

Eco-Lógico

Revista de divulgación científica

HECHO EN INECOL

Desde algas y tucanes
hasta lobos, costas y
copales

ANÉCDOTAS DE BOTAS Y BATAS

Segundas oportunidades para
vuelos veloces

TRIVIAS Y ARTE

Dibujo y ciencia: más cerca
de lo que crees

JÓVENES CIENTÍFICOS

¿Qué es la gallina ciega?

CIENCIA HOY

¿Cuánto plástico ingerimos
al año? ¿Cómo se hacen
los mapas?

ESTA REVISTA ES UNA PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

Año 5
Vol. 5 No. 2
abril- junio
Verano 2024

Eco-Lógico

Año 5 / volumen 5 / número 2 / abril-junio (verano)
2024, Instituto de Ecología, A.C.

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

Responsables y Coordinadores Generales:

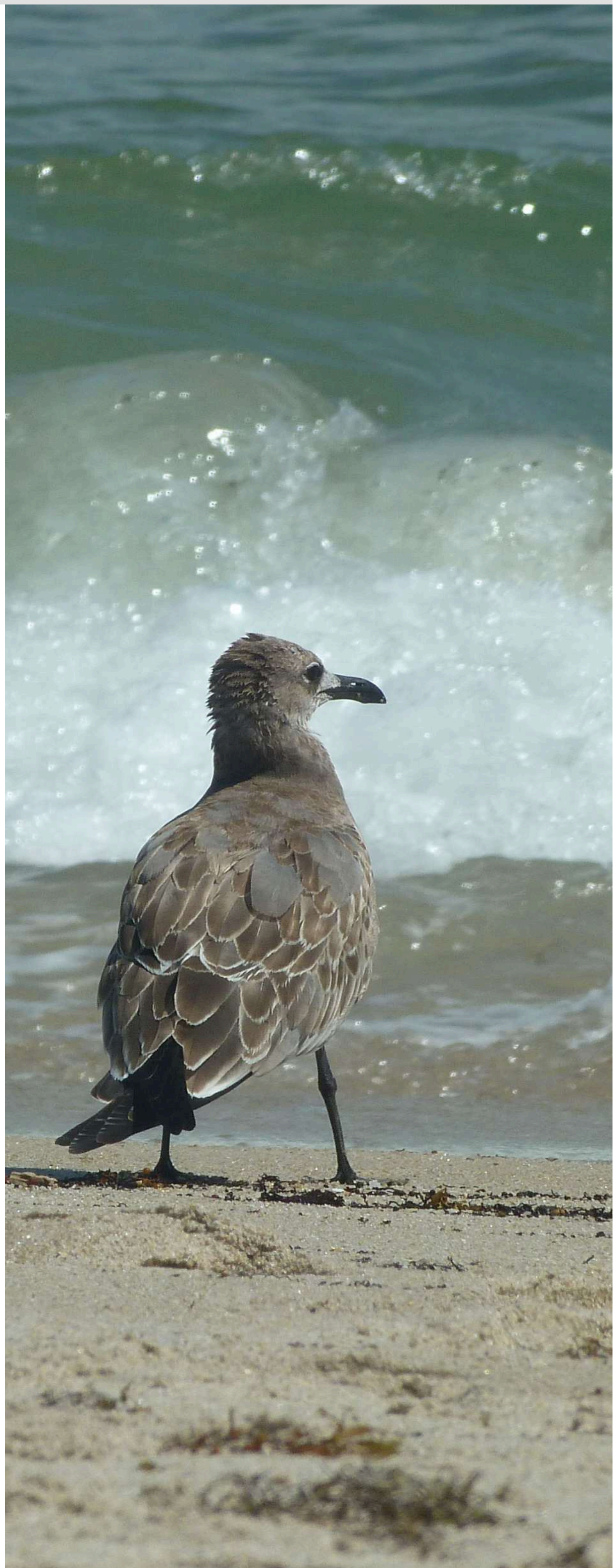
Ma. Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G. García-
Franco; Coordinación de recepción de contribuciones:
eco-logico_MS@inecol.mx; Coordinación de diseño y
formación: M. Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G.
García-Franco, Vinisa Romero (vinisadrive@gmail.com);
Apoyo informático: Alberto Rísquez Valdepeña;
Distribución general: Oficina de Enlace con la
Sociedad. Consejo de Editores Asociados y
Colaboradores: Carlos Fragoso, Armando Aguirre
Jaimes, Carla Gutiérrez, Frédérique Reverchon.

Eco-Lógico, año 5, volumen 5, No. 2, abril-junio (verano)
2024, 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 8000,
[https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-
item-25/eco-logico](https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico). Editor responsable: Ma. Luisa
Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al
Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN
2954-3355, ambos otorgados por el Instituto Nacional
del Derecho de Autor. Responsable de la última
actualización de este Número: Debora Lithgow,
carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa,
Veracruz, C.P. 91073, fecha de última modificación, 21 de
marzo de 2024.

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: tucán pico canoa. Fotografía:
Gilberto Cortés. Fotografía en prólogo: Vinisa Romero
Navegador recomendado: Google Chrome





Una vez más, y desde hace 51 años, el pasado 5 de junio se celebró el **Día Mundial del Medio Ambiente**. Esta fecha se estableció por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1972 con el objetivo de recordarnos lo importante que es cuidar el único hogar que tenemos y, además, para realizar acciones concretas y urgentes que ayuden a mitigar la contaminación y remediar los daños ambientales. Este año, **el lema de dicha celebración fue: “Somos la generación que puede hacer la paz con las tierras”**. Lo anterior resalta que la protección y restauración de la biodiversidad es una responsabilidad ética; además, dependemos de la biodiversidad para nuestra propia existencia. Es decir, nuestras tierras representan nuestro futuro. No podemos retroceder el tiempo, pero si podemos restaurar y recuperar ecosistemas, y proteger los que aún están en buen estado.

Comprometidos con la conservación y restauración del entorno natural, en el INECOL y las instituciones afines nos dedicamos a estudiar a los ecosistemas, las especies que los habitan y nuestra relación con éstos, con el fin de comprender su funcionamiento de manera que se puedan hacer propuestas de protección y manejo basadas en evidencia científica. En cada edición, **Eco-Lógico**, busca compartir los avances de estas investigaciones.

En este número del verano, en la sección **Hecho en el INECOL**, empezamos con la presentación de tres **“Proyectos Especiales”**, que **forman parte de las actividades dedicadas al estudio, la conservación y el manejo del patrimonio natural que se realizan en el instituto**. En los Proyectos Especiales se presentan avances encaminados hacia una costa sustentable, la percepción de la población sobre el manejo y liberación del lobo gris mexicano, y las acciones encaminadas hacia la ciencia abierta. Otros proyectos derivados del trabajo que realizamos en el INECOL hablan, por un lado, del problema de un alga invasora que afecta a los cultivos, y por otro, de los beneficios de los microorganismos que viven en las raíces del copal. En esta sección también hay un trabajo sobre la impresionante ave que estelariza la portada, el tucán pico de canoa, y otro más sobre el uso de inteligencia artificial y otras herramientas en el estudio de las costas arenosas de México. El último artículo de esta sección nos muestra a los muérdagos y la explicación de por qué crecen donde están. En **Ciencia Hoy** echamos una mirada a cómo se forman y mueven los micro-plásticos y a la manera en la que los mapas pueden influir en nuestra percepción del planeta.

Los **Jóvenes Científicos** abarcan temas diversos como el gordolobo, una planta medicinal muy utilizada en México. También nos hablan sobre la reproducción de los helechos y la biología de los muérdagos. La sección cierra con un artículo sobre un enigmático animal: la “gallina ciega”. En la sección de **“Trivias y Arte”** ponemos a prueba nuestros conocimientos sobre los hongos microscópicos (¿qué son y de qué sirven?), y **la Biotrivia** nos presenta una estructura parecida a un cepillo: ¿de qué se trata? Terminamos el número con las hermosas ilustraciones de un curso de dibujo científico impartido en el INECOL, y anécdotas enternecedoras e inspiradoras sobre colibríes que se describen en **Batas y Botas**.

Al final presentamos varias **Econoticias** y nos orgullecen los premios y reconocimientos recibidos por los integrantes del INECOL.

Gracias por formar parte de **Eco-Lógico**, la revista de divulgación del INECOL! ¡No olvides compartir y participar con nosotros!

El Comité Editorial

NAVEGADOR SUGERIDO: CHROME

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

HECHO EN EL INECOL

- P. 8 **PROYECTOS ESPECIALES INECOL 2023- 2024**
Armando Contreras Hernández y Carolina Álvarez Peredo
- P. 14 **HACIA UN MANEJO SUSTENTABLE DE LA COSTA VERACRUZANA: LAS LAGUNAS INTERDUNARIAS**
Patricia Moreno-Casasola, Debora Lithgow, César Vázquez González y colaboradores
- P. 24 **¿ESTAR O NO ESTAR? ¿CÓMO PERCIBEN AL LOBO MEXICANO LOS HABITANTES DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA DE LA MICHILÍA?**
Luis M. García Feria
- P. 30 **CIENCIA ABIERTA DESDE EL INECOL**
Miguel Equihua y Octavio Pérez Maqueo
- P.36 **UN ALGA INVASORA DE CULTIVOS DE ZARZAMORA**
Edith Garay Serrano, Jazmin Cortes Martínez y Samuel Cruz Esteban
- P. 44 **LOS AYUDANTES MICROSCÓPICOS DEL ÁRBOL DE COPAL**
Rosa Maribel Castro Azuara, Claudia Marina López García y colaboradoras
- P. 50 **TUCÁN PICO CANOA: COLORES DESLUMBRANTES EN LA SELVA TROPICAL**
Fernando González-García y Omar Suárez García
- P. 58 **ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DE LAS COSTAS ARENOSAS DE MÉXICO**
Octavio Pérez-Maqueo, Miguel Equihua Zamora, Julián Equihua Benítez y colaboradores
- P. 64 **LAZOS QUE PARASITAN: LA INTRIGANTE RED DE INTERACCIONES DE LOS MUÉRDAGOS AMERICANOS**
Andrés Lira-Noriega y Eurídice Tinoco-Domínguez

CIENCIA HOY

- P. 74 **MICRO Y NANOPLÁSTICOS: CHIQUITOS PERO PICOSOS**
Ana Martínez Vázquez
- P. 80 **EL PODER DE LOS MAPAS**
Sergio A. Cabrera-Cruz, César Augusto Gallo Gómez y Rafael Villegas Patraca

JÓVENES CIENTÍFICOS

- P. 90 **EN LA BOCA DEL LOBO POR LOS EFECTOS DEL GORDOLOBO**
Victoria Eugenia Bolado García, Yaqueline Antonia Gheno Heredia y Colaboradores

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

HELECHOS VEMOS, DE ESPORAS NO SABEMOS	P. 96
Catalina Flores-Galván, Alejandra Castrejón-Varela y colaboradores	
MUÉRDAGOS VS. PLANTAS HOSPEDERAS: ¿UNA HISTORIA DE AMOR Y ODIO?	P. 104
Alfonso Blanco Callejas, Eliezer Cocolletzi Vásquez y Armando Aguirre-Jaimes	
DE GALLINAS CIEGAS Y OTRAS LARVAS DE COLEÓPTEROS: HISTORIAS ECOLÓGICAS	P. 112
Karla Selene Andalco Cid, Betsabé Ruiz Guerra y colaboradores	

TRIVIAS Y ARTE

¿QUÉ TANTO SABES SOBRE LOS HONGOS MICROSCÓPICOS Y SU IMPORTANCIA PARA LA HUMANIDAD?	P. 120
Gabriela Heredia Abarca	
BIOTRIVIA: ESTRUCTURA PELUDA	P. 128
Daniel Reynoso Velasco y Anayeli Guzmán Enríquez	
EL ARTE DETRÁS DE LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA	P. 132
María Teresa Jiménez Segura, Viridiana Vega Badillo y colaboradores	

DE BATAS Y BOTAS

SEGUNDAS OPORTUNIDADES PARA VUELOS VELOCES	P. 142
Alberto Hernández-Lozano, Diana Gissell Juanz-Aguirre y Armando Contreras-Hernández	

ECONOTICIAS

TALLER DE CIENCIA PARA JÓVENES EN EL INECOL	P. 148
MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	P. 152
DÍA NACIONAL DE LOS JARDINES BOTÁNICOS	P. 153
CELEBRANDO A NUESTROS POLINIZADORES	P. 154
CAMINATA POR EL SANTUARIO DEL BOSQUE DE NIEBLA	P. 155
GRADUADOS EN EL INECOL	P. 166
ORGULLO INECOL	P. 158

CONTENIDO

Fotografía: Vinisa Romero

Hecho en INECOL

Fotografía: Vinisa Romero



PROYECTOS ESPECIALES INSTITUCIONALES INECOL 2023-2024

Armando Contreras Hernández*

Director General del Instituto de Ecología A. C.

Carolina Álvarez Peredo*

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL.

Estancia Posdoctoral, Coordinación de Proyectos Especiales
Institucionales

*armando.contreras@inecol.mx)

Fotografía: Vinisa Romero

El pasado 22 de marzo del presente año, se llevó a cabo en el INECOL, un evento institucional, convocado por la Dirección General, para la **presentación a la comunidad de los Proyectos Especiales Institucionales (PEI) en su primera etapa (2023-2024)**. El objetivo del evento fue dar a conocer los avances de cada proyecto, así como fomentar la participación de la comunidad en los temas de investigación. Esto último, a fin de atender dudas y sugerencias que permitan mejorar el diseño y desempeño de las propuestas con miras a una segunda etapa de gestión (2024-2025).



Inauguración y presidium. Fotografía: Departamento de Comunicación, INECOL

La Dirección General, la Coordinación de los Proyectos Especiales Institucionales y la Oficina de Comunicación prepararon un programa con exposiciones y mesas de trabajo. El programa de la jornada constó de la presentación de los PEI en sesión plenaria para compartir con la comunidad de INECOL los avances de cada proyecto y reconocer la complementariedad de los temas en el marco del quehacer académico del INECOL. Las mesas de trabajo se desarrollaron de manera simultánea con la participación de los coordinadores y equipos de trabajo de cada proyecto, así como la intervención de invitados especiales (internos y externos al INECOL), con especialistas en las áreas de estudio de competencia de cada uno de los proyectos, así como integrantes de las diversas redes académicas (investigadores, técnicos y estudiantes). **Las mesas tuvieron dos objetivos principales: (a) Recibir retroalimentación para mejorar el proceso colaborativo en torno al diseño y la gestión de los proyectos y, (b) Generar redes de colaboración intra e interinstitucional para el seguimiento de los proyectos en su segunda etapa.**



Presentación en sesión plenaria.
Fotografía: Departamento de Comunicación, INECOL

El evento de presentación de los PEI tuvo la participación activa de la comunidad, con una concurrencia aproximada de 95 asistentes presenciales y 53 en línea. A las mesas de trabajo acudieron 123 asistentes, y en promedio 15 asistentes por mesa.

La Dirección General del Instituto de Ecología A. C., continúa con la divulgación de los alcances de los PEI en este segundo número de **Eco-lógico**, con los casos de: (1) Conservación de la biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas; (2) Hacia un manejo sustentable de las lagunas interdunarias de la costa veracruzana, y (3) Sistematización del conocimiento: ciencia abierta desde el INECOL.

1. Conservación de la biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas.

La coordinación de este proyecto está a cargo de la Dra. Sonia Gallina Tessaro y el Dr. Alberto González Romero. **Propone una estrategia de monitoreo en las Áreas Naturales Protegidas donde el INECOL tiene estaciones de campo** y que se localizan en (a) las Reservas de la Biosfera en Mapimí (Laboratorio del Desierto), y La Michilía (Estación Biológica Piedra Herrada) en Durango, (b) en el sitio RAMSAR La Mancha-El Llano (Centro de Investigaciones Costeras La Mancha) en la costa veracruzana, y (c) en la fracción A de la Reserva Ecológica Parque Francisco Xavier Clavijero (Santuario Bosque de Niebla) ubicada junto a las instalaciones de la sede Xalapa del INECOL.

En esta ocasión, **presentamos la primera parte de este extenso proyecto, con una evaluación a cargo del Dr. Luis M. García Fera, sobre la percepción de los habitantes y productores locales de las comunidades aledañas** a la Reserva de la Biosfera La Michilía, sobre las actividades que se realizan en la Estación Biológica Piedra Herrada, dirigidas a la conservación del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) y su presencia en la Reserva.



Fotografía: Departamento de Comunicación, INECOL

2. Hacia un manejo sustentable de las lagunas interdunarias de la costa veracruzana.

El proyecto está coordinado por la Investigadora Emérita Dra. Patricia Moreno-Casasola Barceló, y tiene como objetivo sentar las bases para el desarrollo de un plan de manejo de dos lagunas interdunarias del Área Natural Protegida Lagunas Interdunarias de Veracruz. **Se está trabajando con el diseño y aplicación de un programa de apropiación del conocimiento para escuelas secundarias urbanas y rurales sobre el funcionamiento de la zona costera y la importancia de los servicios ecosistémicos costeros.**



Fotografías: Departamento de Comunicación, INECOL

3. Sistematización del conocimiento: ciencia abierta desde el INECOL. El coordinador es el Dr. Miguel Equihua Zamora. Este proyecto tiene como objetivo construir un enfoque de Ciencia Abierta desde el INECOL que vaya más allá del acceso abierto a datos y publicaciones científicas. **Busca desarrollar las capacidades del Instituto para hospedar y dar acceso a datos originales de investigación para propiciar su reutilización y redistribución.** Además, se pretende generar una nueva cultura de investigación orientada a los principios de la Ciencia Abierta, incluyendo elementos del concepto de pre-registro y el soporte a decisiones con base en evidencia.



Fotografía: Departamento de Comunicación, INECOL

Para saber más sobre los PEI en este mismo número de la revista:

1. Hacia un manejo sustentable de las lagunas interdunarias de la costa veracruzana. Página 14 o [click aquí](#)
2. Conservación de la biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas. Página 24 o [click aquí](#)
3. Sistematización del conocimiento: ciencia abierta desde el INECOL. Página 30 o [click aquí](#)

Fotografía: Vinisa Romero

HACIA UN MANEJO SUSTENTABLE DE LA COSTA VERACRUZANA: LAS LAGUNAS INTERDUNARIAS

Patricia Moreno-Casasola*

Debora Lithgow

César Vázquez González

Gabriela Vázquez

Sergio Ibáñez-Bernal

Instituto de Ecología A.C.

*patricia.moreno@inecol.mx

Todos los participantes en el proyecto se mencionan al final del artículo.

Fotografía: Vinisa Romero

Veracruz es un estado con más de 700 km de costa, donde hay infraestructura portuaria, energética, poblaciones urbanas y rurales, áreas naturales protegidas (ANP) y humedales de importancia internacional registrados como sitios Ramsar, de gran riqueza y valor para la conservación de aves y humedales. En particular, **la zona conurbada de Veracruz (ciudad y puerto)-Boca del Río-Medellín y Alvarado ha enfrentado desde su origen problemas ambientales, los cuales se han incrementado en el tiempo.** Es una región en donde actualmente habitan 822,817 personas con una fuerte actividad económica y una alta densidad urbana, además de estar ubicada en el cinturón de huracanes.



Fotografía: Oscar Jiménez-Orocio

Esta conurbación tiene ecosistemas naturales como sistemas de dunas y playas (modificadas por la urbanización), y zonas bajas inundables bordeadas por el río Jamapa, además de varias áreas naturales protegidas constituidas fundamentalmente por humedales. **Dentro de este intrincado sistema paisajístico, se encuentran las lagunas interdunarias de Veracruz -sistemas únicos en el Golfo de México. Este sistema está constituido por un conjunto de 33 humedales de agua dulce decretados como Corredor Biológico Multifuncional Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua.** Algunas lagunas también son parte del sitio Ramsar 1450 Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz (Figura 1). Además, se ubican en esta zona otras áreas naturales protegidas como la Reserva Ecológica Tembladeras-Laguna Olmeca, Arroyo Moreno que protege manglares, y el Parque Nacional y sitio Ramsar Sistema Arrecifal Veracruzano. Constituyen soluciones basadas en la naturaleza que protegen a los pobladores de inundaciones, marejadas, entre otros.



Figura 1. Lagunas interdunarias El Ensueño y La Ilusión, separadas por un camino.
Fotografía G. Sánchez Vigil

A pesar de todos estos decretos de protección, **el crecimiento de la conurbación ha ocurrido sobre los sistemas de dunas y humedales -manglares y humedales de agua dulce -modificando los flujos de sedimentos y agua y produciendo inundaciones frecuentes.** Por ello constituye un sitio costero muy vulnerable frente al impacto de inundaciones producto de la combinación de dos factores. 1) El factor antropogénico (cambio de uso del suelo de los ecosistemas costeros para atender el crecimiento urbano) expone la infraestructura física-humana y provoca la pérdida de los servicios ambientales de dichos ecosistemas costeros. 2) El factor natural (ocurrencia de huracanes y la precipitación en la zona costera y en la zona montañosa) produce el desbordamiento del Río Jamapa, y la elevación del nivel del agua subterránea causando inundaciones. Este escenario, de **una ciudad costera con importantes valores ecológicos, sociales y desarrollo económico creciente, necesita concebir la zona conurbada como un sistema socio-ecológico costero, donde se analicen las interacciones entre el sistema natural y humano en el contexto de los disturbios naturales y de origen humano, que requiere de una gestión costera integral.**



Fotografía: Oscar Jiménez-Orocio

¿Que buscamos?

El proyecto 'Hacia un manejo sustentable de la costa veracruzana: las lagunas interdunarias' es un Proyecto Especial del INECOL, y tiene el objetivo de desarrollar investigación y educación ambiental en uno de los ecosistemas costeros menos conocidos -las lagunas interdunarias (Figura 2). Se tiene el propósito de plantear una iniciativa de gestión costera y manejo participativo de las áreas naturales protegidas urbanas. **Se combinan e integran las capacidades y esfuerzos de los académicos del INECOL y de otras instituciones que trabajan en la zona costera, trabajadores de la educación en el nivel básico (secundaria), habitantes de la zona, así como actores clave e institucionales.**

Las metas planteadas son: a) **Sentar la línea base socio-ecológica de algunas lagunas interdunarias** (piloto), evaluando la calidad del agua, la biodiversidad, sus servicios ecosistémicos, y las condiciones socio-económicas. También se considera la percepción actual y visión a futuro de los vecinos **y, b) Difundir el conocimiento de la zona costera**, su funcionamiento y sus servicios ecosistémicos mediante un programa de educación ambiental en línea para secundarias urbanas y rurales, **e impulsar la apropiación del conocimiento generado sobre sus lagunas mediante talleres, entre los habitantes y los alumnos de escuelas primarias y secundarias vecinas.**

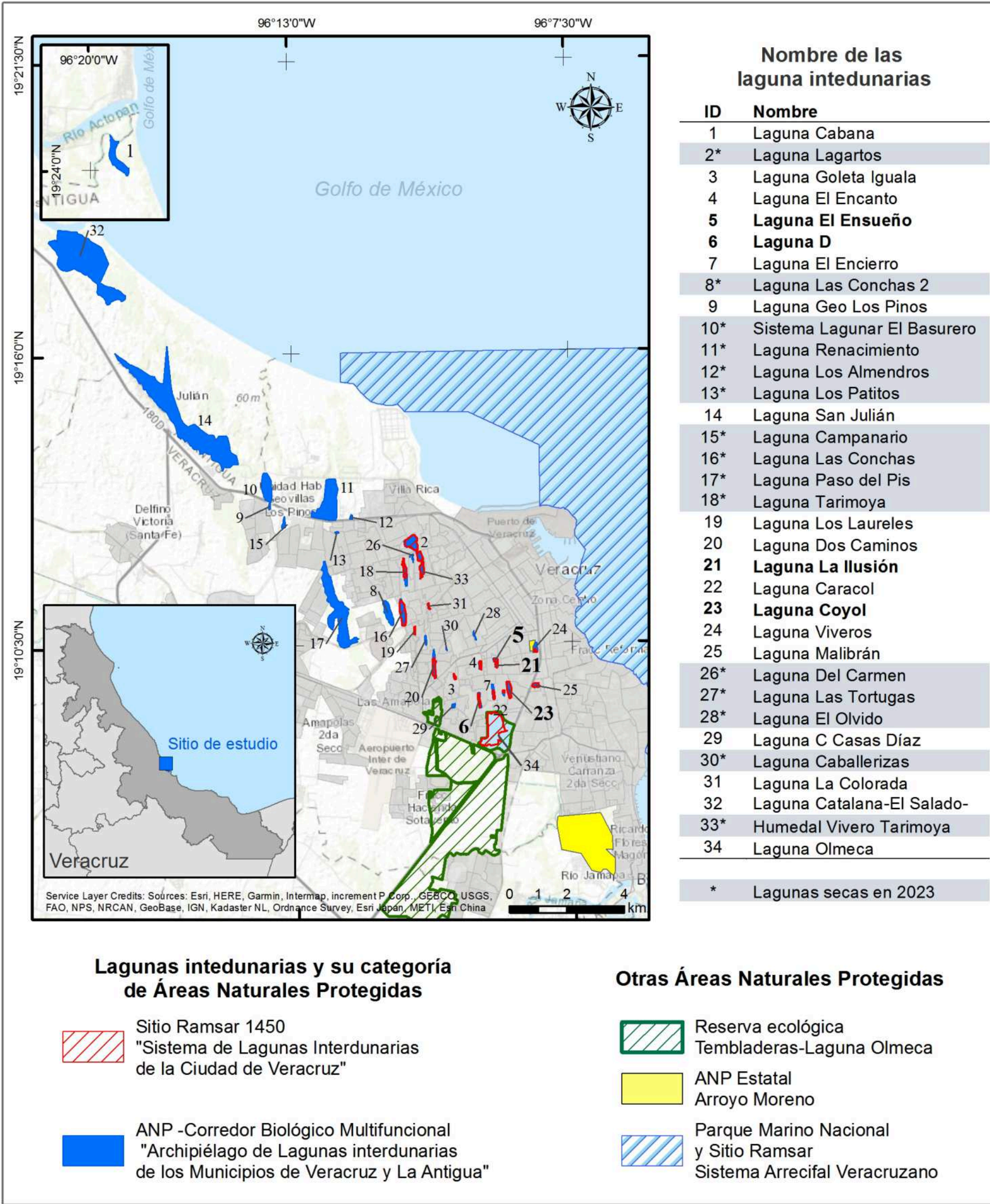


Figura 2. Mapa mostrando la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas de la conurbación de ciudad de Veracruz-Boca del Río-Medellín, indicando la categoría de la reserva. Se muestran las lagunas interdunarias que se están trabajando en negritas (El Coyol, Laguna D y lagunas Ensueño/Ilusión). Los nombres sombreados indican en cuales lagunas se perdió el espejo de agua en el año 2023. Mapa: Roberto Monroy

Principales actividades

- **Línea base ambiental incluyendo su biodiversidad:** en las lagunas El Coyol, Laguna D y Ensueño/Ilusión durante secas, lluvias y nortes, **se analiza la calidad del agua** (oxígeno, fósforo, nitrógeno, aniones, cationes), **la diversidad del fitoplancton, monitoreo de invertebrados, peces y aves, libélulas y mosquitos y la vegetación dominante**, y los cambios temporales de las poblaciones de diversas especies.
- **Línea base social:** contabilización de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) y aplicación de encuestas en más de 200 casas de estas tres lagunas, con 76 preguntas divididas en diez bloques que **abarcen temas de demografía, educación, ocupación, salud, medio natural, percepción de servicios ecosistémicos**, entre otros (Figura 3).



Figura 3. Lagunas interdunarias inmersas en la ciudad de Veracruz, con gran parte de las dunas costeras ocupadas por un desarrollo urbano de alta densidad. Las lagunas afloran en las hondonadas de la base o fondo de las dunas. Fuente: Google Earth imagen con exageración vertical

- **Evaluación de servicios ecosistémicos:** provisión (pesquerías), regulación climática y de inundaciones, conectividad, recreación y desarrollo de investigación/educación, **para saber si el deterioro de los ecosistemas de la zona está afectando a sus pobladores.**
- **Degradación:** presencia de basura y microplásticos, especies invasoras, mortandad de peces, invasión de construcciones.
- **Apropiación del conocimiento:** generación de materiales didácticos para **escuelas y comunidades** enfocados al conocimiento de sus lagunas (plantas acuáticas, insectos acuáticos, diversidad, seguridad alimentaria y salud, dunas, entre otros). **También se ha producido material audiovisual sobre servicios ecosistémicos, infogramas y artículos de divulgación** (Figura 4). Ver www.cienagasyhumedales.org.



Figura 4. Taller en una secundaria de la ciudad de Veracruz.
Fotografía G. Sánchez Vigil

• **Plan de manejo participativo:** como parte del enfoque de investigación-acción, se está trabajando en la elaboración del plan de manejo de las lagunas Ensueño/Ilusión **con un grupo de vecinos, y su capacitación, para que ellos se conviertan en los principales guardianes y restauradores de su laguna** (Figura 5).



Figura 5. Reunión con los pobladores de las lagunas.
Fotografía: Patricia Moreno-Casasola

Estas acciones se combinarán para plantear una gestión costera integral de la conurbación apoyada por diferentes sectores de la sociedad, incluyendo aspectos ambientales como los flujos de agua subterráneos que mantienen la conectividad entre distintos humedales y la costa. **Este plan es urgente pues las inundaciones ocurridas han sido producto no solo de lluvias, desbordamiento de ríos y degradación de humedales, sino también por la elevación del manto freático por aguas subterráneas que descienden cuenca abajo desde las montañas.** En cuanto al manejo del agua se refiere, el modelo de gestión debe asemejarse al de las ciudades esponja de China, donde el agua se absorbe, alimenta parques y humedales y provee servicios ecosistémicos de gran valor, en lugar de provocar inundaciones. Las áreas naturales protegidas de la conurbación y su manejo pueden ser un mecanismo para avanzar hacia este modelo (Figura 6).

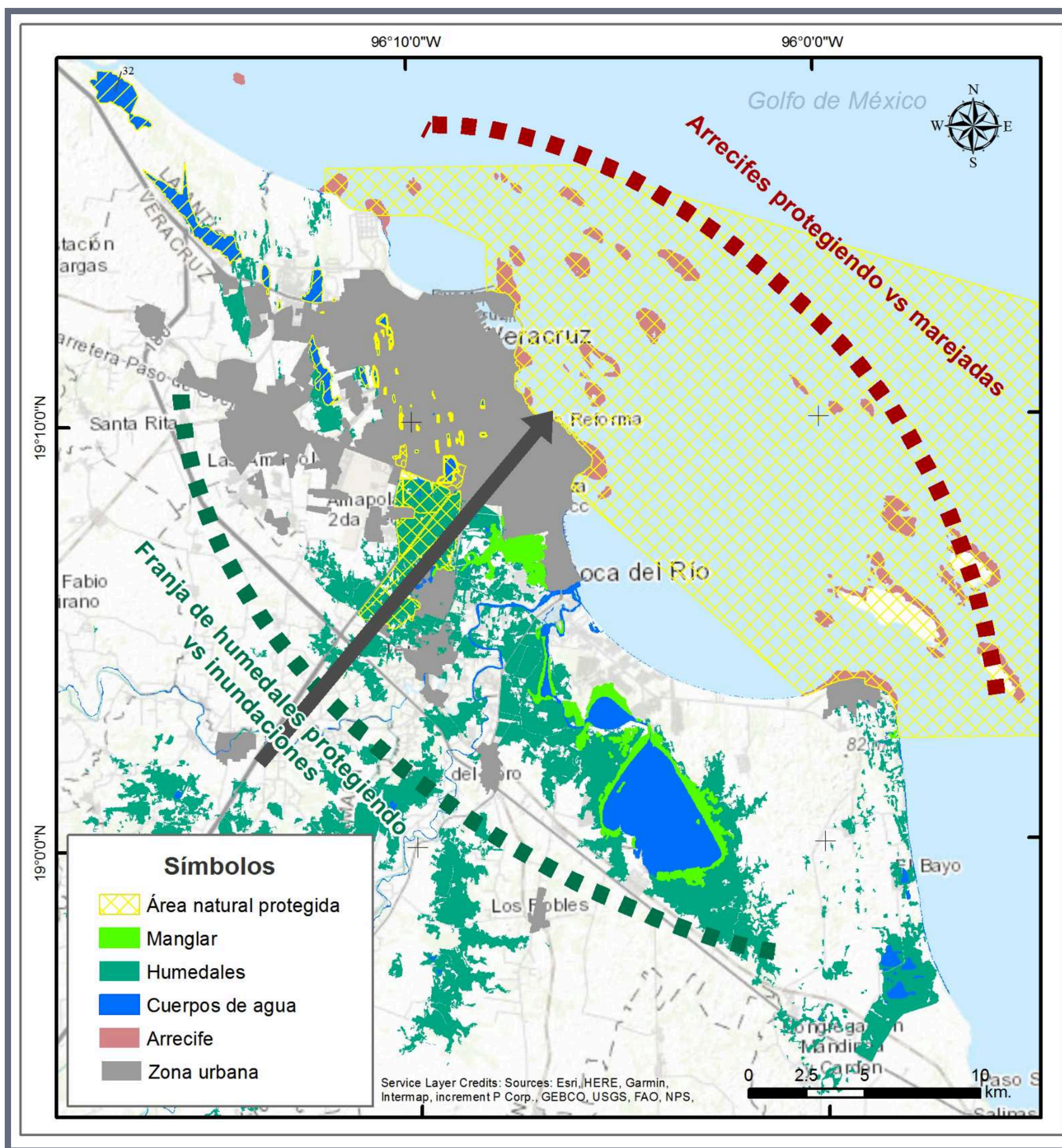


Figura 6. Ubicación de los distintos tipos de humedales y las Áreas Naturales Protegidas (en amarillo) de la conurbación Veracruz-Boca del Río-Medellín. Se muestra la dirección del flujo de agua de la cuenca hacia la costa con una flecha negra. La raya punteada de color verde se puede interpretar como un cinturón de humedales costeros de agua dulce que reciben el agua que baja de la cuenca y la almacenan para reducir los picos de inundaciones y filtrarla lentamente al manto freático. La raya punteada en color rojo constituye el cinturón de arrecifes que protegen a la conurbación de las marejadas ciclónicas y reducen la energía del oleaje. También se señala que los humedales que las rodean y los que se ubican dentro de la ciudad, junto con el sistema arrecifal, constituyen soluciones basadas en la naturaleza. Estas soluciones coadyuvan a proteger la zona costera, a los pobladores, la ciudad y su economía y regular las inundaciones para mejorar el bienestar de sus habitantes. Mapa: Roberto Monroy

Participantes:

Los participantes del proyecto, y cuyas ideas forman parte del presente artículo, incluyen a Ana Laura Lara-Domínguez, M. Luisa Martínez, Roberto Clemente Monroy Ibarra, Ángel J. Carpinteiro Díaz, Edgar A. Sánchez-García, Ariadna Martínez Virues, Daniela Cela Cadena, Ma. del Carmen Martínez García, Yuridia González González, María Elizabeth Hernández Alarcón, Citlalli A. González Hernández, María Teresa Suárez Land, Sonia Morán Rodríguez, Raymundo Dávalos Sotelo, Rodolfo Novelo Gutiérrez, José Antonio Gómez Anaya, Luis Alberto Peralta Peláez, Carolina Peña Montes, Oswaldo de Jesús Huerta Quero, Leandro Hermida Castellanos, Hugo López Rosas, Paulo César López Romero, José Tuxpan Vargas, Erandi Monterrubio Martínez, Rubicel Trujillo Acatitla, Juan José Von Thaden Ugalde, Fausto Bonilla Fernández, Ramsés Nieto Buenavista, Gerardo Sánchez Vigil y Mariano Guevara M. Adscritos en diversas instituciones de Veracruz y de otras regiones del país. Patricia Moreno-Casasola coordina el proyecto.

Agradecimientos:

Se agradece el apoyo del Proyecto Especial No. 1085430005 del Instituto de Ecología A.C. Se agradece a Javier Tolome por su apoyo en el muestreo de campo.

Para saber más:

- Neri-Flores I, Moreno-Casasola P, Peralta-Peláez L.A, Monroy R. 2019. Groundwater and River Flooding: The Importance of Wetlands in Coastal Zones. *Journal of Coastal Research* 92, 44–54. [Click aquí](#)
- Sánchez-García EA, Yañez-Arenas C, Lindig-Cisneros R, Lira-Noriega A, Monroy Ibarra R, Moreno-Casasola P. 2023. The expected impacts of sea level on the Mexican Atlantic coast. *Science of the Total Environment* 903, 1–12. [Click aquí](#)
- Vázquez-González C, Moreno-Casasola P, Peralta Peláez LA, Monroy R, Espejel I. 2019. The value of coastal wetland flood prevention lost to urbanization on the coastal plain of the Gulf of Mexico: An analysis of flood damage by hurricane impacts. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 37, 101180. [Click aquí](#)

¿ESTAR O NO ESTAR? ¿CÓMO PERCIBEN AL LOBO MEXICANO LOS HABITANTES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA MICHILÍA?

Luis M. García Feria

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

*luis.garcia@inecol.mx



Fotografía: Luis M. García Feria

El lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) se distribuyó históricamente desde el suroeste de Estados Unidos (Arizona, Nuevo México y Texas) hasta el centro-sur de México. En la década de los 1970, las poblaciones silvestres disminuyeron drásticamente, casi al borde de la extinción, debido principalmente a la expansión de las actividades ganaderas y al programa para el control de depredadores de Estados Unidos, razón por la cual **se le consideró extinto en vida libre** a finales de esta década. En esas mismas fechas, **el 18 de julio de 1979, en México, el Gobierno Federal, el Gobierno Estatal, el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) y la UNESCO con el programa Hombre y Biosfera (Man and Biosphere, MaB) decretaron la Reserva de la Biosfera La Michilía**, con la intención de conservar y preservar los bosques templados secos de la Sierra Madre Occidental en una superficie de 35,000 hectáreas. Para el establecimiento de esta reserva, **el INECOL realizó los estudios de biodiversidad y, posteriormente, asumió las actividades de administración y seguimiento** (hasta la creación de la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, CONANP, en el año 2020), **teniendo como centro de actividades la Estación Biológica Piedra Herrada**.



Figura 1. Panorámica de la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango.
Fotografía: Luis M. García Fera

Ya en la década de los 1980, la Estación Biológica Piedra Herrada era completamente operativa, y **con apoyo de los ejidatarios de San Juan de Michis y el Rancho El Temascal se construyeron albergues para el resguardo de lobos mexicanos en condiciones naturales dentro de su área de distribución.** Desde 1981, el INECOL ha contribuido activamente en la recuperación de la subespecie, siendo miembro del Equipo para la Recuperación del Lobo Mexicano (*Mexican Wolf Recovery Team*) conformado en 1982, como parte de un compromiso binacional (México y Estados Unidos) para desarrollar el programa de reproducción en cautiverio y la posterior liberación de individuos al medio silvestre. Gracias a ello, y a partir de entonces, en la Estación Piedra Herrada se ha logrado obtener información valiosa sobre aspectos reproductivos, el crecimiento de los lobeznos, el comportamiento e interacciones sociales en la manada, las vocalizaciones, la conducta de caza, la fisiología, y muchos aspectos más sobre el lobo gris mexicano. En 2004, **las instalaciones en Piedra Herrada fueron registradas como Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), que, por sus características particulares, son consideradas en el Programa de Recuperación como instalaciones de preliberación. Desde que llegaron los primeros lobos a la Estación en 1981, el INECOL ha sido responsable de 77 ejemplares de esta majestuosa subespecie.**



Ejemplar macho de lobo mexicano (M1415 "Gêkam"), UMA Estación Biológica Piedra Herrada. Fotografía: Luis M. García Fera

El objetivo final del Programa de Recuperación y los esfuerzos de conservación del lobo mexicano es su reintroducción en áreas de distribución histórica. Sin embargo, actualmente, la mayoría de las tierras están destinadas a sistemas productivos, por lo que resulta indispensable evaluar y considerar las percepciones y actitudes de los habitantes de la Reserva de la Biosfera La Michilía sobre las actividades que se realizan en la Estación en Piedra Herrada. Es de especial relevancia conocer la percepción de los habitantes sobre las actividades que se realizan para la conservación del lobo mexicano y su posible presencia en vida libre. Por lo anterior, como parte del Proyecto Especial Institucional impulsado por la Dirección General del Instituto de Ecología A. C. “Conservación de la biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas”, se ha contemplado el desarrollo de esta evaluación como imprescindible para la eficaz y adecuada continuidad de esta estrategia de conservación del lobo gris mexicano.

Dado que las reintroducciones deben ser cuidadosamente planificadas, es primordial conocer las percepciones, actitudes, conocimientos y prácticas de las comunidades humanas locales. Mediante entrevistas a los pobladores de la Reserva de la Biosfera La Michilía se ha detectado que las principales actividades productivas son la ganadería extensiva y la agricultura en pequeñas escalas; a la mayoría les gusta el contacto con la vida silvestre y muestran “*gusto/alegría*” y “*emoción/bonito*” en los avistamientos y encuentros con la fauna silvestre. También, reconocen que hay especies de fauna que ya no existen o «*ya no se ven como antes*», debido a la “*cacería ilegal/control letal*”, pero también reconocen conflictos con algunas especies, principalmente con el coyote.

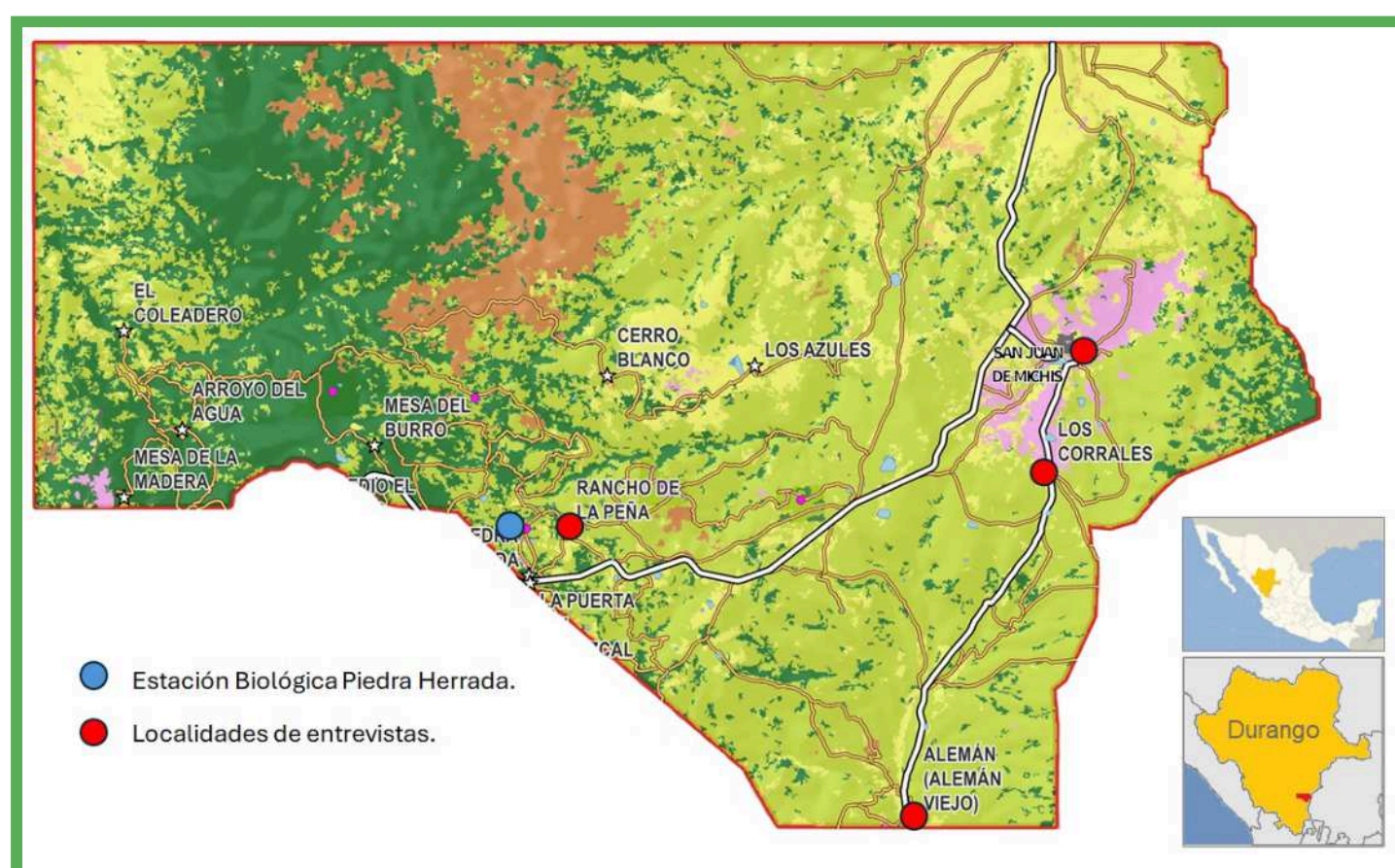


Figura 2. Ubicación de localidades rurales en la Reserva de la Biosfera La Michilía. Elaboración: Adriana Sandoval Comte y Luis M. García Feria. Mapa de la Republica Mexicana obtenido de Keepscases y Mapa de Durango obtenido de d-maps.com.

