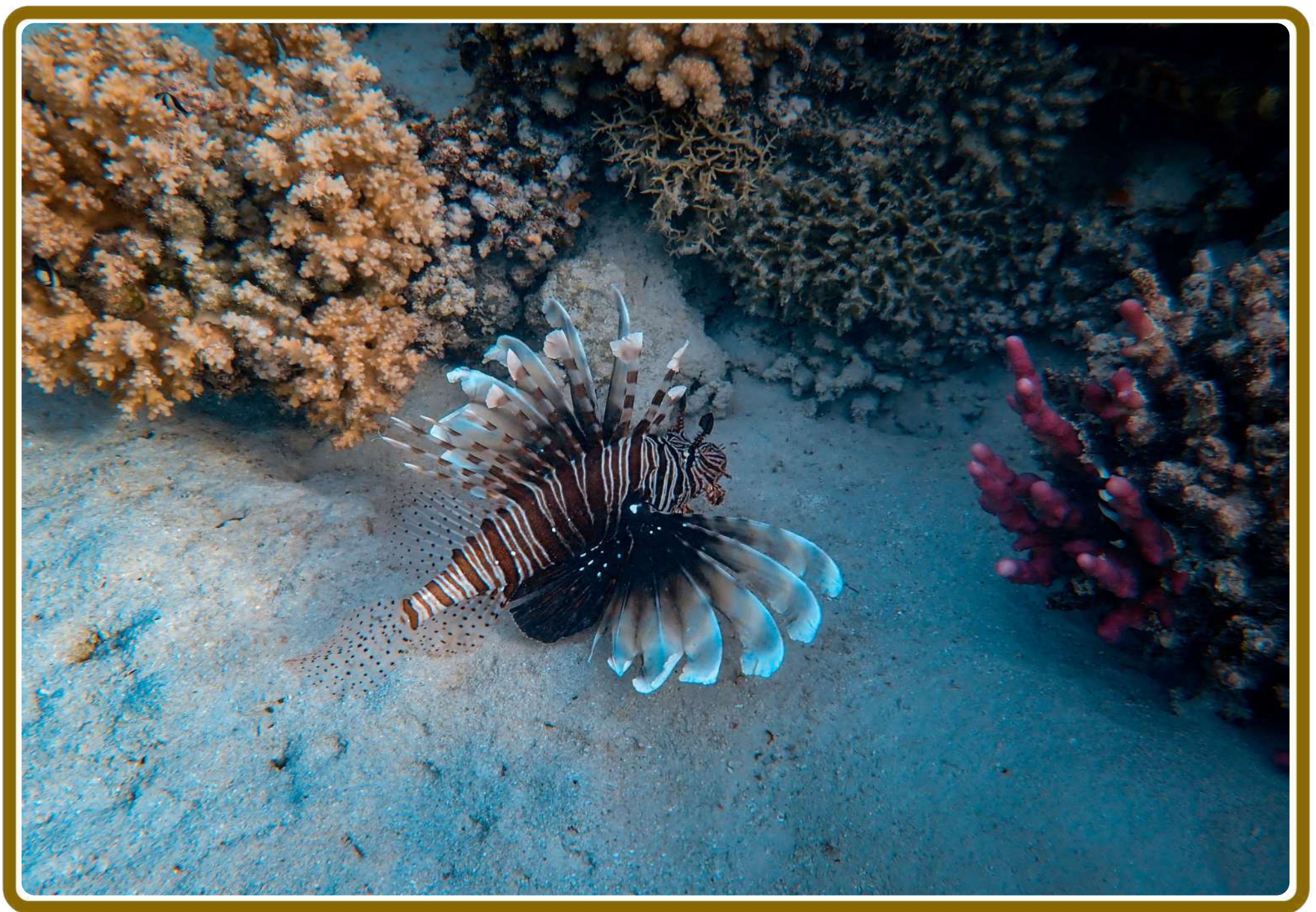


Figura 6. Al no tener enemigos naturales, las especies invasoras, pueden reproducirse y expandirse sin control. Fotografía: Francesco Ungaro, Pexels

Un puente entre la observación y la predicción

Gracias a su capacidad para integrar grandes volúmenes de datos ambientales y biológicos, **los Modelos de Nicho Ecológico se han convertido en un puente entre la ecología empírica y la predicción geográfica.** Nos permiten generar hipótesis robustas, identificar zonas prioritarias para la conservación o el monitoreo, responder preguntas en escalas espaciales y temporales antes impensables (como a escala planetaria, o cubrir varias décadas), **facilitan la toma de decisiones basadas en evidencia científica.**

En un contexto de acelerado cambio ambiental y de pérdida de biodiversidad, contar con herramientas como los Modelos de Nicho **nos permite anticipar transformaciones y proteger redes de interacción antes de que colapsen.** Nuestro proyecto aborda la problemática de las interacciones biológicas entre plantas —nativas y cultivadas— y sus polinizadores en las zonas montañosas del estado de Veracruz. Utilizamos Modelos de Nicho Ecológico para predecir cómo podrían cambiar las relaciones, para anticipar los efectos del cambio climático sobre estas interacciones clave para la biodiversidad y la seguridad alimentaria regional. **Al integrar información climática, geográfica y ecológica, buscamos construir un futuro más resiliente para los ecosistemas... y para quienes dependemos de ellos.**

Agradecimientos:

Este proyecto es financiado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI - CBF-2023-2024-216) Desafíos climáticos de los polinizadores en gradientes de elevación y su vulnerabilidad al calentamiento global.

Para saber más:

• Ramírez-Ortiz H, Dáttilo W, Yañez-Arenas C, Lira-Noriega A. 2020. Potential distribution and predator-prey interactions with terrestrial vertebrates of four pet commercialized exotic snakes in Mexico. *Acta Oecologica* 103, 103526.

[Click aquí](#)

• Anderson RP. 2017. When and how should biotic interactions be considered in models of species niches and distributions? *Journal of Biogeography* 44(1), 8-17. [Click aquí](#)

• Wiens JJ. 2011. The niche, biogeography and species interactions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366(1576), 2336-2350. [Click aquí](#)

CUANDO EL PARECIDO ENGAÑA: DIFERENCIAS ENTRE HOMOLOGÍA Y HOMOPLASÍA

Erika C. Pérez-Ovando*

Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales. Instituto de Ciencias Biológicas, UNICACH

Jorge H. Valencia

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

*erika.perez@unicach.mx



Fotografía: Derek Keats, Pexels

A lo largo de la historia, la clasificación de las cosas ha sido una actividad fundamental para los seres humanos. Por ejemplo, **cuando clasificamos a los seres vivos, utilizamos como criterio sus similitudes y diferencias. Sin embargo, si desconocemos el origen evolutivo de las especies**, resulta difícil comprender por qué ciertas estructuras, como las alas, se encuentran en grupos de organismos que no necesariamente están cercanamente emparentados, como los murciélagos y los insectos. Así mismo, **resulta igualmente interesante la comprensión de por qué hay estructuras que son muy diferentes entre organismos a pesar de compartir una historia evolutiva más estrecha, como las extremidades de una ballena y las de un venado.**

Desde una perspectiva evolutiva, **las características homólogas, o con similitud, reflejan la presencia de un rasgo o característica que proviene del ancestro común más reciente de dos especies**, y son los elementos clave para establecer sus relaciones filogenéticas (historia evolutiva). En otras palabras, si un grupo de especies desciende de un mismo ancestro, es de esperar que compartan varios caracteres homólogos. **Un ejemplo de caracteres homólogos son las extremidades de los seres humanos, las alas de los murciélagos y las aletas del delfín** (Figura 1). Aunque a simple vista no se parecen, tienen estructuras óseas muy similares, lo que indica que **provienen de un antepasado común, pero en la actualidad cumplen funciones muy distintas** (como cargar objetos, cavar, caminar, volar y nadar).

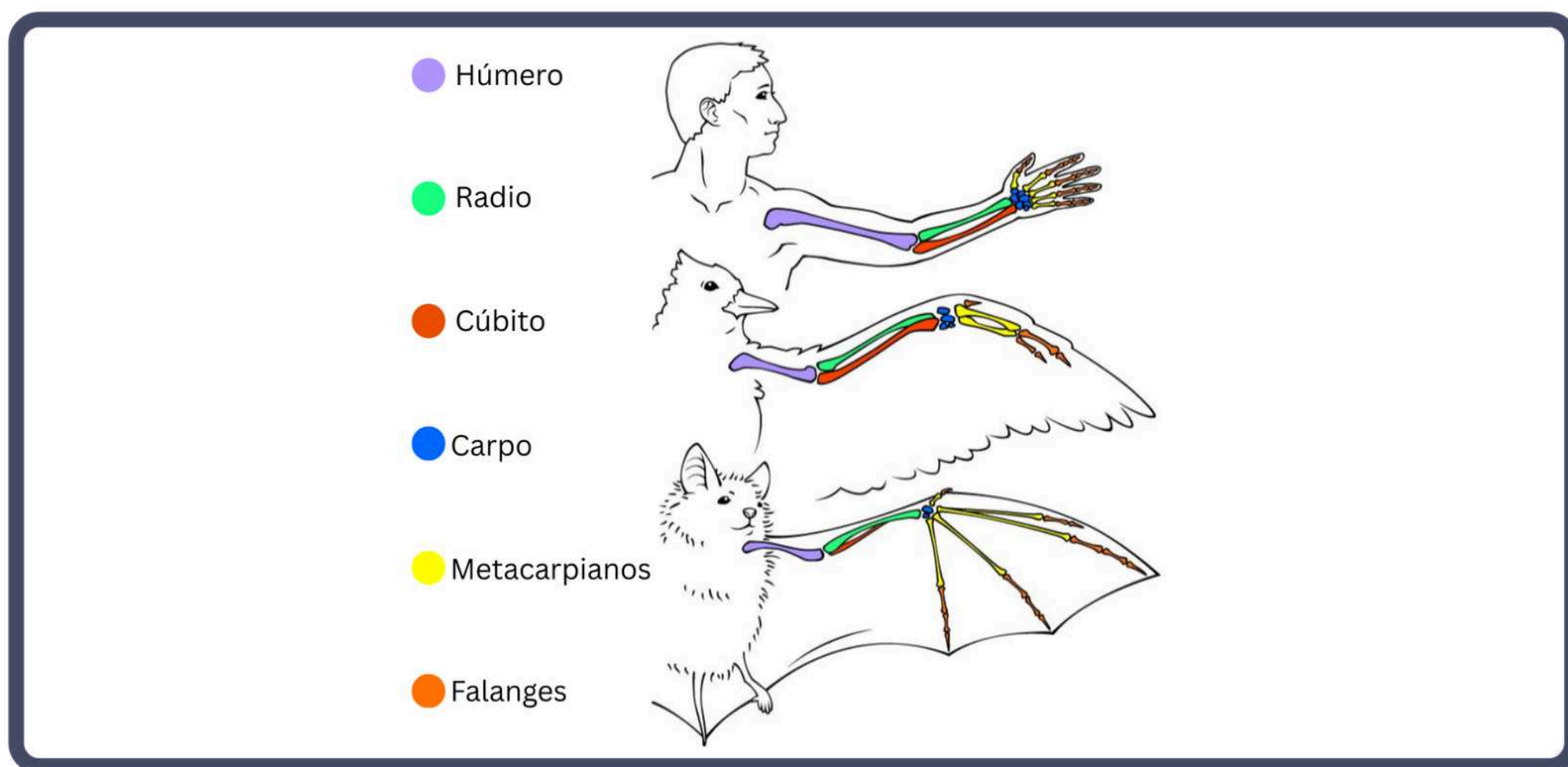


Figura 1. Las extremidades anteriores de animales cumplen funciones diferentes, pero comparten la misma secuencia y disposición de los huesos. En la figura los huesos homólogos están coloreados del mismo color. Sus nombres están en la clave de colores. Se muestran en el brazo del humano, ave y murciélago. Modificado de: Arizona Board of Regents / ASU Ask A Biologist, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons