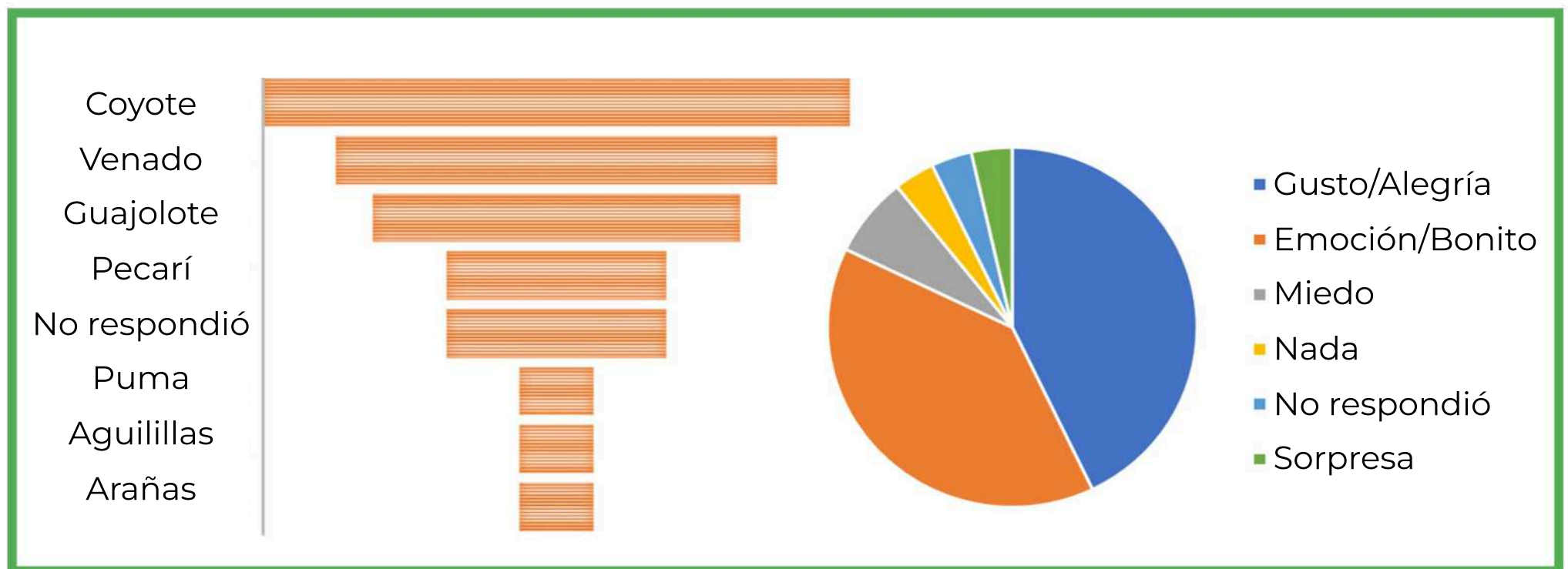


Figura 3. Avistamientos y encuentros con especies de fauna silvestre (izquierda) y sentimientos expresados (derecha) por los habitantes de la Reserva de la Biosfera La Michilía. Elaboración propia: Luis M. García Fera

Las personas entrevistadas reconocen el trabajo y actividades que el INECOL realiza en la zona. Esto es un reflejo de la actividad científica que el INECOL ha mantenido desde los primeros trabajos para la conformación de la reserva en los años 1970 y de sus esfuerzos para la protección y conservación del lobo mexicano en la estación de campo en Piedra Herrada. **Casi el 90 % de los encuestados expresaron su gusto por el lobo mexicano**, ya sea estéticamente o por su importancia. Poco más de la mitad de las personas percibe que si el lobo estuviera de manera silvestre en la reserva afectaría en sus actividades, pero que ayudarían a controlar poblaciones de fauna conflictiva (coyotes y jabalíes europeos) y beneficiaría en algunos aspectos ecológicos.

“el lobo controlaría a muchos animales, mantendría un equilibrio, pero somos cuadrados de cabeza, no nos importa”

(Habitante de la Reserva de la Biosfera La Michilía).

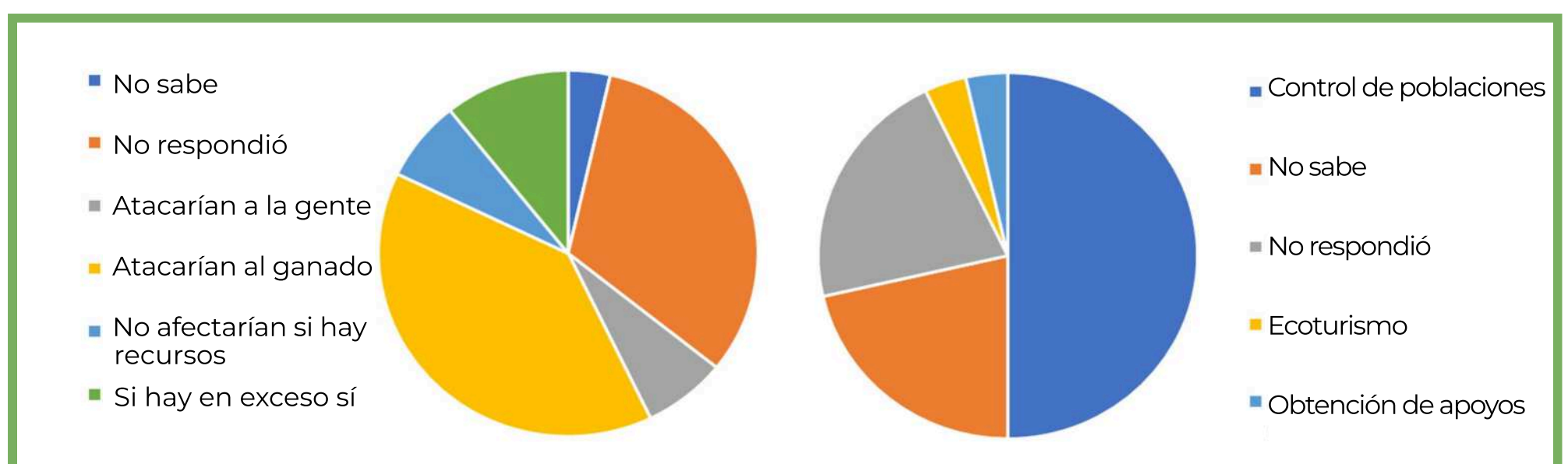
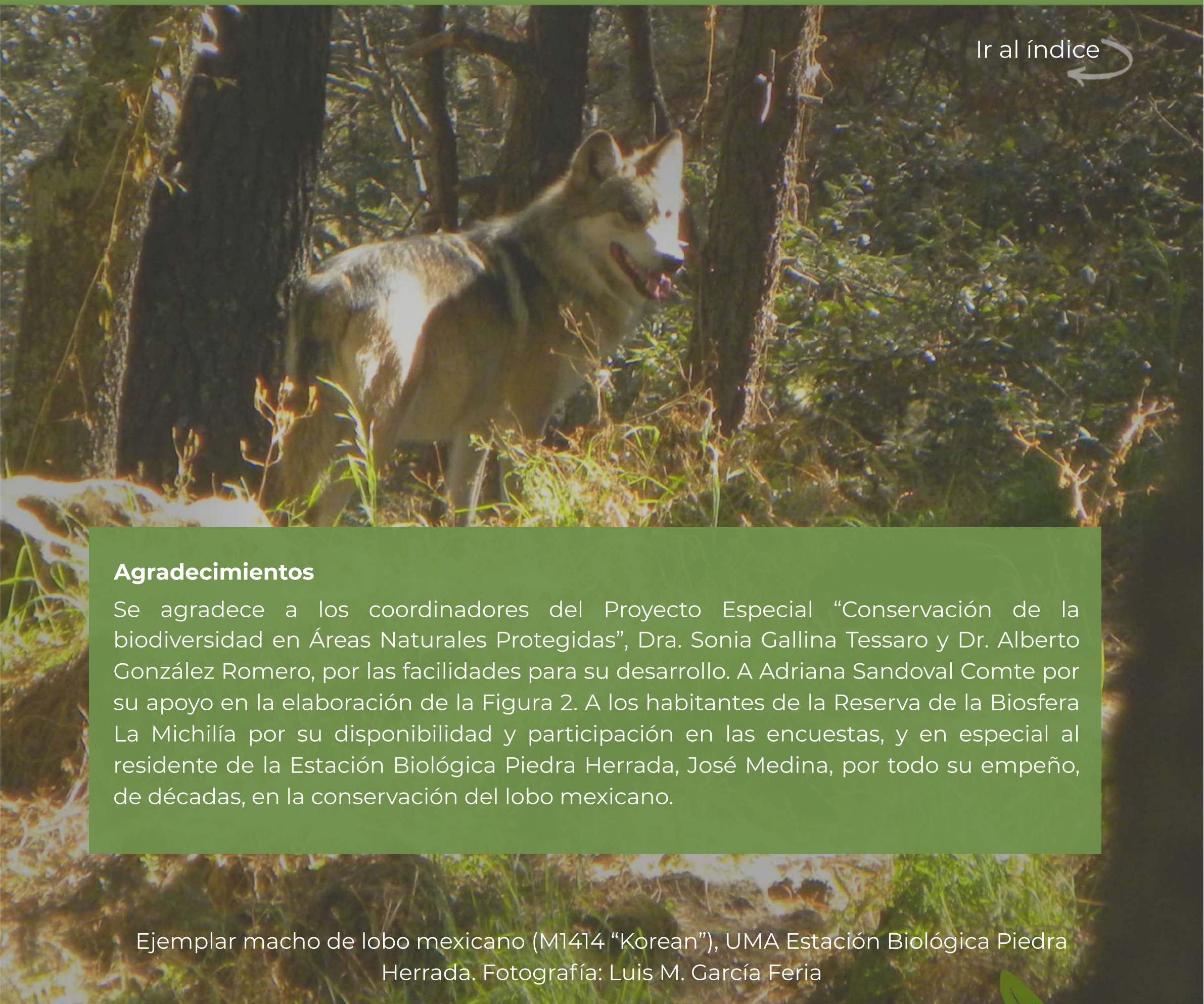


Figura 4. La percepción de los pobladores de la Reserva de la Biosfera La Michilía respecto a los beneficios (izquierda) o afectaciones (derecha) de la presencia del lobo mexicano. Elaboración propia: Luis M. García Fera

Los estudios basados en la evaluación de las percepciones y actitudes, como el aquí presentado, son fundamentales para diseñar y establecer estrategias de educación ambiental, concientización y la toma de decisiones en los programas de conservación. **Estos estudios nos ayudan a identificar las necesidades y maneras en que se pueden modificar las percepciones negativas o erróneas, así como transmitir o reafirmar conocimientos sobre la especie de interés, como el lobo gris mexicano.** Así se pueden potenciar actitudes positivas hacia el cuidado de la biodiversidad y estimular la participación comunitaria para su conservación. Además, es importante reconocer que los medios de comunicación influyen en las percepciones y actitudes de las personas. Sin embargo, el ciclo de la información debe tener un comienzo, y este es solo el inicio.

A male Mexican gray wolf (M1414 'Korean') is shown in a forest setting. The wolf is standing, facing right, with its head slightly turned towards the camera. It has a thick coat of fur, primarily gray and white, with some darker patches. The background consists of dense green foliage and tree trunks, suggesting a natural habitat. The lighting is natural, with some sunlight filtering through the trees.[Ir al índice](#)

Agradecimientos

Se agradece a los coordinadores del Proyecto Especial “Conservación de la biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas”, Dra. Sonia Gallina Tessaro y Dr. Alberto González Romero, por las facilidades para su desarrollo. A Adriana Sandoval Comte por su apoyo en la elaboración de la Figura 2. A los habitantes de la Reserva de la Biosfera La Michilía por su disponibilidad y participación en las encuestas, y en especial al residente de la Estación Biológica Piedra Herrada, José Medina, por todo su empeño, de décadas, en la conservación del lobo mexicano.

Ejemplar macho de lobo mexicano (M1414 “Korean”), UMA Estación Biológica Piedra Herrada. Fotografía: Luis M. García Fera

CIENCIA ABIERTA DESDE EL INECOL

Miguel Equihua*, Octavio Pérez Maqueo
Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

*miguel.equihua@inecol.mx

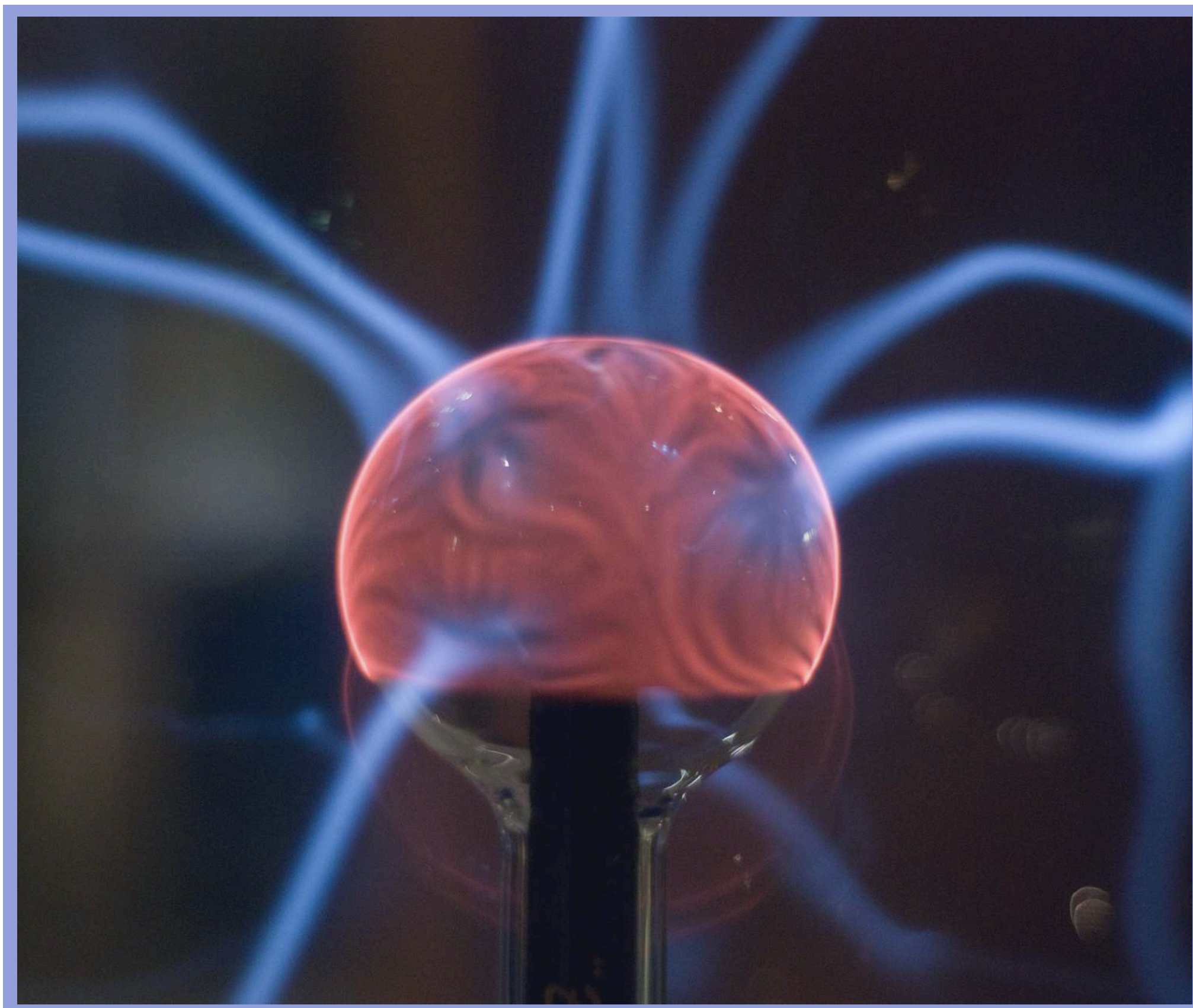
Artículo interactivo

Puedes dar click sobre los textos
marcados con un recuadro de color

Fotografía: Vinisa Romero

Ciencia

Todos tenemos una idea sobre lo que es la ciencia. La Real Academia Española la define como: *Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente.* Todo el mundo es, al menos en principio, capaz de conocer simplemente al observar y meditar sobre lo que experimentamos en la vida cotidiana, la base de la ciencia. Al mismo tiempo, el sociólogo y filósofo Max Weber (1864-1920) opinaba que lo que se hace en la vida no tiene un sentido propio, siempre adquiere el significado que le dan las personas al actuar, influidas además por el contexto social en el que se reproducen esas formas de conducta. **La interpretación del mundo es por tanto, modelado por la interacción entre individuos que comparten el contexto histórico y cultural (político, económico y social) en el que viven. También por eso la gente (científicos o no), puede percibir, valorar y dar significado diferente a experiencias similares. Así que la ciencia también se construye con acuerdos sobre como entendemos al mundo.**



Fotografía: Pixabay, Pexels

Apertura del conocimiento

En la ciencia como en la vida, cuando se discuten e intercambian ideas, se contrastan valores y se cuestionan significados. Originalmente los científicos compartían sus descubrimientos a través de cartas, o simplemente charlando en reuniones a las que los atraía el interés por compartir el conocimiento nuevo, sumar fuerzas para comprender asuntos complejos y garantizar la certidumbre de los hallazgos. Esto cambió profundamente en 1665 (Figura 1), cuando Denis de Sallo publicó en Francia la *Journal des Sçavans* ("Revista de los Sabios"). El mismo año aparecieron las *Philosophical Transactions*, promovida por miembros de la entonces naciente "Royal Society of London for improving Natural Knowledge" (hoy simplemente la *Royal Society*). **Estas son las primeras revistas científicas que existieron. Hoy día hay más de 20,000.**

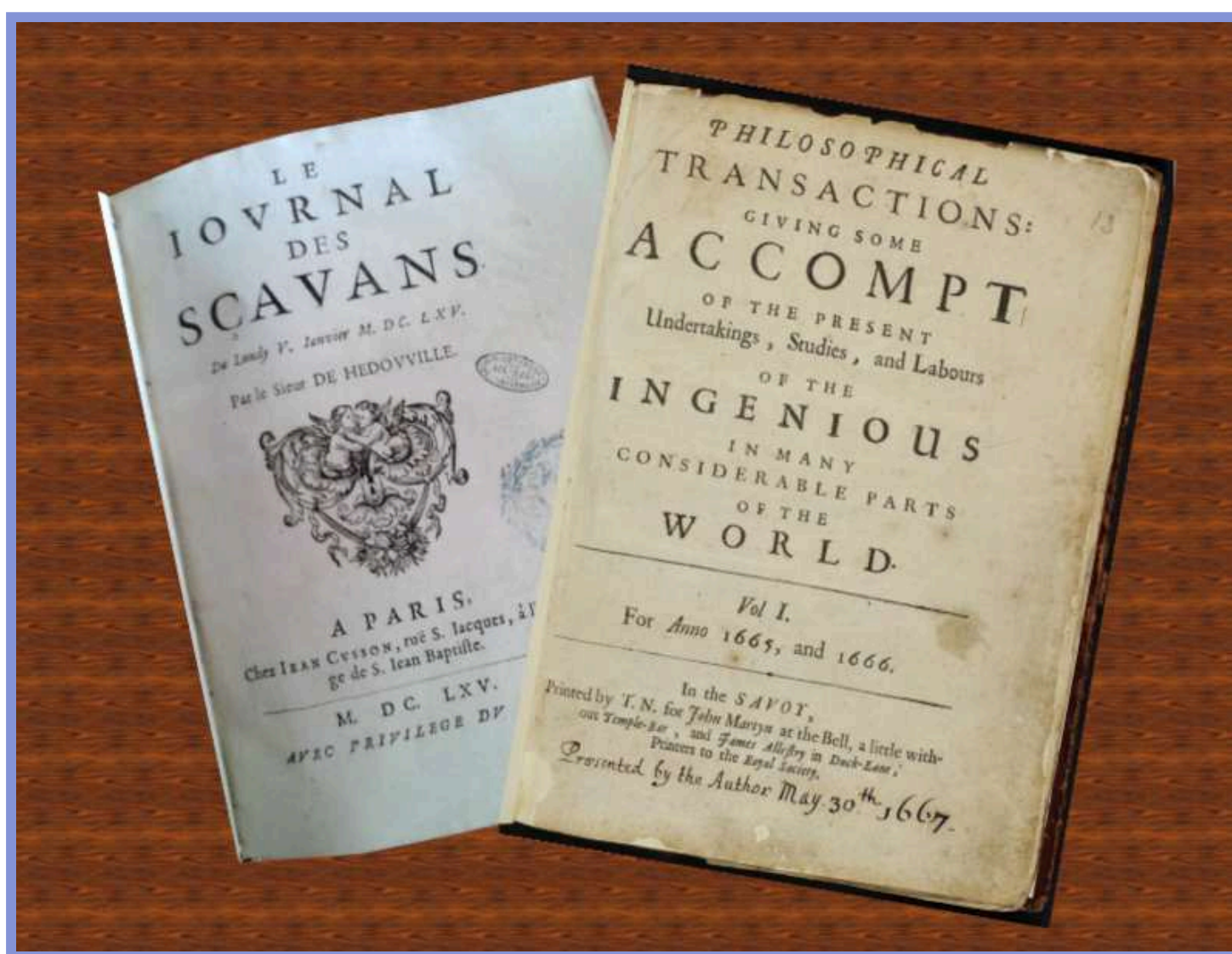


Figura 1. Primer número de *Journal des Sçavans*, publicado el 5 de enero de 1665 y primer número de "*Philosophical Transactions*", publicada el 6 de marzo de 1665. Elaboración propia a partir de: [Tresoramu hypotheses](#) y [Henry Oldenburg](#), CC BY 4.0 y [Wikimedia Commons](#)

La actividad científica ha crecido y explorado formas de interacción. Han proliferado las publicaciones, charlas, congresos científicos y otros eventos en los que se comparten los avances. **Las revistas científicas tienen ahora un lugar preponderante. Son el medio para sistematizar conceptos y llevar registro de la demostración de la validez de nuevas ideas.** Lo que se nota en general es que los científicos suelen ser abiertos y cooperativos. Sin duda, obstaculizan esa apertura la existencia de conductas reprobables como, por ejemplo, no reconocer el aporte de las ideas de otros, o más grave, el robo de datos e ideas o la publicación fraudulenta de resultados alterados.

Crisis de reproducibilidad

La misma evolución de la ciencia ha favorecido la especialización, pero también la inequidad en la accesibilidad a sus beneficios. La ciencia goza de un gran reconocimiento ([véase este reporte del estado de la ciencia 2022](#) o la encuesta de [INEGI, 2017](#)). Sin embargo, existen desaciertos en torno a la ciencia que preocupan y con razón. Por eso, el público demanda transparencia y escrutinio independiente. La gran especialización predominante y las prácticas que se han adoptado para observarla han conducido a una visión estrecha que no resulta congruente con su trascendencia (Figura 2). **Un ejemplo de esta búsqueda por apertura lo vivimos durante la pandemia del COVID-19.** Así recordamos que la ciencia no es ni puede ser un asunto que concierna nada más a los expertos, es de interés para la sociedad entera. La avidez de contar con datos y la necesidad de producir nuevas vacunas, hizo evidente la urgente necesidad de adoptar enfoques de Ciencia Abierta.

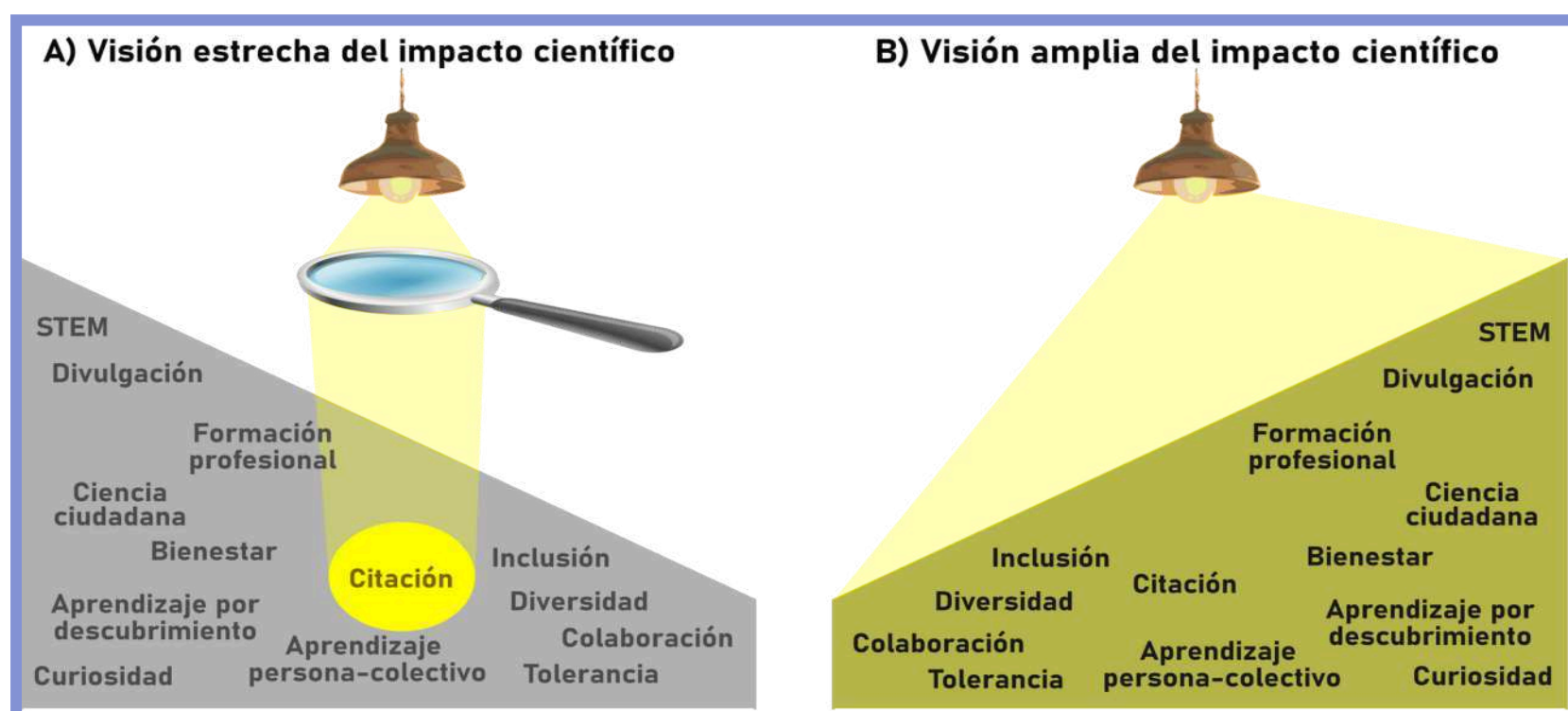


Figura 2. Perspectivas contrastantes de las implicaciones de la ciencia en el conjunto de la sociedad (modificado del original de Davies *et al.* 2021). La citación se refiere a la acreditación de las publicaciones en los trabajos científicos. STEM se refiere al énfasis educativo en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Si la ciencia es capaz de hacer **afirmaciones predictivas sobre un evento** a partir de la identificación de las **causas concretas que lo origina**, la implicación lógica es que cualquiera debe poder **repetir la predicción dadas esas causas**. Esta simple proposición lógica es base de la ciencia y una de las razones que impulsan a confiar en ella. Cfaerbout y Karrenbach (1922) mostraron que los avances en tecnologías de la información darían mayor alcance y pleno sentido a la noción de reproducibilidad. Notablemente, estas ideas y el acceso a la creciente potencia computacional han evidenciado importantes fallas, al grado de detonar la llamada **crisis de la reproducibilidad**. Esta crisis consiste en el hallazgo de que una alta proporción de resultados experimentales publicados (por otros autores e incluso los propios), no se pueden verificar al repetir el experimento. La crisis ha animado al movimiento mundial de **Ciencia Abierta**, al revalorar la rendición de cuentas como compromiso fundamental. Busca que la información esté accesible, y favorezca así la verificación amplia y transparente de los hallazgos científicos.

La revista norteamericana Vox hizo una encuesta con la pregunta [¿Cuáles son los principales problemas actuales de la ciencia?](#). Encontraron 7 aspectos que preocupaban a los científicos que la respondieron, todos ellos relacionados con aspectos que impulsan al movimiento de la **Ciencia Abierta** en distintos grados:

- Falta dinero.
- Estudios mal diseñados.
- Estudios que no se repiten.
- Revisión por pares averiada.
- Acceso a la ciencia mediante pagos.
- Ciencia mal comunicada.
- Seguir la carrera científica es estresante.



PaliGraficas, Pixabay

Propiciar la ciencia abierta

La ciencia enfrenta hoy problemas como la dificultad de reproducir resultados o reclamos de mala práctica. En Europa por ejemplo, hay expresiones como la de este [manifiesto publicado en Le Monde](#) que *Convoca a retomar el debate científico y al cultivo de la inteligencia colectiva*. En esta reflexión hay que recordar también que la ciencia se opone a otra grave amenaza: la desinformación, como nos recuerdan Allchin, Bergstrom y Osborne (2024). En el Inecol habemos quienes consideramos que bajo la presión de la publicación y, por lo tanto, de la competencia, la ciencia convencional está experimentando una crisis estructural. La Ciencia Abierta es una manera de enfrentar esta crisis mediante apertura e inclusión, por ejemplo, al dialogar con las distintas formas humanas de comprensión del mundo (es la transdisciplina) y al reconstruir la forma como usamos a la ciencia para resolver nuestros problemas. Desde hace algunos años el CONAHCYT ha buscado sensibilizarnos en torno a los valores de la **Ciencia Abierta**, así como lo han hecho otros organismos internacionales como la UNESCO, la CEPAL y la Unión Europea, por mencionar algunos (Figura 3). No encontramos llamados semejantes al francés en México o en el contexto latinoamericano, aunque el [manifiesto i-Gamma lanzado en el Inecol y otras instituciones](#) expresa algunos elementos de esto y nos mueve a impulsar a la **Ciencia Abierta** desde el Inecol.



Figura 3. Principios y valores de la ciencia abierta según la recomendación de la UNESCO (2021).

Ir al índice

Para saber más:

- Allchin D, Bergstrom, CT, Osborne J. 2024. Transforming Science Education in an Age of Misinformation. Journal of College Science Teaching 53(1), 40-43.
- Belluz J, Plumer B, Resnick B. 2016. The 7 biggest problems facing science, according to 270 scientists. Vox, Sept. 7th. [Click aquí](#)
- Spinak E. 2023. Reproducción & Replicación en investigación científica – parte 1 [online]. SciELO en Perspectiva, [visto 12/may/2024]. [Click aquí](#)

Fotografía: Vinisa Romero

UN ALGA INVASORA DE CULTIVOS DE ZARZAMORA

Edith Garay Serrano*

Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, INECOL;
Investigadores por México, CONAHCYT

Jazmín Cortes Martínez

Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, INECOL

Samuel Cruz Esteban

Profesional independiente

*edith.garay@inecol.mx

Esporangióforos. Fotografía: Jazmín Cortes Martínez

La demanda mundial de zarzamora ha experimentado un notorio incremento, siendo México el principal productor con un total de 222,608 toneladas anuales. El estado de Michoacán destaca, ya que en 2023 generó el 92 % de la producción nacional. A pesar de este éxito, **la cosecha de esta frutilla se ve amenazada por la presencia de fitopatógenos, los cuales son micro-organismos que producen enfermedades en las plantas, disminuyendo el rendimiento y la calidad de los productos de consumo.** También elevan los costos asociados al control de enfermedades. Además de los conocidos virus, bacterias y hongos, se ha identificado a algunas algas que pueden actuar como organismos patógenos perjudiciales para las plantas. Aunque la mayoría de las algas son autótrofas y generan su propio alimento, existe un número limitado de ellas, como las del género *Cephaleuros*, que poseen características fitopatógenas. Destaca entre ellas *Cephaleuros virescens*, capaz de infectar una amplia gama de hospederos (cerca de 300 especies de plantas, incluyendo frutales, ornamentales, especias y aquellas utilizadas en la industria, como la palma de aceite) (Figura 1). En México se ha reportado la presencia de esta alga infectando hojas de limón en Colima, así como cultivos de guayaba, mango y aguacate en Michoacán. Este fenómeno resalta la necesidad de abordar **el problema de las algas fitopatógenas, que constituyen uno de los desafíos que enfrentan los productores de zarzamora en México.**



Figura 1. Mancha naranja ocasionadas por *Cephaleuros virescens* en hoja de guayaba. Fotografía cortesía de Gerardo Rodríguez Alvarado y Sylvia P. Fernández-Pavía

Manchas naranjas en tallos de zarzamora

La enfermedad conocida como mancha naranja en los tallos de zarzamora variedad Tupy (*Rubus* sp.), en Michoacán, no ocasionaba daños significativos, sin embargo, los agricultores, hace seis años, nos mencionaron que ha habido un aumento de su incidencia **en las plantaciones de zarzamora**. Los síntomas son causados por el alga *Cephaleuros virescens sensu lato*, afectando principalmente a las plantas de tercer y cuarto año, y **se propaga con mayor intensidad en entornos caracterizados por condiciones tropicales y subtropicales, especialmente en áreas con anegamiento de agua**.

Características de la enfermedad en campo

Los síntomas de la infección en los tallos (también conocidos como cañas) de la zarzamora se manifiestan como manchas redondeadas y afelpadas, inicialmente de tonalidad anaranjada (Figura 2), que con la madurez evolucionan gradualmente hacia un color verde grisáceo. El proceso de infección comienza en las partes superiores de la caña y se manifiesta como manchas aisladas. A medida que la enfermedad progresa, se configura un mosaico de manchas dispersas que se extiende hacia la base de la planta cubriendo una superficie considerable del tallo. La actividad de la enfermedad es constante a lo largo del año, y es más pronunciada durante la temporada de lluvias, que abarca de junio a septiembre. **Conforme los síntomas de la enfermedad se expanden a lo largo de la caña, pueden provocar marchitamiento y, en casos severos, dar lugar a la muerte de la planta** (Figura 3), posiblemente debido al ataque de hongos oportunistas.



Figura 2. Síntomas de mancha naranja causadas por el alga del género *Cephaleuros*. La felpa anaranjada al paso del tiempo suele tornarse verdosa. Fotografía: Edith Garay Serrano



Figura 3. Tallo de zarzamora afectada por el alga naranja, *Cephaleuros virescens*, con síntomas de marchitamiento de tallos y hojas. Fotografía: Edith Garay Serrano

Características morfológicas de *Cephaleuros virescens*

Observado bajo el microscopio, el cuerpo del alga se compone de proyecciones alargadas denominadas esporangióforos (Figura 4), que tienen tonalidades desde naranja hasta amarillentas, y se caracterizan por desarrollar una vesícula (V) que sostiene de uno a tres zoosporangios (S). **Al alcanzar la madurez, los zoosporangios generan esporas móviles con la capacidad de nadar y con el potencial de infectar tejidos o plantas cercanas.**



Figura 4. Esporangióforo de *Cephaleuros virescens* s.l., conformado por una vesícula (V), que sostienen un esporangio redondo (S). Imagen mejorada con IA (Zyro). Fotografía: Jazmín Cortes Martínez

Control cultural

La prevención de la enfermedad es de suma importancia, y se recomienda asegurar que las plantas destinadas a la siembra en campo provengan de viveros libres de infecciones por *C. virescens*. Una vez adquiridas las plantas, **resulta esencial mantener una nutrición adecuada, ya que una planta saludable es menos propensa a enfermar**. Durante el cultivo, es necesario facilitar la circulación del aire y la exposición solar, por lo que la poda es una práctica efectiva, al igual que la eliminación de malezas dentro del cultivo. Después de la cosecha, se recomienda cortar preferentemente hasta la base las floricañas (cañas que han florecido).

Se aconseja verificar la ausencia de manchas rojizas y naranjas en los tallos. **En el caso de las plantas afectadas por la mancha naranja, se deben realizar podas sanitarias de las partes con infección, asegurándose de limpiar la herramienta de poda después de su uso en zarzamoras infectadas, desinfectándola con fuego en las zonas metálicas o con cloro. Los residuos deben ser quemados fuera del cultivo.**

En cuanto al riego, se favorece el uso de sistemas por goteo, mientras que, en sistemas de riego por gravedad, es importante asegurar que el agua no se desplace desde zonas con focos de infección hacia áreas con plantas sanas. Asimismo, se debe incorporar un drenaje adecuado entre surcos para prevenir encharcamientos, ya que las esporas del patógeno se movilizan a través de las películas de agua con el potencial de infectar otras plantas.



Esporangióforo en formación. Fotografía: Jazmín Cortes Martínez

Control químico

Hay pocos estudios que evalúan el control químico del alga. Se ha observado que los fungicidas que contienen cobre son efectivos en el control de algas del género *Cephaleuros*, aunque muestran poca eficacia frente a *Cephaleuros virescens* en zarzamora. En cambio, Browne y colaboradores, de la Universidad de Georgia han encontrado que **los productos que contienen fosfato, como el fosfito de potasio, resultan más efectivos para combatir la enfermedad**, además que estimulan el crecimiento y la resistencia sistémica adquirida de las plantas.

Retos para el entendimiento y manejo de la enfermedad

El patógeno *Cephaleuros virescens* s.l. sigue siendo un enigma en muchos aspectos, entre ellos **se requiere profundizar en el conocimiento de su ciclo de vida y la fenología en relación con el cultivo de zarzamora en México. Es necesario entender cómo el cambio climático afectará la biología y dispersión del patógeno**, además de evaluar diversos métodos, tanto químicos como biológicos, para el control eficaz del alga en el campo. De igual manera, será importante determinar si las diferentes variedades comerciales utilizadas en México son susceptibles a la infección por esta alga naranja.



Síntomas de mancha algal en campo. Fotografía: Edith Garay Serrano



Para saber más:

- Browne FB, Brannen PM, Scherm H, Taylor JR, Shealey JS, Fall LA, Beasley ED. 2019. Evaluation of disinfectants, algicides, and fungicides for control of orange cane blotch of blackberry in the field. Crop Protection 122, 112 – 117. [Click aquí](#)
- Cortés-Martínez J, Cruz-Esteban S, Garay-Serrano E. 2023. Identificación del alga *Cephaleuros virescens* s.l. en plantas de zarzamora (*Rubus* sp.) en el estado de Michoacán, México. Acta Botanica Mexicana 130, e2260. [Click aquí](#)
- Quezada-Gutiérrez MC, Díaz-Celaya M, Gregorio-Cipriano MR, Rodríguez-Alvarado G, Fernández-Pavía SP. 2009. Mancha algal en guayabo (*Psidium guajava* L.) y mango (*Mangifera indica* L.) ocasionada por *Cephaleuros virescens* en Michoacán, México. Revista Biológicas 11, 87 – 92. [Click aquí](#)

Flor de zarzamora. Fotografía: Edith Garay Serrano

LOS AYUDANTES MICROSCÓPICOS DEL ÁRBOL DE COPAL

Rosa Maribel Castro Azuara

Área Académica de Biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Claudia Marina López García

Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, UNAM

Yessica Rico

Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, INECOL

Frédérique Reverchon*

Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, INECOL

*frederique.reverchon@inecol.mx

Deforestación por actividades humanas. Fotografía: Vinisa Romero

Cada vez más ambientes se encuentran degradados, afectados por condiciones climáticas extremas (sequía) o por actividades humanas como la deforestación (Figura 1). Por lo tanto, es importante tomar acciones para empezar a restaurar estos ecosistemas. **La restauración ecológica se refiere a la recuperación de los ambientes perturbados. El objetivo es restablecer la cobertura vegetal y los servicios ecosistémicos**, por ejemplo, la captación de agua, la prevención de la erosión del suelo o el secuestro de carbono. **Para restaurar un ambiente degradado se deben seleccionar especies vegetales nativas que puedan crecer en estas condiciones difíciles.** ¡Imagínate crecer donde haya poca agua o poca comida! Las plantas que pueden soportar estas condiciones adversas se consideran como “pioneras”, es decir como las primeras que pueden colonizar un ambiente hostil y lo pueden volver más habitable para otras especies vegetales.



Figura 1. Bosque seco fragmentado en Tarímbaro, Michoacán, por efecto de la deforestación.
Fotografía: Yessica Rico

¿Alguna vez te has preguntado cómo estas plantas pueden crecer en ambientes muy difíciles? Pensemos, por ejemplo, en plantas que crecen en suelos poco fértiles o en ecosistemas áridos; ¿qué estrategias tuvieron que desarrollar para enfrentar la escasez de nutrimentos o la falta de agua? Como en muchos casos, el trabajo en equipo parece ser la clave para enfrentar situaciones retadoras. **Cuando las plantas están sometidas a algún tipo de estrés, se pueden aliar con microorganismos benéficos que funcionan como sus microayudantes para que sobrelleven estas condiciones adversas. “Colaborar para sobrevivir”** podría ser el lema de las plantas pioneras.

Las leguminosas (como el frijol), por ejemplo, son plantas pioneras que pueden captar el nitrógeno de la atmósfera y fijarlo a nivel de sus raíces para su nutrición, gracias a su asociación estrecha con bacterias que conocemos como “fijadoras de nitrógeno” (Figura 2). Al hacerlo, regresan parte de este nitrógeno fijado al suelo y mejoran la fertilidad de éste para otras plantas. Por ello, **las leguminosas son de las plantas más usadas en restauración ecológica**. Otras plantas se asocian con bacterias y hongos que pueden solubilizar algunos nutrimentos del suelo. Es decir, algunos hongos y bacterias vuelven los nutrimentos disponibles para su propio crecimiento y también para el crecimiento vegetal. **Los microorganismos solubilizadores de fósforo o potasio actúan como micro-fertilizantes que ayudan a las plantas a crecer en suelos donde estos nutrimentos no son accesibles** para sus raíces. Es fantástico el poder de los microorganismos, ¿no crees?



Figura 2. Un árbol de acacia (leguminosa) creciendo en el Cerro Blanco, Pátzcuaro, Michoacán. Fotografía: Yessica Rico

Uno de los géneros de plantas que ha sido recomendado para la restauración ecológica del bosque tropical seco en México es *Bursera*. Las burseras, a las cuales pertenecen los árboles conocidos como “copales”, tienen importancia tanto cultural como medicinal. Sus resinas se usan como incienso en ceremonias religiosas y su madera para la elaboración de artesanías; además, estas resinas, extraídas de las hojas o de la corteza, se utilizan como cataplasmas por sus propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas. En México, contamos con casi 90 especies de burseras, la mayor parte de las cuales son endémicas, es decir, solo crecen en nuestro país. **Su capacidad para resistir la prolongada temporada de secas (6 a 8 meses) hace que las burseras sean candidatas ideales para la restauración de ambientes áridos** (Figura 3). Sin embargo, los ayudantes microbianos de las burseras no se han estudiado. ¿Será que podrían estar involucrados en la tolerancia a la sequía de los copales?



Figura 3. Árbol de *Bursera cuneata* (Schltdl.) creciendo en un sitio de transición de bosque caducifolio a matorral en Ihuatzio, Michoacán. Fotografía: Frédérique Reverchon

Para conocer más sobre las propiedades benéficas de los microorganismos asociados a las raíces del copal, estudiamos en el laboratorio su capacidad para crecer bajo condiciones de estrés hídrico, es decir con poca agua disponible (Figura 4). Encontramos que muchos de **los tipos de bacterias que obtuvimos a partir de las raíces de copales pueden tolerar la sequía y crecer, aún en situaciones de poca disponibilidad de agua.** Posteriormente, evaluamos otras propiedades benéficas de dichas bacterias, como su capacidad a formar biopelículas, una característica que les permite adherirse a las raíces y además, mantener un poco la humedad ambiental cuando hay escasez de agua. Descubrimos que la mayor parte de estos microayudantes pueden formar biopelículas (Figura 5). Finalmente, encontramos que eran capaces de solubilizar el fósforo, lo que seguramente es de gran ayuda para los copales que crecen en suelos con déficit de nutrimentos (Figura 6).

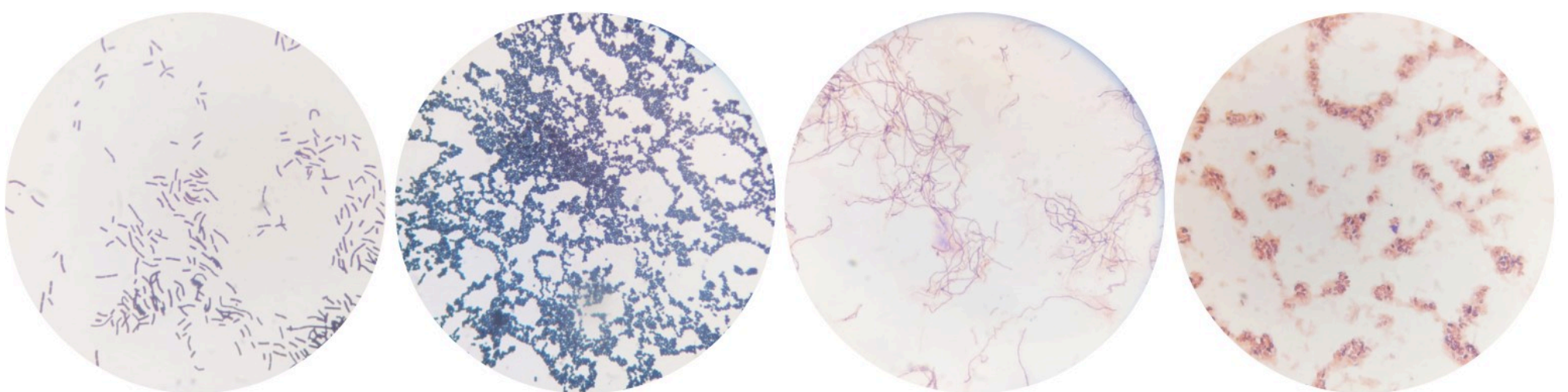


Figura 4. Fotografías en el microscópio de algunos de los tipos de bacterias asociadas a las raíces de los copales. Fotografías: Maribel Castro

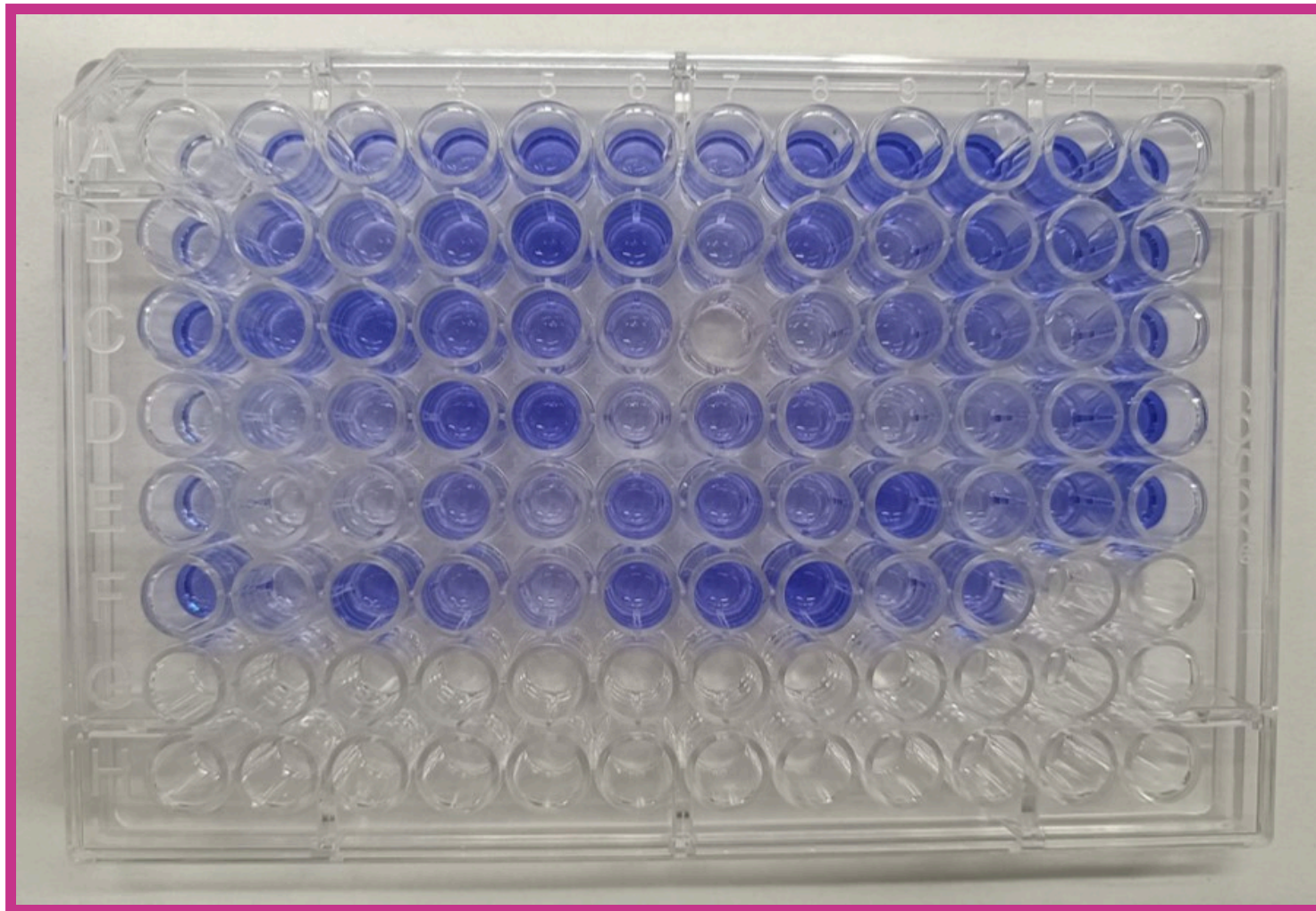


Figura 4. Evaluación de la capacidad de bacterias a formar biopelículas, un mecanismo de adaptación a la sequía. En cada pozo se inoculan bacterias diferentes y las biopelículas que forman se tiñen de un color morado. Mientras más intenso sea el color morado, ¡mayor cantidad de biopelícula formada! Fotografía: Frédérique Reverchon

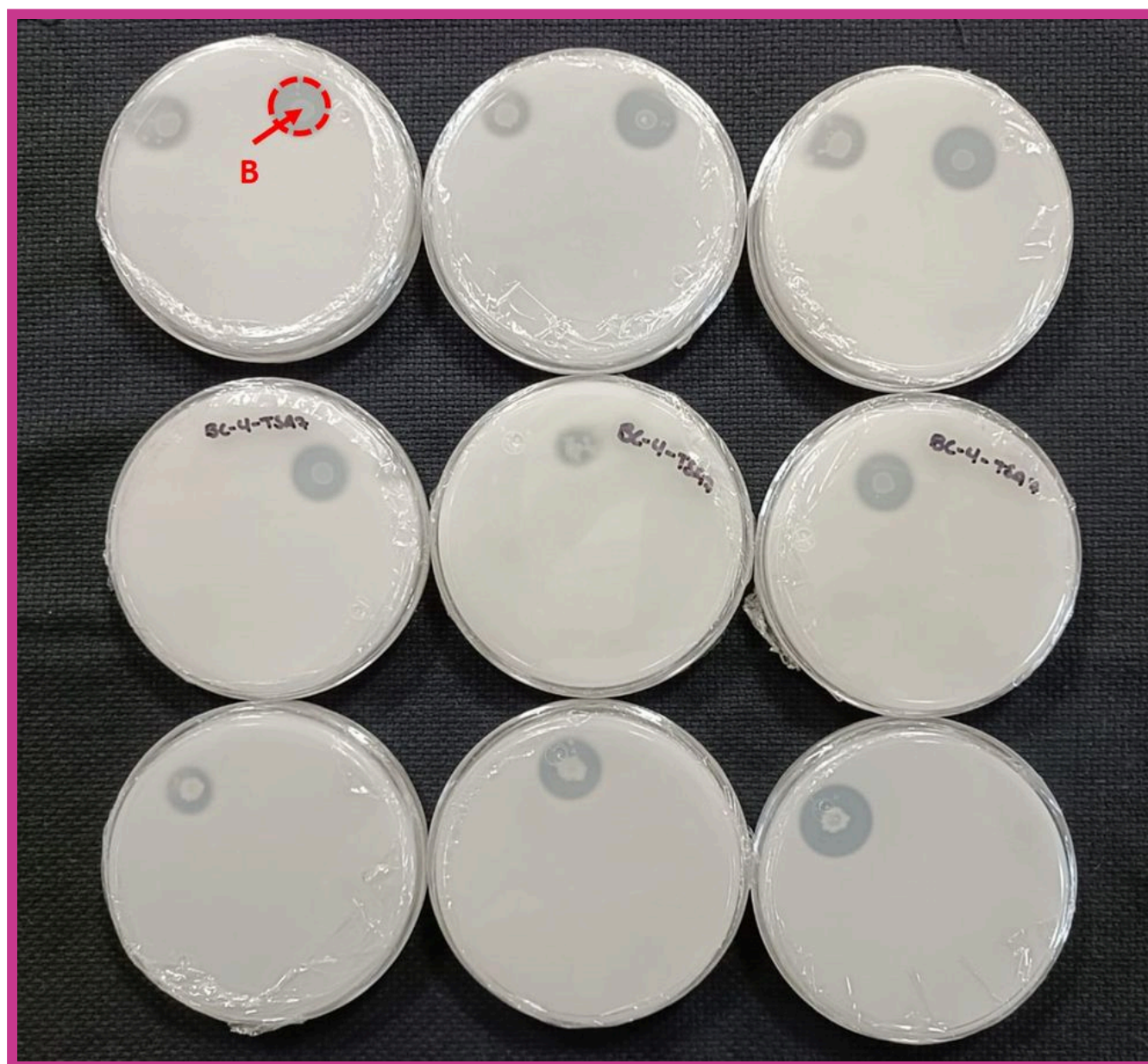


Figura 6. Evaluación de la capacidad de bacterias a solubilizar el fósforo no disponible para las plantas. La formación de un halo translucido (círculo rojo) alrededor de la bacteria (B) indica que las bacterias pueden utilizar el fósforo y lo podrían volver disponible para la nutrición de las plantas. Mientras más grande el halo, ¡mayor la capacidad de solubilización del nutrimento! Fotografía: Frédérique Reverchon

Nuestros resultados son prometedores y sugieren que los micro-aliados de los copales contribuyen a que puedan crecer en ambientes estresantes. Para corroborarlo, inocularemos estas bacterias en semillas de copal para evaluar si pueden ayudar a que germinen en alta proporción y a que se desarrollen las plántulas. Esta posible mejoría en la germinación es de relevancia, ya que los experimentos en invernadero sugieren tasas muy bajas de germinación en las burseras. **Si se confirma la actividad benéfica de las bacterias de los copales entonces tendríamos un argumento fuerte a favor de integrar los microorganismos en la restauración ecológica, para favorecer la supervivencia de las plantas pioneras. ¡Los microorganismos tienen mucho que enseñarnos sobre cómo lidiar con el estrés!**

[Ir al índice](#)

Para saber más:

- Méndez-Toribio M, Izquierdo N, Martínez-Garza C. 2021. La urgencia de hacer restauración ecológica en México. Biodiversitas 156, 7-12. [Click aquí](#)
- Reverchon F, Bedolla García BY, Gargallo Gaona JA. 2023. Salvias silvestres y sus microbios asociados. Eco-Lógico 4(4), 18-23. [Click aquí](#)
- Zurita-Solís MA, Rico Y. 2023. ¿Por qué es importante conocer el genoma de los copales? Saber más 12, 14-17. [Click aquí](#)

Fotografía: Vinisa Romero

TUCÁN PICO CANOA: COLORES DESLUMBRANTES EN LA SELVA TROPICAL

Fernando González-García

Red Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

Omar Suárez García

Investigador Posdoctoral, CONAHCYT

Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana
Iztapalapa

*fernando.gonzalez@inecol.mx



Fotografía: Lorenia Tamborrell

En un amanecer caluroso y húmedo de mayo **salimos para grabar los sonidos que emanaban de la frondosa selva tropical.** Armados con grabadoras y micrófonos parabólicos, iniciamos nuestro lento caminar para registrar cualquier sonido emitido por el sinnúmero de animales que tienen su hogar en dicha selva. Súbitamente, **después de un breve silencio, escuchamos sonidos parecidos al croar de una ranita, pero intenso y proveniente del dosel de la selva.** Pronto detectamos otros llamados similares, hasta que, con nuestros binoculares, **avistamos a los emisores: una parvada del tucán pico canoa** (*Ramphastos sulfuratus*) (Figura 1).

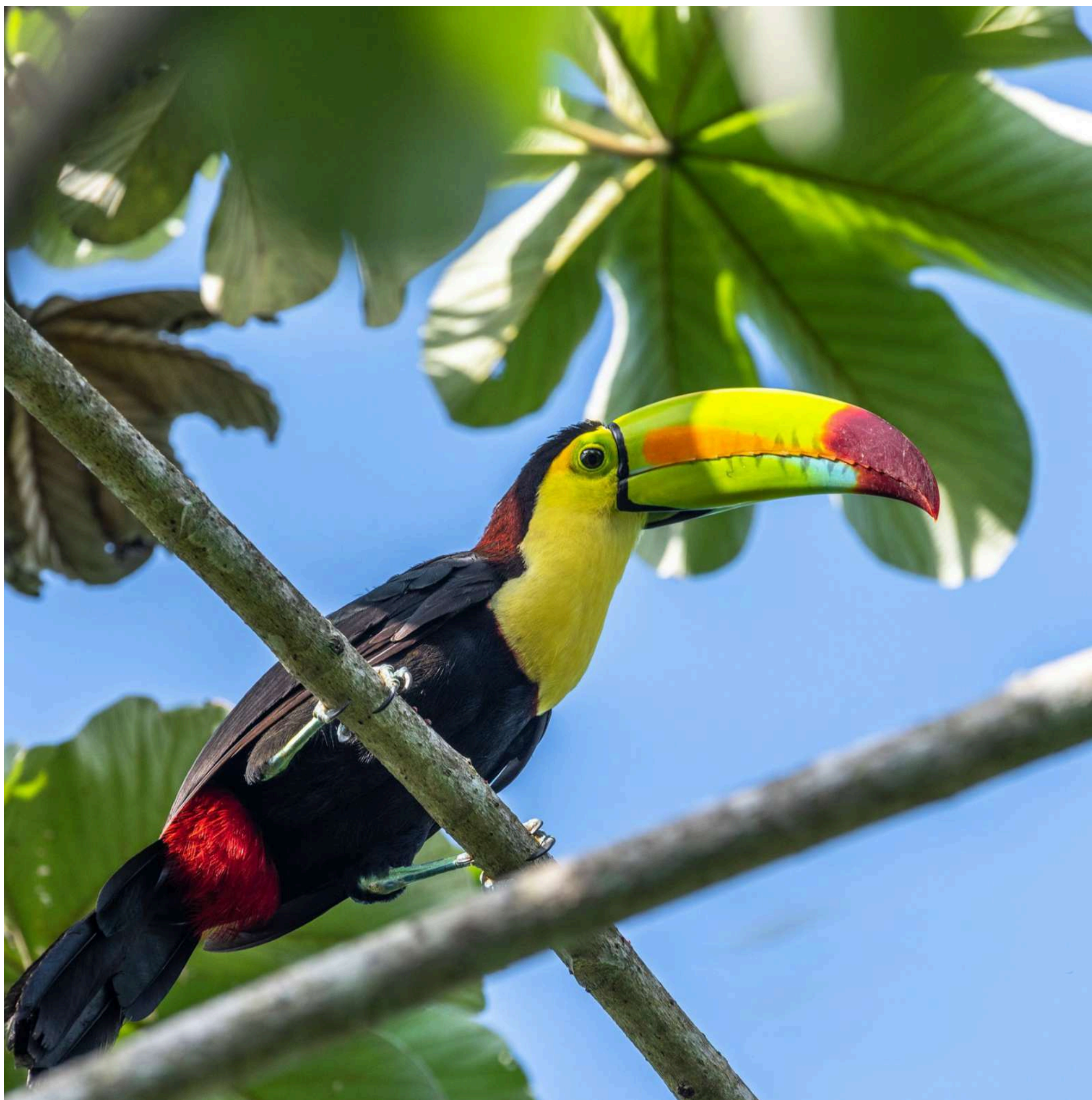


Figura 1. El tucán pico canoa es una de las tres especies de tucanes que habitan en el estado de Veracruz. Fotografía: Gilberto Cortés

En algunas comunidades locales, **este singular tucán tiene nombres que reflejan su importancia cultural y su relación con el entorno natural**. Estos nombres a menudo se refieren a sus colores o a su comportamiento distintivo. Así, es **comúnmente conocido como tucán pico canoa, tucán pico iris, tucán pico arcoíris y tucán piquiverde**. El tucán es una especie colorida y emblemática de las selvas tropicales conservadas y perturbadas de México, Centroamérica, Venezuela y Colombia (Figura 2).



Figura 2. El tucán pico canoa habita principalmente en los estratos superiores de la selva. Fotografía: Agustín Martínez Miramón

El nombre científico de *Ramphastos sulfuratus* se compone de dos partes: "*Ramphastos*" que proviene del griego "*rhamphos*", que significa "pico" o "pico de pájaro", haciendo referencia al distintivo y llamativo pico de los tucanes, y "*sulfuratus*" que hace referencia al color amarillo intenso, como el azufre, que se encuentra en el pico de esta especie. Además del color amarillo, el pico de este tucán también presenta color rojo, naranja, amarillo, verde y azul, haciendo una combinación espectacular tomando en cuenta que **el pico puede representar hasta un tercio de la longitud total del ave** (Figura 3).



Figura 3. El largo y curvo pico del tucán pico canoa, una herramienta adaptada para alcanzar frutas y otros alimentos en los bosques tropicales. Fotografía: Alberto Lobato

El tucán pico canoa **se alimenta principalmente de frutas, pero también consume insectos, huevos y polluelos de otras aves e incluso pequeños vertebrados. Su pico grande y fuerte le permite manipular y abrir frutas duras, y juega un papel importante en la dispersión de semillas**, ya que al consumir frutas y luego excretar las semillas en diferentes lugares, contribuye positivamente a la regeneración de los bosques y a la supervivencia de árboles tropicales como higueras (*Ficus* sp.), botoncillo (*Casearia corymbosa*), palo mulato (*Bursera simaruba*), guarumo (*Cecropia* sp.), entre otras especies de frutos (Figura 4).



Figura 4. El vibrante plumaje del tucán pico canoa, revelando la intrincada combinación de colores y patrones que lo hacen tan especial en los bosques tropicales. Fotografía: Gilberto Cortés

Estos tucanes **son aves sociales que suelen encontrarse en parejas monógamas o en pequeños grupos familiares.** Les gusta posarse en lo alto de los árboles y pueden ser bastante ruidosos, emitiendo llamadas estridentes y repetitivas (Figura 5). Las vocalizaciones son parte distintiva de su comportamiento y comunicación. Aunque su aspecto y su pico colorido son llamativos, **sus vocalizaciones también juegan un papel importante en su interacción social y territorial.** Estos llamados ásperos y monótonos se utilizan para comunicarse con otros miembros de su grupo, establecer territorios y advertir sobre posibles peligros. A menudo realizan un dueto vocal, donde **ambos miembros de la pareja emiten llamadas alternas que se entrelazan de manera sincronizada.** Este dueto puede servir para fortalecer los lazos entre la pareja y reafirmar su unión en el territorio. Los llamados pueden ser especialmente intensos durante la época de reproducción, cuando la defensa del territorio es crucial. Además de las llamadas territoriales, estos tucanes también emiten llamadas de contacto más suaves y cortas para mantenerse unidos con otros miembros de su grupo mientras se desplazan en busca de alimento (Figura 6).



Figura 5. Detalle de un tucán pico canoa descansando en una rama, mostrando su adaptación para la vida en las alturas de los árboles. Fotografía: Agustín Martínez Miramón

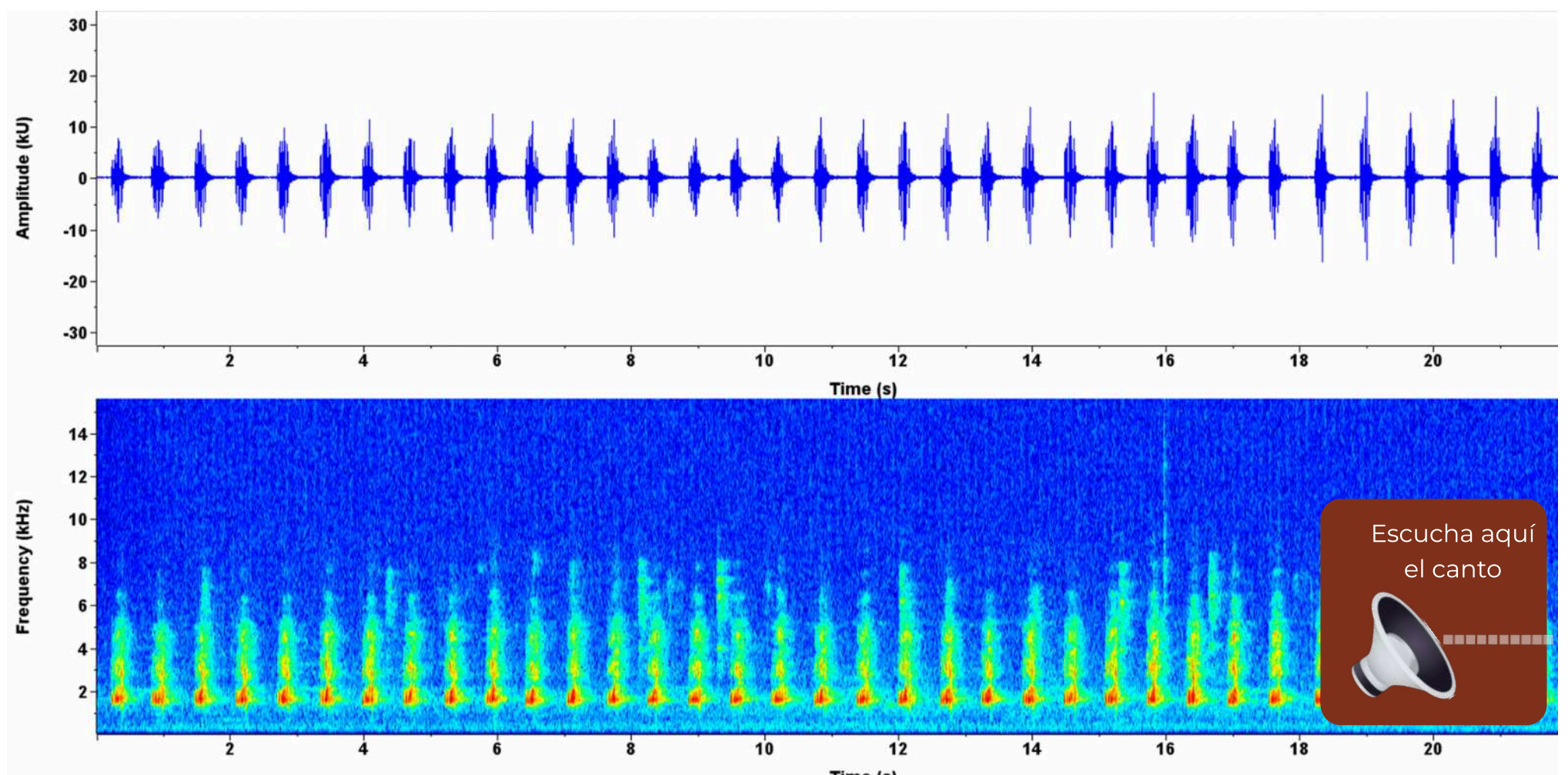


Figura 6. Representación gráfica del llamado del tucán pico canoa, un graznido áspero y monótono. En la parte superior se aprecia el oscilograma, en el cual se observan la energía sonora (ondas) producida por el ave a través del tiempo. En la parte inferior se muestra el sonograma, en el cual se aprecia la frecuencia (eje y) y la intensidad del canto (entre más rojo, más intenso) producido por el ave a lo largo del tiempo. Fotografía: Fernando González García

Los machos y hembras son similares en color, pero el macho es más grande. Los machos miden en promedio 55.4 cm de longitud y las hembras 52 cm. Durante la época de reproducción, y **como parte del cortejo, los machos alimentan a las hembras**, a lo que se conoce como alimentación nupcial. Construyen sus nidos en cavidades de árboles, donde la hembra pone de 1 a 4 huevos de color blanco opaco que eclosionan después de 15 a 20 días de incubación. **Ambos padres se encargan de la incubación de los huevos y de alimentar a los polluelos** (Figura 7).



Figura 7. Nido del tucán pico canoa en una cavidad de un árbol de Palo Mulato (*Bursera* sp.), donde macho y hembra incuban los huevos y cuidan de los polluelos. Fotografía: Agustín Martínez Miramón

La importancia cultural del tucán pico canoa es significativa en varias culturas de la región Mesoamericana, ya que es un símbolo de abundancia y color. El tucán pico canoa ha inspirado numerosas representaciones artísticas en los trópicos, desde pinturas y esculturas hasta textiles y cerámica. **Su imagen se utiliza frecuentemente en el arte popular y la artesanía local como un símbolo de identidad cultural.** Este tucán también tiene un lugar destacado en la mitología y el folklore. Se le atribuyen poderes mágicos y se le considera un mensajero entre los dioses y los humanos, o incluso un protector espiritual de la selva y sus habitantes. De hecho, **esta especie de tucán es el ave nacional de Belice desde 1981, en donde su imagen se utiliza en varios aspectos de la cultura y la identidad nacional** debido a su belleza y su singularidad (Figura 8).



Figura 8. El tucán pico canoa en su hábitat natural, un maestro del vuelo con fuertes ondulaciones y la vida en los árboles de los bosques tropicales. Fotografía: Agustín Martínez Miramón

En México es una especie residente todo el año y **se le considera como amenazada.** Aunque en el pasado esta especie de tucán estaba restringido a las tierras bajas, se argumenta que, **debido al cambio climático,** ha cambiado su distribución histórica y ahora se encuentra a mayor altitud, es decir **se ha desplazado a otros tipos de vegetación como los bosques de niebla.** Su presencia ya es notoria en los alrededores de la ciudad de Xalapa y Coatepec, tanto en sus áreas verdes como en plena zona urbana. **Las principales amenazas para el tucán pico canoa son la captura y tráfico ilegal, la pérdida de zonas arboladas y la disminución estacional de frutos de los cuales se alimenta** (Figura 9).



Figura 9. El pico curvo y colorido del tucán pico canoa, es también un probable regulador de su temperatura corporal: Fotografía: Gilberto Cortés

En resumen, el tucán pico canoa es más que una simple especie de ave; **es una especie importante en los ecosistemas en donde habita debido a su papel como dispersor de semillas.** También, es un símbolo que refleja la rica diversidad natural y cultural de Mesoamérica y su presencia en la región ha dejado una huella profunda en la historia, el arte y la identidad de las comunidades locales.

[Ir al índice](#)

Para saber más:

- Herrera-Flores BG, Santos-Fita D, Naranjo E J, Hernández-Betancourt SF. 2019. Importancia cultural de la fauna silvestre en comunidades rurales del norte de Yucatán, México. *Península XIV* (2): 27-55. [Click aquí](#)
- Jones R, Griffiths CS. 2020. Keel-billed Toucan (• *Ramphastos sulfuratus*•), version 1.0. In Schulenberg, TS (Ed), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. [Click aquí](#)
- Skutch, AF. 1971. Life history of the Keel-billed Toucan. *Auk* 88(2): 381-396. [Click aquí](#)
- Vocalizaciones adicionales del tucán pico canoa. [Click aquí](#)

Fotografía: Pexels, Pixabay

ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DE LAS COSTAS ARENOSAS DE MÉXICO

Octavio Pérez-Maqueo*

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Miguel Equihua Zamora

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Julián Equihua Benítez

Centro Helmholtz para la Investigación Ambiental, UFZ

M. Luisa Martínez Vázquez

Red de Ecología Funcional, INECOL

Rodolfo Silva Casarín

Instituto de Ingeniería, UNAM

Valeria Chávez

Instituto de Ingeniería, UNAM

Debora Lithgow

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Juan José Von Thaden

Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco

Alejandra Alamillo-Paredes

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Etzaguery Janeth Marín Coria

Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM

Mónica Liliana Pedraza Buitrago

Instituto de Ingeniería, UNAM

*octavio.maqueo@inecol.mx

Artículo interactivo 

Puedes dar click sobre los textos marcados con un recuadro de color

Las costas son complejas y son de todos

Las costas son lugares donde confluyen el ambiente marino, atmosférico y el terrestre. Tienen muchos y muy diversos significados para nosotros y para los individuos de otras especies con las que compartimos este planeta. Para la mayoría de los que vivimos lejos de las playas, las vemos como **sitios donde encontramos tranquilidad, diversión y felicidad**. En cambio, para los que viven cerca de ellas son su **hogar, fuente de trabajo, y el territorio que les provee alimento**; aunque también saben que los amenazan los huracanes, a los que están expuestos por la cercanía con el mar. Para otras especies como las tortugas marinas, las costas son sitios que hay que visitar en algún momento de sus vidas, pero no para vacacionar. Su propósito es llegar a ellas para desovar y confiar en el ambiente de playa para que incube los huevos hasta que rompan el cascarón las crías y puedan por sí mismas regresar al mar y continúe el ciclo de vida de estos extraordinarios reptiles (Figura 1).

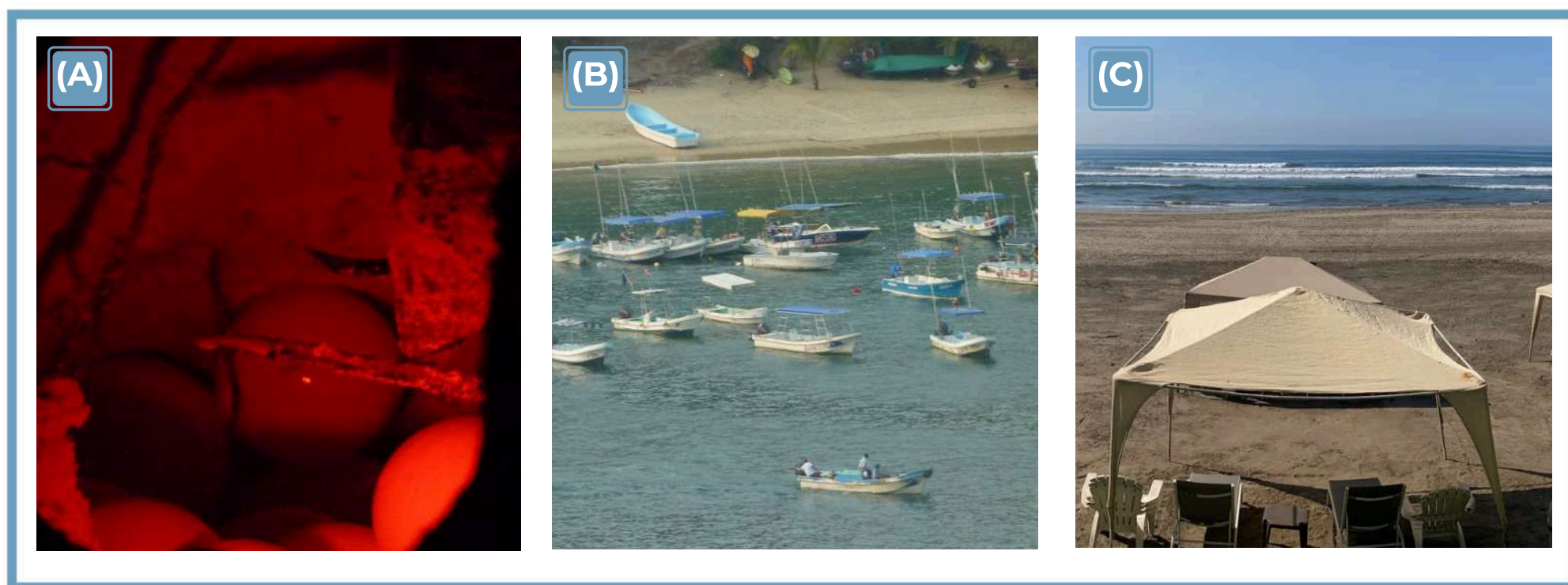


Figura 1. Usos diversos de las costas. (A) desove de tortugas, (B) pesca, (C) turismo.
Fotografías: Vinisa Romero

En particular, **las costas arenosas son muy utilizadas tanto por los humanos como por muchas otras especies. Por ello, es importante conocer la condición en la que se encuentran**, lo que nos lleva a preguntarnos ¿cuáles serán las características ideales que debería tener una costa? ¿será preferible que sean costas sin humanos? ¿importa si hay muchos o pocos turistas? ¿con luz artificial o sin luz? ¿con vehículos o sin vehículos? ¿con construcciones o sin ellas? ¿con hoteles o sin hoteles? Además del factor humano, ¿importará si tiene grandes olas? ¿mucho o poco viento? ¿si las playas tienen rocas o arena fina? y muchas preguntas más. Obviamente, también habrá que pensar en las múltiples interacciones dentro y entre las especies, como la polinización de las plantas de las playas y dunas, las redes tróficas que vinculan a las formas de vida desde el mar hasta la tierra, entre otras condiciones. Bajo esta perspectiva, **queremos partir de tres aspectos básicos**:

- (1) Que los humanos, al igual que otras especies, **dependemos de las costas**.
- (2) Que **la condición de las costas no depende únicamente de nuestra influencia** sobre ellas, sino que intervienen múltiples factores, lo que hace que su evaluación sea muy compleja.
- (3) Que **el impacto de nuestras acciones (cercanas y distantes) puede llegar a alterar las costas** de manera importante. Por tanto, habríamos de idear formas de desarrollo que integren los procesos que las mantienen en buenas condiciones.



Fotografía: Vinisa Romero

Contabilidad de la condición de ecosistemas

El desarrollo costero integral es, sin duda, uno de los grandes retos dentro de la sustentabilidad. Cómo lograrlo, es un asunto de preocupación que se manifiesta a escalas que van desde lo local hasta lo global. Existen políticas ambientales nacionales como los programas de ordenamiento y los estudios de impacto ambiental para hacer un mejor manejo del territorio. Además, hay iniciativas internacionales como el Sistema de Contabilidad de los Ecosistemas del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SEEA EA) (Figura 2) y la Convención de Diversidad Biológica, por mencionar solo algunos que se enfocan en la conservación de los ecosistemas naturales y las especies amenazadas. Hasta hace poco, la evaluación del estado de los ecosistemas (incluidas las costas), se hacía midiendo los cambios en extensión territorial que podían apreciarse. Se vinculaban esos cambios con la alteración que correspondería a la capacidad para obtener los beneficios que nos proporcionan. Acertadamente, hoy en día se ha puesto mayor énfasis en considerar que, **además de la superficie que cubre, la condición de un ecosistema es también importante**, pues cambios graduales a los ecosistemas alteran los beneficios que producen, e incluso influyen sobre la salud de las especies. También se ha señalado que la condición de un ecosistema no sólo depende de cambios en su extensión sino de las múltiples interacciones que ocurren en ellos. Es decir, la evaluación de la salud de los ecosistemas bajo esta nueva perspectiva requiere de muchos datos. México ha sido particularmente promotor de establecer políticas y desarrollar proyectos para obtener datos ambientales, como se puede ver en este interesante video y en la iniciativa NCAVES impulsada por INEGI y otras instituciones.

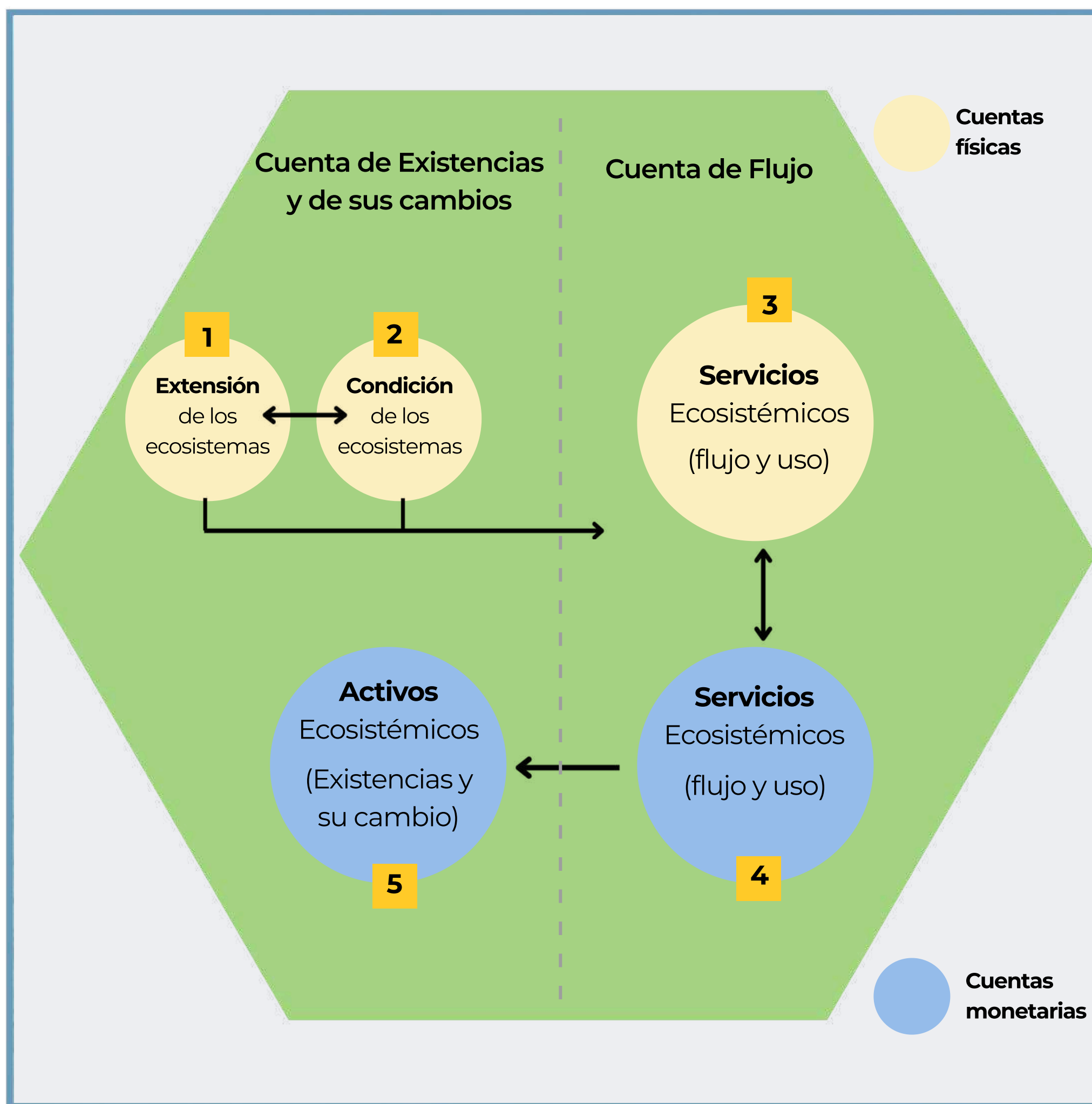


Figura 2. Sistema de Contabilidad de los Ecosistemas del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas. Este sistema reporta con cierta regularidad en el tiempo (generalmente un año) los resultados de tres cuentas que están interrelacionadas como se indica con las flechas en el diagrama: cuenta de extensión (medida en kilómetros cuadrados de superficie que tiene cada ecosistema). Cuenta de condición (estimación de la salud en la que se encuentra el ecosistema, pueden ser por ejemplo valores entre 0, muy mala salud y 1, muy buena salud) y cuenta de servicios ecosistémicos (definidos como las contribuciones de los ecosistemas a los beneficios que se utilizan en la actividad económica y en otras actividades humanas). Esta última puede contabilizarse de dos formas distintas, en términos físicos (por ejemplo, toneladas de peces) o en términos monetarios (por ejemplo, valor económico de esos peces). Esta información se integra en activos ecosistémicos que son unidades espaciales contiguas de un ecosistema específico caracterizado por un conjunto de componentes bióticos y abióticos y sus interacciones. Fuente: Modificado de <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>

Integridad ecosistémica de las costas arenosas a través de Inteligencia Artificial

Debido a que en las costas se combinan aire, mar y tierra, la evaluación de la condición de sus ecosistemas requiere datos y conceptos especiales. Un grupo de investigadores del INECOL, en colaboración con colegas de otras instituciones, **hemos iniciado un proyecto para analizar la condición de las costas arenosas de México. Nuestra primera tarea es recopilar la mayor cantidad de datos posible del ambiente marino y terrestre de todas las costas con arena del país. Después abordaremos el análisis de las interacciones entre esas variables, considerando un marco conceptual que incluye la participación de seres humanos sobre los componentes físicos, químicos y biológicos.** Esto es complejo por la naturaleza de los ecosistemas. Situaciones como estas se suelen abordar recurriendo al conocimiento y la opinión de expertos, pero nosotros además utilizamos técnicas de inteligencia artificial basadas en los datos recabados. Sabemos que, a pesar de su enorme poder predictivo, algunas de las técnicas actuales de aprendizaje automático (como las redes neuronales artificiales), no permiten explicar cómo llegan a las conclusiones que se obtienen del análisis. Por eso los llamamos modelos de caja negra o “paquetes cerrados”. Esto es un problema, pues tomar decisiones exige explicaciones. Por eso, **optamos por técnicas de Aprendizaje Automático Interpretable, las cuales permiten derivar explicaciones comprensibles y transparentes de las relaciones que hay entre las variables y con las que se llega a hacer recomendaciones de manejo** (Figura 3).



Figura 3. Diferencia entre Aprendizaje Automático y Aprendizaje Automático Interpretable. Las cajas esquematizan la naturaleza de estas dos técnicas de inteligencia artificial. En el Aprendizaje Automático (caja cerrada) no es posible entender las relaciones entre las variables con las que se realizan las predicciones. Por el contrario, en el Aprendizaje Automático Interpretable (caja abierta), la relación de las variables es explícita (como se esquematiza con las esferas interconectadas). En algunos casos se usa el término “Explicable” como sinónimo de Interpretable. Preferimos utilizar este último concepto ya que su uso favorece la creación de modelos inherentemente interpretables o entendibles. Elaboración propia

El Aprendizaje Automático Interpretatable se utiliza principalmente en ámbitos en donde las decisiones afectan vidas humanas, como la salud o el ejercicio de la ley, conocidas como “aplicaciones de alto riesgo”. Seguimos esta aproximación precisamente porque sostenemos que la evaluación de la condición de los ecosistemas es una “aplicación de alto riesgo”. Además, seguiremos un enfoque causal basado en los conceptos y métodos propuestos por Judea Pearl, Mackenzie y otros autores. Finalmente, **estamos convencidos que poner a disposición de la sociedad los métodos y resultados obtenidos es un principio fundamental para nuestro proyecto, por lo cual también seguiremos los principios de ciencia abierta**. Puedes encontrar un artículo sobre ciencia abierta dentro de este mismo número de **Eco-lógico**.

[Ir al índice](#)

Agradecimientos:

Agradecemos a CONAHCYT el apoyo otorgado a través del proyecto de Ciencia de Frontera 2023 CF-2023-G-1497 denominado “Estimación de la integridad ecosistémica de las costas arenosas mexicanas a través de técnicas de aprendizaje de máquina”. OPM agradece el apoyo recibido por parte del Instituto de Ingeniería para realizar la estancia sabática en la que se planeó este proyecto.

Para saber más:

- Pearl J, Mackenzie D. 2020. El libro del por qué. La nueva ciencia de la causa y el efecto. Pasado y Presente, Barcelona.
- Rudin C. 2019. Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. Nature Machine Intelligence 1(5), 206-215. [Click aquí](#)
- System of Environmental Economic Accounting. [Click aquí](#)

Fotografía: Vinisa Romero

LAZOS QUE PARASITAN: LA INTRIGANTE RED DE INTERACCIONES DE LOS MUÉRDAGOS AMERICANOS

Andrés Lira-Noriega*

Investigador por México, CONAHCYT
Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Eurídice Tinoco-Domínguez

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

*aliranoriega@gmail.com

Fotografía: Antranias, Pixabay

Existen alrededor de 4,000 especies de plantas parásitas en el mundo. Aunque **hay varios y diferentes tipos de plantas parásitas, en todos los casos existe una raíz modificada que les permite “robar” nutrientes de aquellas que parasitan. Esta raíz se conoce como haustorio y es la estructura encargada de atravesar los tejidos de la planta hospedera. Los muérdagos son un tipo de plantas parásitas que se caracterizan por ser hemiparásitas obligadas aéreas que pertenecen a diversas familias del Orden Santalales. El hemiparasitismo es una forma de interacción en la que una planta utiliza el haustorio para obtener parte de sus nutrientes a partir de sus plantas hospederas, pero además realiza fotosíntesis, por lo que produce parte de su propio alimento.** Es decir, las plantas hemiparásitas no obtienen todos sus nutrientes de su planta hospedadora. **Un caso extremo de parasitismo ocurre cuando una planta parásita crece y parasita otra planta parásita, fenómeno conocido como hiperparasitismo. Este fenómeno se ha observado en varias especies de muérdagos.**

Phoradendron es un género de muérdagos que ha evolucionado en el continente americano y que contiene el mayor número de especies en el mundo, con más de 230. Su distribución abarca desde Estados Unidos de América hasta Bolivia y Argentina, con excepción de Chile (Figura 1). **Las especies de *Phoradendron* parasitan mayormente árboles y arbustos, y sus principales dispersores son las aves frugívoras que se alimentan de frutos.** Por su amplia distribución y su estrecha relación con los hospederos de distintas familias y los animales que dispersan sus semillas, **este género de plantas hemiparásitas puede ser un valioso modelo para estudios ecológicos y evolutivos acerca de la forma en que las especies interactúan y forman comunidades en torno al parasitismo.**

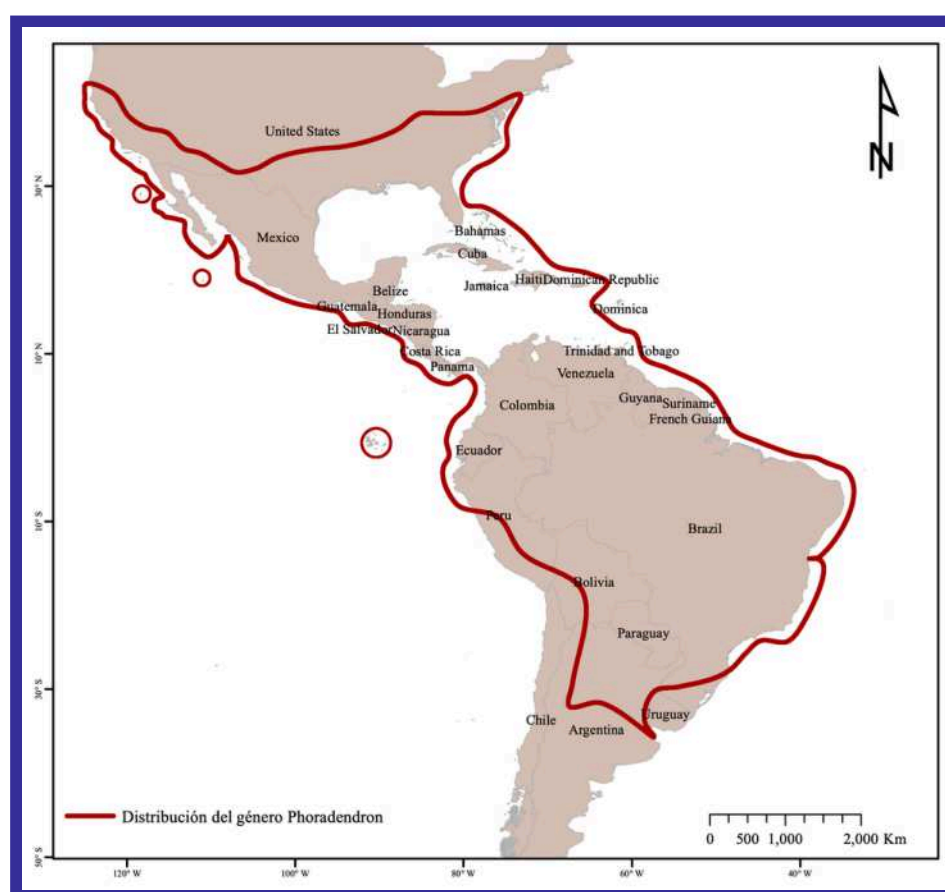


Figura 1. Distribución del género *Phoradendron* a lo largo del continente americano y de donde es nativo. Ilustración: Eurídice Tinoco-Domínguez, tomado de Kuijt, J. (2003). Monograph of *Phoradendron* (Viscaceae). Systematic Botany Monographs 66:1–643.