En contraste, **las semejanzas que no provienen de un ancestro común se denominan homoplasias**. Éstas reflejan la presencia de una característica similar en dos especies que no comparten un ancestro común reciente, **como es el caso de las alas de los murciélagos y las alas de las aves** (Figura 2). **Esto se conoce como convergencia**. Ambos grupos de animales pueden volar, pero sus alas no provienen de un antepasado común con esa capacidad. Las homoplasias también pueden originarse por **paralelismo**, que ocurre cuando una misma característica aparece en dos especies, no porque la hayan heredado de su ancestro común más cercano, sino porque ambas la comparten de un ancestro más distante. **Un ejemplo de paralelismo es la evolución de cuerpos alargados y sin patas en algunas serpientes y ciertos lagartos, que comparten un ancestro más lejano con esa forma corporal** (Figura 3).

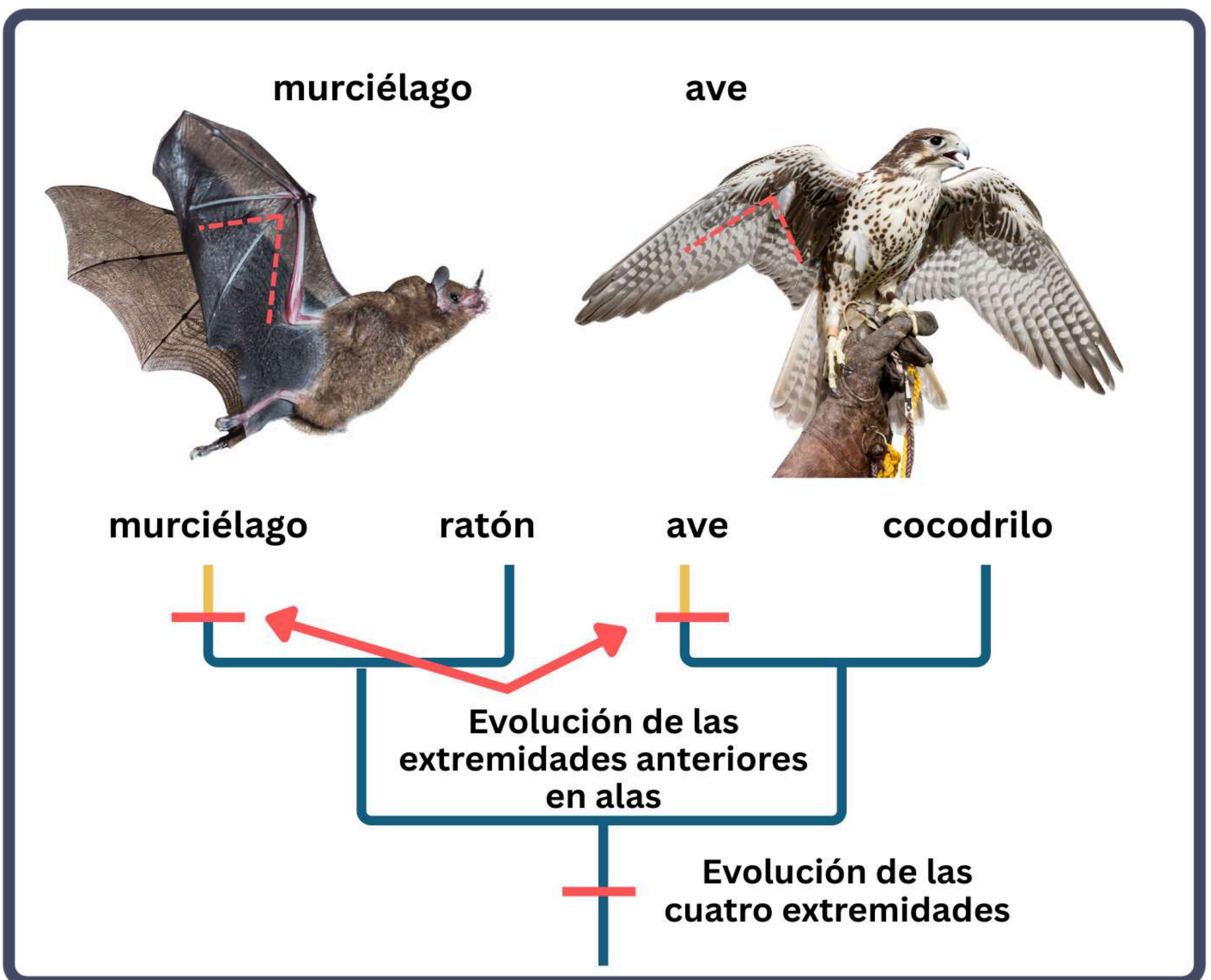


Figura 2. Las aves y los murciélagos no heredaron las alas de un antepasado común alado, pero sí heredaron las extremidades anteriores de un antepasado común. Arriba: representación de la homoplasia entre las alas de los murciélagos y las aves; Abajo: diagrama que muestra las relaciones de parentesco entre los murciélagos y las aves. Ilustración modificada de Understanding Evolution (s.f.). Fotografías: Andy Morffew, Pxhere; Nathan Rupert, Flickr



Figura 3. Un claro ejemplo de paralelismo es la evolución de cuerpos alargados y sin patas en algunas serpientes y ciertos lagartos. Arriba: mapa que muestra la distribución de cinco lagartijas sin patas de México; abajo: fotografías de las cinco especies de lagartijas sin patas. Ilustraciones tomadas de Valdez-Villavicencio et al. (2017)

Existe un debate sobre si la homología y la homoplasia son conceptos totalmente separados o no. Para algunas personas, ambos conceptos reflejan cuán profunda o reciente es la ascendencia común de las especies. Más aún, los mismos genes pueden participar en el desarrollo de estructuras homólogas o de estructuras homoplásicas. Esto significa que estas estructuras pueden perderse o atrofiarse, pero la “instrucción” genética para formarlas puede permanecer. Para entender la diferencia entre homología y homoplasia, podemos fijarnos en dos ejemplos: el amnios, la membrana que protege al embrión en muchos vertebrados, y la bioluminiscencia, la capacidad de producir luz que tienen distintos organismos no relacionados.

Los animales que tienen columna vertebral aparecieron en la tierra hace unos 325 millones de años y se dividen en diferentes grupos: aves, anfibios, mamíferos, reptiles y peces. **A pesar de sus diferencias, los reptiles, aves y mamíferos poseen una característica en común y es que son considerados amniotas; es decir, durante su desarrollo embrionario forman un tipo particular de huevo, llamado huevo amniota, el cual permitió que la reproducción pudiera llevarse a cabo en tierra firme.** Este tipo de huevo contiene cuatro membranas especiales (saco vitelino, amnios, alantoides y corion) que protegen y nutren al embrión (Figura 4). Como todos los amniotas descienden de un mismo antepasado, esta característica se considera un rasgo homólogo compartido por el grupo de animales (Figura 5). **En todos los casos, el desarrollo embrionario ocurre en una bolsa (saco vitelino) rellena de agua (amnios).**