Una manera de investigar estas relaciones ecológicas entre las plantas parásitas y sus hospederos es a través del análisis de redes de interacción. Estas redes constituyen una herramienta valiosa que nos permite visualizar y evaluar las conexiones, así como su nivel de especialización, entre las especies dentro de un sistema biológico. Además de describir la estructura de las redes de interacción, **resulta intrigante indagar los factores que determinan la ocurrencia del parasitismo entre plantas.** Nos podemos preguntar si acaso son el clima y la proximidad geográfica entre las plantas parásitas y sus hospederos los que afectan la ocurrencia del parasitismo. O bien, se puede explorar si existen factores genéticos que determinan que un muérdago pueda enraizarse en un árbol o arbusto con una historia evolutiva particular, también conocido como parentesco o distancia filogenética. En esencia, **el estudio de las interacciones entre muérdagos y sus hospederos nos proporciona una ventana para comprender la formación de las comunidades de especies, la especialización de sus vínculos de interacción y los factores ambientales y genéticos que influyen en dichas interacciones.**



Colecta de *Phoradendro californicum* en el Desierto Sonorense, península de Baja California (13 de diciembre de 2019). En la foto aparece la estudiante de doctorado Eurídice Tinoco.

Fotografía: Andrés Lira-Noriega

Para entender mejor la forma en que los muérdagos americanos interactúan con sus hospederos, recopilamos información sobre las interacciones entre las especies de *Phoradendron* y los géneros de plantas que parasitan. Primero, describimos la forma y estructura de la red de interacciones y después investigamos en qué condiciones de proximidad y similitud climática, geográfica y evolutiva de los distintos hospederos ocurren las interacciones con los muérdagos que los parasitan. Esta información, a su vez, nos permite predecir qué hospederos podrían ser más vulnerables a ser parasitados por distintas especies de muérdagos.

Recopilamos información de **159 especies de *Phoradendron*** las cuales **interactúan con al menos 544 especies de 379 géneros, pertenecientes a más de 100 familias de plantas** (Figura 2). Esto indica que las especies del género *Phoradendron* parasitan a un grupo amplio de hospederos. Por un lado, observamos que **hay familias de plantas con una mayor interacción con los muérdagos**, tales como la familia del frijol (Fabaceae), la de los encinos (Fagaceae) y la de la Nochebuena (Euphorbiaceae). **Por otro lado, observamos una gran variabilidad en el número de hospederos que estos muérdagos pueden parasitar:** algunos como el muérdago del desierto (*Phoradendron californicum*) parasita a muy pocas familias, aunque casi exclusivamente afecta a la familia Fabaceae; mientras que otros como el matapalos (*P. quadrangulare*) parasitan a más de 50 especies diferentes de árboles (Figura 2).

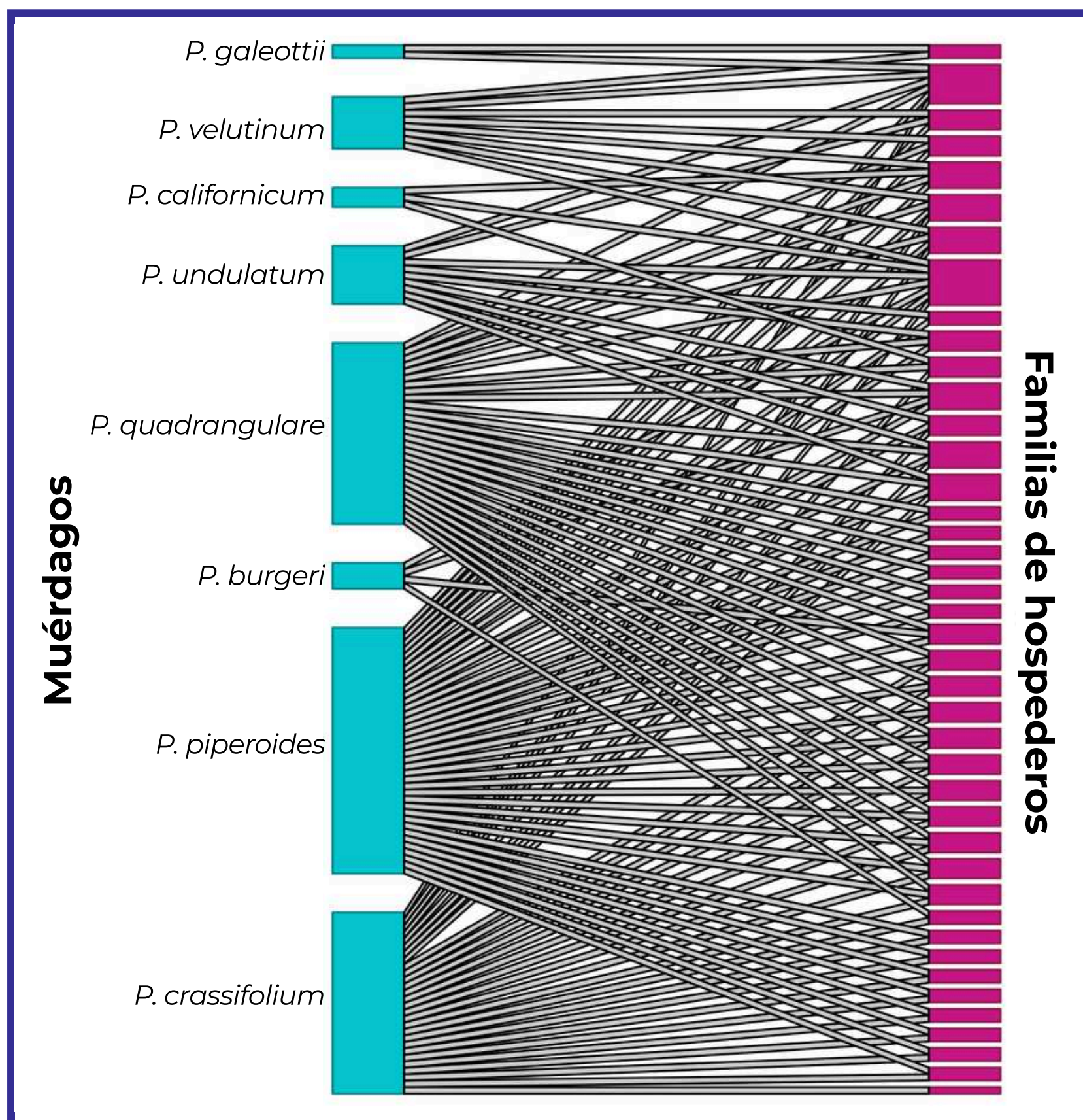


Figura 2. Red de interacciones entre especies de muérdagos del género *Phoradendron* y sus hospederos a nivel de familia. Se observa que hay especies de muérdagos con rangos de familias de hospederos muy restringidos y otras con rangos de hospederos muy amplios.

Ilustración: Eurídice Tinoco-Domínguez



Preservación del tejido de *Phoradendron californicum* para posteriormente realizar trabajo molecular en el laboratorio. Fotografía: Andrés Lira-Noriega

Cuando analizamos la estructura de la red de interacciones, vemos que se trata de **una red altamente especializada por la gran cantidad de grupos específicos entre los muérdagos y sus hospederos** (Figura 3). Estas agrupaciones **se conocen como módulos y están conformados por especies que interactúan más frecuentemente entre sí**. Este tipo de estructuras modulares implican que los muérdagos tienen preferencias específicas por las plantas hospederas y que su asociación no es azarosa. **Este alto grado de especialización es común en redes que involucran interacciones negativas, como la depredación, el parasitismo o la competencia, y a las cuales se les conoce como redes antagónicas.**

Si medimos el número de interacciones dentro de un módulo (conectividad) y el número de interacciones entre módulos (coeficiente de participación) podemos entender mejor el grado de especialización que hay en las conexiones y el rol de las especies en la red. Estas métricas, por lo tanto, nos permiten hacer inferencias sobre el efecto que tendría la modificación o pérdida de esas especies o módulos en una red. En la red de interacciones de *Phoradendron*, encontramos que **hay grupos de especies actuando como conectores o de manera periférica, siendo más común el papel de conector en los hospederos que en los muérdagos. Es decir, los muérdagos tienen una mayor participación al interior de sus propios módulos que fuera de dichos módulos**, aunque la gran cantidad de nodos periféricos nos indica que se trata de interacciones altamente especializadas entre muérdagos y hospederos (Figura 3).

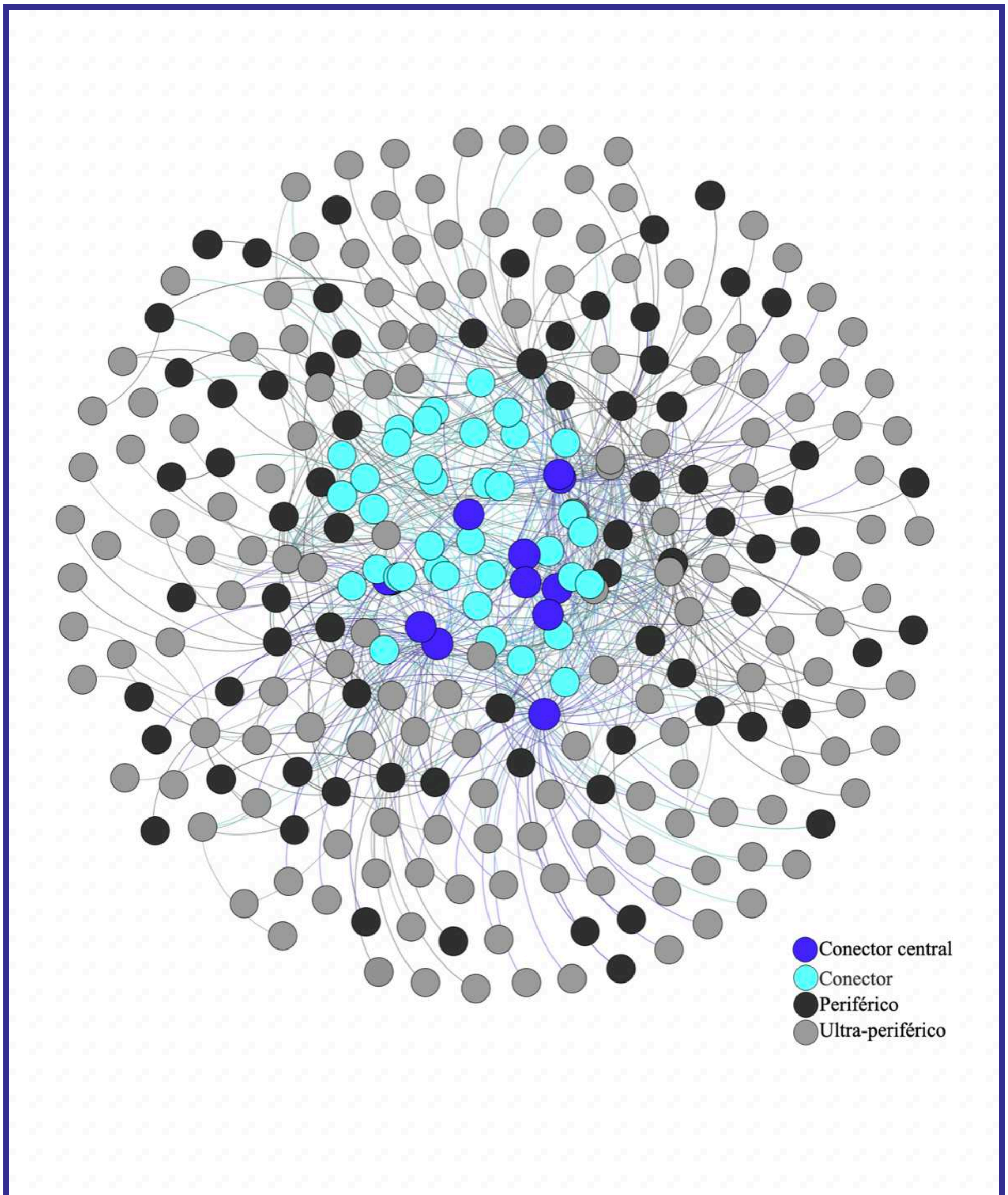


Figura 3. Red de interacciones entre especies de *Phoradendron* y sus hospederos y los roles de participación de las especies en la red. Los distintos colores representan los módulos de la red.
Ilustración: Eurídice Tinoco-Domínguez

También resultó interesante descubrir que **la probabilidad de parasitismo por parte de los muérdagos es mayor en los hospederos con un parentesco evolutivo estrecho que en aquellos con historias evolutivas muy diferentes.**

Además, se observó que este factor evolutivo explica más el parasitismo por muérdagos de *Phoradendron* que la posición geográfica o el clima en el que crecen las plantas hospederas (Figura 4). Este hallazgo coincide con observaciones previas que indican que ciertos grupos de hospederos pueden ser más propensos a ser parasitados cuando están evolutivamente más cerca entre sí. A esto lo denominamos un fuerte componente evolutivo en la red.

Con este estudio pudimos comprender un poco más el parasitismo de los muérdagos oriundos de América. Sin embargo, aún quedan una infinidad de preguntas por responder y que habrá que seguir estudiando para entender aún mejor cuáles son los requisitos tanto biológicos como del medio ambiente que permiten la ocurrencia del parasitismo en plantas así como en otros grupos taxonómicos que muestren interacciones de esta naturaleza.

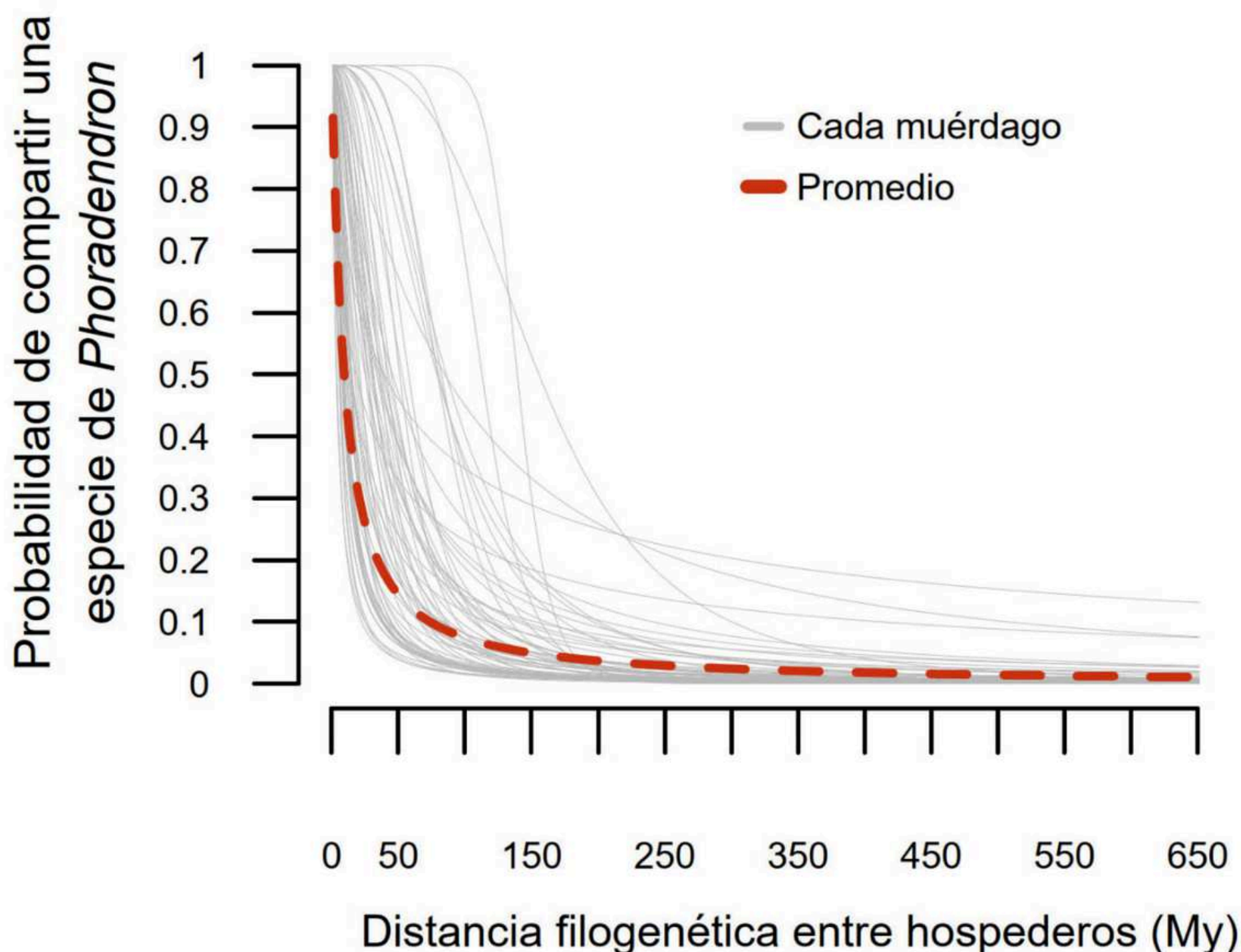


Figura 4. Relación entre la edad del hospedero (en millones de años) y la probabilidad de que sea parasitado por la misma especie de muérdago. Nótese que mientras más cercanos en edad son los hospederos, aumenta su riesgo de compartir a los muérdagos que los parasitan.

Ilustración: Eurídice Tinoco-Domínguez

Agradecimientos:

Eurídice Tinoco-Domínguez recibió una beca doctoral del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT; No. 703604). Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto "El papel del nicho ecológico y los refugios pleistocénicos en el mantenimiento de la diversidad genética de una planta hemiparásita del desierto sonorense" (CB 2016-288690-B) financiado por el programa Ciencia Básica del CONAHCyT.

Para saber más:

- Dehling DM. 2018. The Structure of Ecological Networks. In: Dáttilo W, Rico-Gray V, eds. Ecological Networks in the Tropics: An Integrative Overview of Species Interactions from Some of the Most Species-Rich Habitats on Earth. Cham: Springer International Publishing, 29–42.
- Kuijt, J. 2003. Monograph of *Phoradendron* (Viscaceae). Systematic Botany Monographs 66:1–643.
- Robles-Fernández ÁL, and Lira-Noriega A. 2017. Combining phylogenetic and occurrence information for risk assessment of pest and pathogen interactions with host plants. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics* 3. [Click aquí](#)

Fotografía: Andrés Lira Noriega

Ciencia hoy

Fotografía: Anthony, Pexels



MICRO Y NANOPLÁSTICOS: CHQUITOS PERO PICOSOS

Ana Martínez Vázquez

Departamento de Materiales de Baja Dimensionalidad.
Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

martina@unam.mx

Fotografía: David McEachan, Pexels

¿Quién inventó los microplásticos? En realidad, los microplásticos no se inventaron. Lo que sí pasó es que a alguien se le ocurrió que la basura en pequeño podría estar haciendo daño. En 2004 Richard Thompson fue quien pensó que había que buscar la basura de menor tamaño porque se dio cuenta, cuando trabajaba de voluntario limpiando las playas, que **la gente se fijaba en las piezas grandes, como redes de pesca y botellas de plástico, y no prestaba atención a la basura más pequeña.** Como profesor de biología marina en la Universidad de Plymouth (Reino Unido), retó a sus estudiantes a encontrar los plásticos más chicos y así se encontraron con piezas que costaba trabajo ver a simple vista, porque eran **del tamaño de los granos de arena.** Con base en este trabajo propuso la idea de los microplásticos, misma que publicó en 2004 en la revista Science en un artículo que se llama *Perdido en el mar: ¿dónde está todo el plástico?* En este texto explica todo lo que encontró con sus alumnos en las playas, y define a un **microplástico como aquella pieza de plástico que mide máximo 5 milímetros.** Sus descubrimientos fueron en las zonas costeras, y dice que estas partículas seguramente llegan a los organismos marinos, pero reconoce que no se sabe si pueden pasar a formar parte de la cadena alimenticia, ni tampoco se sabía en ese momento la posible toxicidad.



Fotografía: Flockine, Pixabay

La cosa no paró ahí, porque después de que llegó la idea de que lo pequeño que no se ve puede ser muy importante, se empezaron a buscar partículas más chicas. Como el que busca encuentra, los que investigaron hallaron a **los nanoplásticos, que son un millón de veces más pequeños que los microplásticos. Un nanoplástico se define como aquel pedazo de plástico que mide menos de 100 nanómetros de diámetro.** Para darnos una idea de lo que representa este tamaño, podemos pensar que en la cabeza de un alfiler que mide un milímetro de diámetro caben un millón de nanómetros. La pregunta es si los plásticos muy pequeños son peores, más peligrosos o más tóxicos.

¿Cómo se forman los micro y los nanoplásticos? Empecemos pensando en que los plásticos no se deshacen, esto es, no se degradan en poco tiempo. Degradarse es cambiar en algo, y significa cualquier cambio químico en los polímeros como resultado de factores ambientales (luz, calor, condiciones químicas o actividad biológica). Son procesos que modifican las propiedades de los plásticos, los hacen quebradizos, menos resistentes, o los cambian de color. Entendamos que **degradarse es pasar por un proceso químico que destruye al polímero y lo transforma.** Incluye la alteración de las propiedades químicas porque se rompen enlaces y la formación de nuevos productos químicos. **Cuando un plástico se erosiona el proceso es distinto, porque se conserva la fórmula química, aunque el tamaño es cada vez más pequeño. Cada nanoplástico sigue siendo el mismo plástico, pero en chiquito.**



Fotografía: Magda Ehlers, Pexels

Comparado con los ecosistemas terrestres, **en el mar los plásticos se fraccionan o erosionan más fácilmente en pedazos más pequeños. Esto es por el ambiente salino, por los microorganismos y por el constante movimiento de las olas, que generan fuerzas que golpean a los plásticos.** Es como si estuvieran todo el tiempo agitándose y golpeándose con fuerza, lo que hace que se vayan rompiendo. Los nanoplásticos pueden transportarse a través de la cadena alimenticia y acumularse en los organismos. **Algunos estudios muestran que nosotros comemos todo el tiempo nanoplásticos, y que en un año llegamos a comernos la misma cantidad de plástico que tiene una tarjeta de crédito** (Figura 1). La pregunta es qué tanto daño nos hacen, si eso nos está matando o no, o si lo que ocurre es que tal como los comemos los evacuamos por otra vía. Hay muchas investigaciones que buscan encontrarle respuesta a estas preguntas.

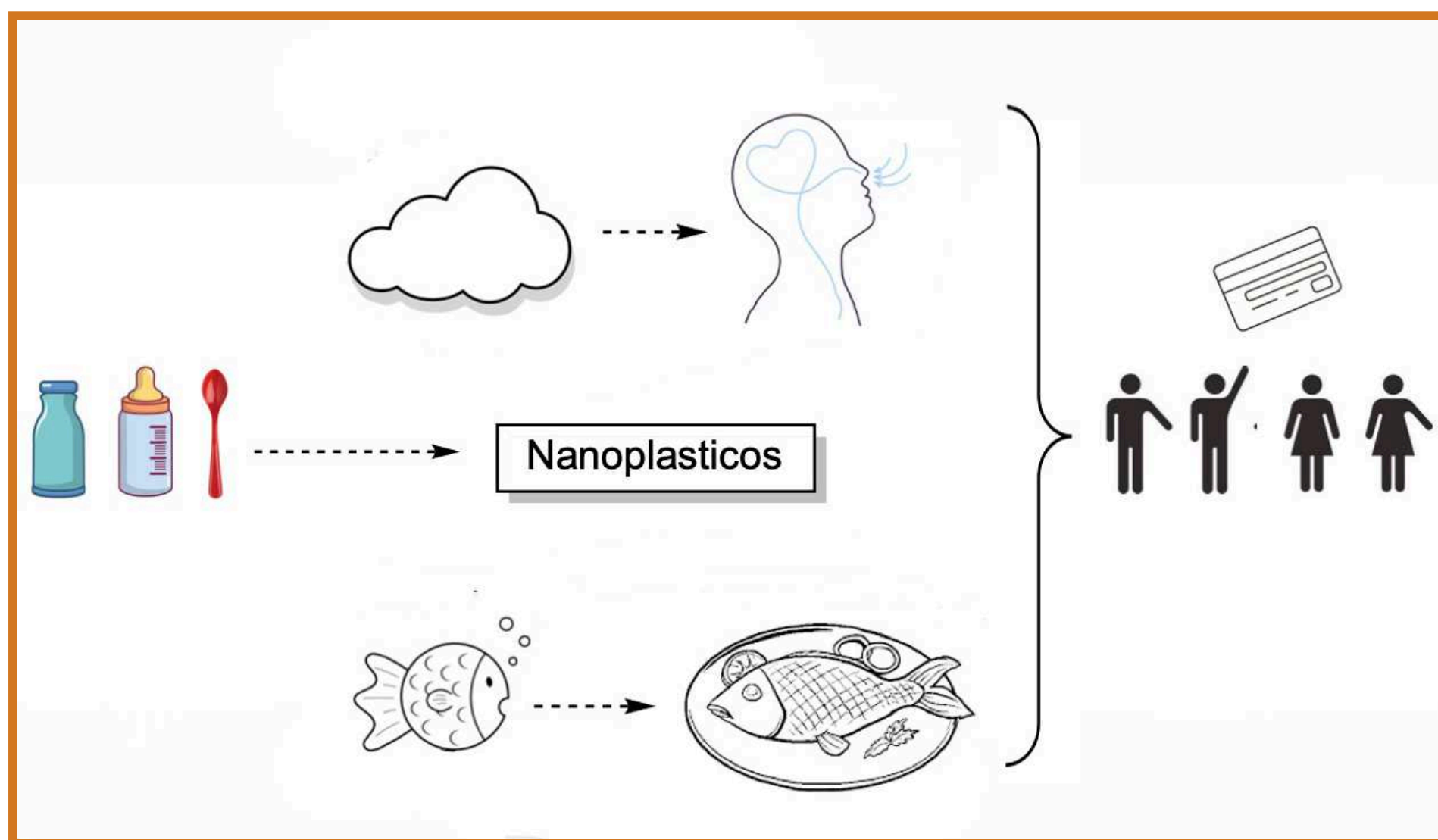


Figura 1. Los nanoplásticos no solamente entran por el estómago al comerlos, también pueden ingresar por vía aérea al respirarlos. Más o menos ingerimos una tarjeta de crédito al año.
Elaboración: Ana Martínez Vázquez

Por ejemplo, **en otra investigación** con los caracoles gigantes conocidos como *Achatina reticulata* (Figura 2) se encontró que los microplásticos no pusieron en peligro la salud de los individuos. De hecho, **se descubrió que los caracoles que comieron microplásticos crecieron más que aquellos que sólo comieron su comida normal.** Los investigadores piensan que los microplásticos pueden actuar como trituradores mecánicos y eso puede mejorar la asimilación de los alimentos. Esto puede explicar que los caracoles crezcan más cuando se comen los microplásticos.



Figura 2. Los caracoles gigantes *Achatina reticulata* son del tamaño de una mano humana.
Elaboración: Ana Martínez Vázquez

En otro estudio pudieron tomar imágenes de nanoplásticos después de ser ingeridos por ratones. Se utilizaron plásticos modificados. En el dibujo de la Figura 3 se observa lo que encontraron y reportaron. La esfera azul representa un nanoplástico de 20 nm de tamaño, muy chiquito. Al ratoncito se lo dieron con la comida, y después le tomaron fotografías con un equipo parecido a los que se usan cuando sacan radiografías. Así pudieron ver por dónde iba la *mini-pelota* de plástico. Seis horas después de la comida, encontraron la pelotita de nanoplástico en el estómago del ratoncito, a las doce horas iba moviéndose por el tracto digestivo, a las 24 horas había llegado al intestino y finalmente después de 48 horas, el ratoncito ya no tenía nada de ese nanoplástico. **Estos resultados sugieren que los nanoplásticos pasan por el aparato digestivo sin acumularse y sin aparentemente hacer daño.** Cuando el nanoplástico es más grande, se observó que tarda más tiempo en evacuarse.

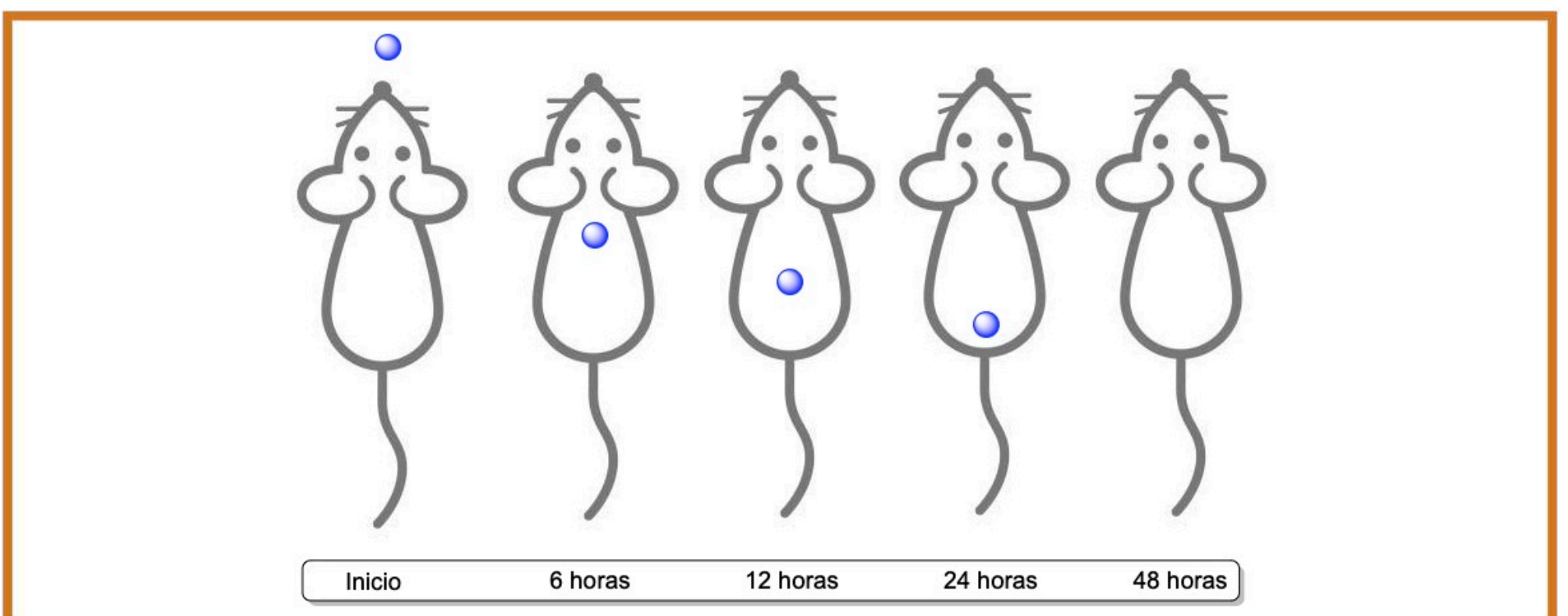


Figura 3. Imagen del ratón con el nanoplástico que indica cómo se mueve dentro del cuerpo conforme pasa el tiempo. Elaboración: Ana Martínez Vázquez

Todos esos estudios ayudan a entender mejor el efecto de los nanoplásticos en la salud de las especies y del ser humano, pero todavía no sabemos si hacen daño. Lo sabremos pronto, pero mientras eso sucede, es necesario reconocer que **la presencia excesiva de plásticos en el ambiente ha generado un problema grave de contaminación**. Lo que podemos hacer nosotros es usar menos plásticos. Investigar a los nanoplásticos es difícil, pero hay que confiar en que pronto sabremos si son como el chile, que se sabe que mientras más pequeños más picosos.

Agradecimientos

Agradezco el apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la DGAPA a través del Programa de Apoyo para la Superación del Personal Académico de la UNAM (PASPA) por el apoyo económico durante mi estancia sabática en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid, España. Este trabajo está dedicado a Andrés Barbosa, un excelente compañero e investigador, quien falleció durante mi estancia sabática.

Para saber más:

- Lim XZ. 2021. *Microplastics are everywhere — but are they harmful?* Nature, Vol. 593, 22-25
- Nelson TF, Baumgartner R, Jaggi M et al. 2022. *Biodegradation of poly(butylene succinate) in soil laboratory incubations assessed by stable carbon isotope labelling*. Nature Communication 13, 5691. [Click aquí](#)
- Thomson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, McGonigle D, Russ AE . 2004. *Lost at Sea: Where Is All the Plastic?* Science, Vol. 304. [Click aquí](#)
- Shen M, Zhang Y, Zhu Y, Song B, Zeng G, Hu Duofei, Wen X, Ren X. 2019. *Recent advances in toxicological research of nanoplastics in the environment: A review*. Environmental Pollution 252, 511e521. [Click aquí](#)

Fotografía: Regenwolke0, Pixabay

EL PODER DE LOS MAPAS

LOS MAPAS MOLDEAN NUESTRA PERCEPCIÓN DEL MUNDO

Sergio A. Cabrera-Cruz*

César Augusto Gallo Gómez

Rafael Villegas Patraca

Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados
(USPAE), INECOL

*sergio.cabrera@inecol.mx

Artículo interactivo 

Puedes dar click sobre los textos
marcados con un recuadro de color

Fotografía: Vinisa Romero

Los mapas comunican características, hechos o fenómenos específicos de la Tierra o de algún lugar en particular. Una definición de la palabra mapa es: “Representación geográfica de la Tierra, o parte de ella, en una superficie plana.” Sin embargo, la Tierra no es plana, sino que tiene la forma de un esferoide oblato, o sea que tiene la forma de una esfera ligeramente achatada, y ese achatamiento se encuentra en los polos. Debido a esto, **la disciplina que se encarga de la elaboración de mapas, llamada cartografía, junto con la geografía, tuvo que resolver el problema de cómo representar las características de una superficie esférica en una superficie plana.**

Para dimensionar el reto, imaginemos tener que pelar una naranja y extender la cáscara sobre una mesa. ¿Cómo hacer los cortes para lograrlo? Alternativamente, imaginemos tener que envolver un balón con un pliego de papel ¿Es posible hacerlo sin arrugar el papel? ¿O sin cortarlo? Para solucionar esto, se desarrolló una técnica que se llama **Proyección cartográfica**, que **permite “traducir” una superficie esférica en una superficie plana.** De la misma manera en que se puede pelar una naranja de distintas formas, también existen diferentes proyecciones cartográficas. De hecho, **hay tres grupos principales, clasificadas de acuerdo con el tipo de superficie sobre la que se proyecte la Tierra: cilíndricas, cónicas y polares o planas** (Figura 1). De cada grupo existen una gran cantidad de formas, cada una representando una manera diferente “de pelar la naranja”. Sin embargo, ninguna proyección es perfecta, pues de la misma manera en que no es posible ajustar una superficie plana a una esfera sin estirla o encogerla, tampoco es posible representar la superficie de una esfera en un mapa sin causar algún tipo de distorsión. Por tanto, cada proyección tiene sus propias virtudes y limitaciones. Sin embargo, una proyección en particular es utilizada con demasiada frecuencia, distorsionando nuestra percepción de la realidad. Se trata de la proyección de Mercator.

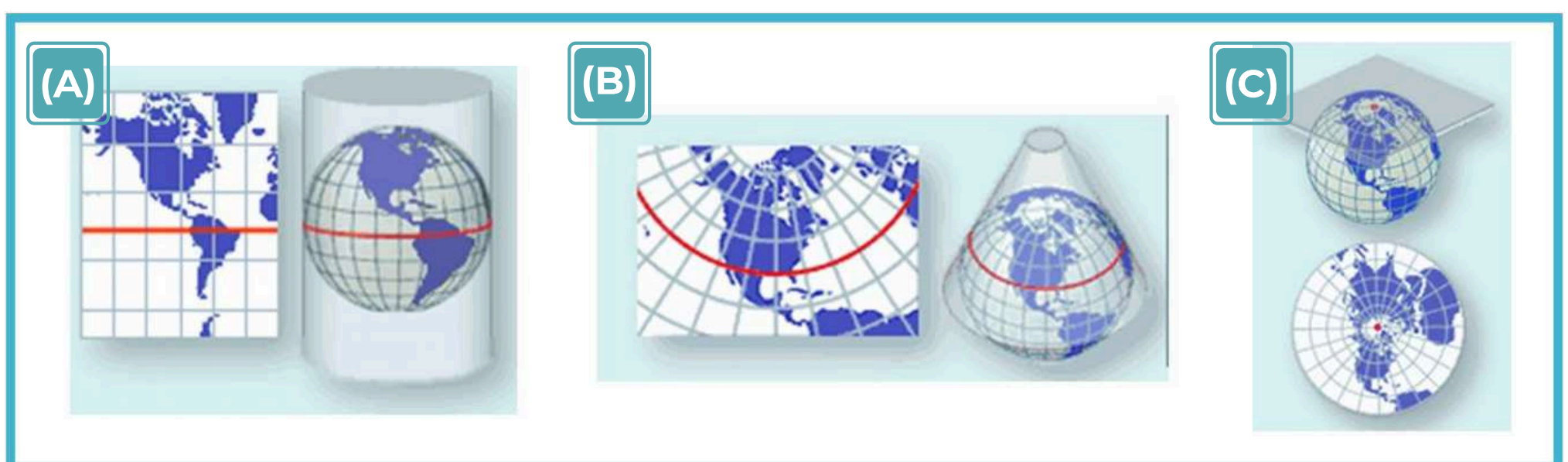


Figura 1. Tipos principales de proyecciones: (A) cilíndricas, (B) cónicas, (C) polares o planas. Las líneas y el punto rojo representan los lugares donde las superficies de proyección (el cilindro, el cono, o el plano) hacen contacto con el globo terráqueo. Tomada de Steven Manson, compartida con licencia abierta CC BY-NC-SA 4.0

La proyección de Mercator

Fue propuesta en 1569 por el geógrafo y cartógrafo europeo Gerardus Mercator para facilitar la navegación marítima entre continentes (Figura 2). Una de sus virtudes es que las líneas rectas que se dibujan sobre un mapa (líneas loxodrómicas) con esta proyección representan direcciones reales de brújula, lo cual permite establecer rumbos precisos, favoreciendo así la navegación.

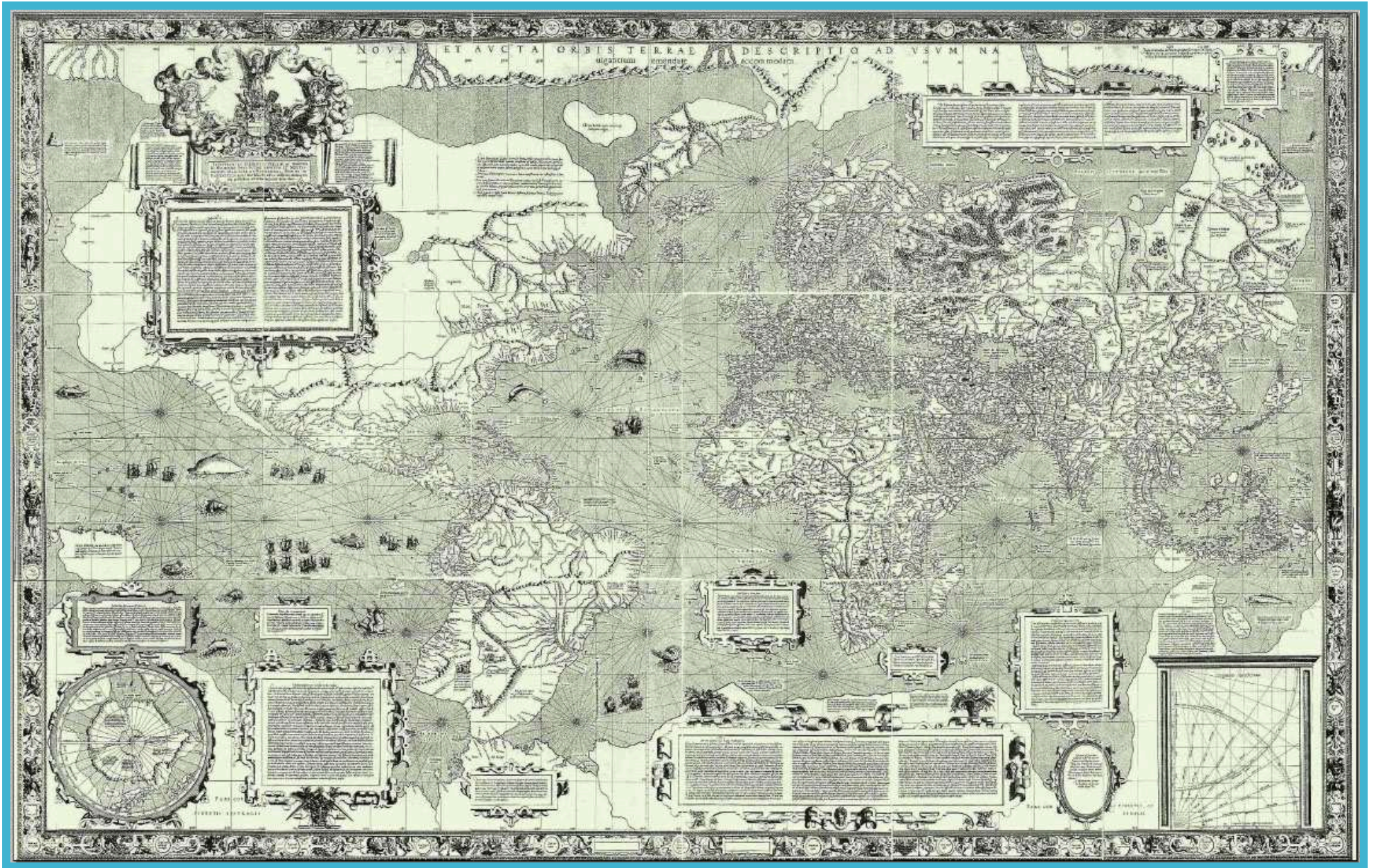


Figura 2. Mapa de Mercator de 1569 (disponible en [WikiMedia](#) como Dominio público)

Por otro lado, una de sus desventajas consiste en que **distorsiona el área de los países**, principalmente en mapas de gran escala donde se representan continentes enteros o todo el mundo, haciendo que se vean más grandes mientras más cerca estén de los polos de la Tierra. Esto es, **los territorios en los extremos norte o sur del planeta se ven más grandes de lo que en realidad son, mientras que los que están cerca del ecuador no sufren de esa distorsión** (Figura 3). Por ejemplo, la proyección Mercator hace que Alaska se vea mucho más grande que México; sin embargo, si los ponemos lado a lado, evitando así la distorsión de sus territorios, podemos ver que sus dimensiones son muy parecidas (Figura 4). De hecho, la extensión territorial de México (1,964,375 km²) es ligeramente superior a la de Alaska (1,717,854 km²). [Este video](#) ilustra y profundiza algunos de estos conceptos.

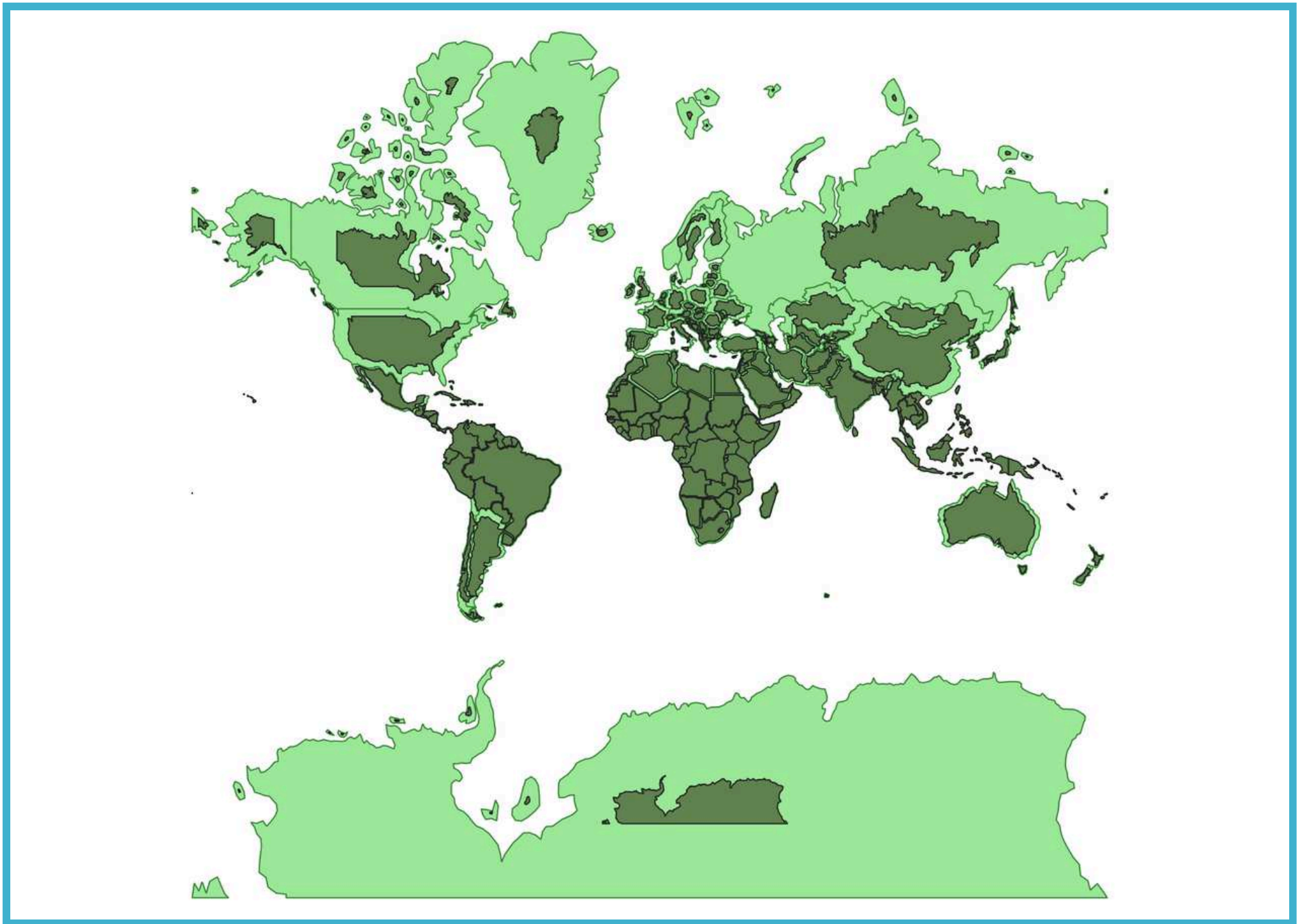


Figura 3. Mapas con proyecciones de Mercator (verde claro) y de Mollweide, una proyección de áreas equivalentes, mostrando el tamaño real de cada país (verde oscuro). Figura elaborada en QGIS con mapas creados con código de R disponible [aquí](#)



Figura 4. Izquierda: Alaska y México en su ubicación geográfica real, en un mapa con proyección Web de Mercator. Derecha: Los mismos territorios puestos lado a lado, evitando así la distorsión causada por la proyección. Figura elaborada en GIMP con mapas creados con [thetruesize.com](#)

La proyección de Mercator fue ajustada en 1722, 1822 y 1912 por Johann Lambert, Carl Gauss y Johann Krüger respectivamente, dando como resultado la proyección **Transversa de Mercator**. Esta derivación fue utilizada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos en 1940 para obtener la ampliamente utilizada proyección **Universal Transversal de Mercator** o simplemente UTM. Si bien estas proyecciones corrigen algunos de los problemas presentes en la original de Mercator, la distorsión de áreas sigue presente.

Afortunadamente, existen **otras proyecciones** (Figura 5), muchas de las cuales preservan la proporción real de las áreas de todos los territorios independientemente de su ubicación geográfica, también llamadas proyecciones de áreas equivalentes. Sin embargo, la de Mercator y sus derivaciones siguen siendo sumamente comunes. Por ejemplo, las podemos encontrar en plataformas populares como la versión web de **Google maps**, donde es denominada **Web Mercator**, y también es ampliamente utilizada en materiales didácticos como pósters y planisferios.

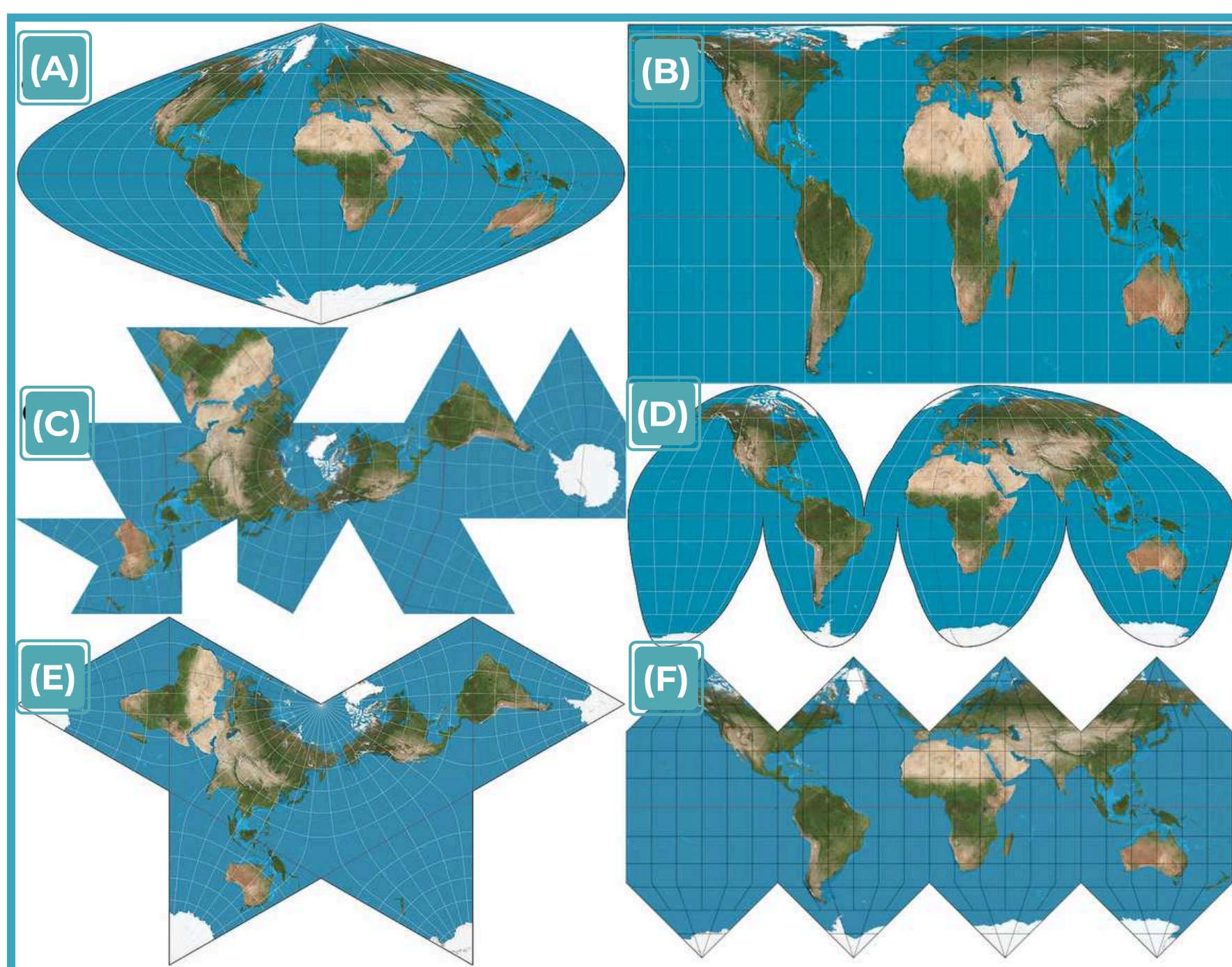


Figura 5. Ejemplos de proyecciones cartográficas. (A) Sinusoidal, (B) Gall-Peters, (C) Dymaxion, (D) Homolosena de Goode, (E) de mariposa de Cahill, (F) HEALPix. Figura elaborada en GIMP con imágenes disponibles en **WikiMedia** como dominio público o bajo licencia abierta

El tamaño sí importa

En ecología, la depredación es un tipo de interacción biológica donde un individuo de una especie caza a otro de una especie distinta, usualmente más débil, vulnerable, o pequeña. Por tanto, una estrategia de defensa consiste en hacerse ver más grande. Por ejemplo, para reducir el riesgo de que un oso grizzly te vea como presa, una recomendación es **levantar los brazos lentamente para hacerte ver lo más grande posible**. Por tanto, ser más grande es útil para depredar, mientras que verse más grande lo es para evitar ser presa de un depredador.

En el ámbito **geopolítico** (Figura 6), ser más grande también puede representar una ventaja, pues **países con un mayor territorio pueden tener acceso a más recursos, haciéndolos más fuertes. Históricamente, los países en el Norte Global han conquistado y colonizado países en el Sur**. Las razones detrás de esta realidad son diversas y complejas, pero se ha sugerido que los mapas con proyección de Mercator, que hacen ver a los países del norte global más grandes de lo que en realidad son, pueden perpetuar ideas de **imperialismo y dominación**.



Figura 6. La geopolítica “es una ciencia analítica que intenta comprender las luchas que se generan en los centros de poder, para conseguir dominio de los espacios geográficos” (Christian Rios, 2019). Imagen generada con la Inteligencia Artificial Copilot Designer de Microsoft, el 23 de abril de 2024

Si bien la distorsión causada por la proyección de Mercator es una consecuencia accidental y esta proyección sigue siendo útil pues **la navegación es cosa de todos los días, su uso indiscriminado hace que desde una temprana edad creamos que países nortños tienen una superficie mayor a la real, contribuyendo así a construir una percepción distorsionada de la realidad.** Por tanto, su uso debería ser reservado para los fines que requieran de sus virtudes, dejando la ilustración de divisiones políticas entre países y continentes a otras proyecciones que no distorsionan el tamaño de los territorios. Más allá de esto, independientemente del tipo de proyección que tengan (Figura 7), **cada vez que veamos un mapa podemos preguntarnos con qué fidelidad representan a los territorios y cuáles son sus debilidades.**

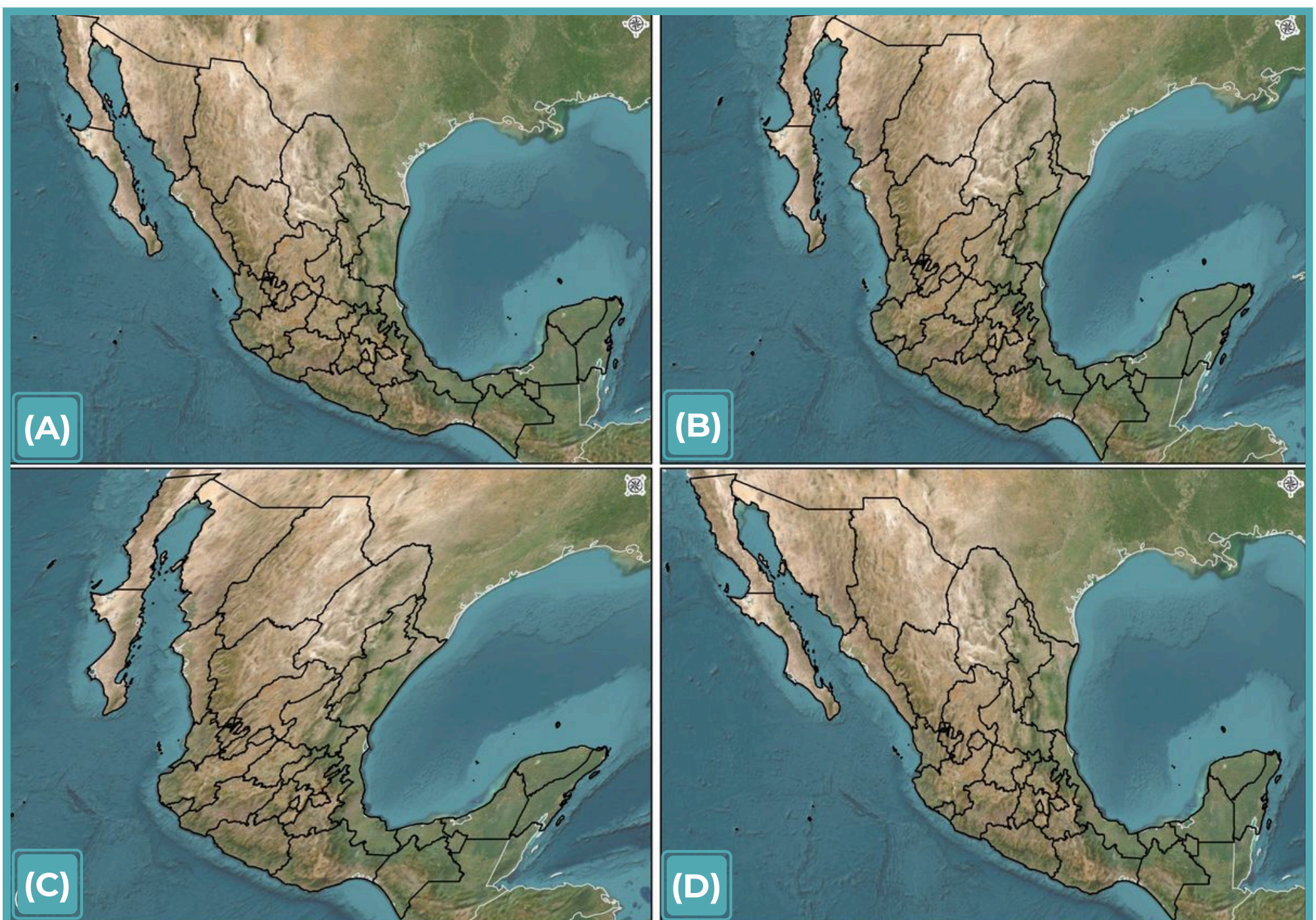


Figura 7. México representando con diversas proyecciones cartográficas. Nótese cómo las distorsiones son mayores en los estados del norte y en las dimensiones del Golfo de México; además, la ubicación del Norte geográfico varía en algunas proyecciones. (A) Proyección Cónica de Albers, (B) Proyección de Mollweide, (C) Proyección Sinusoidal y (D) Proyección Estereográfica de Gall. Elaboración: César Gallo Gómez

Agradecimientos:

Agradecemos al comité editorial y al equipo de diseño por sus observaciones que contribuyeron a mejorar el presente manuscrito.

Para saber más:

- Martín López J. 2015. Historia de las proyecciones cartográficas. Centro Nacional de Información Geográfica. Madrid, España. [Click aquí](#). Consultado el 06 de junio de 2024.
- Regulés R. 2022. El mapa es el mensaje. Fondo de Cultura Económica, Secretaría de Educación Pública, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Colección LA CIENCIA PARA TODOS. Ciudad de México, México. 158 pp. [Click aquí](#)
- Siabato W, Triana-Zárate G. 2022. Comunicación cartográfica, cartología y el modelo de Ratajski. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 31(2), 246–254. [Click aquí](#)

Fotografía: Vinisa Romero

Jóvenes Científicos

Fotografía: Artem Podrez, Pexels



EN LA BOCA DEL LOBO POR LOS EFECTOS DEL GORDOLOBO

Victoria Eugenia Bolado García*

Laboratorio de Investigación Genómica y Fisiológica, Facultad de
Nutrición, Universidad Veracruzana

Yaqueline Antonia Gheno Heredia

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana

Armando J. Martínez

Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana

Aleph Alejandro Corona Morales

Laboratorio de Investigación Genómica y Fisiológica, Facultad de
Nutrición, Universidad Veracruzana

Sulik Saraí Lunagómez Lechuga

Centro de Salud de Tlacolulan, Veracruz. IMSS Bienestar

*vbolado@uv.mx

Artículo interactivo 

Puedes dar click sobre los textos
marcados con un recuadro de color

Fotografía: Armando J. Martínez

México tiene aproximadamente 4,500 especies de plantas de diversas familias botánicas que se les considera “medicinales”, de las cuales aproximadamente el 90 % de la población en general, y entre 7 a 55 % de las mujeres embarazadas, las utiliza como remedio para alguna enfermedad o molestia. **El uso de la “medicina tradicional” se ha practicado por muchas generaciones con la percepción de que es un “remedio natural” totalmente seguro, sin considerar que las plantas pueden contener compuestos tóxicos nocivos para la salud.**

Estos referentes fueron el precursor para realizar una serie de **preguntas a las mujeres en el municipio de Xalapa y alrededores para conocer la frecuencia de consumo de plantas “medicinales” durante la gestación**, en qué momento del embarazo y cuáles consumen. La encuesta se aplicó a 60 mujeres de entre 17 y 78 años con al menos un embarazo; en el grupo el 56.7 % de las mujeres tenían de uno a tres hijos y sus niveles de escolaridad fueron, en la mayor parte, de primaria a bachillerato. Los resultados indicaron que el 52 % consumieron plantas en infusión (hojas y flores) fundamentalmente durante una semana o bien durante todo el embarazo.

En particular, un 22.6 % de mujeres reportó haber consumido “plantas medicinales” durante el primer trimestre del embarazo, 16 % en el segundo, 29 % en el tercero, 13 % durante todo el embarazo, y un 19.4 % refirieron no recordar cuándo las ingirieron. **La encuesta mostró además, que las principales plantas reportadas por consumo durante el embarazo** fueron la ruda (*Ruta chalepensis* L.) para acelerar el parto, la hierbabuena (*Mentha spicata* L.) para malestar estomacal, la manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) para malestares estomacales como diarrea, cólico e indigestión, otras como el laurel (*Laurus nobilis*), la magnolia (*Magnolia grandiflora* L.), el zacate limón (*Cymbopogon citratus*) y el comino (*Cuminum cyminum* L.) para malestares estomacales y evitar abortos, y el gordolobo (*Bocconia frutescens* L.) para la gripa y malestar estomacal.



Fotografía: Artoxana, Pixabay

A partir de esta lista, **nos enfocamos en el gordolobo** (familia Papaveraceae, Figura 1A, B ,C), puesto que es una especie nativa de regiones húmedo-templadas como selva alta perennifolia, encinares, bosque caducifolio y pino-encino en México, incluidos ambientes perturbados. Además, en la página **Naturalista** se describe **su uso “medicinal” para trastornos del aparato digestivo como diarrea, disentería, dolor de estómago, úlceras y afecciones del hígado, entre otros**. Esta información también se describe a principios del siglo XX en documentos elaborados por la Sociedad Mexicana de Historia Natural y el Instituto Médico Nacional, así como en la Sociedad Farmacéutica de México.



Figura 1 A, B, C. *Bocconia frutescens* L. (gordolobo): (A) arbusto, (B) racimos de inflorescencias (C) detalle de inflorescencias. Fotografías: Armando J. Martínez

A pesar de que se conoce que las hojas del gordolobo contienen alcaloides, la información sobre su composición química aún es limitada (Figura 2). Estos antecedentes muestran la relevancia de realizar estudios fitoquímicos sobre determinadas especies vegetales “medicinales”. Sobre todo, **es importante analizar la posibilidad de presencia de metabolitos secundarios, farmacológicamente activos que pueden estar asociados con propiedades citotóxicas y mutagénicas, así como con efectos carcinogénicos y desarrollo de malformaciones congénitas**.



Figura 2. Hoja de *Bocconia frutescens* L. (gordolobo).
Fotografía: Victoria Eugenia Bolado García

Al respecto, para el gordolobo (*Bocconia frutescens* L.) se ha reportado la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, coumarinas, sesquiterpenlactonas, saponinas, alcaloides y cardiotónicos. Además, recientemente se describió el desarrollo de malformaciones congénitas asociadas con el consumo de esta especie vegetal en un modelo experimental con crías de ratas gestantes. En el experimento se administró a las ratas embarazadas una dosis de la infusión con la planta equivalente a la reportada por humanos para el tratamiento de alteraciones gastrointestinales, como la diarrea (una taza de infusión o decocción tres veces al día). **El resultado del experimento mostró que algunos de los alcaloides contenidos en el gordolobo causan defectos en el desarrollo cerebral de embriones y fetos de las crías de las ratas.**

En resumen, la evidencia científica indica la existencia potencial de una gama de efectos adversos descritos por el consumo de plantas “medicinales” durante la gestación. Entre los más comunes están la estimulación de la contracción uterina o la alteración de hormonas que pueden llevar a abortos, así como la presencia de metabolitos que pueden cruzar la placenta hasta llegar al feto y afectarlo, condición que en ocasiones es irreversible como en la teratogénesis.

Desde esta perspectiva, si consideramos que actualmente la medicina tradicional en México se sustenta en diversas especies vegetales que consumen y utilizan las personas como su fuente principal de atención sanitaria, **la situación es muy preocupante, porque en la mayoría de los casos a nivel poblacional la única forma para atender sus “malestares” son las “plantas medicinales” ya que son accesibles y baratas.** Sin embargo, muchas de estas especies vegetales aún no se han estudiado a nivel fitoquímico y con diseños experimentales rigurosos en roedores, y por ello no deben considerarse inofensivas. Además, considerando los diversos mecanismos de acción de los metabolitos secundarios, **parece ser que algunas plantas pueden tener un uso seguro durante algunos trimestres del embarazo, pero otras pueden tener efectos dañinos.**

Por lo que, los estudios sobre las sustancias químicas activas y presentes en las plantas medicinales muestran la **necesidad de contar con más investigaciones sobre bioseguridad y eficacia de las “plantas medicinales”, así como con programas integrales de atención a la salud que permitan a los gobiernos, profesionales de la salud y a la población, un acceso a la medicina tradicional de forma segura, respetuosa, asequible y efectiva.** Sin duda, se debe partir de las premisas como el conocimiento etnobotánico y ecología humana, y considerar aspectos que resaltan la interacción con la historia natural de las especies vegetales y sus usos tradicionales desde lo étnico hasta comunidades rurales y urbanas. Este tipo de estudios son necesarios en México y también en países con uso tradicional de las plantas nativas o exóticas.



Detalle de racimos de inflorescencias de *Bocconia frutescens* L. (gordolobo).
Fotografía: Yaqueline Antonia Gheno Heredia

Agradecimientos:

A María Elizabeth Márquez López de la FCQ-UV Orizaba por recolectar y obtener el extracto. Al proyecto SEP-PRODEP PTC-812 (VEBG) y beca de Maestría CONAHCYT #297211 (SSLL).

Para saber más:

- Cabada-Aguirre P, López López AM, Mendoza KCO, Garay Buenrostro KD, Luna-Vital DA, Mahady GB. 2023. Mexican traditional medicines for women's reproductive health. *Scientific Reports* 13(1), 2807. [Click aquí](#)
- Bernstein N, Akram M, Yaniv-Bachrach Z, Daniyal M. 2021. Is it safe to consume traditional medicinal plants during pregnancy?. *Phytotherapy Research* 35(4), 1908-1924. [Click aquí](#)
- Lunagómez LS, Santiago-Roque I, Gheno-Heredia YA, Corona-Morales AA, Bolado-García VE. 2020. Teratogenic effects of *Bocconia frutescens* L. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 11(4), 415-418. [Click aquí](#)

Detalle de racimos de inflorescencias de *Bocconia frutescens* L. (gordolobo).
Fotografía: Yaqueline Antonia Gheno Heredia

HELECHOS VEMOS, DE ESPORAS NO SABEMOS

Catalina Flores-Galván*

Red de Ecología Funcional, INECOL

Alejandra Castrejón-Varela

Laboratorio de Pteridofitas, UAM Iztapalapa

Felipe Gómez-Noguez

Herbario FCQB, UAGro

Klaus Mehltreter

Red de Ecología Funcional, INECOL

*catalinafg92@gmail.com

Cápsulas esféricas de un helecho arborescente. Fotografía: Felipe Gómez-Noguez

En México hay más de 1000 especies de helechos. Son especialmente abundantes entre la vegetación baja (conocida como sotobosque) de selvas, bosques húmedos de montaña, bosques secos caducifolios e incluso en ambientes más secos como zonas de pedregal. También pueden aparecer de manera espontánea en las ciudades, en algunos techos, grietas de paredes, y sobre los árboles de los parques y en jardines. ¿Cómo es posible que esos helechos pueden colonizar tantos lados sin que veamos cómo se reproducen? **Los helechos son plantas que no producen flores, frutos, ni semillas, en lugar de eso, se reproducen por diminutas estructuras conocidas como esporas.**



Detalle de las cápsulas negras llenas de esporas. Fotografía: Alejandra Castrejón Varela

Una planta de helecho es capaz de producir de miles a millones de esporas en sus hojas fértiles, en las cuales se pueden apreciar como unas líneas o unos puntos marrones (soros) de unos milímetros de largo. En esas líneas o puntos se concentran cientos a miles de cápsulas (esporangios) que producen en su interior las esporas (Figura 1). Las esporas no son visibles a simple vista porque miden apenas unos 25 micrómetros, es decir, aproximadamente 1000 veces menos que una pulgada. Al secarse los esporangios se abren y liberan por medio de un mecanismo de catapulta a las esporas a unos centímetros de la superficie de la hoja para que las corrientes de aire las puedan atrapar y transportar por largas distancias. **Sin poder observar su trayectoria de viaje, las esporas llegan con los vientos hasta nuestros jardines, parques y casas donde pueden germinar en cada superficie con suficiente humedad, nutrientes y luz.** Son pocas las esporas que encuentran una superficie adecuada para su germinación, pero como son miles de millones de esporas las que se dispersan de este modo, todavía quedan unas miles que logran aterrizar en un sitio favorable.

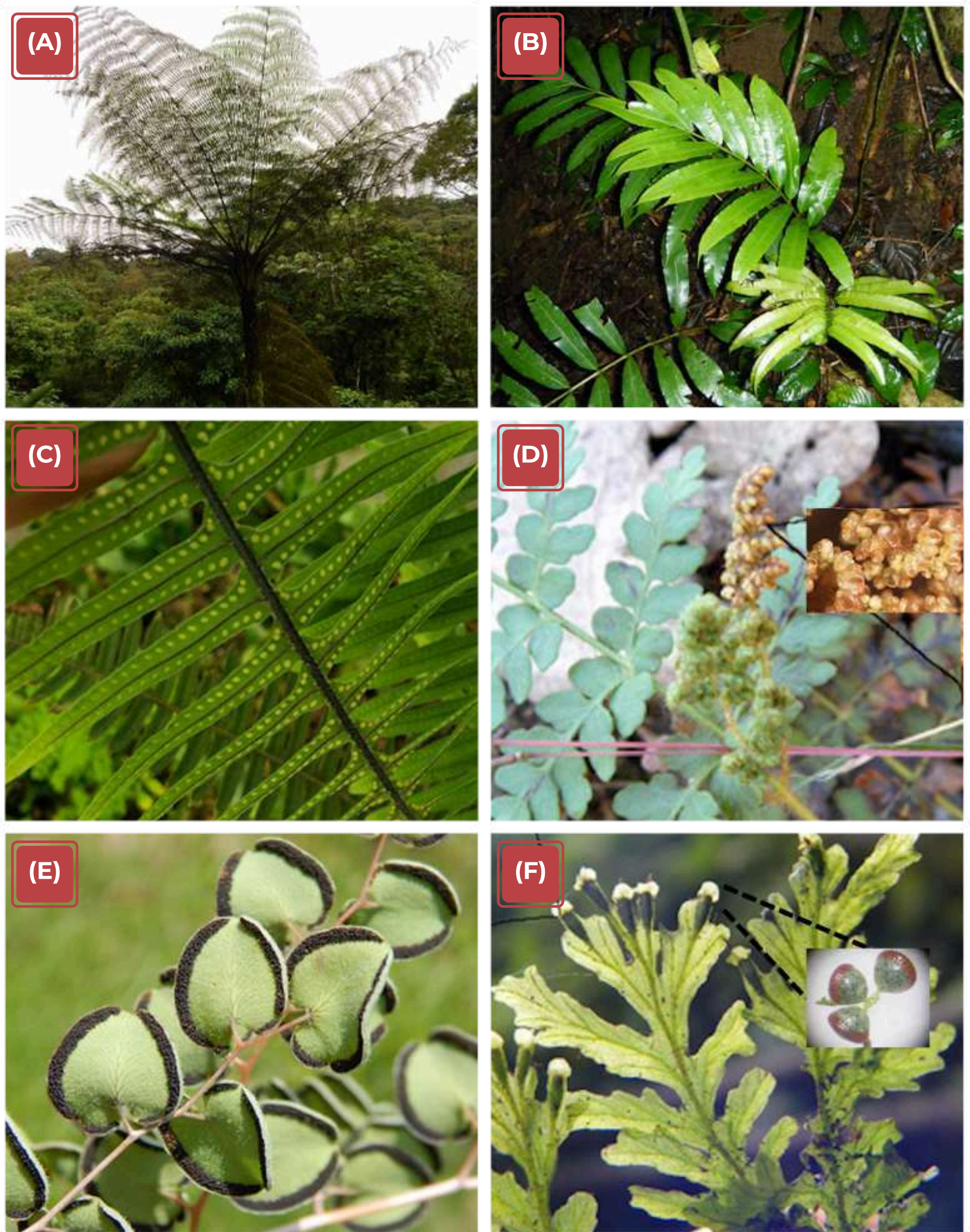


Figura 1. Especies de helechos, con manchas de cápsulas con esporas. (A) *Sphaeropteris horrida* (Liebm.) R.M.Tryon. (B) *Danaea nodosa* (L.) Sm. (C) *Pecluma* aff. *ptilodon* (Kunze) M.G.Price var. *bourgeauana* (E.Fourn.) A.R. Sm. (D) *Anemia karwinskyana* (C. Presl) Prantl. (E) *Pellaea cordifolia* (Sessé & Moc.). (F) *Trichomanes* sp. Fotografías: (A) y (E) Alejandra Castrejón Varela; (B), (C), (D) y (F), Felipe Gómez-Noguez; detalle en (F), con el permiso del Dr. Robin Moran

Bajo el microscopio se puede observar que las esporas pueden tener muchas formas, tamaños, colores y texturas diferentes (Figura 2). Los científicos usan todas esas características de las esporas para identificar las especies de helechos a las que pertenecen porque cada una tiene esporas distintas. La investigación de las esporas (y el polen de plantas con flores), inclusive de esporas fósiles (de especies ya extintas) es una disciplina propia, **la palinología. Esa disciplina describe las esporas de cada especie de helecho y trata de deducir el origen evolutivo de las especies.** Los pioneros en este campo de investigación fueron la estadounidense Alice Tryon y el francés Bernard Lugardon, quienes además estudiaron la ultraestructura de las esporas, es decir, los detalles sólo observables en microscopios electrónicos, que tienen mayor resolución. En México destacan los trabajos de Luz Ma. Arreguín del Herbario ENCB del Politécnico sobre esporas de especies contemporáneas y de Enrique Martínez Hernández (QEPD), Elia Ramírez Arriaga y Socorro Lozano García, del Instituto de Geología de la UNAM, sobre especies fósiles.

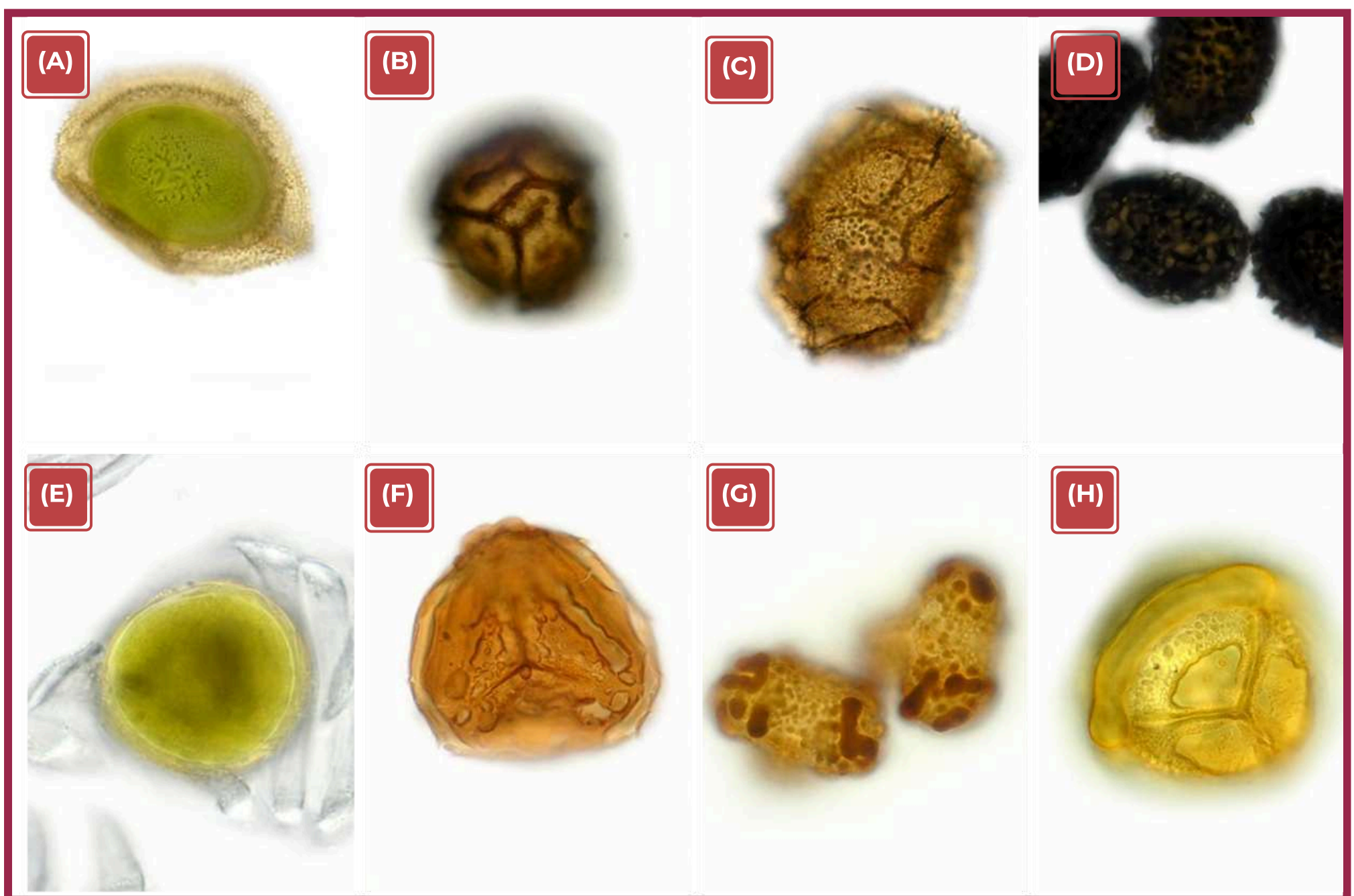
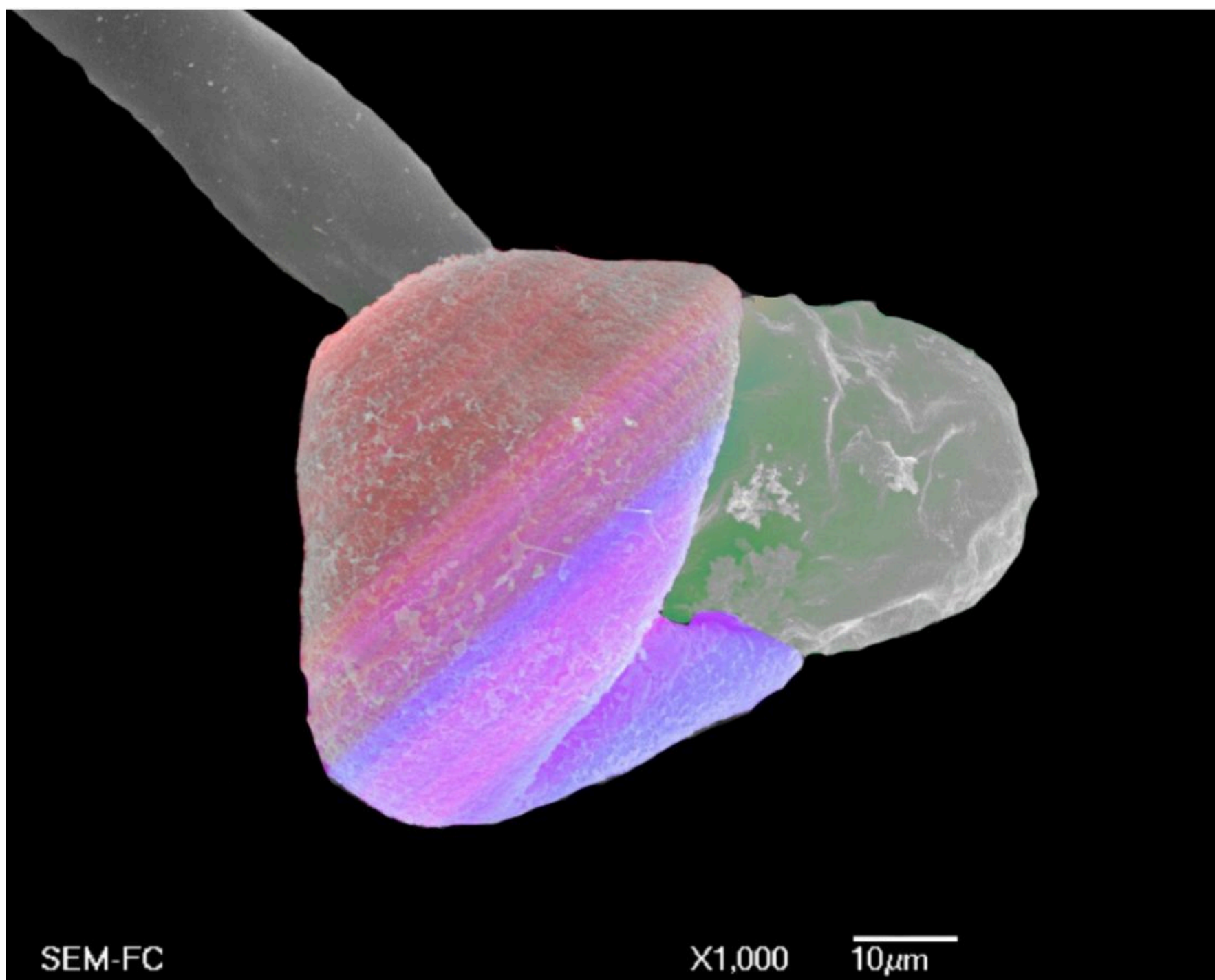


Figura 2. Esporas de diferentes helechos; monoletes (con apertura lineal: A, B, C y D), aletes (E) y triletes (con apertura en forma de Y: F, G y H). (A) *Onocleopsis hintonii* F. Ballard. (B) *Asplenium auritum* Sw. (C) *Asplenium monanthes* L. (D) *Pelazoneuron patens* (Sw.) A.R.Sm. & S.E.Fawc. (E) *Equisetum myriochaetum* Schltdl. & Cham. (F) *Pteris quadriaurita* Retz. (G) *Mucura globulifera* (Poir) L.A. Triana & Sundue. (H) *Lophosoria quadripinnata* (J.F.Gmel.) C.Chr. Fotografías: Felipe Gómez-Noguez

Los científicos lograron distinguir tres tipos de esporas, considerando la presencia o ausencia del pigmento verde de la fotosíntesis de las plantas. Las esporas con clorofila son de color verde; cuando no tienen clorofila son de color transparente, amarillo, naranja, marrón o negras (Figura 2), y cuando la clorofila está oculta (invisible por su ubicación en la pared de la espora) tienen un color amarillo a naranja. Las esporas verdes germinan rápidamente pero su tiempo de vida es corto (2-6 semanas), ya que su clorofila se degrada rápidamente y, en consecuencia, pierden la capacidad de germinación. Las esporas sin clorofila tienen un tiempo de vida más largo y pueden germinar todavía después de un año y en algunos casos hasta después de 90 años (por ejemplo, *Marsilea* un helecho acuático). Por último, las esporas con clorofila oculta se comportan como las que tienen clorofila visible en cuanto al tiempo de germinación. Pero su clorofila solo se puede visualizar en microscopios especiales de fluorescencia o electrónicos, que utilizan luz ultravioleta y muestras contrastadas con colorantes fluorescentes especiales. La luz ultravioleta permite entonces observar muchos detalles de las esporas con clorofila oculta, como es el caso de las especies de helechos que crecen sobre árboles (epífitos).



Inicios de germinación de la espora de un helecho acuático.
Fotografía: Silvia Espinosa Matias



Esporas dispersas en las cápsulas abiertas de un helecho membranoso.
Fotografía: Catalina Flores Galván

Las esporas pueden ser elípticas asemejando un frijol o piramidales. En consecuencia, **las esporas de los helechos pueden tener dos distintos tipos de aberturas, dependiendo del desarrollo del grupo de cuatro esporas (conocido como tétrada) que presentan ya sea una tétrada tetraédrica, en la que se forman esporas triletes (con abertura en forma de Y) o en grupos de tétrada tetragonal en las que se forman esporas monoletes** (con abertura lineal, Figuras 2 y 3). Los helechos que se originaron desde hace más de 300 millones de años en nuestro planeta presentan esporas piramidales (Figura 3), tal como los helechos fósiles. Las especies de helechos con un origen más reciente (menos de 150 millones de años) suelen presentar esporas elípticas (Figura 2). Las esporas de los helechos antiguos (por ejemplo: Marattiaceae: “helechos papa”, Ophioglossaceae: “helechos de uva y hierbas lunares o helechos lenguas de víbora”, y Osmundaceae: “helechos reales y helechos canela”) tienen una pared externa gruesa con pocos ornamentos superficiales que puede ser rugosos, en forma de red, con espinas o con apéndices redondeados (Figura 3). Por el contrario, las especies más modernas (por ejemplo: Dryopteridaceae, Thelypteridaceae, Blechnaceae, Aspleniaceae y Polypodiaceae), suelen tener una pared externa delgada con una ornamentación superficial más gruesa que puede ser con espinas, con amplias “ventanas”, con verrugas pequeñas o grandes, en forma de red, o lisa (Figuras 2 y 3).

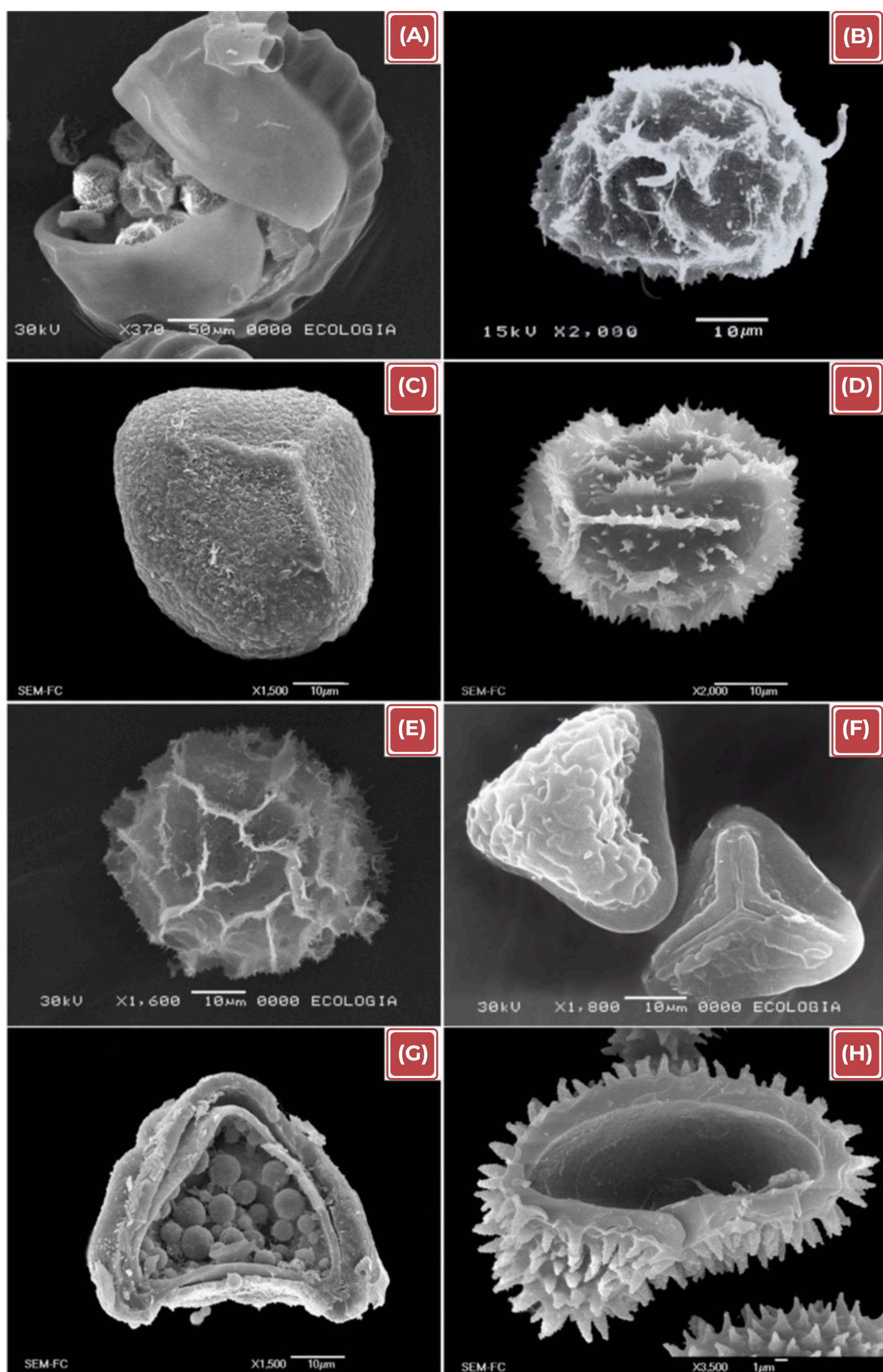


Figura 3. Esporangios y esporas vistas con el microscopio electrónico de barrido. (A) Esporangio de *Bolbitis portoricensis* (Spreng.) Hennipman, se ve en el interior las esporas. (B) Espora elíptica de *Meniscium falcatum* Liebm. con una apertura. (C) Espora piramidal de *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch. con tres aperturas en forma de Y. (D) Espora monolete (con apertura lineal) de *Goniopteris minor* (C.Ch.) Salino & T.E.Almeida. (E) Espora monolete (con apertura lineal) de *Bolbitis portoricensis*. (F) Espora trilete (con apertura en forma de Y) de *Pteris pulchra* Schltdl. & Cham. (G) Corte de espora de *Cyathea bicrenata* Liebm. (H) Corde de espora de *Danaea nodosa* (L.) Sm. Fotografías: (A), (E) y (F) Tiburcio Laez Aponte; (B), (C), (D), (G) y (H), con permiso de Silvia Espinosa Matías

Estudios actuales de las esporas investigan no sólo su forma y ornamentación, sino si la ornamentación y estructura están ligadas con su capacidad de dispersión a mayores distancias, cuáles contenidos químicos les otorgan una mayor longevidad y el efecto que puedan ocasionar al inhalarlas. Esta última línea de investigación se vuelve más relevante debido a que **las esporas de algunas especies de helechos han sido reportadas como las causantes de muchas alergias. Incluso, algunas especies de helechos pueden inducir algunos tipos de cáncer**, como es el caso de las esporas de la pesma (especies del género *Pteridium*), uno de los grupos de helechos invasores más extendidos en nuestro planeta.

Agradecimientos:

A la Dra. Silvia Espinosa Matías y a Tiburcio Laez Aponte por el apoyo en la obtención de las imágenes Microscopio Electrónico de Barrido.