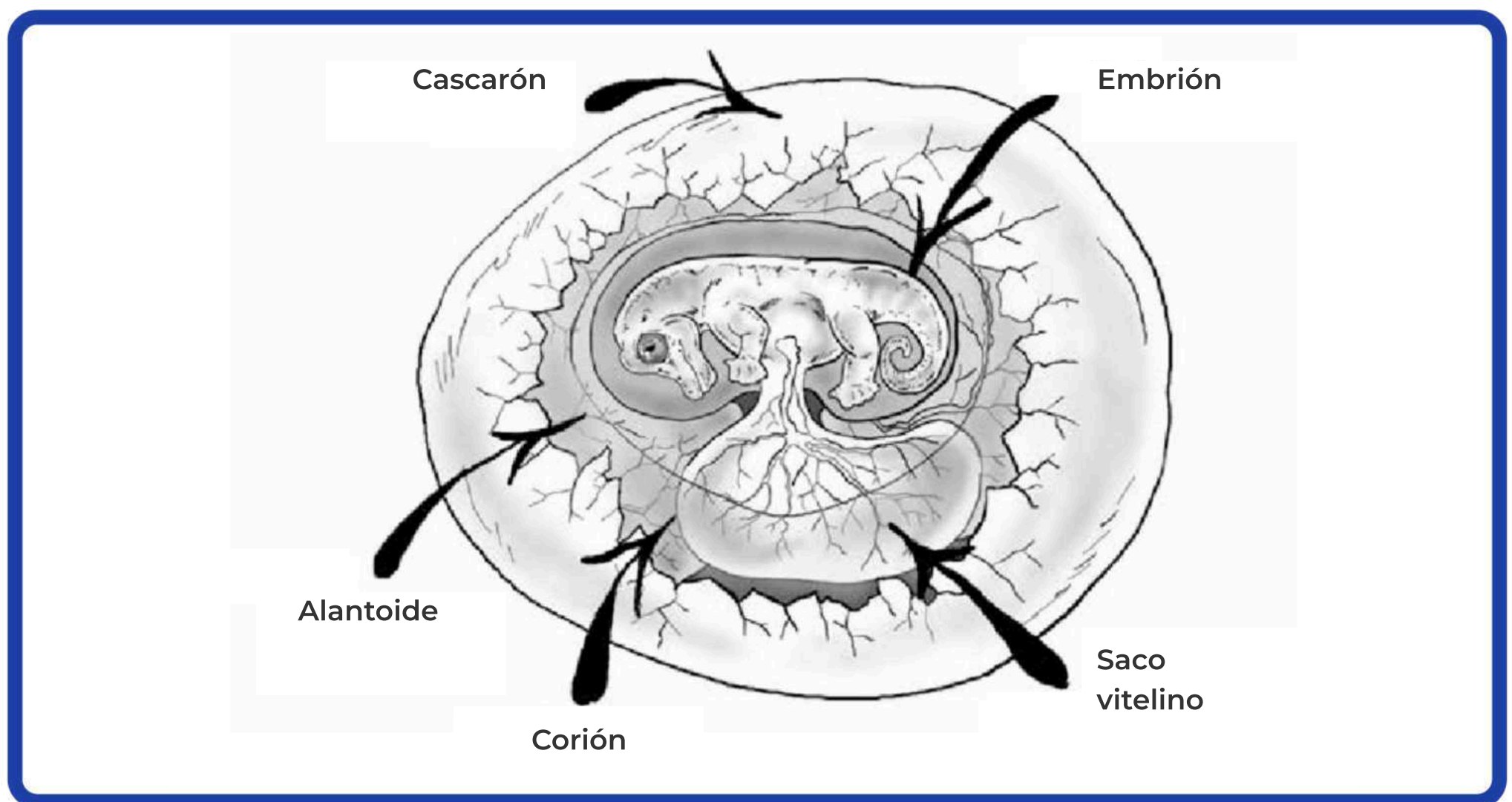


Figura 4. La característica principal de los animales amniotas es que protegen a sus embriones dentro de un huevo compuesto por cuatro capas. Estas capas están presentes en los huevos de reptiles y aves, así como en el saco amniótico de los mamíferos. Ilustración modificada de Hickman *et al.* (2011). Da click para ampliar imagen

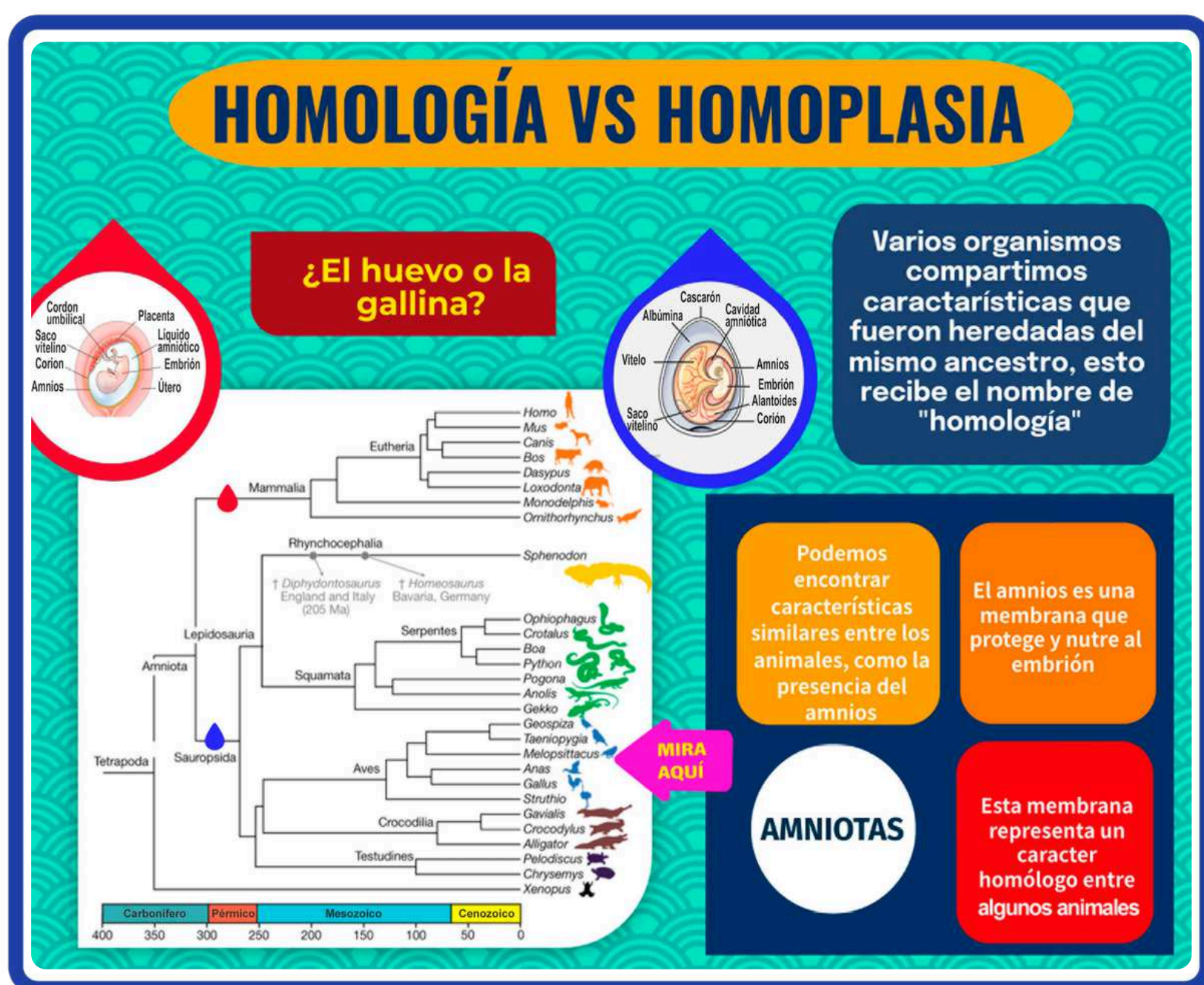


Figura 5. Infografía que representa la presencia del amnios en organismos vertebrados superiores. Ilustración: Elaboración propia. Da click para ampliar imagen

Por otro lado, la bioluminiscencia se encuentra en diferentes organismos de ambientes acuáticos y terrestres, se considera un rasgo complejo que evolucionó decenas de veces mediante mecanismos novedosos. Los estudios más recientes calculan que **la bioluminiscencia ha surgido al menos 94 veces a lo largo de la historia de la vida**. Algunos de los grupos lejanamente emparentados donde la bioluminiscencia ha surgido en múltiples ocasiones son los cnidarios (como medusas y corales blandos) y los gasterópodos (ciertos caracoles y babosas marinas).

Muchos organismos que brillan en la oscuridad producen sustancias similares llamadas luciferinas, como la coelenterazina o la vargulina, para **producir luz**. Esto se debe a una evolución convergente, esto es, distintas especies no emparentadas desarrollaron proteínas parecidas que usan estas luciferinas. Sin embargo, esta similitud no siempre se presenta en otros niveles, como órganos, células o funciones. Algunos sistemas de bioluminiscencia son muy parecidos, pero otros varían mucho entre especies. Además, no todos los organismos producen luz por sí solos: algunos lo hacen gracias a que pueden hospedar y controlar colonias de bacterias luminosas en sus órganos, lo que se llama bioluminiscencia bacteriogénica (Figuras 6 y 7).

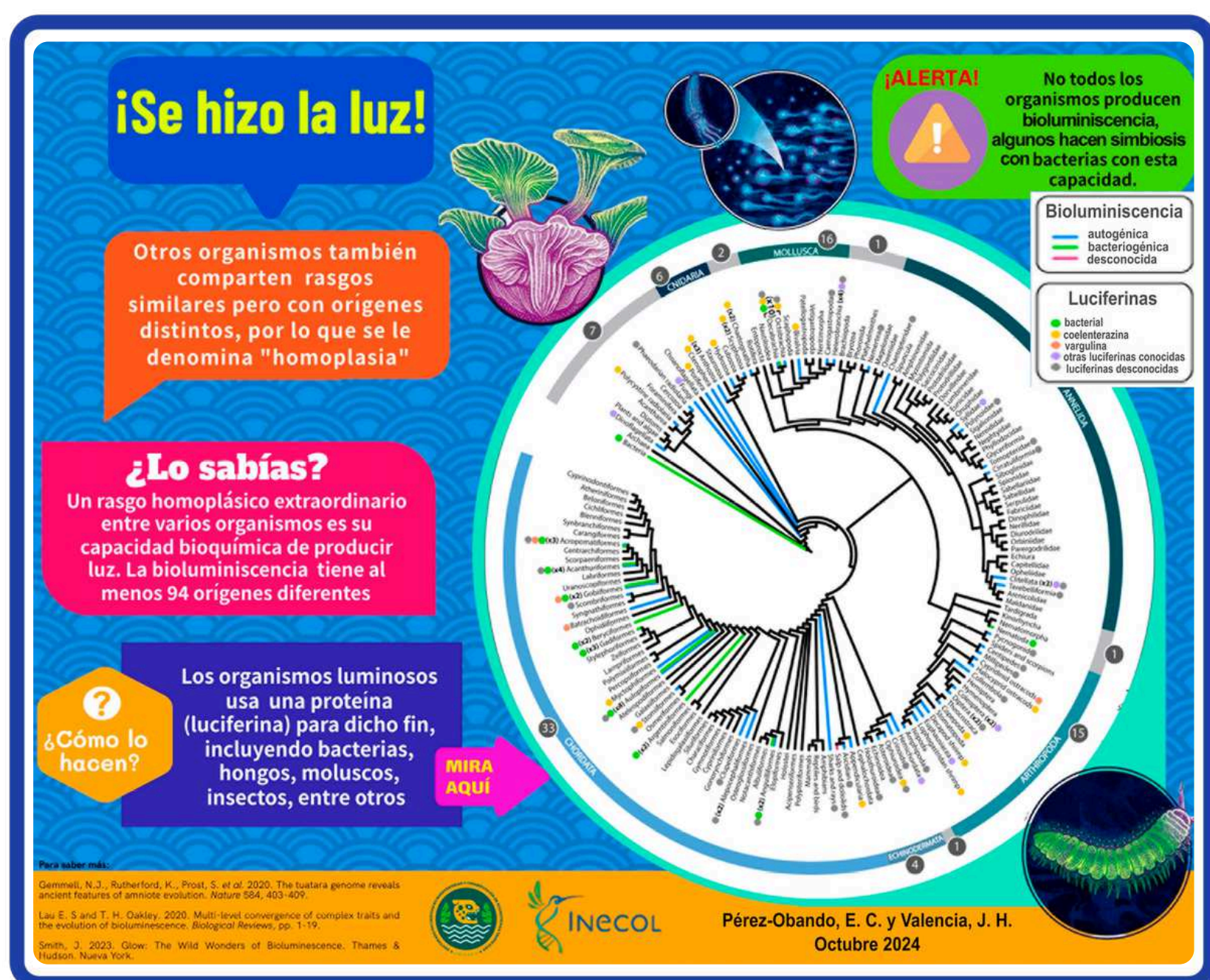


Figura 6. Infografía que representa el origen de la bioluminiscencia en organismos de diferentes organismos. Ilustración: Elaboración propia. Da click para ampliar imagen

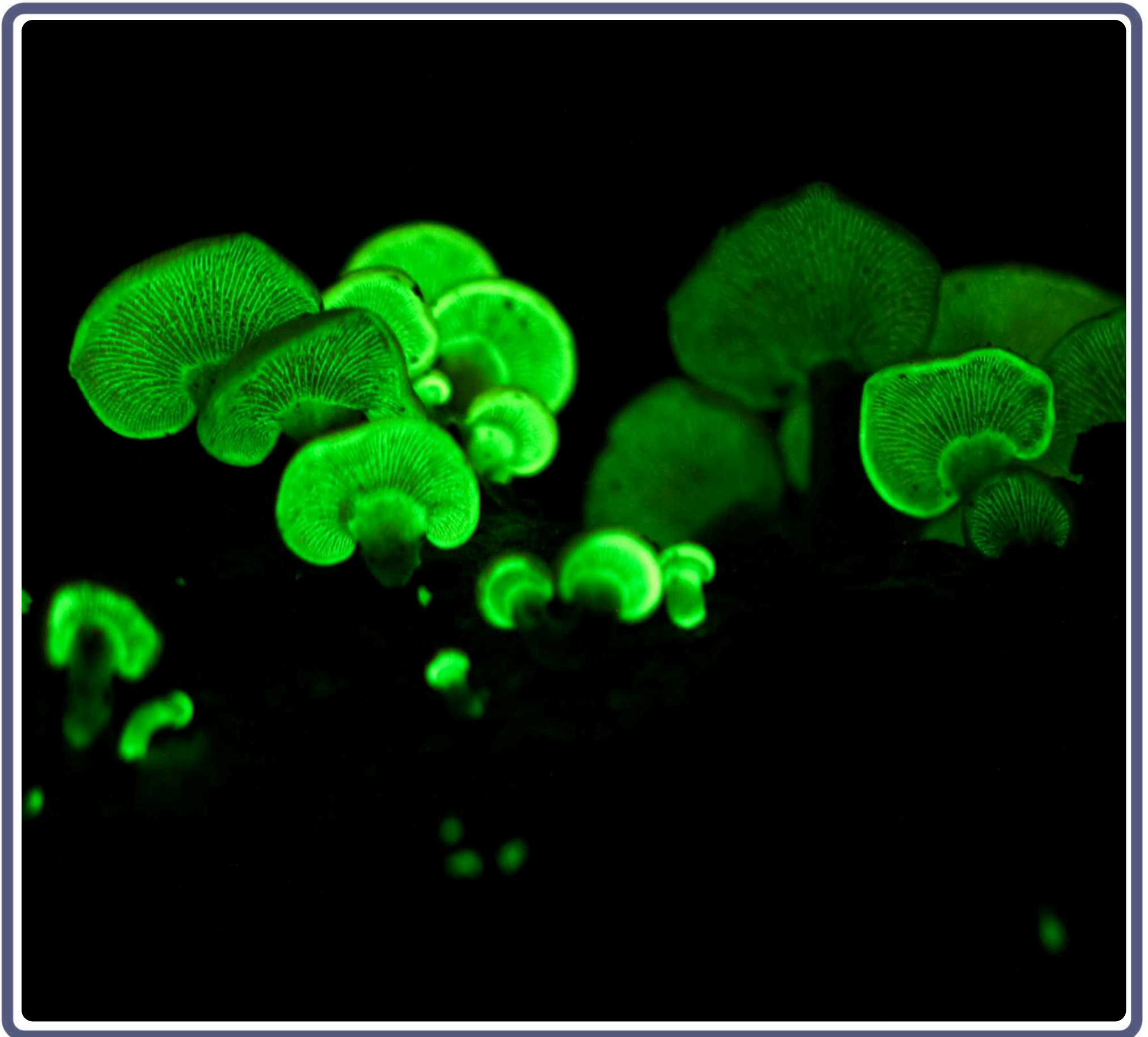


Figura 7. Algunos hongos producen luz, posiblemente como una forma de atraer insectos y así facilitar la dispersión de sus esporas. Hongo bioluminiscente (*Panellus* sp.) obtenida de Wikimedia Commons

Contar cuántas veces una característica apareció de forma independiente no siempre es fácil, porque al tratar de saber cómo eran los antepasados de ciertos organismos, podemos equivocarnos. Dependiendo de las suposiciones que usemos sobre qué tan probable es que un rasgo se gane o se pierda, el resultado puede parecer mayor o menor de lo que realmente fue. Finalmente, el diseño de la infografía en la que se presentan ejemplos como el amnios en vertebrados y la bioluminiscencia en distintos reinos, es producto de nuestro aprendizaje en el curso de “Introducción a Sistemática Filogenética”.

Agradecimientos:

Lo autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca de posgrado otorgada (CVU 109985 y 415474), y a las Dras. Itzi Fragoso Martínez y Viridiana Vega Badillo, responsables del curso “Introducción a la Sistemática Filogenética”, por la revisión del documento. ECPO agradece al Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas por todas las facilidades otorgadas durante su formación académica.

Para saber más:

- Lau ES, Oakley TH. 2021. Multi-level convergence of complex traits and the evolution of bioluminescence. *Biological Reviews* 96(2), 673-691. [Click aquí](#)
- Valdez-Villavicencio JH, Peralta-García A, García-Padilla E, Alaniz-García J. 2017. Lagartijas sin patas de México: reptiles vulnerables y poco conocidos. *Biodiversitas* 133, 12-16. [Click aquí](#)
- Understanding Evolution. (s.f.). Homologías y analogías. En *Evolution 101: La historia de la vida. La observación de los patrones*. Obtenido de University of California Museum of Paleontology, Universidad de California, Berkeley. [Click aquí](#)

Fotografía: Catalin Barbut, Pexels

Trivias y Arte

Fotografía: Jess Loiterton, Pexels



Qué tanto sabes ...

del Golfo de México

M. Luisa Martínez

Red de Ecología Funcional, INECOL marisa.martinez@inecol.mx

Un golfo es una proporción de océano que está rodeado por tierra. Los golfos pueden tener diferentes formas, tamaños y profundidades y son relativamente abundantes en las costas del planeta. Existen alrededor de 106 golfos en el planeta y uno de ellos es el Golfo de México. **El Golfo de México representa un recurso invaluable y sustenta la vida de unos 15 millones de mexicanos. Su protección y conservación es clave para mantener la sostenibilidad de las poblaciones marinas**, así como de las comunidades humanas que dependen de ellas. **¿Qué tanto sabes sobre este famoso golfo?**



Imagen satelital mostrando el Golfo de México. Imagen de Google earth.

1. ¿Cuál es el golfo más grande del mundo?

(A) Golfo de Alaska

(B) Golfo Pérsico

(C) Golfo de México

Respuesta

(C) Mundialmente se reconoce que el Golfo de México es el más grande. **Se conecta con el Océano Atlántico a través del Estrecho de Florida y con el Mar Caribe a través del Canal de Yucatán.** Tiene una superficie de 1,566,726 km² y su costa se extiende a lo largo de 5,000 km. **La zona más profunda del Golfo de México alcanza los 4,384 m y se conoce como la Fosa de Sigsbee.** Esta fosa es una depresión que se extiende por más de 480 kilómetros y **frecuentemente es llamada el “Gran Cañón bajo el mar”.** Se localiza dentro de la zona económica exclusiva mexicana, y fue nombrada por su descubridor, el capitán Charles Dwight Sigsbee del USS Maine. El punto más cercano a tierra desde esta fosa es la costa mexicana y se encuentra a 355 kilómetros al noroeste de Progreso, Yucatán.

Otros golfos también de gran tamaño son el Golfo de Alaska (355,017 km²), el Golfo de Guinea (730,152 km²) ubicado en la costa oeste de África, el Golfo de Carpentaria en Australia (328,054 km²) y el Golfo Pérsico (251,000 km²) en la Península Arábiga. Algunos listados consideran al Golfo de Bengala como un golfo, pero otros no porque no está realmente rodeado de tierra. Este golfo abarca 2,267,997 km² de superficie y tiene más de 5,000 m de profundidad.



Figura 1. Mapa del mundo mostrando los golfos más grandes.
Figura: Elaboración propia.

2. ¿La ubicación geográfica del Golfo de México siempre ha sido la misma?

(A) Ha cambiado a lo largo de millones de años

(B) Siempre ha estado en México

(C) Se movió de Europa a Norteamérica

Respuesta

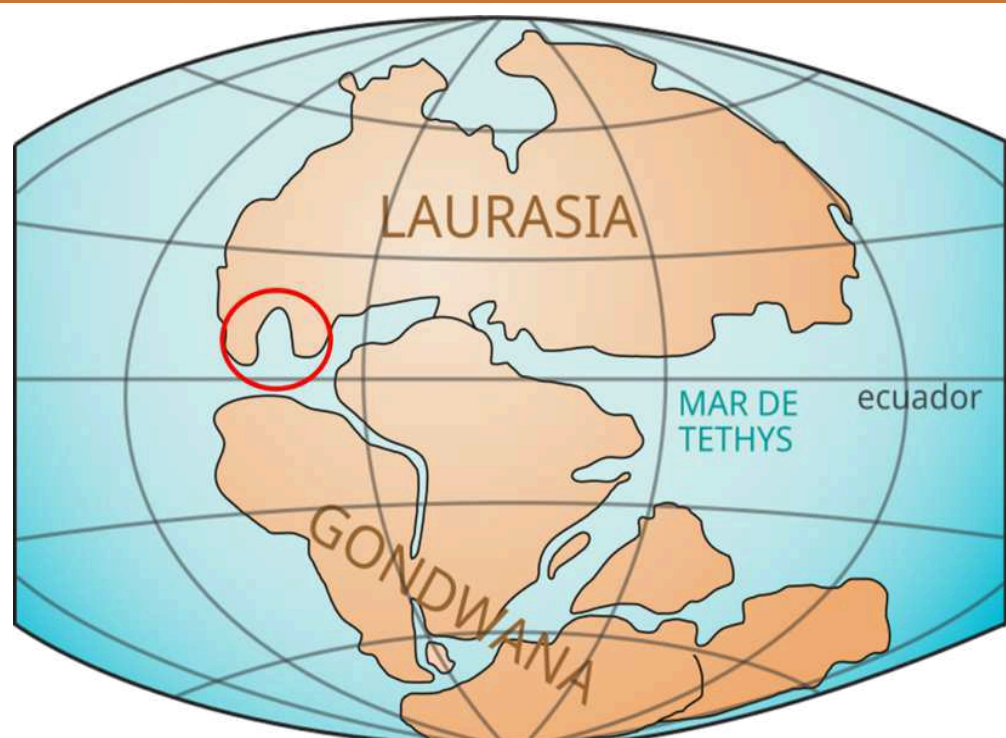
(A) La formación del Golfo de México fue el resultado del movimiento de las placas que forman la corteza terrestre y que se conocen como placas tectónicas. **Gracias al movimiento de estas placas, los continentes del planeta se han movido a lo largo del tiempo.** Hace cientos de millones de años, toda la superficie terrestre del planeta formaba un solo supercontinente, llamado Pangea, el cual estaba rodeado por un océano global. Hace aproximadamente 200 millones de años se formó una fractura en el supercontinente y la Pangea se dividió en dos supercontinentes de menor tamaño: Laurasia en el norte y Gondwana en el sur. Posteriormente, Laurasia dio origen a Norteamérica, Europa y Asia y Gondwana a Sudamérica, África, Antártida y Australia. Fue precisamente durante esta fragmentación del gran supercontinente Pangea que se formó el Golfo de México.