Para saber más:

- Gómez-Noguez F, Flores-Galván C. 2019. Ferns in the air. Fiddlehead Forum 46, 1-6. [Click aquí](#)
- Moran R. 2013. Microscopic Marvels: The Exquisite Shapes and Structures of Fern Spores. [Click aquí](#)
- Tryon AF, Lugardon B. 2012. Spores of the Pteridophyta: surface, wall structure, and diversity based on electron microscope studies. Springer Science & Business Media. [Click aquí](#)

MUÉRDAGOS VS PLANTAS HOSPEDERAS: ¿UNA HISTORIA DE AMOR Y ODIO?

Alfonso Blanco Callejas*

Maestría en Ciencias del Ambiente, Universidad Veracruzana
Ecología Evolutiva & Biodiversidade, Departamento de Genética,
Ecologia e Evolução/ICB, Universidade Federal de Minas Gerais

Eliezer Cocolletzi Vásquez

Facultad de Biología, Universidad Veracruzana

Armando Aguirre-Jaimes

Red de Interacciones Multitróficas, INECOL.
Departamento de Ecología Tropical, Campus de Ciencias
Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán

*alfonsoblancocallejas@gmail.com

Fotografía: Alfonso Blanco-Callejas

El parasitismo es una interacción entre organismos de diferente especie, donde una especie se beneficia de la asociación con otro organismo de distinta especie. Esta interacción la podemos encontrar en la naturaleza, donde hay plantas que son parásitas de otras plantas, de las cuales obtienen sus nutrientes. **A nivel mundial existen más de 4500 especies de plantas parásitas,** algunas obtienen una parte de sus recursos de otra especie de planta (hemiparásitas) como los muérdagos, y otras los obtienen completamente de la planta hospedera (holoparásitas). **Esto lo hacen a través de una raíz especializada llamada “haustorio”, que les permite sujetarse y obtener los recursos de su planta hospedera.**



Fotografía: Alfonso Blanco-Callejas

Estudios recientes reconocen cuatro grupos de plantas parásitas, de las cuáles mencionamos algunos ejemplos para cada uno de ellos: **1) enredaderas parásitas** “cabello de ángel” (*Cuscuta corymbosa*), **2) parásitos obligados de raíz** “alimento de arena” (*Pholisma sonora*), **3) endoparásitos** “fosforito” (*Tristerix aphyllus*) y **4) “muérdagos”** (*Psittacanthus schiedeianus*). **Los muérdagos son un grupo de plantas hemiparásitas arbustivas, su ciclo de vida se divide en tres estadios:** 1) antes de anclarse a sus hospederos, donde los frutos son consumidos por las aves, dependiendo de éstas, las semillas son regurgitadas, o transitan por el tracto digestivo en caso de haber ingerido el fruto para luego ser defecadas en la superficie de las ramas de sus hospederos, a las cuales se adhiere con un pegamento natural denominado viscina; 2) etapa durante la que se forma el haustorio, iniciando el establecimiento con tejido de contacto en la rama de los hospederos; y 3) el establecimiento de conexiones vasculares, a partir de este punto inicial desarrollo de la planta hasta su reproducción (Figura 1).

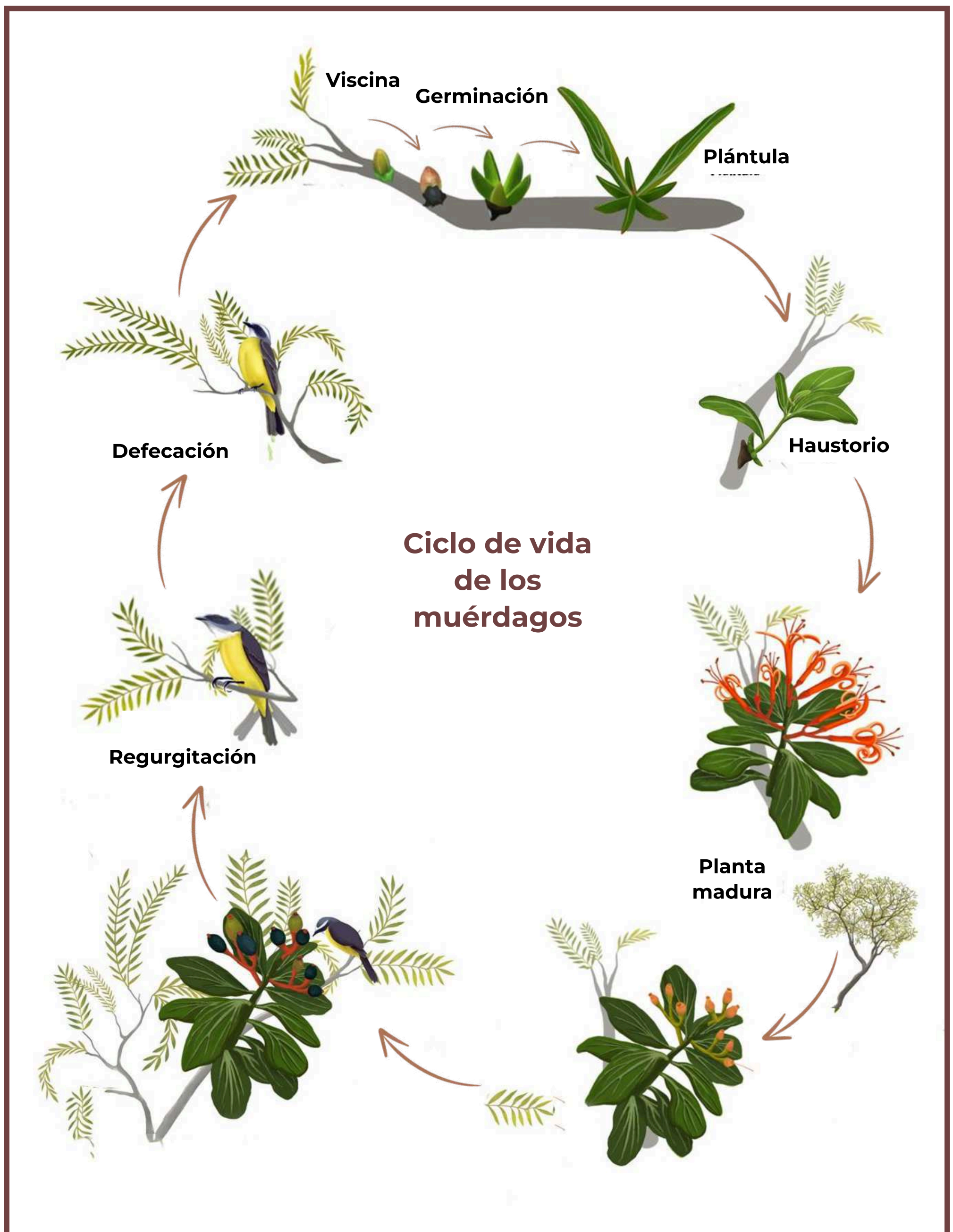


Figura 1. Ciclo de vida de los muérdagos. Durante la fructificación existe una gran interacción con aves que consumen y dispersan sus frutos, los cuáles pueden adherirse a las ramas de sus hospederos a través de la viscina, posteriormente comienza la conexión de los haces vasculares con la planta huésped y se forma el haustorio. Modificada de la Ilustración de Sandra Luz Rueda-Pompa

Se estima que existen 1500 especies de muérdagos creciendo en diferentes ambientes en todo el mundo, así como en áreas con diferentes intensidades de impacto humano. **Algunas especies se han convertido en patógenos dañinos, impactando principalmente plantaciones forestales** (p.e., pino) y frutales (p.e., cítricos, aguacate) con alto valor económico. **En cambio, en ambientes naturales presentan menor abundancia, pero contribuyen de manera importante a la biodiversidad local y a diferentes funciones ecosistémicas.** Los géneros *Phoradendron*, *Viscum* y *Psittacanthus* son los más diversos. En México, *Psittacanthus* comprende 11 especies, que parasitan a una gran diversidad de plantas hospederas, y tienen una amplia distribución altitudinal, desde el nivel del mar hasta zonas de bosque templado alrededor de los 3000 m s.n.m.



Fotografía: Alfonso Blanco-Callejas

***Psittacanthus calyculatus* es una especie que se puede encontrar a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana, presenta flores tubulares de colores naranja a rojos brillantes, produce grandes cantidades de néctar y es polinizada principalmente por colibríes.** Sus frutos maduros son de color violáceo y carnosos, los cuales son consumidos por una gran variedad de especies de aves. También la intensidad lumínica, humedad y temperatura desempeñan un papel clave para su desarrollo y establecimiento. Por ejemplo, en ambientes áridos, estas plantas se establecen en ramas al interior de la copa de los hospederos en donde las temperaturas son menores. Por el contrario, en regiones más templadas, **los muérdagos tienden a establecerse en entornos más abiertos y elevados encima de la copa de los árboles, donde la iluminación y la temperatura suelen ser mayores.** Este patrón también está ligado al comportamiento de las aves dispersoras en estos sitios.



Fotografía: Alfonso Blanco-Callejas

Sabemos que en zonas áridas, donde la dominancia de especies leñosas es menor, los muérdagos tienden a tener afinidad hacia pocas especies de hospederos debido a la baja disponibilidad de recursos. Por ejemplo, en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, en el centro de México, los tipos de vegetación predominante son el matorral xerófilo (matorral desértico) y la selva baja caducifolia (bosques tropicales que pierden sus hojas en la temporada de secas). Se estima que estos ecosistemas contienen aproximadamente 3000 especies de plantas, dominando las cactáceas, principalmente columnares y en menor proporción los árboles. En esta región, *P. calyculatus* (injerto de huizache) se establece en tres especies de árboles, 1) *Pseudosmodium andrieuxii* (tecatle) una especie caducifolia que presenta cierto nivel de toxicidad en sus hojas, utilizada para la obtención de madera; 2) *Jatropha neopauciflora* (sangre de grado) endémica a la reserva Tehuacán-Cuicatlán, la cual presenta un látex rojo, y 3) *Fouquieria formosa* (cascabelillo) que es endémica de zonas áridas de México. **Nuestras investigaciones muestran que en condiciones más estresantes *P. calyculatus* se adapta fácilmente para establecerse y crecer en diferentes especies de árboles hospederos** (Figura 2). Sus hojas de gran tamaño pueden almacenar agua, como si fueran pequeñas piscinas vegetales. Esto es debido a unas estructuras llamadas estomas, localizadas en ambos lados de sus hojas que les permite intercambiar agua y nutrientes del hospedero hacia la planta parásita. Es como si el hospedero enviara “paquetes de comida a domicilio” directamente a la “puerta” del parásito.

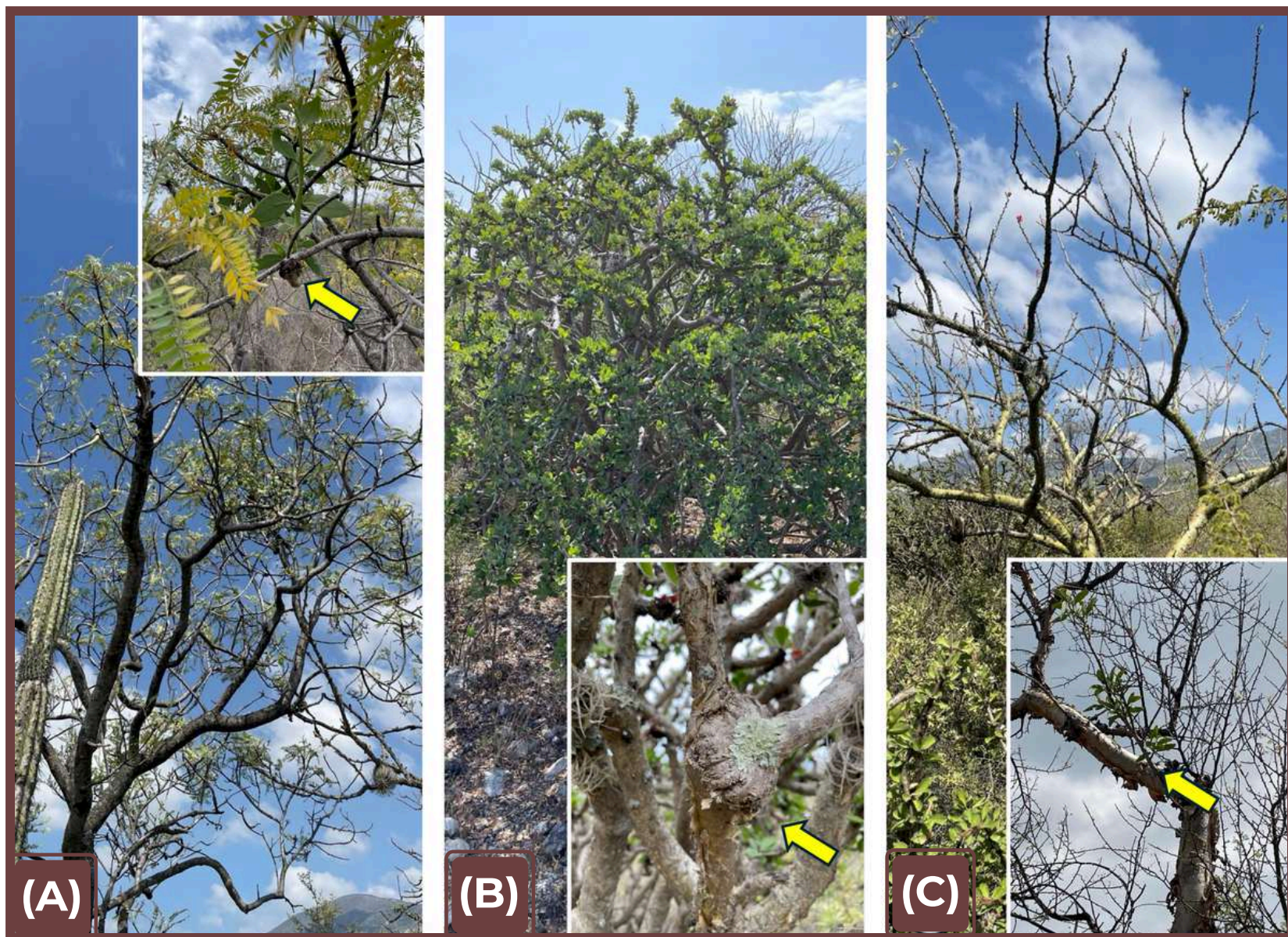


Figura 2. *Psittacanthus calyculatus* en la región de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. Se muestran las tres especies de árboles que son los principales hospederos. (A) *Pseudosmodium andrieuxii*, (B) *Jatropha neopauciflora* y (C) *Fouquieria formosa*. Las flechas de color amarillo indican la ubicación del haustorio. Fotografías: Alfonso Blanco-Callejas

Las plantas parásitas no son tan malas como podríamos imaginarnos, esta delgada línea entre “amor” y “odio” que tienen los muérdagos y sus hospederos está modulada por el comportamiento activo de sus dispersores de semillas, su capacidad de establecerse en diferentes especies de plantas hospederas, las condiciones climáticas, y las perturbaciones antrópicas, entre otras. Dependiendo del entorno y las presiones del ambiente, esta interacción puede causar daños a sus hospederos, sin embargo, **los muérdagos pueden ayudar a desarrollar procesos ecológicos de sus hospederos e incluso tener un valor económico agregado**. En ecosistemas naturales como el *Campo rupestre* en la Sierra de Cipo en Brasil, el muérdago *Psittacanthus robustus* presenta diversos procesos biológicos como la polinización, frugivoría y dispersión de frutos, además de ofrecer sitios de anidación para diferentes especies de aves (Figura 3). En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán podemos encontrar que *P. calyculatus* comparte estos mismos procesos, pero además la planta tiene un valor agregado ya que **el haustorio se utiliza como materia prima en la elaboración de artesanías por parte de los pobladores, logrando un ingreso económico en zonas rurales**. Podemos concluir que los muérdagos son plantas importantes de los ecosistemas naturales y sus efectos negativos más fuertes están asociados a los hospederos ubicados en sitios con perturbaciones antrópicas.

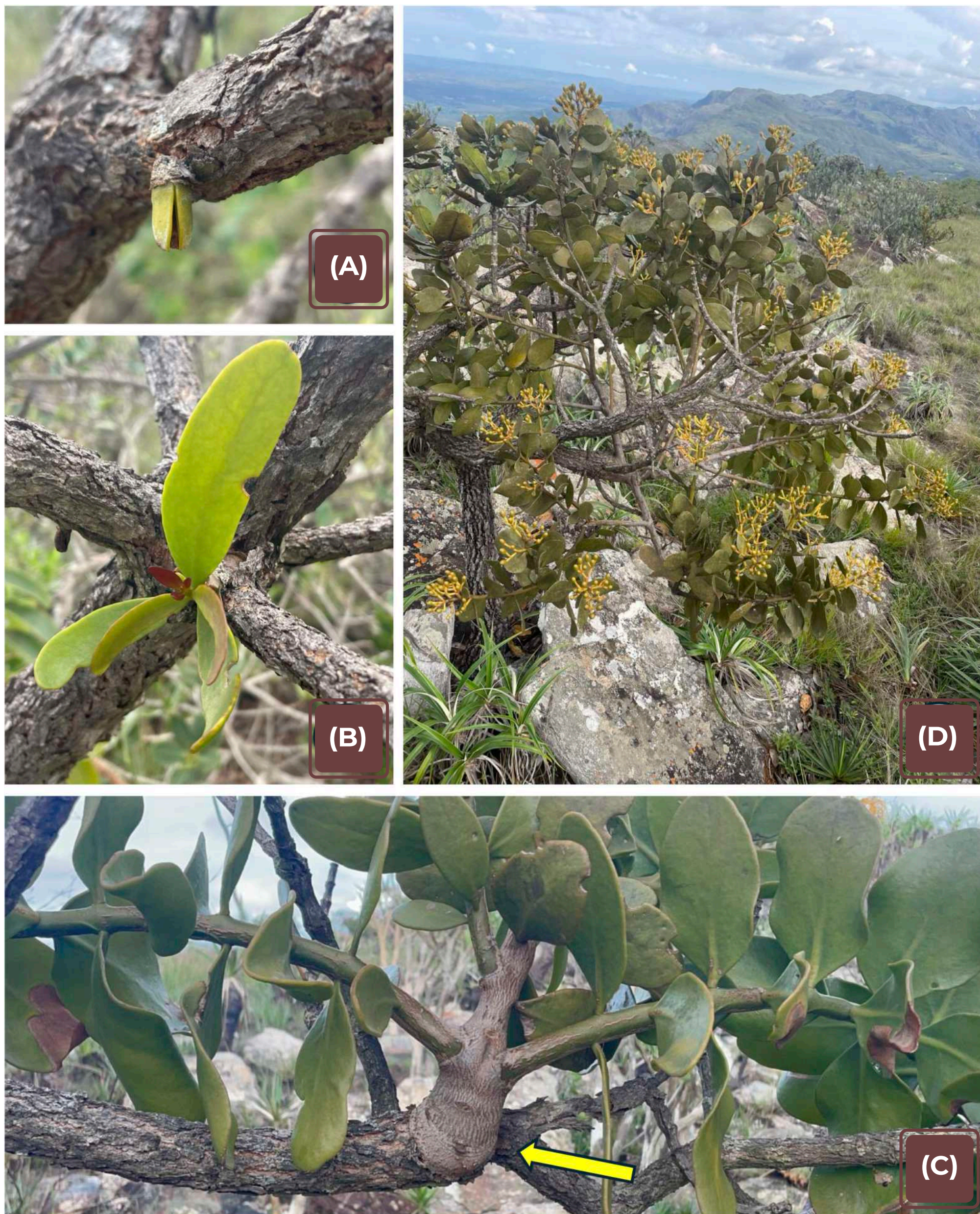


Figura 3. *Psittacanthus robustus* en la Sierra de Cipo, Brasil. Se muestran diferentes etapas de su desarrollo: (A) establecimiento, (B) desarrollo de las primeras hojas, (C) una vez establecido se forma el haustorio (flecha amarilla), (D) planta adulta donde se aprecian sus flores. Fotografías: Alfonso Blanco-Callejas

Agradecimientos

Al Sr. Pedro Guadalupe Miranda Pacheco por la ayuda otorgada en campo. Al CONAHCYT por la beca de Maestría otorgada a ABC (1016443). A la Facultad de Biología, Región Xalapa de la Universidad Veracruzana. AAJ (Presupuesto operativo-INECOL 20-030-11315). A la Dirección General de Relaciones Internacionales (UV) por la beca otorgada a ABC para realizar una estancia de investigación en UFMG (Brasil). Al Laboratório de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Belo Horizonte, Brasil, a cargo del Dr. Geraldo Wilson Fernandes.

Para saber más:

- Cocoltzi E, Angeles G, Ceccantini G, Patrón A, Ornelas JF. 2016. Bidirectional anatomical effects in a mistletoe–host relationship: *Psittacanthus schiedeana* mistletoe and its hosts *Liquidambar styraciflua* and *Quercus germana*. *American Journal of Botany* 103, 986-997. [Click aquí](#)
- Cocoltzi E, Angeles G, Briones O, Ceccantini G, Ornelas JF. 2020. The ecophysiology of a neotropical mistletoe depends on the leaf phenology of its tree hosts. *American Journal of Botany* 107, 1225-1237. [Click aquí](#)
- de Buen LL, Ornelas JF, García-Franco JG. 2002. Mistletoe infection of trees located at fragmented forest edges in the cloud forests of Central Veracruz, Mexico. *Forest Ecology and Management* 164 293-302. [Click aquí](#)
- Lara C, Xicohténcatl-Lara L, Ornelas J. 2021. Differential reproductive responses to contrasting host species and localities in *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae) mistletoes. *Plant Biology* 23, 603-611. [Click aquí](#)

DE GALLINAS CIEGAS Y OTRAS LARVAS DE COLEÓPTEROS: HISTORIAS ECOLÓGICAS

Karla Selene Andalco Cid

Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro de Tlaxcala de Biología de la Conducta

Betsabé Ruiz Guerra

Red de Interacciones Multitróficas, INECOL

Armando Aguirre Jaimes

Red de Interacciones Multitróficas, INECOL

Departamento de Ecología Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán

Andrés Ramírez Ponce*

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

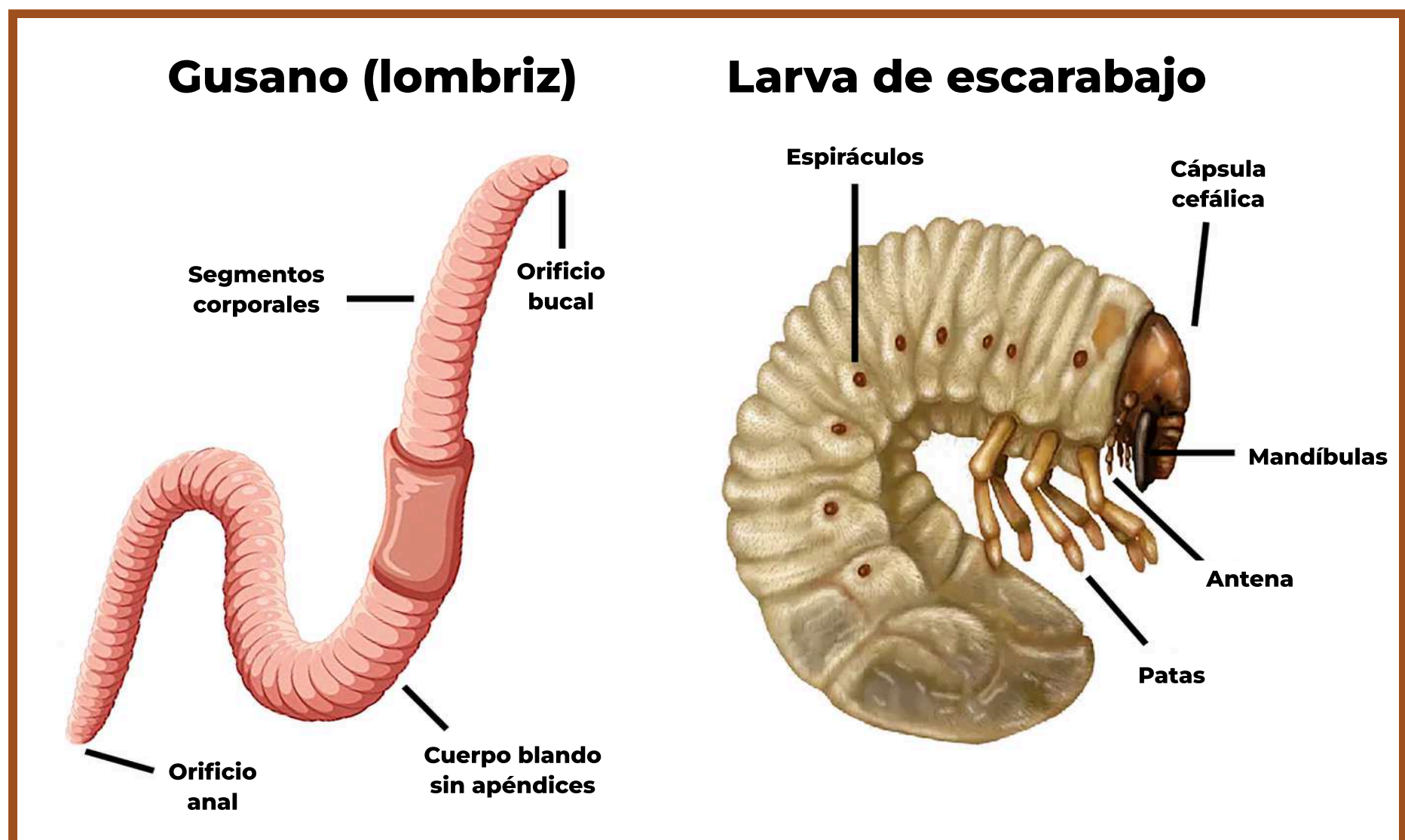
*andres.ramirez@inecol.mx



Larva de un escarabajo de la familia Dermestidae. Fotografía: André Karwath, Wikimedia Commons

Los coleópteros (conocidos comúnmente como escarabajos) son uno de los grupos de organismos más grande y diverso que habita el planeta. Se han descrito aproximadamente 421,000 especies y representan el 40 % del total de los insectos. Superan por mucho a otros grupos, como las plantas con flores y los hongos. Están presentes en todos los ecosistemas a excepción del mar abierto y **desempeñan funciones importantes como polinizadores, descomponedores de materia orgánica** (animal, vegetal, excremento), depredadores y también son indicadores ambientales, es decir, son sensibles al disturbio, **y su condición puede proporcionar información sobre la calidad del ambiente.**

Los adultos tienen formas impresionantes con estructuras similares a grandes cuernos, colores metálicos muy llamativos y patas muy largas en comparación con el resto del cuerpo, o “trompas” alargadas. Sus tamaños varían desde los dos milímetros hasta los 22 centímetros. Son organismos holometábolos, es decir, que presentan una metamorfosis completa con etapas bien definidas (huevo, larva, pupa y adulto). Es curioso que, **aunque los escarabajos son uno de los grupos más estudiados en el mundo, conocemos muy poco sobre la biología y ecología de sus larvas.** Con frecuencia se asocian con “gusanos” generalmente grandes y gruesos, que cumplen la irremplazable labor de remover suelo. Sin embargo, esto no es más que una parte minúscula de cómo son y qué hacen en su etapa larvaria. Por ello, presentamos información sobre la importancia de sus estados larvales, para conocer un poco más sobre sus funciones ecológicas.



Esquema comparativo del cuerpo y morfología entre un gusano y una larva de escarabajo. Editada de Britanica y collegedunia.com

Larvas, mucho más que gusanos

Considerando la enorme diversidad de formas que muestran los adultos, no es casualidad que en las larvas ocurra algo similar. Dependiendo de la especie, las larvas pueden presentar un ciclo de vida que puede durar desde algunos días hasta años. También presentan tamaños desde los tres milímetros hasta a los 17 centímetros, con coloraciones muy variables: blancas, amarillas, verdes e incluso rojas. Sin embargo, todas tienen en común un plan corporal general, que efectivamente, podría dar la apariencia de un “gusano”. Si observas con detenimiento podrás ver que **las larvas de los coleópteros tienen características que las distinguen, como la presencia de una cápsula cefálica, (cubierta dura que contiene y protege la cabeza), tres segmentos torácicos y 10 abdominales, antenas con cuatro segmentos, espiráculos y piezas bucales, mayormente de tipo masticador dotadas de mandíbulas.**

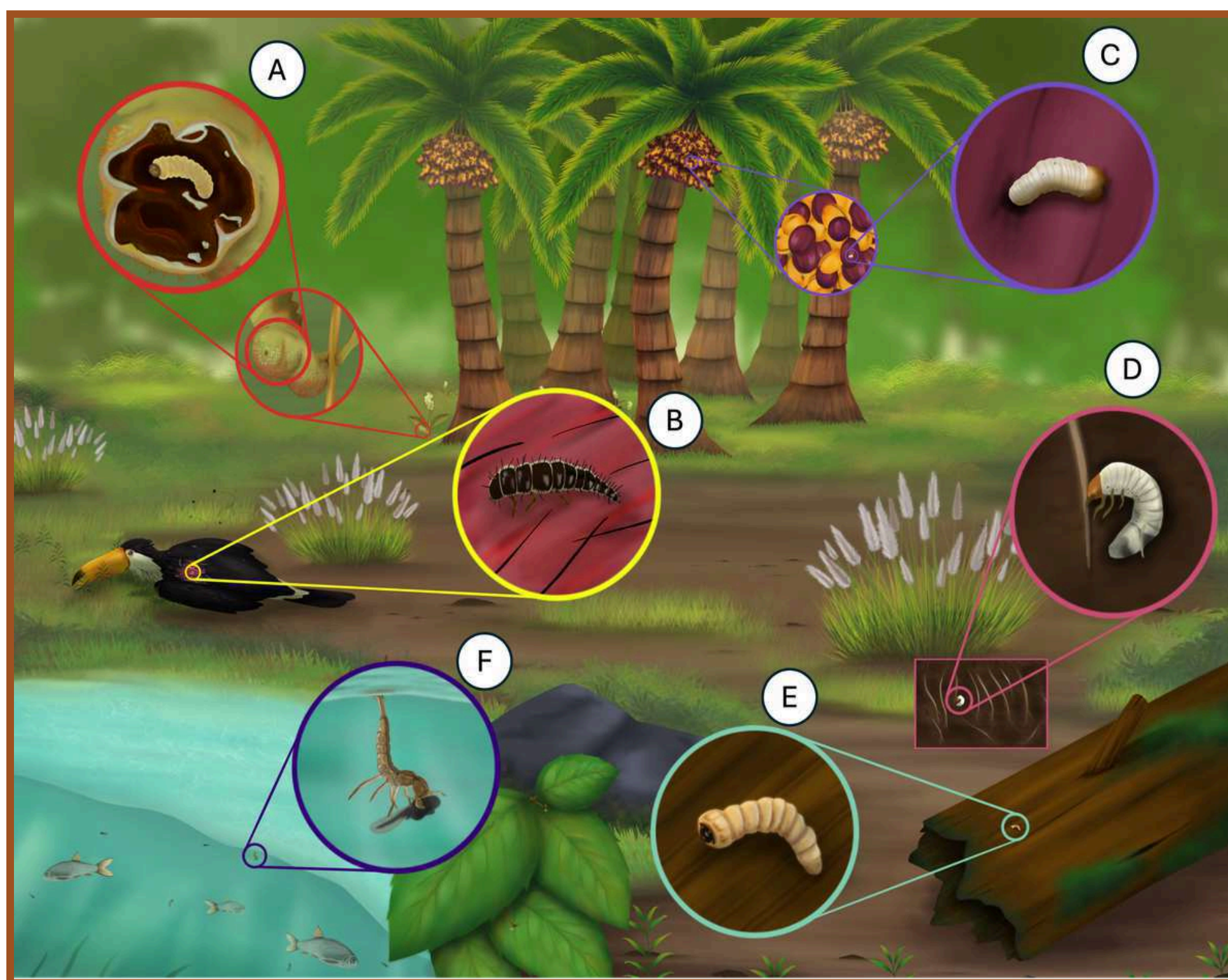
Además de estas características compartidas, hay otras que son únicas entre especies, como la forma general de su cuerpo: aplanadas (campodeiformes), de oruga (eruciformes), de gusano (eruciformes) y en “C” (escarabeiformes). Generalmente presentan tres pares de patas torácicas que pueden ser muy largas o bien muy cortas, aunque incluso pueden estar ausentes. Hay casos donde los cambios morfológicos son resultado de adaptaciones defensivas para evitar la depredación, como la presencia de una cubierta muy gruesa, llamada exoesqueleto, que es como su “armadura”. En otros casos, la presencia de sedas (estructuras parecidas a pelos) cubren partes de su cuerpo y tienen funciones mecánicas defensivas, que al desprenderse quedan adheridas como espinas en los depredadores. Las especies acuáticas presentan morfologías interesantes, por ejemplo, el último segmento abdominal puede ser plano con forma de aleta, otras tienen un número variable de branquias laterales con forma de pelos muy delgados y algunas especies presentan hasta ventosas que utilizan para adherirse a cualquier superficie.



Larva de escarabajo Cerambicido consumiendo madera muerta.
Fotografía: Andrés Ramírez Ponce

¿Cómo viven y qué hacen?

Cuando pensamos en larvas de coleópteros casi inmediatamente podemos relacionarlas con las comúnmente llamadas “gallinas ciegas”, que se encuentran en el suelo o en las macetas del jardín. En general, se alimentan de raíces y otras estructuras de las plantas como los troncos, tallos, hojas e incluso en oquedades de los troncos, así como de estiércol, hongos, materia vegetal en descomposición y troncos podridos. **Hay algunos coleópteros considerados acuáticos y semiacuáticos**, cuyas larvas se alimentan de vegetación acuática como algas o raíces sumergidas, otras son depredadoras de insectos o incluso de pequeños caracoles y gusanos blandos. **Destaca el caso de las larvas de las familias Hydrophilidae y Dytiscidae que son depredadoras de renacuajos y peces pequeños.**



Representación de los diferentes ambientes y escenarios ecológicos donde podemos encontrar larvas de escarabajos. (A) larva de curculionido formador de agallas; (B) larva de coleóptero necrófago alimentándose de un animal muerto; (C) larva alimentándose de la pulpa de cocos de varias especies de palmeras; (D) “Gallina ciega” alimentándose de raíces de una planta; (E) coleóptero alimentándose de madera muerta, (F) en ambientes acuáticos también podemos encontrar larvas de escarabajos alimentándose de pequeños peces o renacuajos. Imagen: Emmanuel Contreras Varela

Otro caso interesante son las larvas de coleópteros del género *Nicrophorus*, que se alimentan de cadáveres de animales grandes y para evitar su competencia con moscas, el adulto del coleóptero se alimenta de las larvas de mosca. Además, también transportan ácaros en su cuerpo los cuales depredan a las moscas con las que compiten por alimento. Por si fuera poco, este género de coleópteros es de los pocos que presenta cuidado parental con sus larvas, es decir, los adultos proveen de alimento y protección a sus crías.

Existen otras larvas de escarabajos (Curculionidae) que provocan “tumores” en las plantas (estructuras conocidas como agallas), que se originan cuando el escarabajo deposita sus huevos en la planta y durante el desarrollo de la larva se desencadena una serie de eventos químicos y fisiológicos que culmina en la formación de una agalla. **Las agallas pueden desarrollarse en los tallos, pecíolos y hojas**, y en menor medida, en frutos y raíces. Esta estructura provee de alimento y refugio a la larva hasta llegar al estado adulto.

Algunas especies de palmeras son sitios de desarrollo para larvas de escarabajos, por ejemplo; las del escarabajo “rinoceronte” (Melolonthidae), que se alimentan de sus troncos, mientras que otras como las de “picudos” (Curculionidae) crecen dentro de los frutos y se alimentan de la pulpa y de semillas en desarrollo, **e incluso, algunas especies se han vuelto una plaga mundial que está acabando con algunas palmeras en diversas partes del mundo**, como el picudo rojo, *Rhynchophorus ferrugineus*.



Larva de gran tamaño de un escarabajo Hércules (*Dynastes hercules*).
Fotografía: Novita Estiti, Wikimedia Commons



Larva de Catarina alimentándose (Coccinelidae: *Hippodamia convergens*).
Fotografía: Sanjay Acharya, Wikimedia Commons

Por otro lado, algunas especies de larvas se desarrollan dentro de los botones florales y consumen el tejido joven. Estas larvas a su vez son alimento de algunas especies de avispas, las cuales patrullan los botones florales de la planta y una vez que localizan a las larvas, a través de señales químicas o de movimiento, las extraen del botón floral para alimentarse.

Como te darás cuenta, **aunque pequeñas, las larvas de coleópteros cumplen funciones muy importantes en los ecosistemas**, ayudan a descomponer la materia orgánica y reintegrarla al ecosistema, remueven el suelo y además funcionan como alimento para otros organismos. **Muchas especies son parte importante de la dieta de pueblos originarios en diversas partes del mundo, donde México ocupa el primer lugar como consumidor de insectos. Sin duda, estas larvas tienen fascinantes historias ecológicas que contarnos, y nos muestran que son un elemento imprescindible en la naturaleza.**

Para saber más:

- Evans AV, 2023. The Lives of Beetles: A Natural History of Coleoptera. United States.
- Morón MA, 2001. Larvas de escarabajos del suelo en México (Coleoptera: Melolonthidae). Acta Zoológica Mexicana (ns) 1, 111–130. [Click aquí](#)
- Ritcher PO, 1966. White grubs and their allies. A study of North American Scarabaeoid larvae. Unites States.

Fotografía: Pixabay, Pexels

Trivias y Arte

Fotografía: Pavel Danilyuk, Pexels



Qué tanto sabes ...

sobre los hongos microscópicos y de su importancia para la humanidad

Gabriela Heredia Abarca

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL
gabriela.heredia@inecol.mx

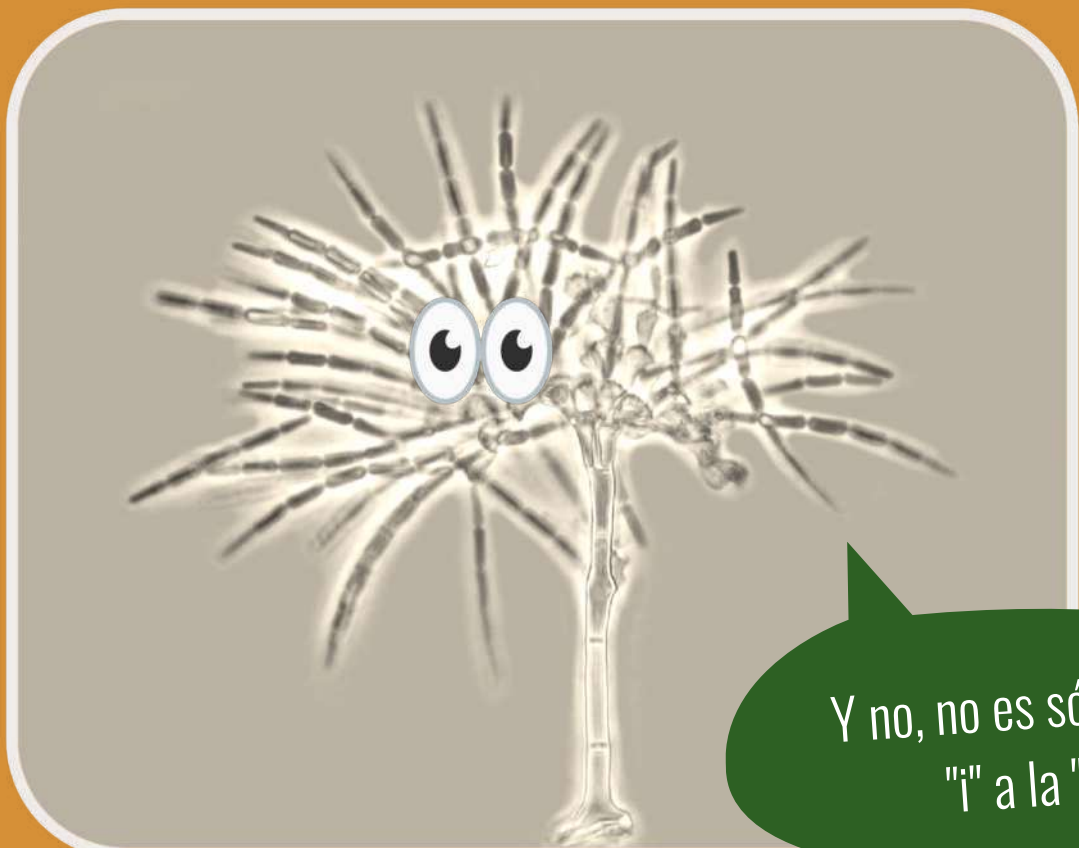
Para la mayoría de las personas los hongos son organismos con forma de sombrillitas, copitas y repisas que brotan del suelo o de los troncos de los árboles en bosques y jardines. Poca gente sabe que **entre los hongos hay especies imperceptibles a nuestra vista y que están directa o indirectamente en constante contacto con nosotros.** Si bien algunas especies de estos diminutos hongos pueden ocasionarnos problemas, provocando enfermedades y contaminando nuestros alimentos, a muchas otras les debemos importantes beneficios. En esta ocasión te invitamos a resolver esta trivia que te permitirá medir qué tanto conoces sobre los hongos microscópicos y los beneficios que el ser humano obtiene de ellos.

1. ¿Cuál es el carácter principal que distingue a los hongos microscópicos de los macroscópicos?

(A) El color

(B) La forma

(C) El tamaño



Y no, no es sólo de la "i" a la "a"

Fotografía: Gabriela Heredia

Respuesta

(C) El tamaño

Según el tamaño de sus esporóforos (estructuras en donde se forman las esporas), se distinguen dos grupos de hongos; los microscópicos o micromicetos y los macroscópicos o macromicetos. Los micromicetos producen diminutos esporóforos que generalmente se miden en micras (¡cabén mil micras en un milímetro!), y como máximo alcanzan 1 mm de altura. Por ello, para verlos a detalle es necesario usar lupas y microscopios que magnifiquen su tamaño (Figura 1A). Por su parte las especies de macromicetos pueden alcanzar hasta varias decenas de centímetros lo que facilita su observación a simple vista (Figuras 1B-D).

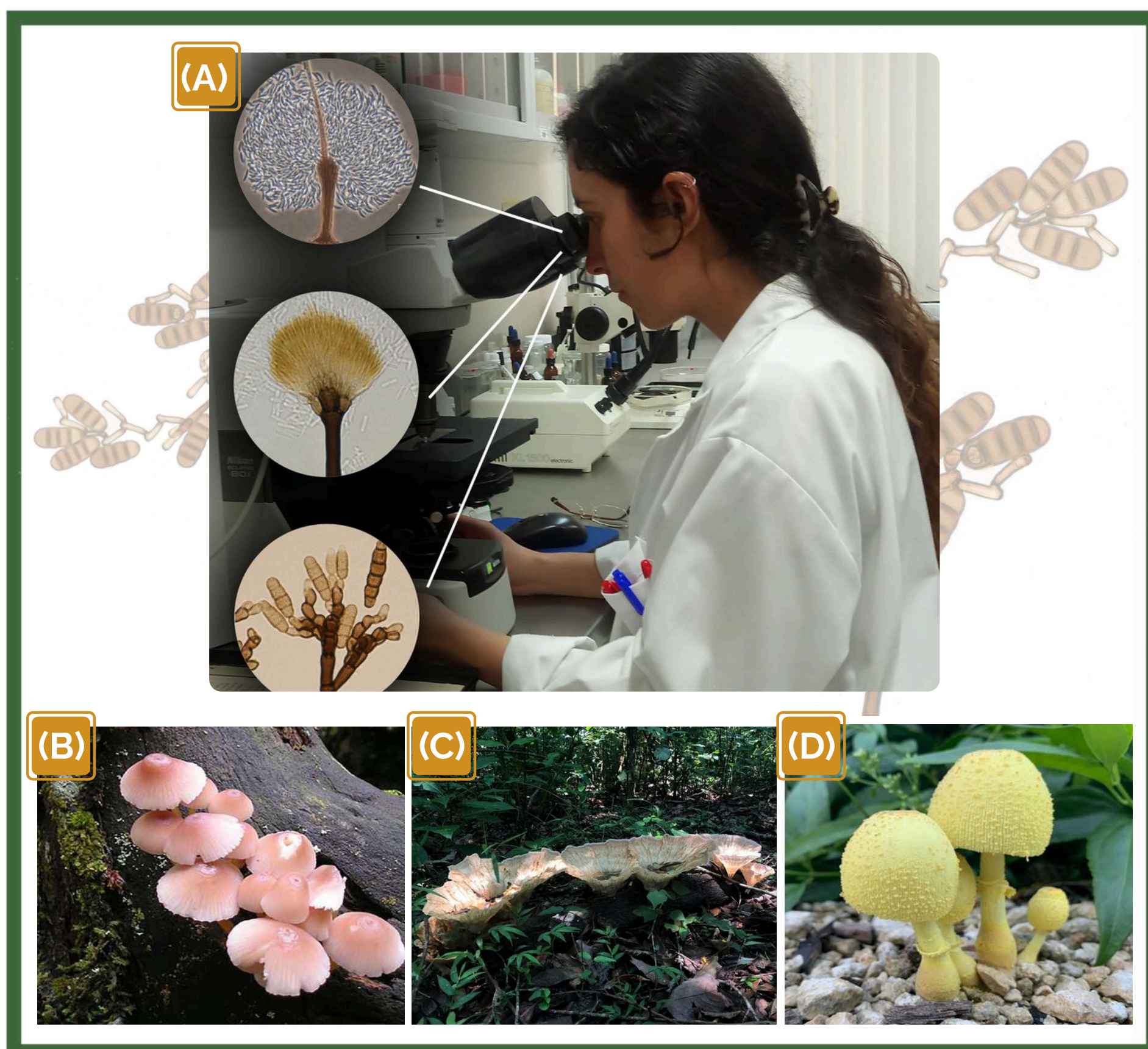


Figura 1. (A) Observando hongitos en el microscopio. (B-D) Hongos macroscópicos. Fotografías: (A) Gabriela Heredia y Alberto D. Torres. (B) Gabriela Heredia (C) Melisa Sosa (D) Marianela Echevarría

2. El mayor número de especies que integran el Reino de los Hongos son:

(A) Macroscópicas

(B) Microscópicas

(C) Están en igual proporción los hongos macroscópicos y los microscópicos

Respuesta

(B). Microscópicas

Entre el 60 y el 70 % de las especies de hongos son microscópicas, significa que, por nuestras limitaciones visuales, no podemos ver a la mayoría de las especies de hongos que habitan en el planeta. Los micromicetos a diferencia de los macromicetos además de vivir en los ecosistemas naturales, también proliferan en ambientes urbanos como escuelas, bibliotecas, oficinas e incluso en nuestras casas contaminando nuestros alimentos (Figuras 2A-C), bolsas, libros y zapatos (Figuras 2D-E). En la naturaleza, los micromicetos están ampliamente distribuidos en las diferentes capas del suelo, también se encuentran prácticamente en todas las plantas ya sea en sus raíces o en sus tallos y hojas sin ocasionarles daño (Figura 2F).