La evidencia geológica indica que el Golfo de México se formó durante el Triásico, hace aproximadamente 200 a 300 millones de años. Como referencia de la situación del planeta en esos tiempos, es suficiente decir que coincidió con el surgimiento de los dinosaurios, hace 230 millones de años.

Periodo Triásico hace 200 millones de años



El círculo rojo muestra la ubicación del Golfo de México en aquella época



Distribución de los continentes durante el Triásico, hace 200 millones de años. Imagen de uso público, publicada con permiso de LennyWikidata, Kizar - Este archivo deriva de: Laurasia-Gondwana.svg; CC BY 3.0

3. ¿Cuántos países rodean al Golfo de México?

(A) 2 países

(B) 3 países

(C) 5 países

Respuesta

(B) El Golfo de México está rodeado por tres países: Estados Unidos, México y Cuba. En Estados Unidos, son 5 estados los que comparten litoral con el Golfo: Texas, Luisiana, Alabama, Misisipi y Florida. En México, son seis: Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Cuba tiene dos provincias en el Golfo: Pinar del Río y Artemisa.

Además del contacto directo con estos tres países, **el Golfo tiene un efecto importante en al menos otros 12, gracias a lo que se conoce como la “Corriente del Golfo”**. Esta corriente es rápida y transporta el agua cálida del Golfo de México por la costa este de Estados Unidos, hacia Canadá y de ahí viaja hacia Europa. La corriente del Golfo tiene una anchura de más de 1000 km en gran parte de su trayectoria. Su caudal es enorme: 80 millones de m^3/s . **Ayuda a regular el clima de la costa oeste de Europa**, afectando a países como Portugal, España, Francia, Bélgica, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Polonia, Dinamarca, Suecia, Noruega e Islandia. Existe la preocupación de que el cambio climático afecte la corriente del Golfo y, por lo tanto, se modifique el clima de Europa.



Figura 3. Trayectoria de la Corriente del Golfo. Mapa modificado de la NOAA.
Figura: National Environmental Satellite, Data, and Information Service o NOAA,
<https://scijinks.gov/gulf-stream/>

4. ¿Quién pone nombre a los golfos?

- (A) Los presidentes
- (B) Los habitantes
- (C) Es una combinación de costumbres y organismos internacionales



Figura 4. Mapa del siglo XVI mostrando el Golfo de la Nueva España, lo que hoy se conoce como Golfo de México. Figura: Creative commons

Respuesta

(C) Los nombres de los mares y golfos del mundo son asignados por una combinación de factores, incluyendo organismos internacionales, gobiernos de los países involucrados y la costumbre. La Organización Hidrográfica Internacional juega un papel importante en la delimitación de los mares y océanos, pero no decide directamente sobre la asignación de nombres. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) también tiene grupos de expertos que se ocupan de los nombres geográficos. Pero ninguna de las dos organizaciones puede obligar a ningún país a utilizar un nombre específico. Es decir, **no hay una autoridad única que decide los nombres de los espacios geográficos.**

Respuesta

Un aspecto importante es el nombre acostumbrado y la historia de los lugares. Por ejemplo: ¿en qué momento se bautizó al Golfo de México como tal? Al parecer, este enorme cuerpo de agua no tuvo un nombre oficial hasta la década de 1540. En aquellos tiempos se le conocía como Golfo de Nueva España o Golfo de México. Y, **de hecho, durante más de 150 años, este mar fue considerado un territorio exclusivo de España, un “mar sacrosanto” fuera del alcance de otras naciones, reflejando el dominio absoluto que los españoles pretendían sobre las aguas del Nuevo Mundo.**

En resumen, no hay una sola entidad que tenga la última palabra en la asignación de nombres de los golfos. La decisión suele ser una combinación de factores y acuerdos entre las partes interesadas.



5. ¿Por qué es importante el Golfo de México para la biodiversidad?

(A) Porque contiene una enorme riqueza de especies

(B) Porque tiene muy pocas especies

(C) Porque contiene especies de muchas partes del mundo



Respuesta

El Golfo de México alberga una gran diversidad de hábitats y ecosistemas marino-costeros, tanto tropicales como templados, e incluye manglares, estuarios, fondos blandos en aguas someras, fondos rocosos, comunidades arrecifales y una extensa zona de mar profundo. Estos ecosistemas sustentan una rica biodiversidad y son fundamentales para la conservación de especies marinas.

Se tiene reportado que alrededor de 15,500 especies marinas y costeras habitan en el Golfo de México. Los grupos más diversos corresponden a los crustáceos (2,579 especies) como los camarones y moluscos (2,455 especies) como los ostiones. Muchas de estas especies tienen un alto valor comercial, y mantienen a las pesquerías de estas entidades en los primeros lugares a nivel nacional. Otras especies carismáticas que utilizan al Golfo de México en sus rutas de migración o áreas de alimentación, incluyen a siete especies de ballenas, tres especies de orcas y nueve especies de delfines, el manatí del Caribe y la foca Monje del Caribe. También son abundantes diversas aves como la cigüeña americana, y el flamenco rosado, las tortugas Carey y lora, y el cocodrilo del pantano. Hay diversas zonas con protección especial debido a su relevancia ecológica.



Figura 5. Arrecife de coral en Isla Mujeres, México.
Fotografía: Harvey Clements. Pexels

Aprende más sobre
cómo se creó el
Golfo de México

PANGEA

Si visitas el Golfo de
México ¡seguro nos
vemos!

Para saber más:

- Datos sobre los golfos del mundo. [Click aquí](#)
- Sobre la corriente del Golfo. [Click aquí](#)
- Sobre la historia geológica del Golfo de México. [Click aquí](#)

BIOTRIVIA

¿Qué playa está en mejor estado?

Octavio Pérez-Maqueo*

Maricruz González Alvarado*

M. Luisa Martínez**

*Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL **Red de Ecología Funcional, INECOL
octavio.maqueo@inecol.mx

Las costas, sobre todo las playas arenosas, son sitios donde se desarrolla gran parte de nuestra economía y de las que dependemos muchas personas y especies de animales, plantas y demás. **Su estado de conservación y buen funcionamiento son fundamentales para todas las actividades y procesos que ocurren en estos ambientes.**

Por ello, es importante reflexionar qué tanto queremos modificarlas en aras de un progreso económico. Es decir, necesitamos enfrentar el insalvable dilema entre mantener la playa en su condición más natural o modificarla para nuestro beneficio. **Te invitamos a responder una pregunta fácil de hacer, pero difícil de contestar:**

Observa las fotos y vota aquí

(A) Playa Chachalacas, Veracruz



(B) Playa Puntilla, Veracruz



(C) Puerto Morelos, Q. Roo



(D) Monte Pío, Veracruz



Fotografías: (A) Octavio M. Pérez-Maqueo, (B), (C) y (D) Marisa Martínez

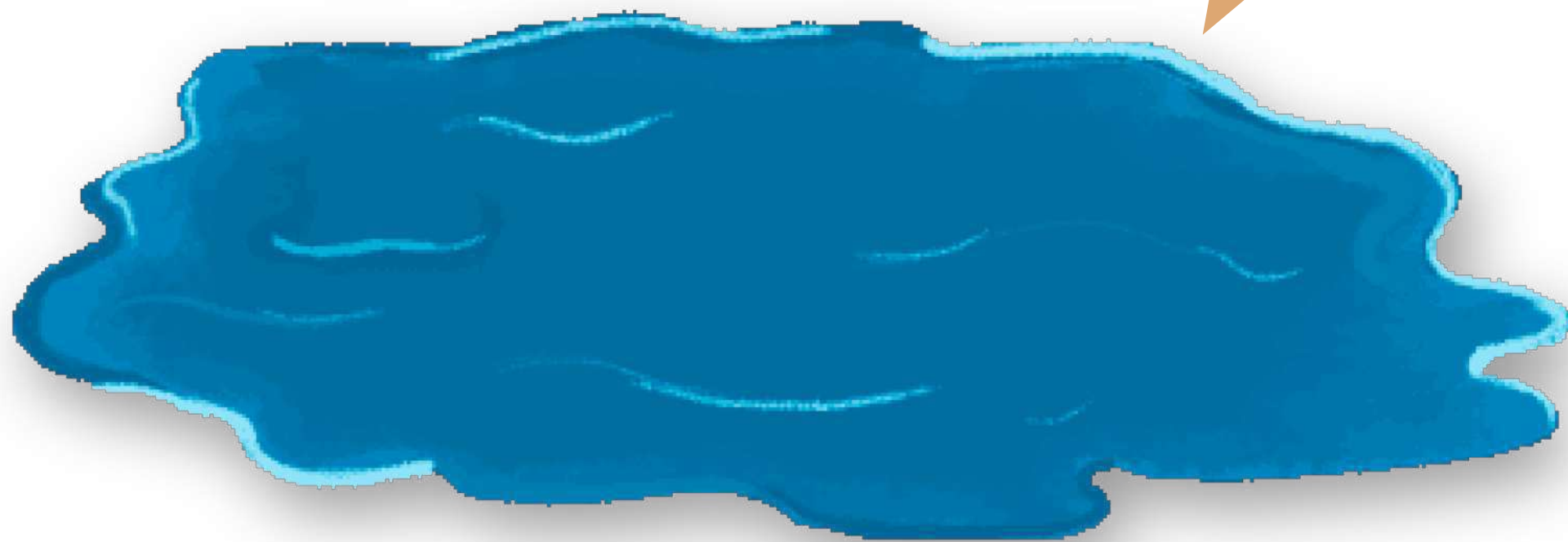
Respuesta

Probablemente, si eres bióloga o biólogo, o simplemente amante de las playas naturales, elegiste la opción (B). Intuitivamente sabemos que la presencia humana suele causar daños en los ecosistemas, y **esta playa, al parecer, se mantiene sin modificaciones: conserva vegetación nativa, las olas fluyen libremente y no presenta construcciones urbanas.**

Ahora, si viste las fotos con ojos de turista quizá preferiste la opción (A) o la (C) porque esas playas te permitirían disfrutar de unas vacaciones en conexión con el mar, aunque la playa haya sido transformada, ya sea, por la presencia de motocicletas o por un impresionante hotel .