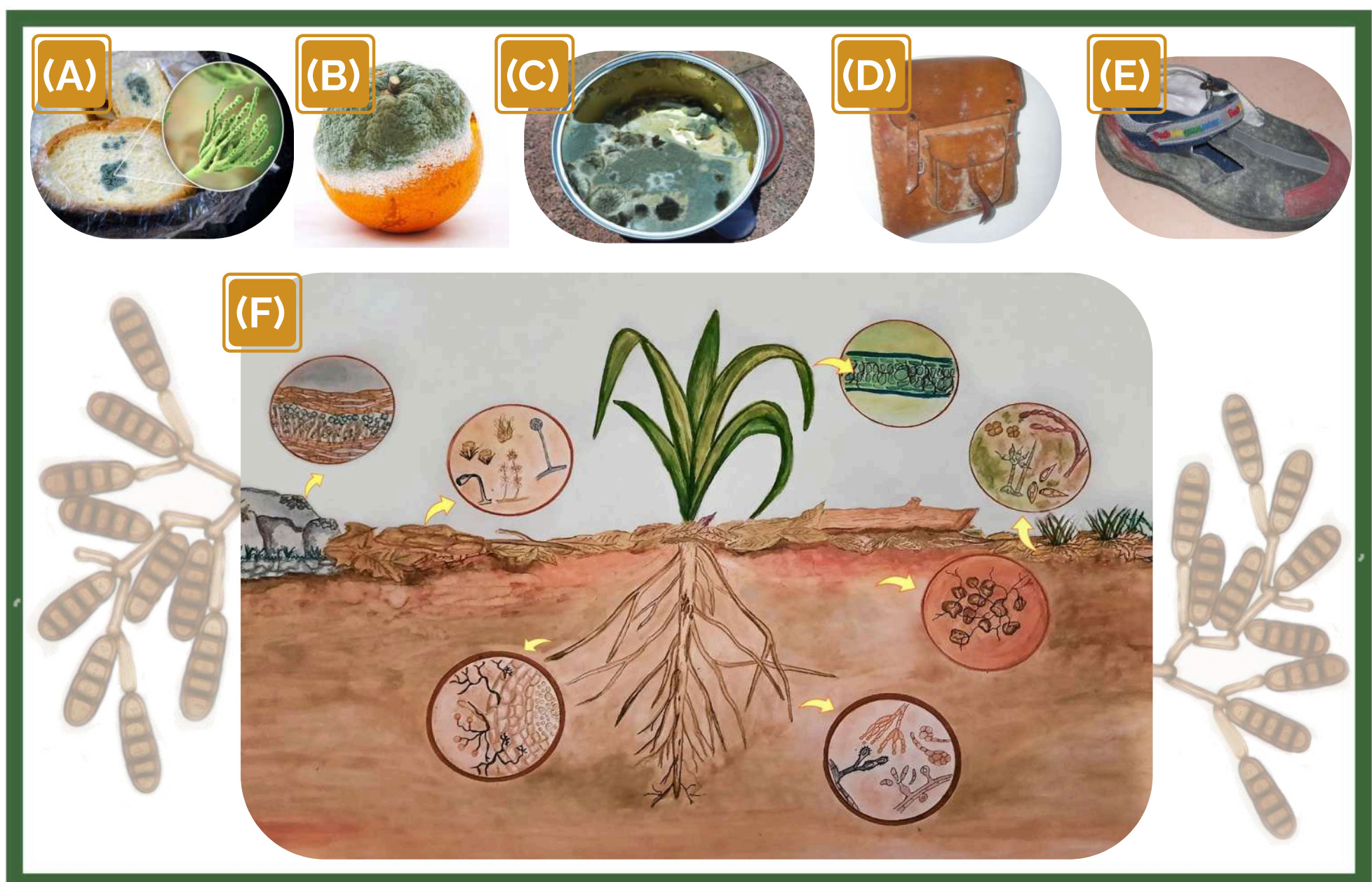


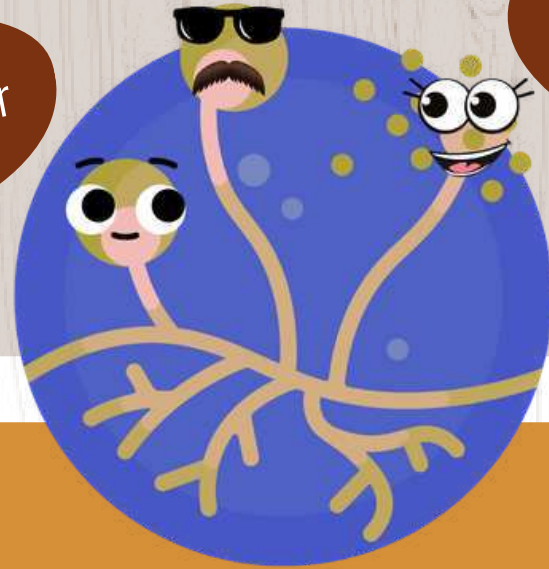
Figura 2. (A-E) Hongos en diferentes superficies. (F) Hongos microscópicos en la naturaleza. Fotografía: Gabriela Heredia. Da click sobre cada inciso para ampliar su respectiva imagen

3. Algunos de los antibióticos obtenidos a partir de cultivos de hongos microscópicos son:

- (A) Estreptomicina y eritromicina
- (B) Alicina y saponina
- (C) Penicilina y cefalosporina

¿Entonces así ayudamos a cuidar a la gente?

Así es, mi amor



Respuesta

(C) Penicilina y cefalosporina

Los antibióticos son moléculas que los microorganismos producen para defenderse de sus enemigos. Estas sustancias pueden aniquilar o detener infecciones causadas por bacterias y por otros microorganismos. La penicilina es el primer antibiótico usado masivamente en la medicina, se le dio este nombre porque se descubrió de cultivos de la especie de hongo llamado *Penicillium notatum* (Figura 3A). Este micromiceto se encontraba como un contaminante en el laboratorio del Dr. Alexander Fleming quien casualmente lo descubrió e inició su estudio. La penicilina es el antibiótico que más vidas ha salvado en la historia de la humanidad. Después de su descubrimiento se han encontrado muchos otros antibióticos derivados de hongos como la cefalosporina (Figura 3B), la cual se detectó en el cultivo del honguito *Cephalosporium acremonium* y se emplea para curar infecciones de garganta entre muchas otras más.

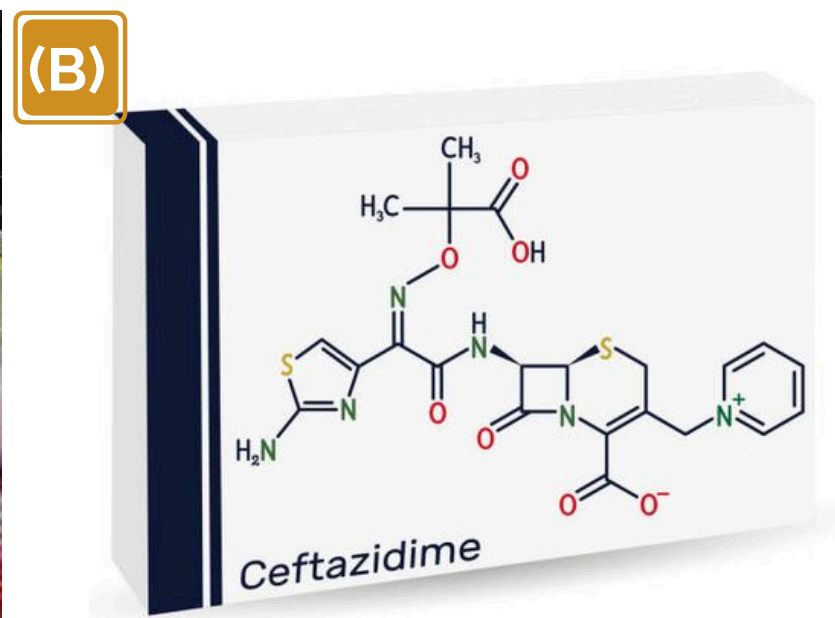


Figura 3. (A) Cápsulas y pastillas del antibiótico Penicilina y cajas de Petri con cultivos del hongo *Penicillium*. Fotografía: iStock/Getty Images Plus. (B) Cápsulas de antibiótico con Cefalosporina. Fotografía: Bacsica, iStock.

4. ¿Qué fármaco obtenido de un hongo microscópico se utiliza en los trasplantes de órganos?

(A) Atorvastatina

(B) Ciclosporina

(C) Ergotamina

Respuesta

(B) Ciclosporina

La ciclosporina es un fármaco de gran importancia en las cirugías de trasplantes de corazón, riñón y médula ósea (Figura 4A). Antes de su descubrimiento la mayoría de los pacientes morían a causa del rechazo de los órganos trasplantados, debido a la respuesta de defensa de nuestro organismo ante un cuerpo extraño. Los científicos descubrieron que la ciclosporina tiene la capacidad de reducir la respuesta de rechazo y así dar oportunidad a que nuestro organismo acepte el órgano trasplantado. Se obtuvo en 1969 de un cultivo de *Tolypocladium inflatum*, un hongo microscópico que crece en el suelo. Actualmente la ciclosporina también se utiliza para otras enfermedades como son la psoriasis y la dermatitis atópica (Figura 4B).



Figura 4. (A) Gracias al uso de la ciclosporina ha aumentado el éxito en los trasplantes de corazón. Cirugía de trasplante de órgano. Fotografía: Kent Weakly, iStock. (B) Cápsulas de Ciclosporina. Fotografía: Bacsica, iStock.

5. ¿Con qué organismos se elabora el vino y la cerveza?

(A) Levaduras

(B) Bacterias

(C) Mohos

Respuesta

(A) Levaduras

Las levaduras son honguitos muy sencillos, su cuerpo generalmente está formado por una sola célula (Figura 5A), viven en ambientes terrestres y acuáticos e incluso dentro de los animales y las plantas. Aunque pequeñas y simples, las levaduras tienen una potente maquinaria que transforma químicamente los ambientes o sustratos en donde se desarrollan. Al proceso de transformación de los sustratos en que viven se le denomina fermentación, se lleva a cabo en ausencia de oxígeno y como resultado de los cambios químicos se produce alcohol y dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas. La cerveza es la bebida alcohólica más consumida en el mundo, se elabora con cebada y trigo, mientras que el vino se obtiene de uvas (Figura 5B), en ambos casos la levadura que principalmente realiza el proceso de la fermentación es la especie *Saccharomyces cerevisiae*.



Figura 5. (A) Levaduras. Fotografía: Artur Plawgo, iStock. (B) Bebidas elaboradas con levaduras: cerveza y vino. Fotografía: Draghicich, iStock

**Y recuerda...
¡Tu tamaño no determina el gran
impacto que puedes tener!**



Fotografías: Rosa Ma. Arias

Agradecimientos:

Agradezco la valiosa ayuda técnica de Alberto D. Torres Salas, Erick Domínguez Barrera y Martín de los Santos Bailón.

Para saber más:

- Heredia-Abarca G, Arias-Mota, RM. 2021. Los hongos microscópicos saprobios: un valioso recurso ignorados en un país megadiverso. Biodiversitas 154, 12-16.
- Programa de Lugares Emblemáticos Internacionales de la Historia de la Química de la ACS. Descubrimiento y desarrollo de la penicilina. [Click aquí](#)
- Ciclosporina: un hito de la farmacología de los trasplantes. José Manuel López Tricas. [Click aquí](#)

[Ir al índice](#)

BIOTRIVIA

Estructura peluda

Daniel Reynoso Velasco

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL
daniel.reynoso@inecol.mx

Anayeli Guzmán Enríquez

Estudiante del Diplomado en Educación Popular
Ambiental, SEMARNAT. anayeliacurio@gmail.com

En la naturaleza podemos encontrar estructuras llenas de sedas o pelos que tienen diversas funciones. La siguiente imagen muestra una estructura con forma similar a un cepillo para lavar biberones, ¿qué es?

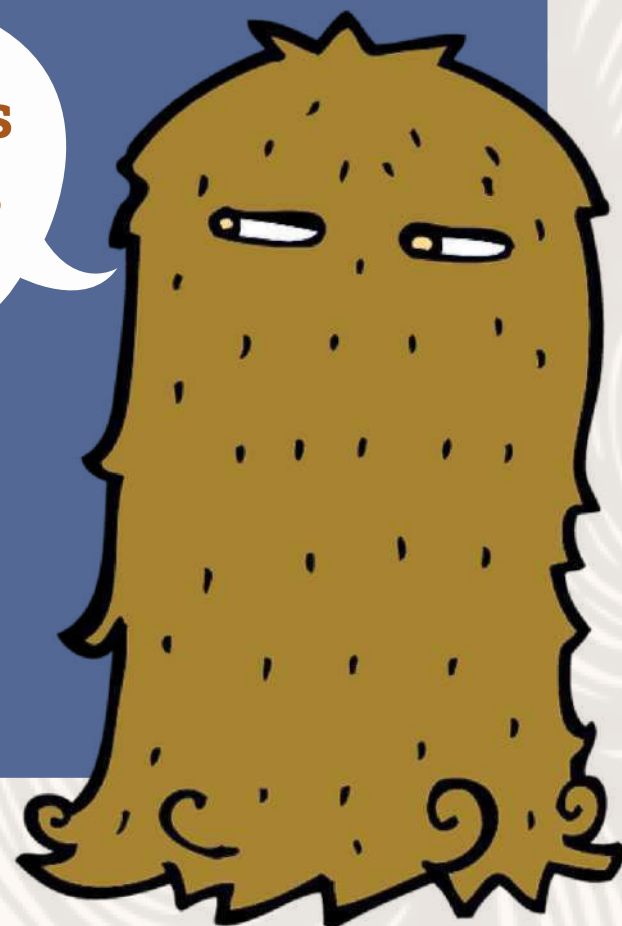


(A) Estructura reproductora de una planta

(B) Rostro o pico de un escarabajo

(C) Estructura reproductora de un insecto

¿Seremos familia?



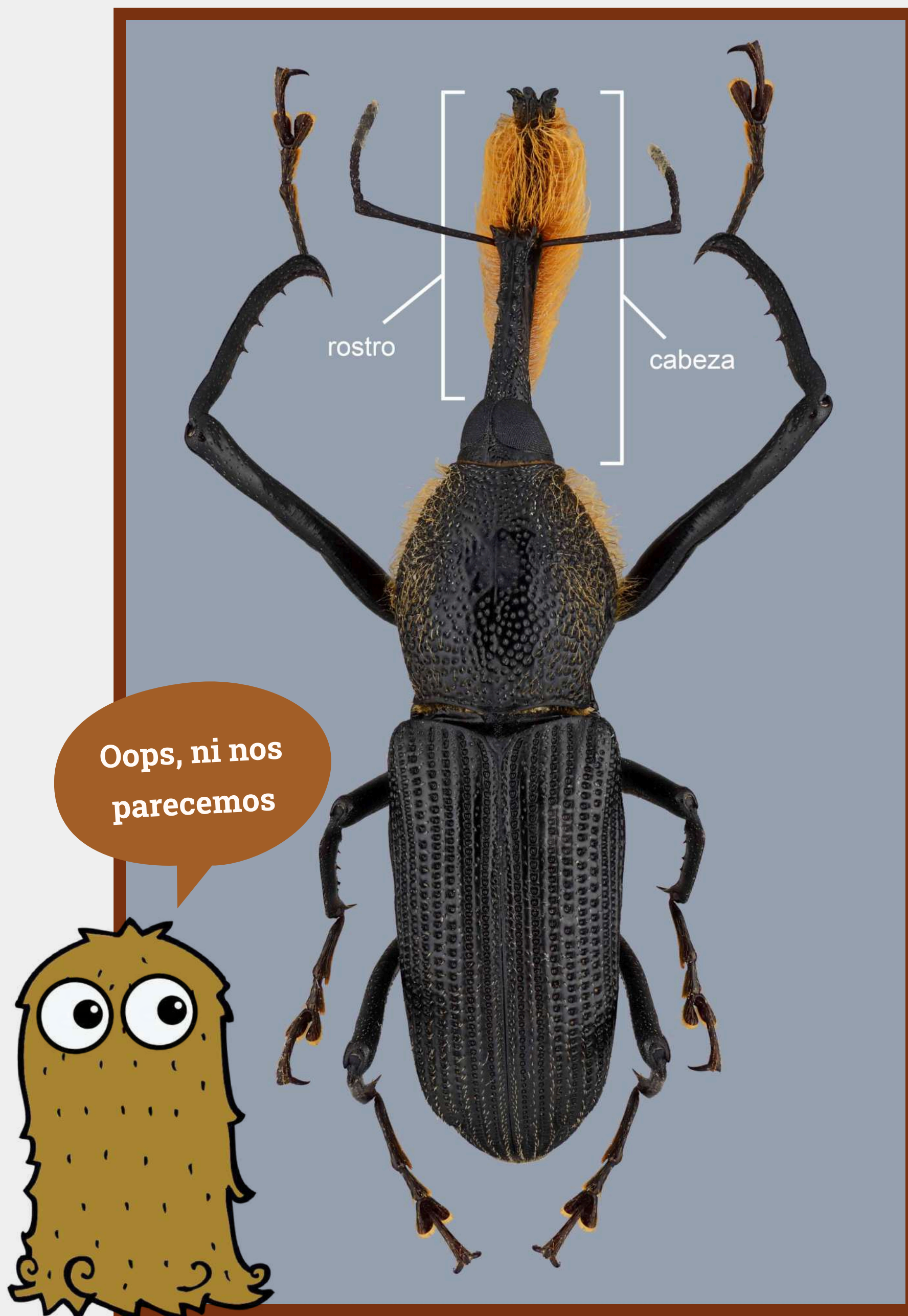
Respuesta

B) Rostro o pico de un escarabajo.

La especie *Rhinostomus barbirostris* fue descrita hace casi 250 años por el zoólogo danés Johanan Christian Fabricius. El nombre de este escarabajo, miembro de la familia Curculionidae, proviene de las palabras griegas *rhinos* = nariz y *stoma* = boca, así como de las palabras latinas *barba* = barba y *rostrum* = rostro, lo que en conjunto se traduce como "narizón de rostro barbado." Esto, en clara alusión a la característica presente exclusivamente en machos de la especie, los cuales tienen el rostro cubierto por sedas –pelitos–. El rostro es la parte anterior de la cabeza, por delante de los ojos, que en la mayoría de los miembros de la subfamilia Curculioninae (gorgojos narizones), tanto machos como hembras, es alargado, de forma cilíndrica y con el aparato bucal localizado en la punta.



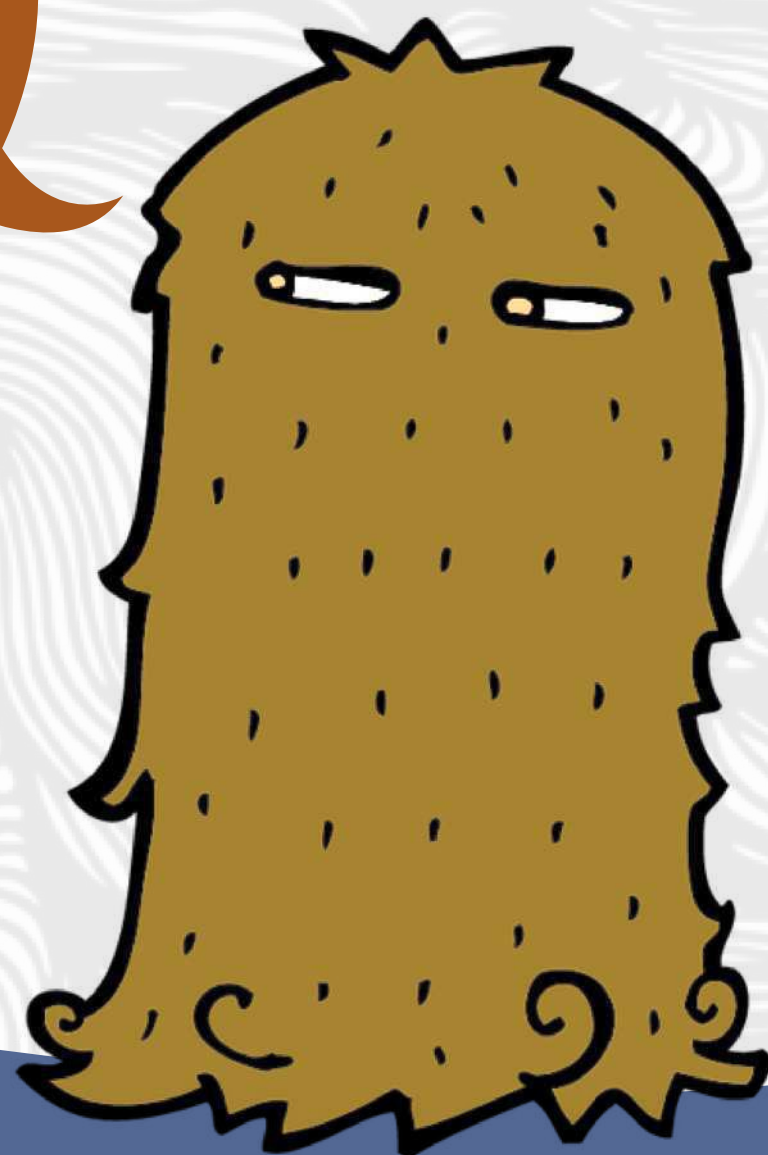
Esta especie es de color negro y mide de 10 a 50 milímetros y se distribuye en zonas tropicales húmedas desde el centro de México hasta Brasil. **Los adultos están activos por la noche.** Durante el día descansan en la copa de palmeras, incluyendo la cocotera y la palma de aceite, entre las bases de sus hojas. **Al caer el sol, machos y hembras descienden de su refugio para encontrarse.** Después de la cópula la hembra perfora el tronco (estípite) de la palmera con ayuda de sus mandíbulas y el largo pico, como quien utiliza un taladro para perforar madera. Una vez terminado, la hembra deposita un huevecillo en el hueco y lo cubre con una secreción que lo protege. Cuando la larva emerge del huevo comienza a alimentarse del tronco de la palmera, creando galerías o túneles. Dependiendo de la cantidad y profundidad de las galerías formadas por las larvas, éstas pueden llegar a afectar el transporte de nutrientes y, en consecuencia, el vigor de la palmera. La larva permanece todo el tiempo en el interior de la planta hasta alcanzar la madurez. Es importante mencionar que los huevecillos son depositados con mayor frecuencia en palmeras que recientemente cayeron, por lo que estos gorgojos no son considerados una plaga de alto riesgo para plantas saludables. **El lapso desde que se deposita un huevecillo y hasta que emerge el adulto dura entre cuatro y siete meses.** Las larvas del narizón de rostro barbado son un alimento comúnmente consumido por miembros del pueblo Jotí en la Amazonia venezolana. **Estos insectos se pueden consumir en crudo al momento de su recolección, cocinados en sopa, ahumados o asados sobre el fuego.**



Oops, ni nos parecemos

La foto de la biotrivia es el rostro o "pico" de un "gorgojo de escobilla," un escarabajo macho de la especie *Rhinostomus barbirostris* (Fabricius, 1775).
Fotografía: Anayeli Guzmán y Daniel Reynoso

**Pero qué buen
peinado tienes,
bro.**



Agradecimientos:

Agradecemos al M. en C. Enrique Ramírez García (Estación de Biología Chamela, IBUNAM) por su apoyo para tomar las fotografías durante el curso "Apilado de imágenes."

Para saber más:

- Eberhard WG. 1983. Behavior of adult bottle brush weevils (*Rhinostomus barbirostris*) (Coleoptera: Curculionidae). *Revista de Biología Tropical* 31, 233–244. [Click aquí](#)
- Choo J, Zent EL, Simpson BB. 2009. The importance of traditional ecological knowledge for palm weevil cultivation in the Venezuelan Amazon. *Journal of Ethnobiology* 29, 113–128. [Click aquí](#)
- Vaurie P. 1970. Weevils of the tribe Sipalini (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae) Part 1. The genera *Rhinostomus* and *Yuccaborus*. *American Museum Novitates* 2419, 1–57.

El arte detrás de la Ilustración científica



María Teresa Jiménez Segura*

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL.

Viridiana Vega Badillo**

Colección Entomológica (IEXA), INECOL

Luis Arturo Ibarra Juárez***

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Rafael Sánchez Gregorio

Instituto de Investigaciones Forestales,
Universidad Veracruzana.

Wendy Vásquez Yañez

EONIA Estudio, Ilustrador Independiente

Laura Syro Posada

Red de Ecología y Conservación de Vertebrados,
INECOL

Marisol Arana Espiridión

Licenciatura en Biotecnología,
Universidad Autónoma del Estado de México

Dulce Carolina Quiroz Flores

Licenciatura en Biotecnología,
Universidad Autónoma del Estado de México

Angélica Saldaña Santiago

Consultora Independiente

Omar Villerías Simbron

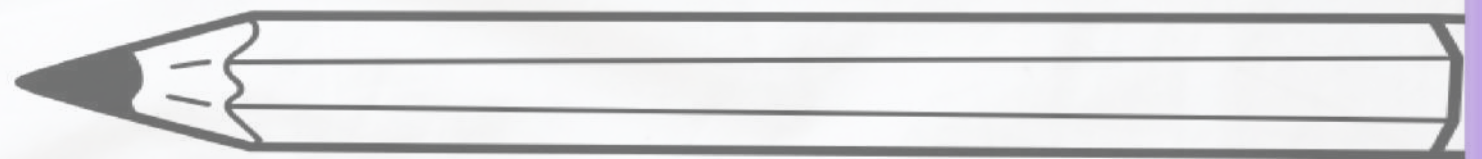
Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada,
Universidad Veracruzana

*teresa.jimenez@inecol.mx,

**viridiana.vega@inecol.mx,

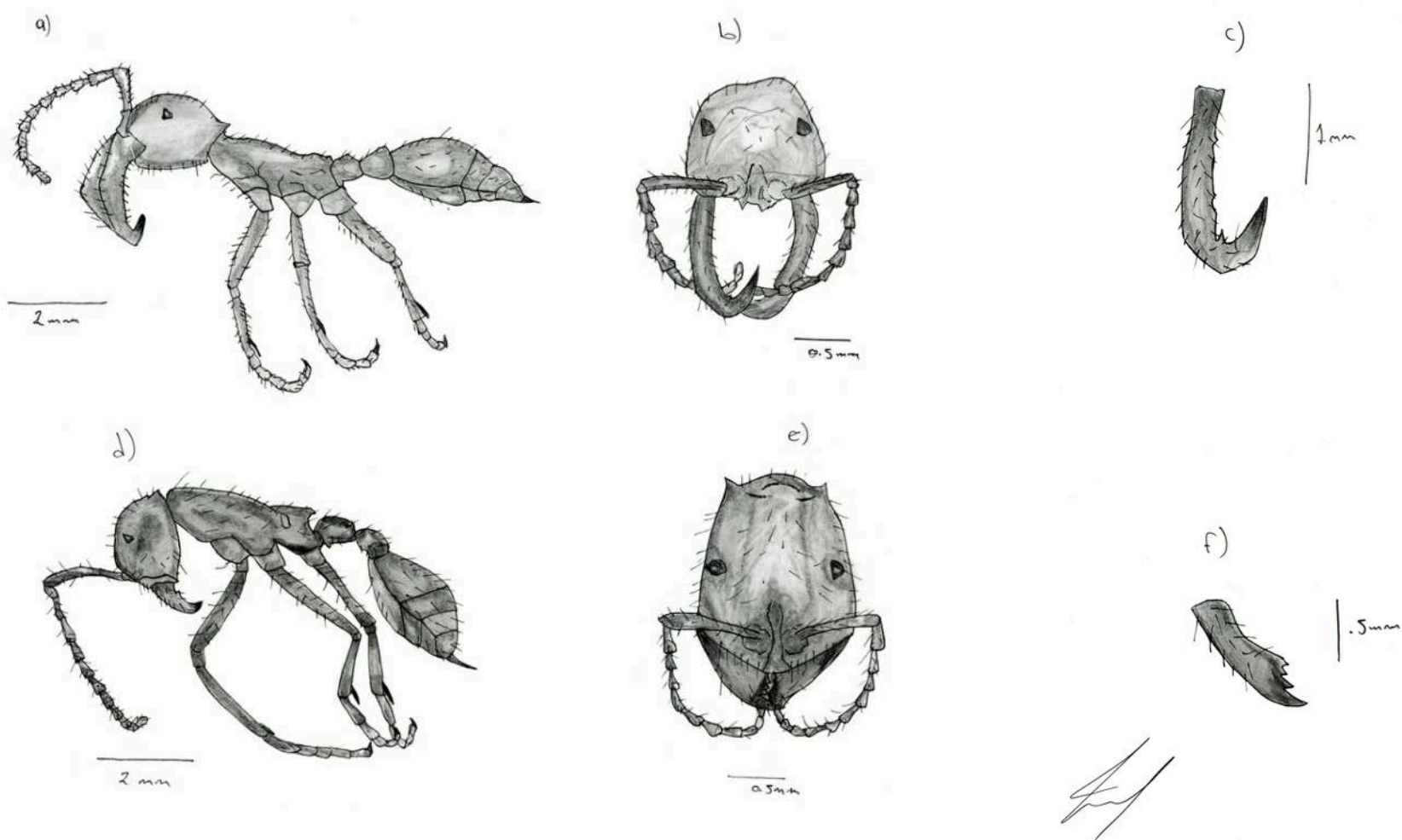
***luis.ibarra@inecol.mx

Todos los autores contribuyeron de igual forma
en la elaboración del escrito.



A través de la historia, el ser humano ha utilizado herramientas para expresar todo aquello que lo rodea, como es el caso de las imágenes, que podemos observar en las pinturas rupestres de las cavernas, en las primeras enciclopedias y los libros de viajes de quienes realizaron las primeras expediciones entre otros.

A partir del siglo XVIII, las imágenes adquieren relevancia en el ámbito científico. Las y los investigadores reconocen la necesidad de complementar con imágenes sus descubrimientos y teorías para comunicarlas de manera más clara y efectiva. Éstas son las que ahora conocemos como ilustraciones científicas.



Hormiga soldado *Eciton hamatum*: (A) vista lateral, (B) Cabeza vista frontal, (C) mandíbula vista frontal. Obrera menor: (D) vista lateral, (E) Cabeza vista frontal, (F) mandíbula vista frontal

Autor: Rafael Sánchez Gregorio

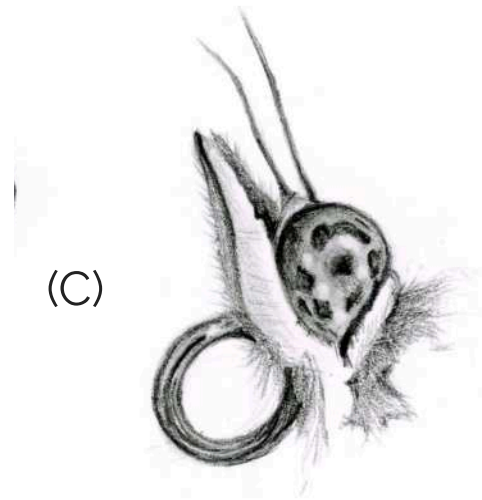
Técnica: Tinta sobre papel

Descripción: Soldado y obrera menor de hormigas marabuntas o legionarias (*Eciton hamatum*), especies depredadoras de colonias nómadas originarias de las regiones neotropicales de América. Forrajea mediante incursiones de varios cientos de individuos de obreras y soldados que se desplazan en fila capturando diferentes artrópodos.

Se puede decir entonces, que la Ilustración Científica se vuelve una herramienta invaluable para los científicos, proporcionándoles una forma visual de representar sus trabajos a través de dibujos y esquemas detallados permitiéndoles un mayor entendimiento a sus otros colegas y público en general. A partir de estos eventos, la ilustración en la ciencia se hizo evidente en áreas como anatomía, botánica y zoología, permitiendo a los científicos estudiar y analizar los objetos a pesar de que no estuvieran presentes (información adicional en la sección -Para Saber más-).



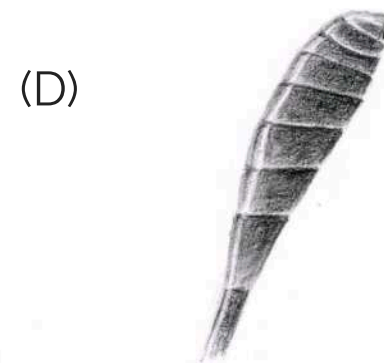
(A)



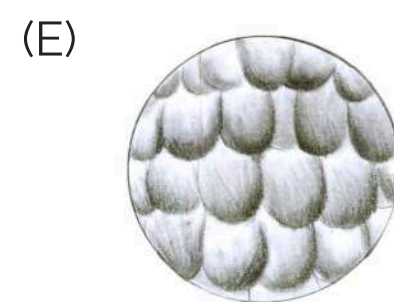
(C)



(B)



(D)



(E)



(F)

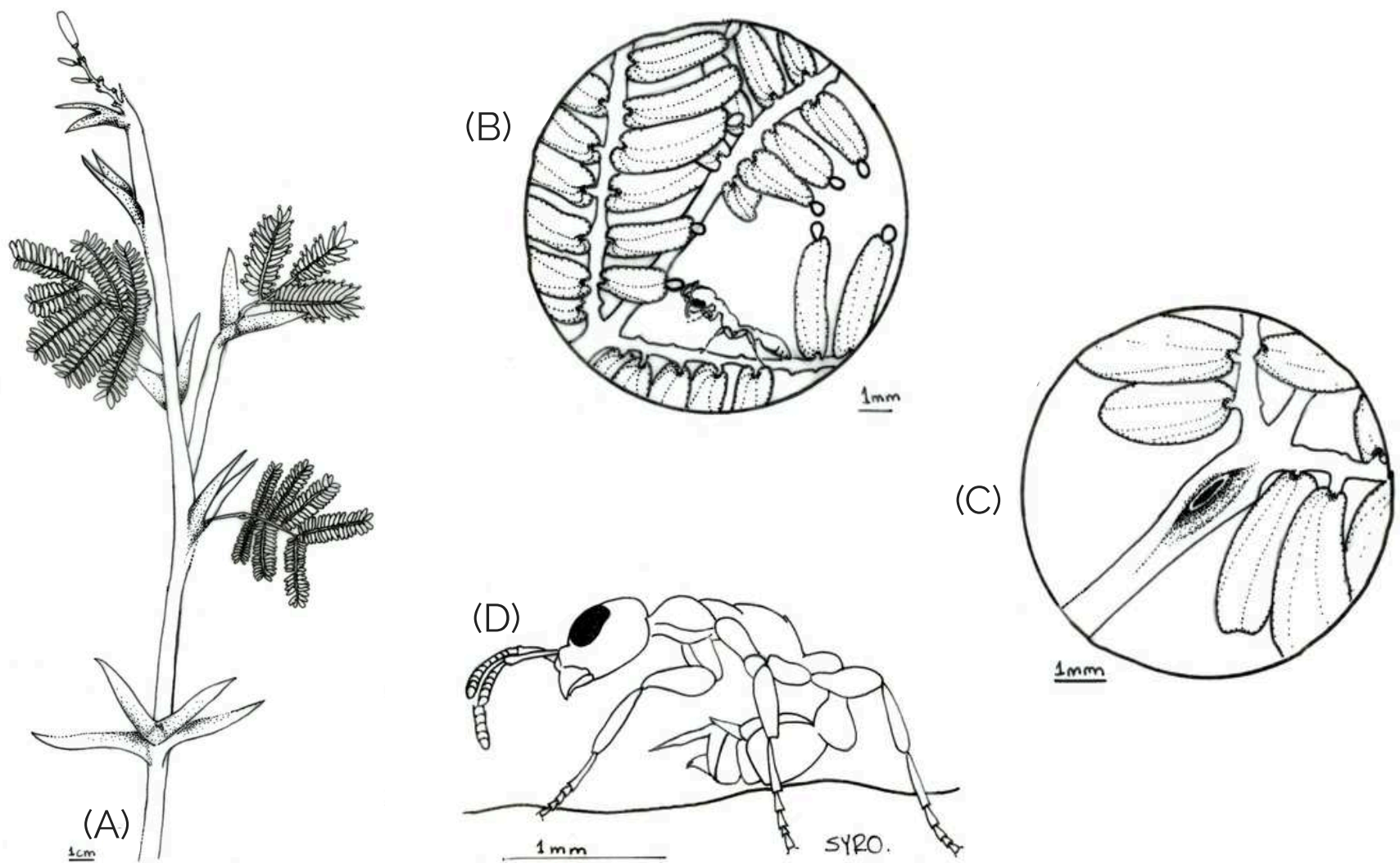
Autora: Wendy Abigail Vasquez Yañez

Técnica: Mixta

Descripción: *Dione* es un género de lepidópteros de la familia Nymphalidae, originario de América.

Dione juno. (A) Vista dorsal. (B) Vista ventral. (C) Vista lateral de la cabeza. (D) Antena. (E) Escamas. (F) Mariposa posada en flor

Así pues, la Ilustración Científica, es una disciplina artístico-científica cuyo objetivo principal es realizar una aproximación visual a un concepto científico de forma precisa, clara y objetiva, la cual ofrece aún ahora una ventaja respecto a otras herramientas como la fotografía. Ya que, si bien la fotografía nos permite capturar imágenes de gran calidad que representan un instante preciso, la ilustración ofrece la ventaja de poder representar procesos completos. Esta característica la convierte en una herramienta indispensable en áreas como la biología, donde la comprensión de secuencias y transformaciones es fundamental.



A) Rama de *Vachellia cornigera*. B) Corpúsculos de Belt. C) Nectario extrafloral. D) Hormiga (*Pseudomyrmex ferrugineus*) en postura de defensa

Autora: Laura Syro Posada

Técnica: Tinta sobre papel albanene

Descripción: Esta ilustración representa la interacción mutualista entre la acacia *Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger y la hormiga *Pseudomyrmex ferrugineus* (Smith, 1877). Estas especies tienen una interacción obligada en donde la acacia provee alimento en forma de nectarios extraflorales y corpúsculos nutritivos, además de refugio en sus grandes espinas para que las hormigas desarrollen allí todo su ciclo de vida. A cambio, estas últimas defienden a la acacia contra depredación y plantas competidoras, e indirectamente contra patógenos de las hojas.

Autora: Marisol Arana

Técnica: Acuarela y grafito sobre papel

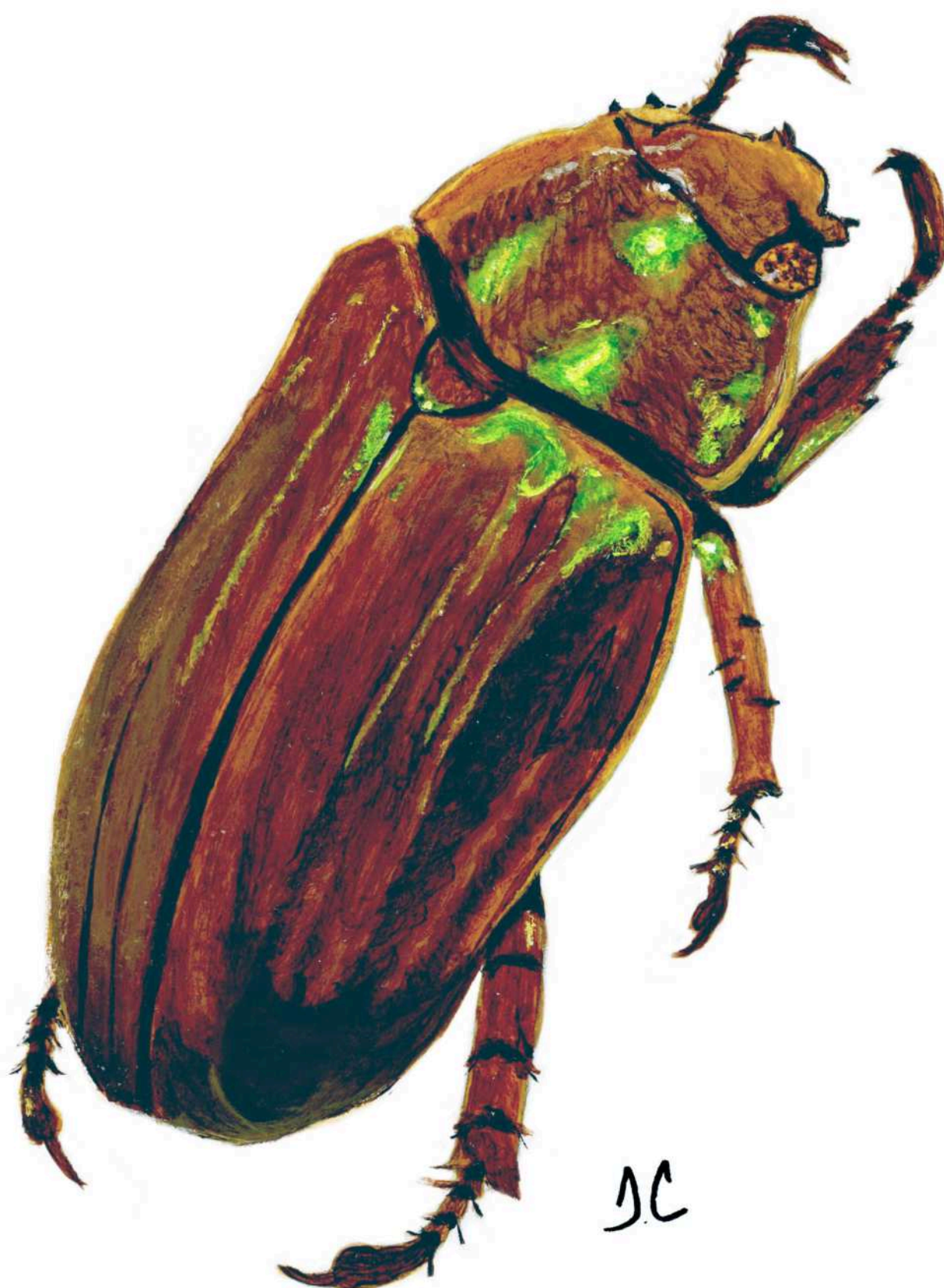
Descripción: Originarias de zonas tropicales, las más comunes suelen ser fruto de diferentes cruces por lo que se han conseguido distintos híbridos que poseen una diversa gama de colores en sus flores. Al nombre *Cymbidium* se le adjuntan dos diferentes significados, para algunos proviene de la palabra griega "Kumbos", que significa agujero o cavidad, mientras que para otros proviene del griego "Kimbe", que significa bote, pero ambas acepciones hacen referencia al labelo de la flor.



Híbrido de Orquídea (*Orchidae* sp. x *Cymbidium* sp.).

En los últimos años, la Ilustración Científica ha tomado importancia generando nuevas áreas de oportunidad para nuevos profesionistas. En ese sentido, en el Instituto de Ecología, A.C (INECOL), se impartió el primer curso de Introducción a la Ilustración Científica y Naturalista, en donde participaron tanto estudiantes de posgrado como ilustradores independientes. En este curso, los estudiantes aprendieron o reafirmaron conocimiento sobre bases de morfología vegetal, entomológica, técnicas de grafito, tinta, acrílico y acuarela, tomando como objetos de estudio ejemplares de las colecciones botánica y entomológica del INECOL. Además, se contó con la participación de ilustradores reconocidos como el M.C Aldo Ortega, la MDCV. Carmen Gutiérrez y el MDCV. Carlos Ortega.

Como parte de los resultados del curso, se presentan los trabajos que los estudiantes realizaron en el mismo.