Para una persona que vive en la costa tal vez la mejor opción sea la (D). Pues, una playa en buen estado es mucho más que un paisaje bonito: es hogar, refugio y fuente de alimento mediante la pesca.

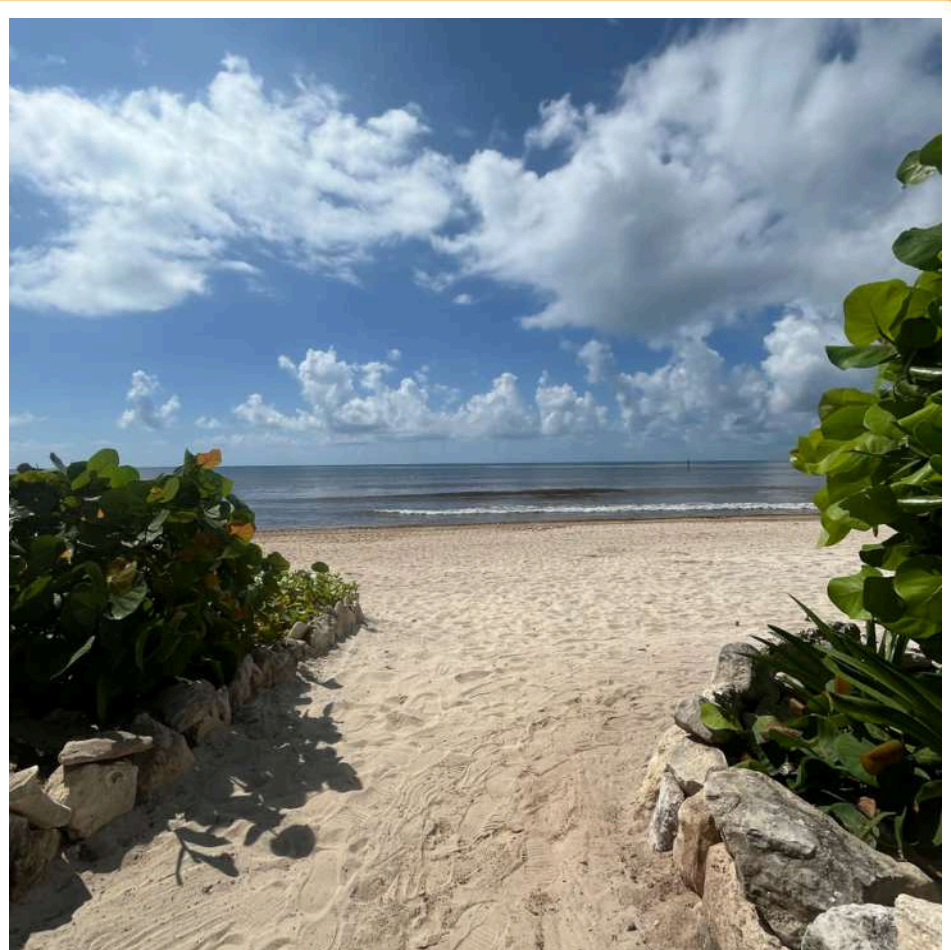
A mí me gusta
cuando vienen a
visitarme



Como puedes ver, el estado de una playa puede evaluarse desde múltiples perspectivas. Por esta diversidad de enfoques, el manejo de las playas es un asunto complicado. Pero si queremos conservarlas y aprovechar los beneficios que nos brindan—hoy y en el futuro— necesitamos contar con criterios claros para evaluar su estado. Así que, **concentrémonos en este punto y hagámoslo con base en tres criterios: condición, servicios ecosistémicos y extensión.**

Condición de las playas

Para evaluar la condición, primero **necesitamos conocer cómo funciona la playa con y sin nuestras intervenciones**, para no comprometer los procesos naturales. Una forma de hacerlo es establecer un gradiente que incluya en un extremo playas no transformadas, y en otro, playas muy transformadas y alteradas. Posteriormente podemos evaluar en los distintos puntos de este gradiente algunos procesos naturales como la erosión, el aporte de arena, las relaciones entre especies y compararlos con los de la playas no transformadas y así saber que está pasando en ellas con nuestras intervenciones. **Con esta información es posible además asignar una calificación: por ejemplo, de 0 (muy mala condición) a 10 (excelente) dependiendo de qué tanto se alteraron los procesos ecológicos.**



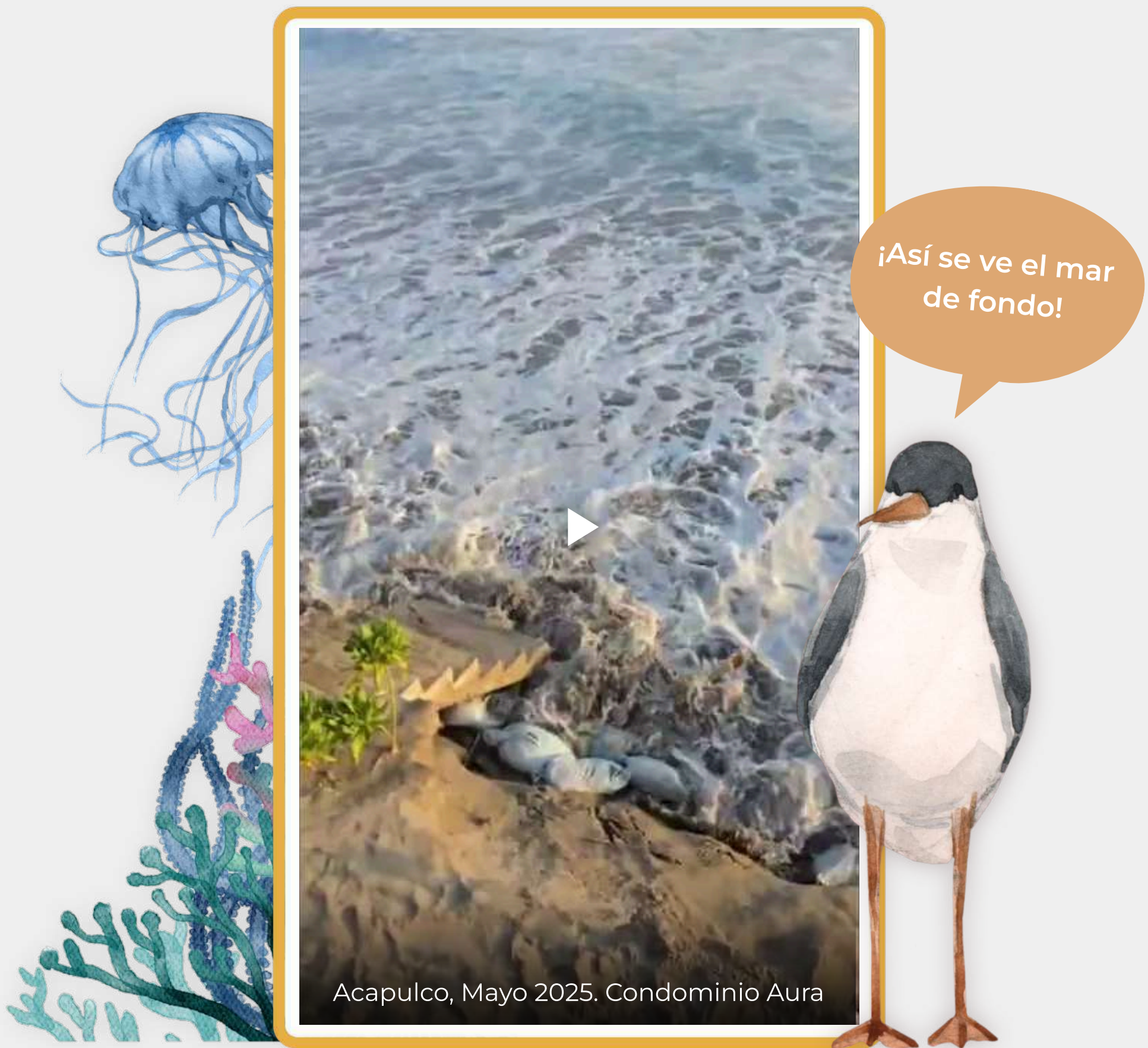
Fotografías: Vinisa Romero

Servicios Ecosistémicos

Algunos de los procesos que suceden en las playas generan beneficios para el ser humano. Dentro de estos beneficios están la **protección contra huracanes, la pesca, la belleza escénica**, entre otros. ¡Maravilloso! Con solo existir y a veces con un poquito de nuestra ayuda, **las playas son una fuente de bienestar para todos. Contabilizar estos beneficios también es importante ¿no crees?** Esto se realiza a través de algo que seguro habrás escuchado, los famosos servicios ecosistémicos o servicios ambientales, los cuales, entre otras formas, se pueden valorar física y económicamente.

Extensión de las playas

Además de los dos criterios anteriores podemos agregar un tercero, la extensión de las playas. **Conocer el largo y ancho de la playa es muy importante, ya que la condición y la provisión de los servicios ecosistémicos dependen de ello.** Piensa que muchos de los procesos que las mantienen en buena condición, como la diversidad, dependen de su tamaño. De la misma manera, la provisión de servicios ecosistémicos como la protección contra los huracanes o disfrutar de la playa y su arena también están en función de la extensión. **Ya te imaginarás en lo desilusionante que puede resultar para los turistas ir de vacaciones a la playa y encontrarse con que ésta no está, lo cual puede haber sido consecuencia de nuestras decisiones de manejo que generan erosión o incluso por procesos naturales (temporales), como el mar de fondo.**



Tomar decisiones informadas

Actualmente, **las Naciones Unidas está integrando periódicamente datos sobre la condición, los servicios ecosistémicos y la extensión de diversos ecosistemas** en lo que se conoce como Sistema de Contabilidad Ambiental-Económica de los Ecosistemas (SEEA EA) para evaluar y decidir sobre el manejo de nuestro planeta. **En el INECOL estamos haciendo lo mismo para las playas arenosas de México. Lo importante es ser prevenidos y evitar llegar a niveles de deterioro que comprometan el funcionamiento de los ecosistemas.** Como dijo el Secretario General de las Naciones Unidas, António Guterres respecto a la creación de este sistema de cuentas: **“Ya no permitiremos que la destrucción ambiental sin sentido se considere como un progreso económico”**



En el INECOL analizamos la extensión, la condición y los servicios ecosistémicos que las playas aportan a la sociedad. Fotografías: Vinisa Romero



Fotografía: Vinisa Romero

Ir al índice

Agradecimientos

Agradecemos a la SECIHTI por su apoyo a través del proyecto CONAHCYT CF-2023-G-1497 “Estimación de la integridad ecosistémica de las costas arenosas mexicanas a través de técnicas de aprendizaje de máquina”.

Para saber más:

- Cuentas de los ecosistemas de México. [Click aquí](#)
- Contabilizando el progreso de un país. [Click aquí](#)
- Contando y midiendo las costas. [Click aquí](#)

ANÉCDOTAS DE BATAS Y BOTAS

Fotografía: Camera Man, Pixabay



CUANDO CAEN LOS ÁRBOLES DE LA SELVA

Mario E. Favila

Red de Ecoetología, INECOL. • mario.favila@inecol.mx

He tenido la oportunidad de trabajar durante muchos años en la Estación de Biología Tropical, Los Tuxtlas de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). Siempre he sido bien recibido y mantengo una muy buena relación de amistad con el personal de dicha estación. **La entrada a la selva es siempre una experiencia fantástica, pero también sujeta a eventos impredecibles**, entre estos la posibilidad de encontrarse frente a una nauyaca (*Bothros asper*). Pero hay otros riesgos inherentes al deambular por la selva, como la caída de ramas y de los mismos árboles.

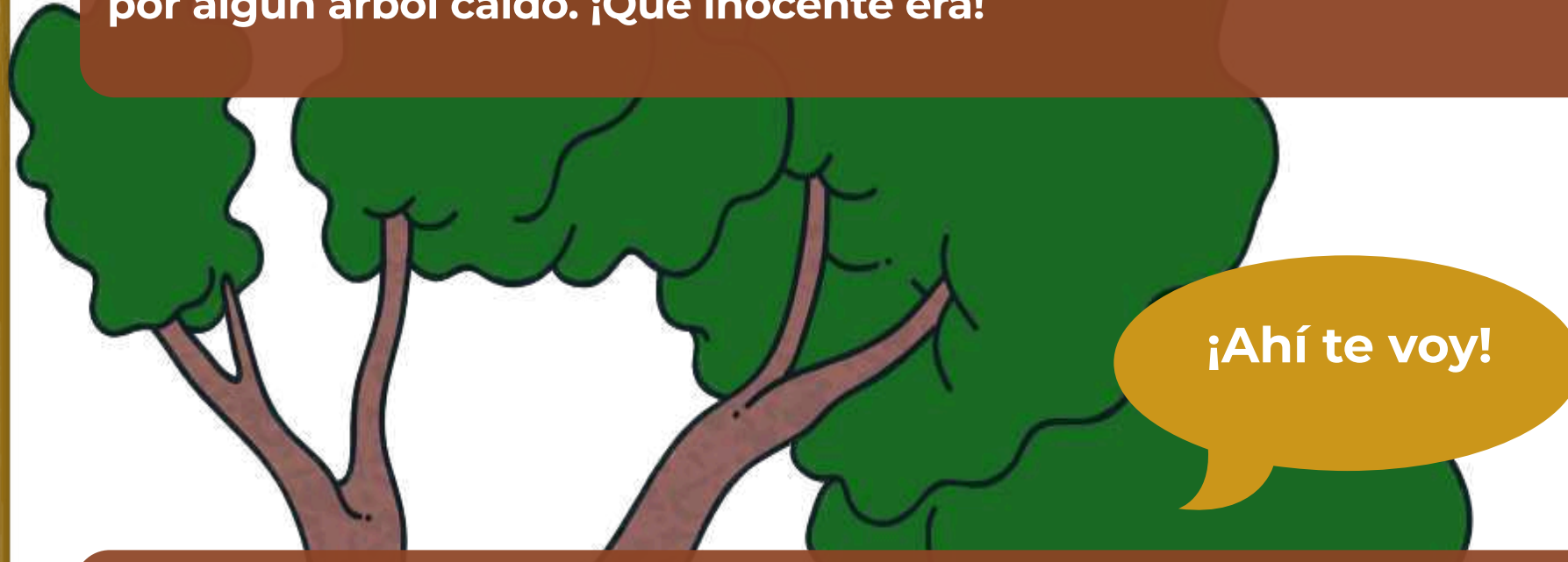


Fotografía: Marco Zozaya, INaturalist- CC BY-NC

Oye, aquí el peligro
no soy yo

Quien ha estado buen tiempo dentro de la selva no se sorprende de escuchar de repente el sonido, largo y fuerte de la caída de un árbol. Sin embargo, **ese largo sonido no tiene nada que ver con la velocidad con que ocurre la caída de esos venerables y milenarios habitantes de la selva**. Durante mucho tiempo, **yo pensé que cuando oyera caer un árbol cerca de donde me encontrara estaría presto a poner pies en polvorosa...¡Nada más falso!**

En una ocasión estaba por el Vigía 5, una de las rutas para subir el cerro que está en la Estación, trabajando con mis escarabajos. Estábamos, el Dr. Alfonso Díaz Rojas y un servidor revisando trampas cada hora desde las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde (¡hora del inicio de actividad de las nauyacas!). Es decir, me la pasaba metido 12 horas en la selva. Vi muchos animales: coatis, monos, nauyacas, tucanes, entre otros, y era común escuchar caer ramas. **Yo, precavido, me mantenía muy atento para evitar un accidente, y quedar apachurrado por algún árbol caído. ¡Que inocente era!**



¡Ahí te voy!

En una ocasión, estaba revisando una trampa, en cucullas, cuando oí el ruido de un árbol quebrándose. Rápidamente comprendí que se venía abajo, y muy cerca de donde yo estaba. **Pues lo único que pude hacer fue intentar levantarme para escapar cuando ya el árbol había caído junto a mí. ¡Qué susto y qué sorpresa!** Alfonso, que estaba abajo, subió para ver cómo estaba. Cuando llegó me preguntó que, si todo estaba bien; yo, creo aún pálido, le dije: -¿oíste el "largo" ruido de la caída de un árbol?- y él me confirmó. Solo le pude decir, -pues no creas lo que oyes-.



¡Ahí vieneeee!



El árbol, simplemente se cayó en un instante, sin decir ni pío. ¡Uf!, ¡qué experiencia!, pero también, ¡qué suerte! A pesar de todo, y de experiencias fuertes con nauyacas, otros animales y con el cambiante clima de la región, y los árboles que se caen, sigo disfrutando trabajar en la selva de Los Tuxtlas.

ECONOTICIAS

Fotografía: Lisa F., Pexels



Celebración 50 aniversario INECOL

El INECOL celebró su 50 aniversario el pasado 7 de agosto. Son 50 años de hacer investigación y participar en la formación de científicos con la finalidad de conservar y proteger la biodiversidad, proponer soluciones a problemas ambientales y contribuir con el bienestar de la sociedad. Durante la semana del aniversario del INECOL se realizaron diversas actividades científicas y culturales a las que tuvo acceso el público en general.



PROGRAMA	
Lunes 4	Exposición de Cerámica 12:00 50 AÑOS CREANDO VIDA Mtro. Gustavo Pérez Bocadillos y vino de cortesía
Martes 5	Historia de las revistas Institucionales del INECOL 10:30 Mesa redonda de editores de 4 revistas y 2 foras: evolución, impacto, público alcanzado 12:30 Temáticas abordadas de las revistas y foras 13:00 Concierto de Guitarras – SEV / Música mexicana
Miércoles 6	Conversatorio, 50 años haciendo historia 10:30 Dr. Armando Contreras Dra. Teresa Rojas Dra. Maricela Guerrero Dr. Exequiel Ezcurra 12:00 Presentación de Xalapa Jazz Orchestra
Jueves 7	Aniversario, 50 años haciendo conservación 10:30 h Bienvenida y semblanza Dra. Rosaura Ruiz / Dra. Marina Robles / Ing. Luz Mariela Zaleta / Dr. Martín Gerardo Aguilar Maestra de ceremonia: Mtra. Nancy Gómez Paredes 11:00 Cápsulas de video, felicitaciones 11:30 Entrega de reconocimientos por trayectoria laboral 12:00 Coro y Grupo musical Son de Madera 13:00 Kermés en Jardín Botánico Clavijero Campus 2, 11 estaciones de comida y 3 de bebida 15:00 Orquesta de Salsa UV

Diseño: Oficina de Comunicación, INECOL

Taller de aprendizaje - Flujos Ecosistémicos

El 1er Taller de Aprendizaje de Flujos Ecosistémicos (TAFE) se llevó a cabo del 23 de junio y al 4 de julio, en el INECOL, sede representante del Laboratorio Nacional CONAHCYT MexFlux. Asistieron al TAFE 28 estudiantes de ocho países de Latinoamérica (México, Colombia, Perú, Chile, Argentina, Panamá y Brasil) y 21 personas instructoras de ocho países, incluyendo a cinco miembros de la comunidad académica del INECOL. Las personas asistentes tuvieron la oportunidad de convivir y compartir experiencias en Xalapa, Veracruz, así como discutir temas relevantes al flujo de agua, energía y gases de efecto invernadero entre los ecosistemas y la atmósfera.



Diseño: Oficina de Comunicación, INECOL

¡Día del árbol!

Del 3 al 12 de julio, el Jardín Botánico del INECOL, junto con la Asociación Mexicana de Arboricultura, celebraron el Día del Árbol. **Se realizaron pláticas, y demostraciones sobre técnicas para trepar árboles para hacer observaciones científicas.** Este evento fue muy concurrido y tuvo asistencia de personas de todas las edades.

RAÍCES DE VIDA:

Día del Árbol en Xalapa

3, 10 y 12 DE JULIO

PROGRAMA



JARDÍN BOTÁNICO
CLAVIJERO
INECOL



AMA
Asociación Mexicana de Arboricultura





Gobierno de
México



Ciencia y Tecnología



RENAJEB



INECOL






inecol.mx

Curso de verano

El curso de verano "Provocaciones Científicas" se llevó a cabo del 11 al 15 de agosto en las instalaciones del INECOL, campus Xalapa. El objetivo fue fomentar en jóvenes adolescentes de 12 a 17 años el interés por la ciencia y la tecnología por medio de actividades interactivas, didáctico-experimentales y con la interacción directa con el personal científico y su entorno laboral.