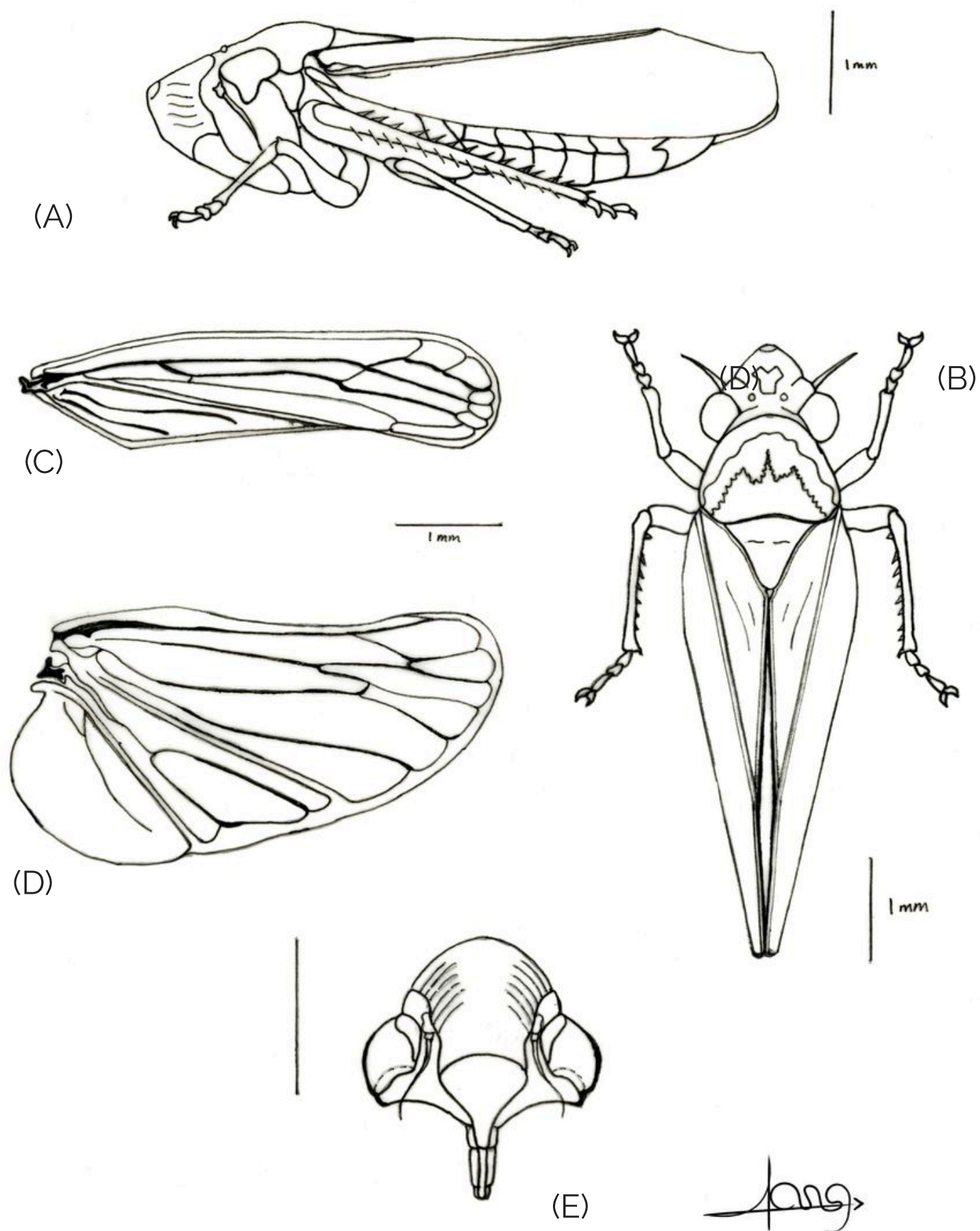


Pelidnota virescens adulto, especie que es atraída por las luces entre abril y octubre (Morón *et al.*, loc.cit.). Dibujo a base de grafito y pintura en acrílico. Referencia en vivo de la colección entomológica del IEXA perteneciente al Instituto de Ecología A.C. (INECOL)

Autora: Dulce Carolina Quiroz Flores

Técnica: Acrílico sobre papel

Descripción: En esta ilustración se representa a un *Pelidnota virescens*, un coleóptero que se encuentra en bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios (entre el nivel del mar y los 2,100 m de altitud); donde los adultos pueden ser localizados en el suelo por debajo de restos xilosos (Hardy, 1975; Morón *et al.*, 1997).

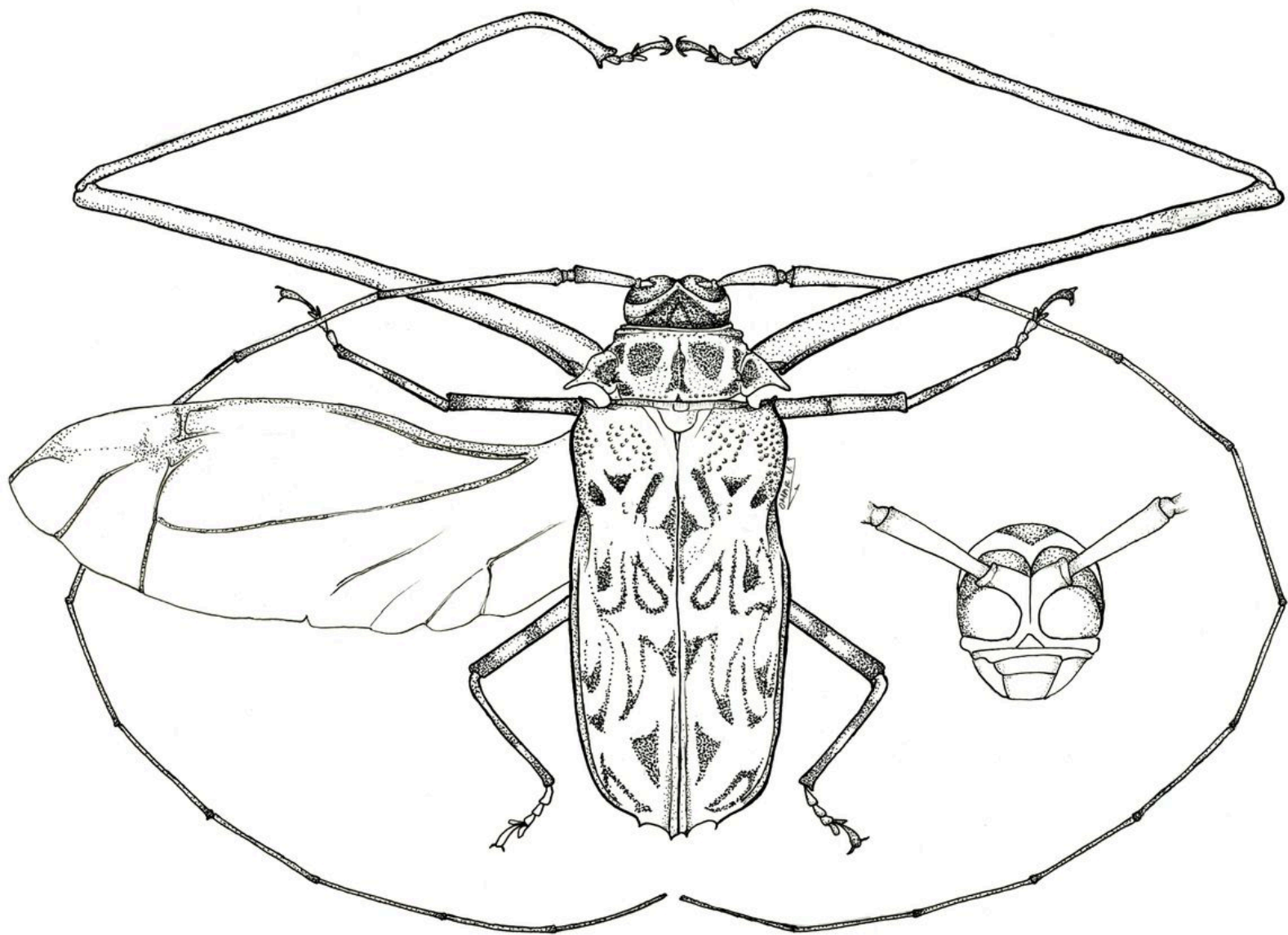


Graphocephala aurolineata (chicharrita) adulto, (A) Vista lateral, (B) Vista dorsal, (C) Ala anterior, (D) Ala posterior, (E) Vista ventral de la cabeza. Referencia en vivo de la colección entomológica del IEXA perteneciente al Instituto de Ecología A.C. (INECOL)

Autora: Angélica Saldaña Santiago

Técnica: Tinta sobre papel albanene

Descripción: La imagen representa a un hemiptera de la familia Cicadellidae, comúnmente conocida como chicharrita o saltahojas (*Graphocephala aurolineata*). Es de hábitos diurnos y se encuentra ampliamente distribuida desde Canadá hasta Sudamérica.



Acrocinus longimanus A) Vista dorsal. B) Vista frontal de la cabeza

Autor: Omar Villerías Simbrón

Técnica: Tinta sobre papel bristol

Descripción: También conocido como escarabajo arlequín por sus colores y la forma de sus antenas, el nombre científico de la especie se debe a sus largas patas delanteras, en el macho, llegan a medir hasta dos veces más el largo de su cuerpo, son insectos nocturnos que a menudo se encuentra cerca de la luz de las casas durante la noche.

Para saber más:

Ir al índice

- Rouaux J. 2015. Dibujando Bichos: la Ilustración Científica en la Entomología. Revista del Museo de La Plata.
- Sánchez Ramos ME y Barroso García CD. 2014. La ilustración científica y su aplicación como herramienta visual en la cartografía novohispana. Investigación y Ciencia, vol. 22, núm. 63, pp. 80-87. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México
- La ilustración y su impacto en la ciencia. [Click aquí](#)

ANÉCDOTAS DE BATAS Y BOTAS

Fotografía: Coernl, Pixabay



Segundas oportunidades para vuelos veloces

**Alberto
Hernández-Lozano***

Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) La Coruja; Posgrado en Biología Integrativa, Universidad Veracruzana *umalacoruja@gmail.com

**Diana Gissell
Juanz-Aguirre**

**Armando
Contreras-Hernández**

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL



Fandanguero mexicano. Primavera 2024. Fotografía: Alberto Hernández-Lozano



Colibrí corona azul en rehabilitación. Otoño 2015. Fotografía: Diana G. Juanz-Aguirre



Fandanguero mexicano. Primavera 2024. Fotografía: Diana G. Juanz-Aguirre

Es bastante gratificante poder apreciar a un colibrí de cerca. La primera vez que tuvimos acceso a uno para su rehabilitación fue en otoño del 2015, y se trató de un colibrí corona azul (*Saucerottia cyanocephala*), encontrado en plena zona urbana de la ciudad de Xalapa, Ver. (zona central montañosa del Golfo de México). Los vecinos de la zona lo trajeron en una cajita de cartón al considerarlo vulnerable. Aquel momento fue tremendo para nosotros ¿Qué consume este colibrí? ¡Qué gran responsabilidad!, ahí comenzó la búsqueda. Algunas fuentes recomendaron la preparación de néctar. Dispusimos un espacio con acceso a luz solar y bebederos a distintas alturas, la atención fue constante, también adaptamos una jeringa para ofrecer alimento a todas horas. La cercanía con humanos fue increíble, la conducta del ave no expresó incomodidad (Figura 1).

Durante los primeros tres días el vuelo fue eventual, al cuarto el vuelo constante duraba varios minutos. A través de un ventanal con acceso visual a un jardín, se motivó al ave a explorar. Al quinto día tanto la conducta como las capacidades del colibrí habían cambiado, volaba fluidamente a través de toda la habitación, ya no se acercaba a la jeringa y hasta parecía molesto al notar nuestra presencia. Lo consideramos un buen indicador y procedimos a liberarlo en el bosque de niebla de la ciudad, voló rumbo a la vegetación a una velocidad sorprendente y no regresó.



Figura 1. Colibrí corona azul atendido durante el Otoño del 2015.
Fotografía: Diana G. Juanz-Aguirre

La segunda ocasión ocurrió de nuevo en otoño, pero siete años después, en el 2022. Otra vez era un colibrí corona azul, pero en esta ocasión provenía de la zona universitaria en Xalapa (Figura 2). El mantenimiento durante cinco días fue similar al anterior, al sexto día su vuelo se desplegaba con precisión y se liberó en el Jardín Botánico Clavijero, del INECOL. Al instante voló bastante alto, quedó suspendido y después descansó en la copa de un árbol, hasta que otro colibrí, un fandanguero mexicano (*Pampa curvipennis*) lo desplazó y no volvimos a verlo.



Figura 2. Colibrí corona azul atendido durante el Otoño del 2022.
Fotografía: Diana G. Juanz-Aguirre

La tercera ocasión, fue con un fandanguero mexicano, este llegó en la primavera del 2024 (Figura 3). Al ingreso, registró seis gramos de peso, se le ofrecieron condiciones similares y se mantuvo con nosotros durante ¡20 días! En los primeros cinco días, el vuelo duraba algunos segundos y el ave terminaba en el piso. Entonces, era levantada cuidadosamente y colocada sobre alguna superficie. El llamado constante y el ofrecimiento de néctar preparado, garantizó obtener registros de la cantidad suministrada, llegando a ingerir ¡hasta 9 ml por día! Después de las dos experiencias anteriores, ahora el jardín de nuestra casa posee bebederos para colibríes, y han llegado fandangueros. Así, al escuchar los cantos y llamados de sus parientes desde el exterior, el colibrí cautivo emitió llamados y efectuó vuelos cortos. En el día 20 el colibrí se mostró inquieto, registró un peso de 8.2 gramos, desplegando vuelo impecable, comenzó a emitir otro tipo de cantos distintos al llamado habitual. Decidimos que era el momento indicado y se liberó también en el Jardín Botánico.

Ahora sabemos que estas dos especies de colibríes son aves que se adaptan a la ciudad y prefieren estos espacios por contener jardines de traspatio con arbustos, hierbas y árboles así como diversas fuentes de agua. Después de estas experiencias nos sentimos más capaces si en un futuro debemos asistir a otro colibrí.



Figura 3. Alimentación y registro de peso del fandanguero mexicano. Primavera 2024. Fotografía: Alberto Hernández-Lozano

Para saber más:

- Contreras R, Komdeur J, del Coro Arizmendi M. 2022. When a forest becomes a city, are hummingbirds enjoying gardens good enough? European Conference on Behavioural Biology, Groningen, Netherlands [Click aquí](#)

Fotografía: Max Andrey, Pexels

ECONOTICIAS

Fotografía: Vinisa Romero



Diversas actividades relacionadas con el ambiente y la naturaleza se llevaron a cabo durante la primavera de 2024. ¿En cuáles participaste?

Taller de Ciencia para Jóvenes en el INECOL.

Organizadora: Andrea Farías. (andea.farias@inecol.mx)
Semillero de Premios Nobel del INECOL, Dirección General.

En el Semillero de Premios Nobel del INECOL se realizan diversas actividades de comunicación pública de la ciencia, que **buscan que adolescentes de la región próxima a la sede -ubicada en Xalapa Veracruz-, tengan experiencias interactivas que les posibiliten mejorar o ampliar su percepción sobre la ciencia y la tecnología**, y los incentiven a conocer sobre las múltiples profesiones en el área.

En este sentido, el pasado mes de abril se realizó el “Taller de ciencia para jóvenes: del ADN a las proteínas”, para estudiantes de cualquier nivel del bachillerato. **Durante siete sesiones extraescolares vespertinas, los 18 participantes aprendieron los fundamentos teóricos de lo que en biología se conoce como el Dogma central de la biología celular y molecular**, que explica cómo es que la información de nuestros genes se traduce en proteínas en cada una de las células que nos conforman, asistiéndose de una molécula intermediaria que es el ARN (ácido ribonucleico).



Fotografía: M. Luisa Martínez

Mediante el uso de modelos moleculares amigables, los jóvenes procedentes de escuelas públicas y privadas primero **aprendieron sobre la estructura y función de estas asombrosas biomoléculas -ADN, el ARN y las proteínas-, ensamblándolas con sus propias manos.** Así, estudiaron el modelo de la doble hélice que describe la estructura física del ADN o ácido desoxiribonucleico y cómo este nombre, que parece trabalenguas, hace referencia a las propiedades químicas y la ubicación celular de la molécula. **También descubrieron los diversos tipos de ARN y que asombrosamente solo el 30 % de nuestro ADN tiene información genética,** entre muchas cosas más. Además, conocieron algunas proteínas famosas como: la queratina que forma nuestros cabellos y uñas, la miosina de nuestros músculos, la hemoglobina transportadora de oxígeno en la sangre, la insulina que regula los niveles de azúcar en la sangre, la albumina del huevo o la caseína de la leche, entre otras.



Fotografías: M. Luisa Martínez

¿para qué tanta teoría? Porque para estudiarlas, aislarlas o cuantificarlas experimentalmente se requieren los fundamentos teórico-químicos de las moléculas. De esta manera, **los jóvenes posteriormente se aventuraron en el laboratorio para realizar: la extracción de ADN genómico de bacterias provenientes del suelo, la purificación de ARN total de hojas de frijol y la extracción de proteínas.** Todos estos experimentos son herramientas básicas en la investigación en biología celular y molecular reportadas bajo el procedimiento de generación de conocimiento científico y tecnológico, es decir mediante artículos de investigación. En este sentido, los participantes aprenden adicionalmente que una parte importante de la ciencia es el desarrollo de metodologías y técnicas experimentales, las cuales permitan seguir descubriendo nuevas moléculas o procesos.



Fotografías: M. Luisa Martínez



Fotografías: M. Luisa Martínez

Después de esta experiencia implementada desde el Semillero de Premios Nobel del INECOL, **se espera que los jóvenes no solo adquieran un conocimiento significativo, sino que también se aventuren a conocer mucho más** y descubran que la ciencia va más allá de lo que se aprende en el salón de clases.

Si te interesa saber más de nuestros talleres síguenos en Instagram o envíanos un correo.

@semillerodepremiosnobelinecol

provocaciones.cientificas@inecol.mx



Microbiología ambiental

Organizadora: Frederique Réverchon (frederique.reverchon@inecol.mx)
Adscripción

El viernes 31 de mayo se organizó un Mini simposio en El Centro Regional del Bajío del INECOL para celebrar los 10 años del Laboratorio de Microbiología Ambiental (sede Pátzcuaro). **Este mini-simposio incluyó tres charlas especializadas que abordaron diversos temas de microbiología.** También se transmitió por YouTube.



¡10 años de Microbiología Ambiental en el INECOL!

MINI-SIMPOSIO
Microbiología en Michoacán
24 de mayo 2024 · 10:00 h

10:00 – Dr. Gustavo Santoyo, UMSNH.
“Suelos afectados por incendios subterráneos: una fuente para seleccionar agentes de biocontrol termotolerantes”

11:00 – Dra. Sylvia Fernández, UMSNH.
“*Phytophthora*: Un destructor de plantas poco estudiado en México”

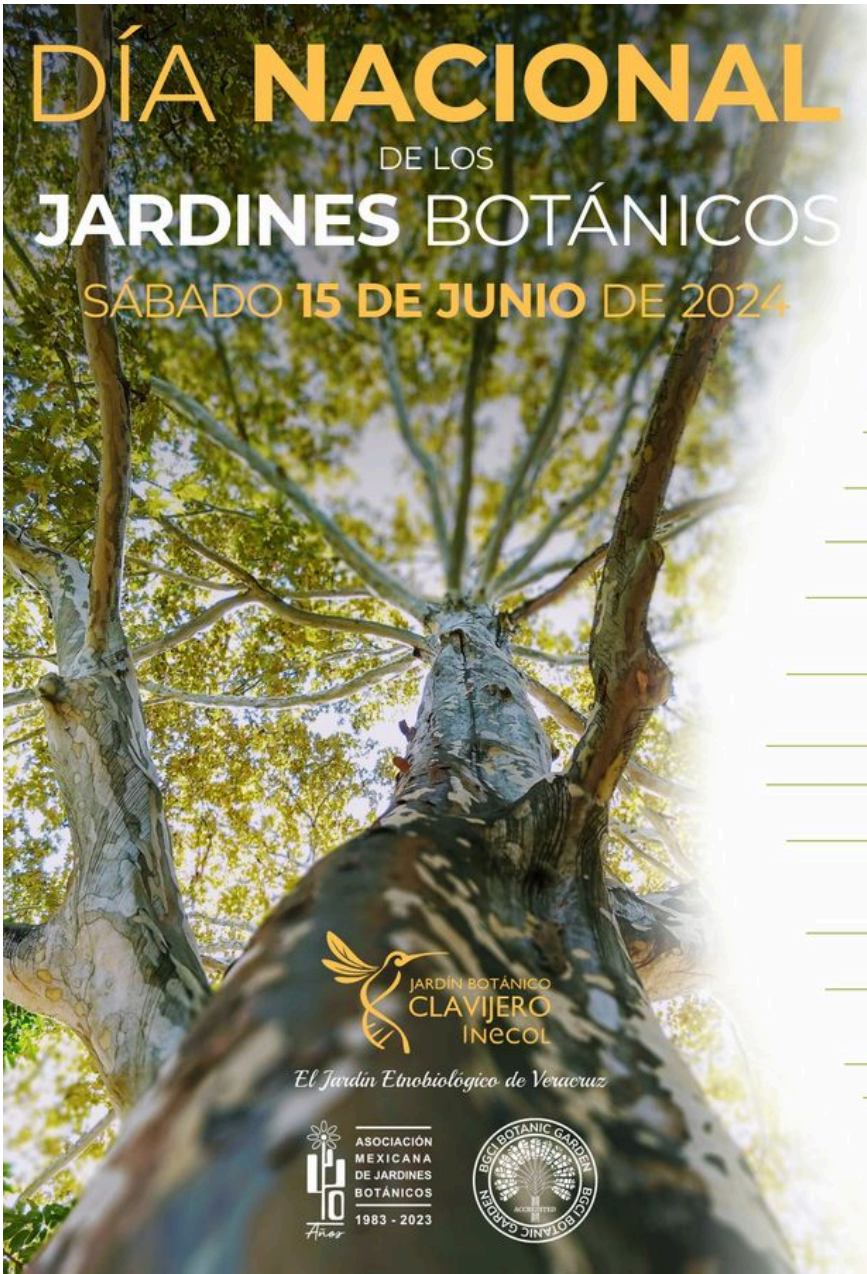
12:00 – Dr. Luis Servín, ENES-Morelia, UNAM.
“Ecología microbiana: Descubriendo la maravillosa diversidad de extremófilos de sitios termales y desérticos de Michoacán”

Modera: Dra. Frédérique Reverchon – INECOL

**Auditorio – Centro Regional del Bajío
INECOL – Pátzcuaro**

Día Nacional de los Jardines Botánicos

El 15 de junio celebramos el Día Nacional de los Jardines Botánicos, donde **el principal protagonista fue el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, que se encuentra bajo el resguardo del INECOL** en su sede de Xalapa. Esta es la XIX edición del evento, que dio inicio en 2005, y llevó como lema: "Jardines Botánicos, espacios para salvaguardar la biodiversidad y enseñar resiliencia". **La celebración incluyó cuatro recorridos guiados, tres talleres para aficionados, una conferencia, un documental y un juego.** Aquí se puede ver el programa:



PROGRAMA

Jardines Botánicos espacios para salvaguardar la biodiversidad y enseñar resiliencia



Actividad	De qué trata...	A cargo de...	Punto de reunión...	A qué hora...
Bienvenida	Ofrecimiento de la celebración	Autoridades del INECOL	Jardín Formal	10:30
Biología y propagación de cícadas	Taller	Carlos Gustavo Iglesias Delfin	Área de sustratos	11:00
Conociendo la colección científica de orquídeas	Recorrido guiado a la colección de orquídeas	Milton Hugo Díaz Toribio	Araucaria	12:00
¡Qué nombres tan raros!	Recorrido guiado por la Colección Etnobotánica	Orlik Gómez García	Piedra del Rancho Guadalupe	12:00
La milpa: un cultivo muy diverso	Recorrido guiado por la milpa	Carlos Aldair Zárate Pérez	Frente a la milpa	12:00
Cultivando nuestros alimentos, cultivando nuestra cultura alimentaria	Conferencia	Dr. Miguel Ángel Escalona Aguilar	Auditorio UNIRA	12:30-13:30
¡Voladores con escamas!	Recorrido guiado al Mariposario Siwini	Octavio Rivera Hernández	Frente al Mariposario Siwini	11:30 12:30 13:30
Propagación de plantas	Taller para aficionados	Uribel Ávila Fernández	Carpa 1	12:00
Cultivo de suculentas	Taller para aficionados	Yareni Ivette Álvarez González	Carpa 2	13:00
Anaglifos y visión 3D: herramientas para visualizar el Jardín Botánico y la cuenca hidrológica	Taller	José Luis Álvarez Palacios	Carpa 3	11:30
El regreso de los anfibios	Documental	Adriana Sandoval Comte Eduardo Pineda y Jorge Ramos	Auditorio y palapa del CREA	12:30
Lianas y enredaderas ¿Quién es quién?	Charla y recorrido	Carolina Madero y Guillermo Ángeles 11:00 a 12:00 Proyector y aula	Aula del CREA	11:00
Origami botánico	Taller	Akeri Cruz Bonilla	Carpa 4	13:30
Ranazos en el bosque	Juego	Sandra Itzel Salazar Lucas, Citlalli Alheli González Hernández y María Teresa Jiménez Segura	Carpa 5	11:30 (cada 15 minutos)
¡Entrada libre!				10:15 a 15:00
Mercado Comunitario Venta de artesanías Venta de alimentos y bebidas				



Celebrando a nuestros polinizadores

Organizador: Carlos Cultid (Carlos.cultid@inecol.mx)

Sede Pátzcuaro

Del 17 al 22 de junio se desarrolló la séptima edición del evento conocido como “Celebrando a Nuestros Polinizadores”, **con el objetivo de compartir experiencias en torno al diseño, implementación y mantenimiento de jardines para polinizadores.** Lo anterior es de particular relevancia en las zonas urbanas. El programa incluyó pláticas, talleres, exposiciones y recorridos y se llevó a cabo de manera presencial en todas las sedes. También hubo la oportunidad de participar de manera remota. El programa del evento se encuentra en el sitio web (da click en la pantalla para conocerlo):



Caminata por el Santuario del Bosque de Niebla

El lunes 17 de junio se realizó una “Caminata por el santuario del Bosque de Niebla” **con motivo de la celebración del día del padre.** Contó con la participación de personal del INECOL y el público en general.



Fotografía:



GRADUADOS EN EL INECOL

Periodo enero - marzo 2024



Contreras Hidalgo, Jesus

Maestría en Ciencias

Tesis: Producción *in vitro* de biomasa micelial del hongo ectomicorrizógeno *Laccaria trichodermophora* (Hydnangiaceae) utilizando extractos de suelo

Directores: Dr. Gerardo Mata Montes de Oca y Dr. Jesús Pérez Moreno

Márquez Guerra, Sonia

Maestría en Ciencias

Tesis: Fenología de la fructificación, dispersión y banco de semillas del pitayo *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb. en el Desierto Sonorense en México

Directores: Dr. Vinicio de Jesús Sosa Fernández y Dr. Alberto Búrquez Montijo

Suárez Pérez, Nut Xanat

Maestría en Ciencias

Tesis: Morfología vertebral de Caenophidia y su relación con el uso de hábitat en un contexto filogenético comparativo

Directora: Dra. Itzi Fragoso Martínez



Bazant Fabre, Ondrej

Doctorado en Ciencias

Tesis: Análisis de instrumentos de planeación espacial en la costa de México

Directoras: Dra. Martha Bonilla Moheno y Dra. María Luisa Martínez Vázquez

Guillén Rodríguez, Yeraldi Guadalupe**Doctorado en Ciencias**

Tesis: The influence of abiotic factors on the diversity and vertical composition of blood-sucking flies (Culicidae and Ceratopogonidae: Diptera), their role as competent vectors of avian malaria and their blood-meal preferences in a montane cloud forest in state of Veracruz, México

Directores: Dr. Sergio Ibáñez Bernal y Dr. Diego Santiago Alarcón

Jácome Hernández, Alberto Rafael**Doctorado en Ciencias**

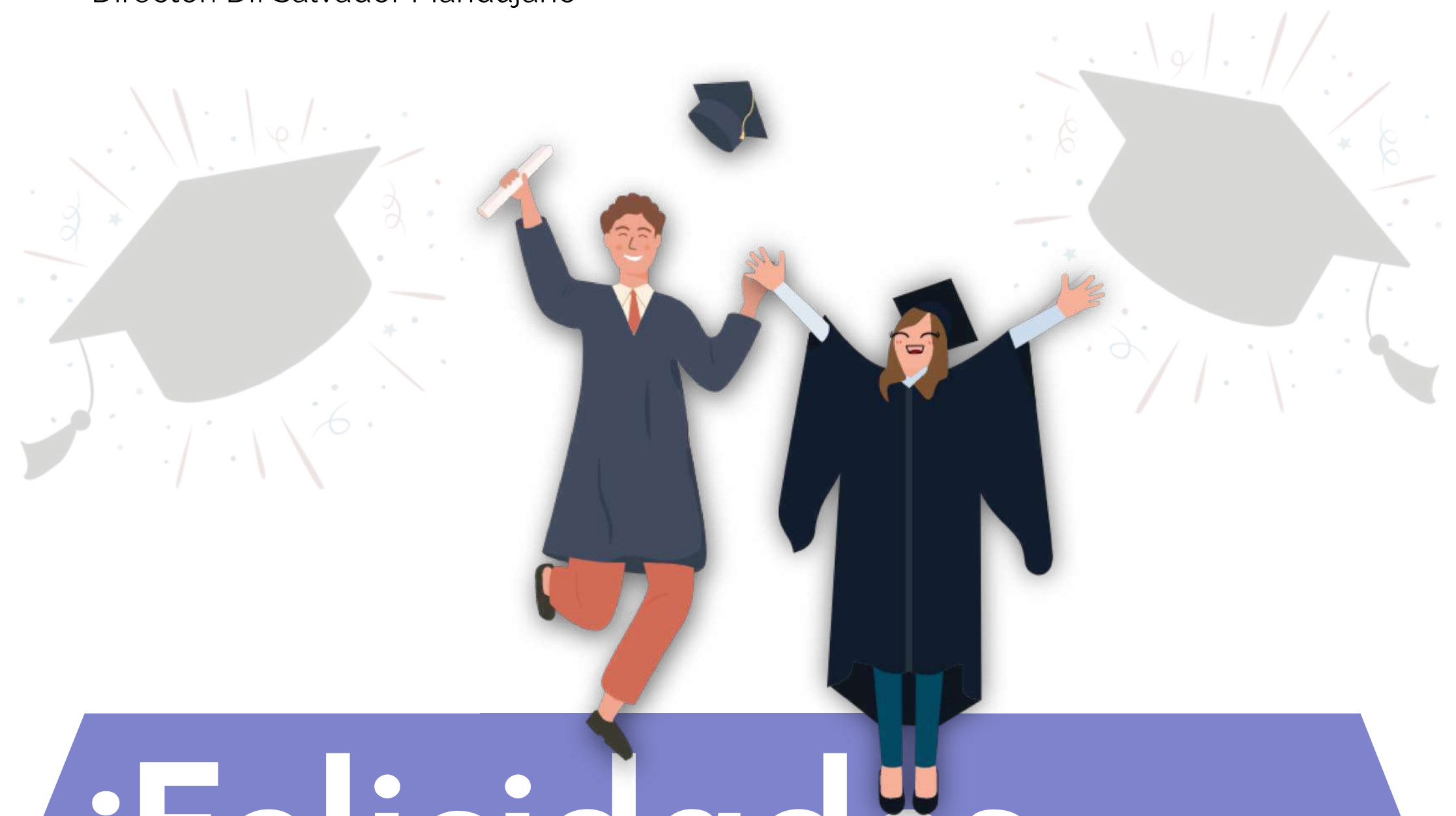
Tesis: Evaluación de la diversidad taxonómica, predicción funcional y potencial antifúngico de las comunidades bacterianas intestinales de escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae mediante técnicas de secuenciación masiva y pruebas biológicas

Directores: Dr. Mario Enrique Favila Castillo y Dra. Araceli Lamelas Cabello

Zavaleta Aguilar, Arturo**Doctorado en Ciencias**

Tesis: Análisis de la diversidad vegetal y de mamíferos en la región de la Cañada en la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

Director: Dr. Salvador Mandujano



¡Felicidades graduados!

#OrgulloInecol

En el INECOL nos orgullece con los logros y reconocimientos académicos alcanzados por miembros de la comunidad, los cuales se describen a continuación.

Homenaje al fundador del INECOL

Durante las celebraciones del 80 Aniversario de la Universidad Veracruzana se llevó a cabo un homenaje de **reconocimiento sobre las “Aportaciones del Dr. Gonzalo Halffter Salas, fundador del INECOL a la ciencia de México”**. El evento se realizó el 14 de mayo en el Centro Cultural de la Universidad Veracruzana y contó con la participación de dos investigadores eméritos del INECOL, el Dr. Mario Enrique Favila Castillo (estudiante fundador del INECOL) y el Dr. Sergio Guevara Sada, exdirector del INECOL.



Premio florido

El pasado 22 de marzo **dos ejemplares de la colección de orquídeas del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero del INECOL ganaron el 1° y el 2° lugar en la Exposición de Orquídeas del Festival Internacional de la Orquídea Coatepec 2024.** Primer lugar: *Arpophyllum giganteum*, es un ejemplar que tiene 43 años en la colección del Jardín Botánico. Los ejemplares con esa edad y tamaño son muy raros. La cantidad de inflorescencias que produjo es igualmente destacada. El segundo lugar: *Dendrobium* tipo *nobile* es un ejemplar representante de un híbrido antiguo, que se ha cultivado en la región centro de Veracruz ¡desde hace más de un siglo! El tamaño y cantidad de flores de esta orquídea la hicieron merecedora del premio. **Todo el personal del Jardín Botánico felicita y reconoce el trabajo de nuestro colega horticultor, Biól. Octavio Rivera Hernández, quien es el artífice de que estos ejemplares luzcan espectaculares.**



Primer lugar:

Arpophyllum giganteum,

Edad:

43 años en la colección del Jardín Botánico.

Nota:

La cantidad de inflorescencias que produjo es igualmente destacada.

Segundo lugar:

Dendrobium tipo *nobile*

Edad:

representante de un híbrido antiguo, cultivado en la región ¡desde hace más de un siglo!

Nota:

El tamaño y cantidad de flores de esta orquídea la hicieron merecedora del premio.



Alto impacto en la ciencia

En la plataforma [Research.com](https://www.research.com) se analiza a los científicos que son más citados a nivel mundial, lo que es indicativo de la influencia que tienen en el gremio científico. **En la publicación del 2024 destacan varios colegas del INECOL: la Dra. Guadalupe Williams** (Red de Ecología Funcional) **y el Dr. Juan Francisco Ornelas** (Red de Biología Evolutiva), **en el área de Ecología y Evolución, mientras que el Dr. Martín Aluja** (Red de Manejo Racional de Plagas y Vectores) **destaca en el área de Biología y Bioquímica.**

Es importante mencionar que el **Dr. Miguel Martínez Ramos** (IIES-UNAM), miembro de nuestro Comité Externo de Evaluación, aparece como el académico más citado de México en el área de Ecología y Evolución.



Dra. Guadalupe Williams-Linera



Dr. Juan Francisco Ornelas



Dr. Martín Aluja



Dr. Miguel Martínez-Ramos

¡FELICIDADES!

por la distinción que han tenido nuestros
compañeros de la comunidad académica

Research.com

Most Affordable CollegesCollege RankingsCareer ResourcesColleges by StateBest ScholarsBest Universities

Home / Best Scientists - Ecology and Evolution / Mexico

Best Ecology and Evolution Scientists in Mexico

The 3rd edition of Research.com ranking of the best researchers in the discipline of Ecology and Evolution relies on data derived from various data sources including OpenAlex and CrossRef. The bibliometric data for devising the citation-based metrics were gathered on 21-11-2023. Position in the ranking is based on a scientist's D-index (Discipline H-index), which includes exclusively papers and citation data for an examined discipline.

Show more

World	National	Scholar	D-index	Citations	Publications
971	1	 Miguel Martínez-Ramos National Autonomous University of Mexico, Mexico	70	17,057	180
6223	22	 Guadalupe Williams-Linera Instituto de Ecología, Mexico	34	5,331	89
6343	24	 Juan Francisco Ornelas Instituto de Ecología, Mexico	34	3,949	132

Best Biology and Biochemistry Scientists in Mexico

The 2nd edition of Research.com ranking of the best researchers in the arena of Biology and Biochemistry is based on data consolidated from various data sources including OpenAlex and CrossRef. The bibliometric data for estimating the citation-based metrics were gathered on 21-12-2022. Position in the ranking is based on a scientist's D-index (Discipline H-index), which takes into account only papers and citation data for an examined discipline.

Show more

World	National	Scholar	D-index	Citations	Publications
11313	13	 Elena R. Alvarez-Buylla National Autonomous University of Mexico, Mexico	57	11,768	227
8654	8	 Martín Aluja Instituto de Ecología, Mexico	62	11,670	235

Laboratorio Nacional MexFlux

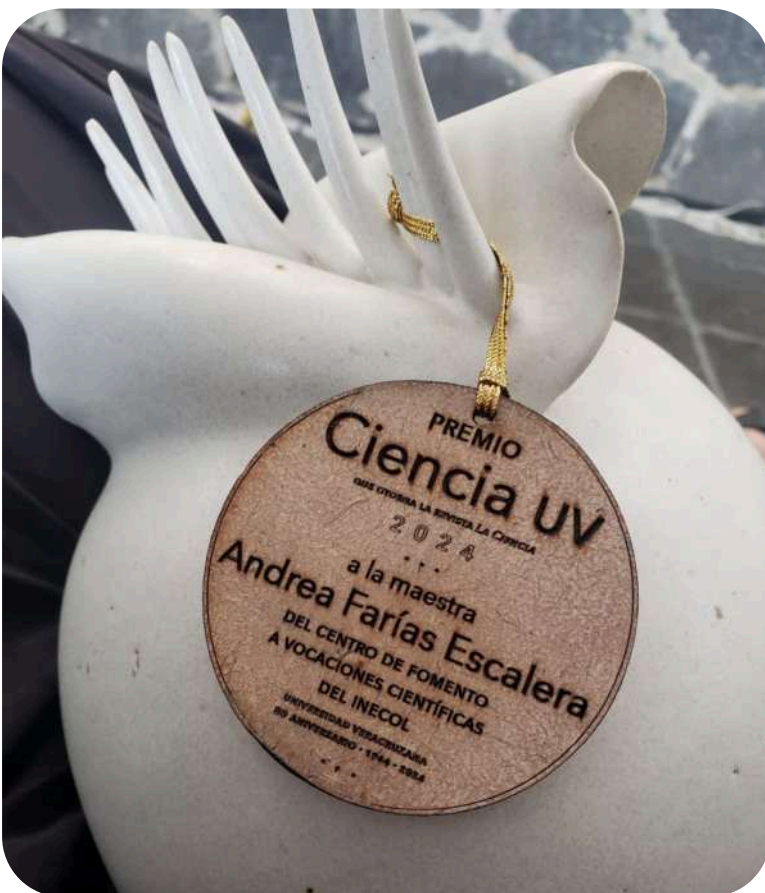
¡Estamos orgullosos que el INECOL sea la institución representante del nuevo Laboratorio Nacional CONAHCYT MexFlux! El Laboratorio MexFlux articula a 13 instituciones distribuidas en 11 estados del país capitalizando el esfuerzo de más de una década **dedicada al monitoreo y estudio de flujos de energía, agua y gases de efecto invernadero de ecosistemas mexicanos.**

¿Quiénes somos?



Premio a la Divulgación de la Ciencia

El pasado 18 de mayo la **Universidad Veracruzana** hizo entrega del “**Premio Ciencia UV 2024**” en el marco de la **29ª edición de la Feria Internacional del Libro Universitario** (FILU). El premio se entregó ante la presencia de investigadoras, investigadores, estudiantes, docentes y público en general. **Andrea Farías, coordinadora del Centro de Fomento a las Vocaciones Científicas del INECOL, obtuvo el galardón en la categoría individual.** Durante la premiación se reconoció su infatigable y exitoso activismo en pro de incentivar en niñas, niños y adolescentes el amor por la ciencia, lo cual contribuye a acercar a la ciencia con la sociedad.



Premio Planeta Azul 2024 (Blue Planet Prize 2024).

Este año se celebra la 33.^a entrega del Premio Blue Planet, el **premio medioambiental internacional patrocinado por la Asahi Glass Foundation**, presidida por Takuya Shimamura. Cada año, **la fundación selecciona dos destinatarios, personas u organizaciones que hayan realizado contribuciones significativas a la resolución de problemas ambientales globales**. El pasado 19 de junio se anunciaron los galardonados del premio para este año.

Uno de los dos galardonados fue la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES) establecida el 21 de abril de 2012, en Bonn, Alemania.

El IPBES es la principal autoridad mundial sobre el estado del conocimiento y la ciencia en torno a la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y las contribuciones de la naturaleza a las personas. Sus informes emblemáticos facilitan políticas y acciones mejor informadas desde la ciencia en todas las escalas, sectores y sistemas de conocimiento. A medida que un número cada vez mayor de empresas también comienza a evaluar, divulgar y mejorar su impacto en el medio ambiente, las empresas también están utilizando los informes de la IPBES para ayudar a dar forma a sus estrategias de sostenibilidad corporativa y actividades de ESG (ambientales, sociales y de gobernanza).

Nos enorgullece que **Martha Bonilla Moheno** (Transformative Change), **Luciana Porter Boland** (Values Assessment) y **Octavio Pérez-Maqueo** (Americas Assessment), **investigadores del INECOL, han colaborado con el IPBES en los últimos años junto con cientos de científicos de todo el mundo.**



Investigadores del INECOL que han colaborado con el IPBES



Martha
Bonilla Moheno



Luciana
Porter Boland



Octavio
Pérez-Maqueo

Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:



293

Artículos
publicados



399

Autores
(INECOL y externos)



44,094

Personas
alcanzadas



17

Números
publicados



66

Redes académicas e
instituciones externas*

*18 INECOL, 12 UNAM,
18 UV y 30 externas



47

Países donde se
consulta la revista

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

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

Países en donde nos leen:

De mayor a menor consulta

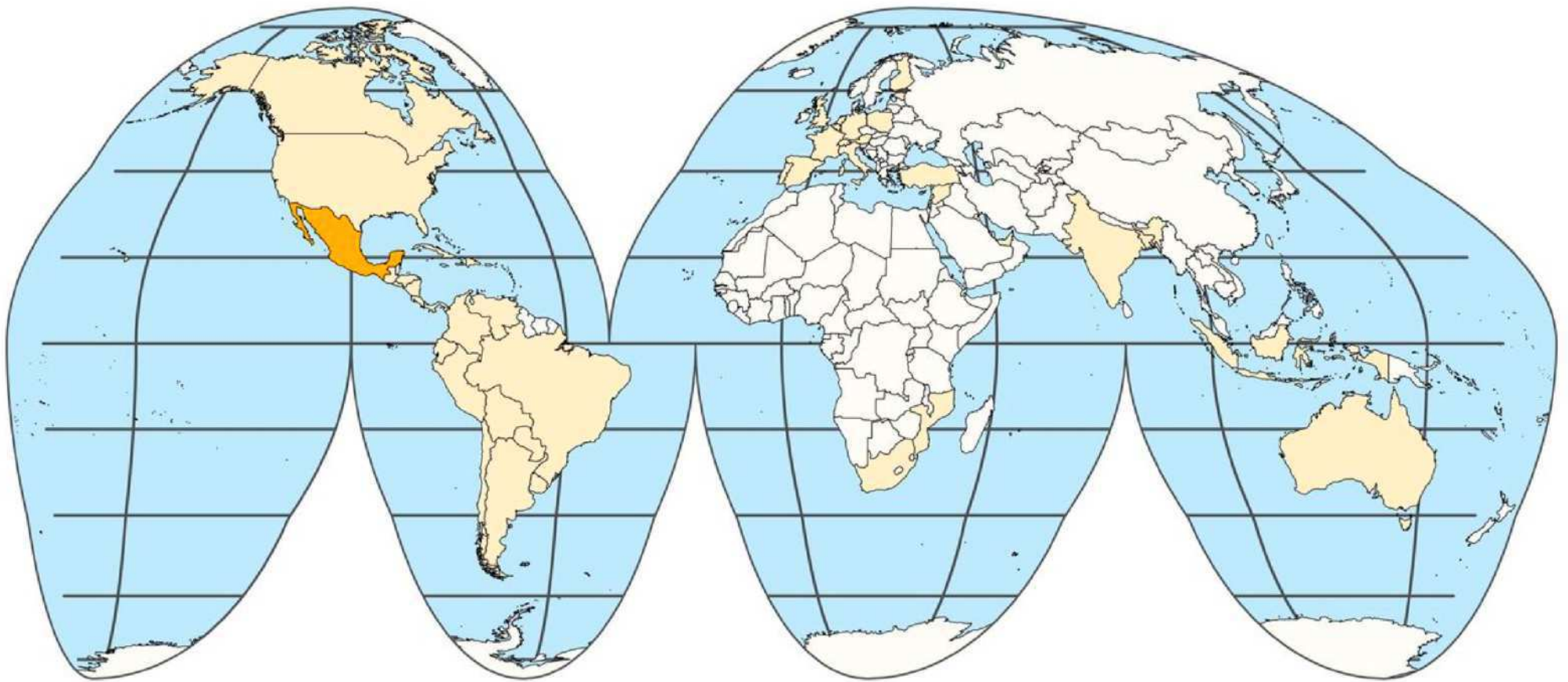


Ilustración: Sergio A. Cabrera Cruz, de la USP AE, INECOL

México, Colombia, Perú, Ecuador, Argentina, España, EUA, Chile, Costa Rica, Guatemala, Venezuela, Cuba, Panamá, Uruguay, Bolivia, Honduras, Brasil, El Salvador, Francia, Nicaragua, Rep. Dominicana, Canadá, Puerto Rico, Alemania, Paraguay, Australia, Finlandia, Sudáfrica, Reino Unido, Italia, Suiza, Países Bajos, Emiratos Árabes Unidos, India, Bangladesh, Bélgica, Polonia, Austria, Estonia, Israel, Luxemburgo, Mozambique, Portugal, Singapur, República Árabe de Siria, Türkiye, Indonesia, Siria

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE
Eco-Lógico

Fotografía: Symeon Ekizoglou, Pexels

Eco-Lógico, año 5, volumen 5, No. 2 abril-junio (verano) 2024, es una publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, Tel. (228) 842-1800, <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico>. Editor responsable: Ma. Luisa Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN 2954-3355, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: Debora Lithgow Serrano, carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P.91073, fecha de última modificación, 21 de junio de 2024.

AÑO 5 • VOLUMEN 5 • NÚMERO 2 • ABRIL-JUNIO (VERANO) • 2024