Diseño: Oficina de Comunicación, INECOL

Día de las abejas

Abejas. El 16 de agosto el Jardín Botánico del INECOL celebró el Día Internacional de las abejas. Se realizaron pláticas, recorridos, talleres, juegos y venta de productos apícolas. Este evento fue muy concurrido y tuvo asistencia de personas de todas las edades.



Diseño: Oficina de Comunicación, INECOL

Q.E.P.D. Dr. Arturo Gómez-Pompa

Tradición e innovación

Arturo Gómez-Pompa es un hombre de aquel tiempo, de este tiempo y de siempre, que interpretó la naturaleza de México, con una claridad sin igual: *“La relación entre la naturaleza y la sociedad es la clave histórica de nuestra gran diversidad y esta es la mejor apuesta para el futuro de los mexicanos.”*



Arturo Gómez-Pompa y su esposa Norma Barrera.
Fotografía: Colección personal Gómez-Pompa

Fue un científico animado por una gran sensibilidad, entusiasmo y una inquietud que se traducían en innumerables ideas y puntos de vista inimaginables, que cotidianamente se agolpaban, se superaban y se superponían unos a otros. Una mente brillante y una personalidad carismática y atrayente para jóvenes inquietos y ansiosos, que siempre le rodearon, buscando entender y compartir su visión, su optimismo, su capacidad de preguntar y su creatividad para emprender investigaciones y estudios sustantivos para entender las causas de la diversidad.

Lo recordamos por sus proyectos en distintas regiones del país. Aunque no lo podemos entender fuera del ámbito del trópico húmedo, muchos lo recordaremos siempre ligado a la sierra de Los Tuxtlas, en la selva, en aquel escenario por el que habían vivido a lo largo de muchos miles de años, hombres

también visionarios que tuvieron ambiciones inverosímiles, y que construyeron el corazón mesoamericano.

Aquí te encontraremos siempre Arturo, en la silueta de las montañas de la Sierra de Los Tuxtlas, en sus cimas y barrancas y sus horizontes lejanos y evanescentes, en los sonidos del viento, del agua, de mil insectos, de aves, de resuellos, de vida infinita, caminando en ese suelo de hojas, de hormigas, entre rayos de sol que se escapan de las copas de los árboles, haciendo brillar la humedad entre las piedras, y el verde de plantas recién germinadas, en el suelo suave, mórbido y esponjoso en el que reposan serpientes guardianas del silencio.

Somos muchos los que te seguimos y te acompañamos, en parte de esa larga y fructífera búsqueda, y que todavía llevamos en la mente y bajo el brazo La Regeneración de Selvas y la pregunta: ¿y cómo lo hacían antes? Todavía revivimos las discusiones y sonreiremos al recordarte, y a las tantas historias y anécdotas que tuvimos.

Cada día reiteramos que: *“Ahora, más que nunca, se requiere de programas estatales y nacionales de largo plazo y gran envergadura, donde participen el mayor número de técnicos científicos de diversos organismos, con el fin de sentar las bases del proyecto de país, que haga de la diversidad la materia prima para el desarrollo y el bienestar de México y los mexicanos”*

Xalapa, Veracruz
19 de septiembre de 2025

Sergio Guevara Sada
Patricia Moreno-Casasola Barceló
Antonio Lot Helgueras

#OrgulloInecol



Dr. José G. García Franco, investigador emérito reconocido por la SECIHTI

El Dr. José G. García Franco, **investigador del INECOL y editor de nuestra revista Eco-Lógico, fue reconocido como investigador emérito por el Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras, de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).** A lo largo de su destacada trayectoria, el Dr. García-Franco ha dedicado su labor científica al estudio de las interacciones biológicas entre las plantas y los insectos, contribuyendo de manera sobresaliente con la generación de conocimiento científico en ecología. ¡Es un reconocimiento muy merecido del que nuestra institución está orgullosa! **¡Felicidades!**



Dr. José G. García Franco
Red de Ecología Funcional, INECOL

Destaca participación del Ing. Ceferino Vázquez Báez, alumno del INECOL

El pasado 12 de septiembre, diversas instituciones comprometidas con la **protección del medio ambiente** —entre ellas la Secretaría de Medio Ambiente del estado de Veracruz (SEDEMA), la delegación estatal de la SEMARNAT, la Administración del Sistema Portuario Nacional Veracruz (ASIPONAVer) a través de su campaña ambiental ASIPONA VERDE, la SEDENA, la CONANP, la CONAGUA, la CAEV, autoridades locales, el Tecnológico Nacional de México campus Veracruz, el Instituto Tecnológico de Boca del Río, Coca-Cola FEMSA y el **Comité de Vigilancia Ambiental Participativa (CVAP)** en el que participa activamente nuestro alumno de la Especialidad en Bienestar Comunitario y Manejo Costero, el Ing. Ceferino Vázquez Báez—, llevaron a cabo la “Jornada de Visibilización, Sensibilización y Limpieza en las lagunas Ensueño e Ilusión”, ubicada en el Área Natural Protegida Archipiélago de lagunas interdunarias de la zona conurbada de los municipios de Veracruz y La Antigua.



Participantes de la jornada de Visibilización, Sensibilización y Limpieza en las lagunas Ensueño e Ilusión. Fotografía: Facebook Puerto de Veracruz

Esta actividad, enmarcada en la Estrategia Nacional de Limpieza y Conservación de Playas y Costas de México 2025–2030, fue exitosa y **contó con la entusiasta participación de más de 100 personas, quienes realizaron acciones de recolección de residuos, reforestación con especies nativas y charlas de educación ambiental, logrando congregar a prácticamente todos los actores sociales de la zona.**

GRADUADOS EN EL INECOL

Periodo: julio-septiembre, 2025



Álvarez Vázquez, Jesús Antonio

Tesis: Ecofisiología reproductiva y comportamiento de marcaje en coyotes (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) silvestres

Directores: Dra. Carolina Valdespino Quevedo y Dr. Jorge Ignacio Servín Martínez

Bermúdez Aguas, Aurora

Tesis: Estudio de los mecanismos implicados en la interacción de la bacteria fitopatógena *Erwinia rhapontici* con la planta modelo *Arabidopsis thaliana*

Directores: Dr. Randy Ortiz Castro y Dra. Beatriz Palmeros Sánchez

Contreras Mora, Andrés

Tesis: *Species turnover and interaction rewiring shape seasonal dynamics of bee-plant networks in neotropical coastal dunes*

Director: Dr. Wesley Francisco Dáttilo da Cruz

García Díaz, José de Jesús

Tesis: Ecomorfología alar en el género *Athis* Hübner, [1819] (Lepidoptera: Castniidae: Castniinae) en México

Director: Dr. Andrés Ramírez Ponce

Hernández García, Manuel Sebastián

Tesis: Identificación taxonómica (morfológica y molecular) de rizomorfos de hongos en nidos de aves del Santuario de Bosque de Niebla del INECOL, Xalapa, Veracruz

Director: Dr. Víctor Manuel Bandala Muñoz

Noriega Rico, Efraín Antonio de Jesús

Tesis: Conectividad funcional de *Schoenoplectus californicus* en humedales dulceacuícolas del Centro-Occidente de México

Directoras: Dra. Yessica Rico Mancebo del Castillo y Dra. Tatiana Lobato de Magalhães

Rey Gómez, Daniela Fernanda

Tesis: Efectos alelopáticos de dos especies de helechos sobre la germinación, emergencia y desarrollo de plántulas de maíz y frijol

Director: Dr. Klaus Mehltreter

Rodríguez Montoya, Mónica Liliana

Tesis: Diversidad de abejas nativas y moscas visitantes florales en agroecosistemas de milpa de montaña del Cofre de Perote, Veracruz, México

Directores: Dra. Simoneta Negrete Yankelevich y Dr. Carlos Andrés Cultid Medina

**Rodríguez Villa, Alejandro**

Tesis: *Ecological niche structure and the interactive role of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) within frugivory networks: another dimension of the niche centroid hypothesis.*

Directores: Dr. Wesley Francisco Dáttilo da Cruz y Dr. Octavio Rafael Rojas Soto

Sánchez Gamiño, Emmanuel

Tesis: Identificación de especies prioritarias para la restauración de bosques templados mediante enfoques multicriterio y funcionales

Director: Dr. Moisés Méndez Toribio

Fadda, Lucas Alejandro

Tesis: De la ecología a la agricultura: teoría y aplicación de modelos de nicho y distribución de especies para el manejo de plagas

Directores: Dr. Andrés Lira Noriega y Dr. Luis Alfredo Osorio Olvera

**González Gómez, Lizbeth**

Tesis: El papel del manejo ganadero a escala del paisaje sobre la diversidad y función de los escarabajos del estiércol en la región norte de Veracruz

Director: Dr. Federico Escobar Sarria

López Adame, Haydée

Tesis: Análisis de los controladores del nivel de inundación en diversos escenarios geomorfológicos de manglares en el Golfo de México y el Caribe Mexicano

Directores: Dr. Jorge Alejandro López-Portillo y Dra. Rosela Pérez Ceballos

Pale Rivas, Michel

Tesis: Caracterización de RNAs no codificantes responsivos a la infección de *Fusarium* sp. en aguacate (*Persea americana* var. *drymifolia*)

Directores: Dr. Enrique Ibarra Laclette y Dra. Diana Sánchez Rangel

Pinzón Camacho, Cristian Orlando

Tesis: Efecto de la heterogeneidad ambiental sobre el uso del agua y la fotosíntesis de helechos terrestres en el bosque nublado

Director: Dr. Oscar Luis Briones Villarreal

Ventura Rojas, Perla Dolores

Tesis: Efecto de la variación climática en los roedores de las zonas áridas

Director: Dr. Alberto González Romero

Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:

**397**

Artículos
publicados

**594**

Autores
(INECOL y externos)

**53,716**

Personas
alcanzadas

**22**

Números
publicados

**101**

Redes académicas e
instituciones externas

**54**

Países donde se
consulta la revista

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

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

Países en donde nos leen:

De mayor a menor consulta



Mapa: Flipsnack

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

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE
Eco-Lógico

Fotografía: José G. García-Franco

Eco-Lógico, año 6, volumen 6, No. 3 julio-septiembre (otoño), 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 septiembre de 2025.

AÑO 6 • VOLUMEN 6 • NÚMERO 3 • JULIO-SEPTIEMBRE (OTOÑO) • 2025