Eco-Lógico

Revista de divulgación científica

HECHO EN INECOL

Pantanos, selvas, bosques y lagos. Además de tucanes, abejas, micorrizas y 9 Proyectos Especiales del INECOL

CIENCIA HOY

Arácnidos y el reto de regresar a casa para las aves

ANÉCDOTAS DE BOTAS Y BATAS

Recolectar pasto y abejas son actividades muy diferentes

JÓVENES CIENTÍFICOS

¿Eres un superhumano? Conoce la historia de las dunas en Veracruz

TRIVIAS Y ARTE

Drones en la ciencia, Inteligencia Artificial y Taller de Fotografía

ESTA REVISTA ES UNA PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

Año 5
Vol. 5 No. 4
octubre-diciembre
Invierno 2024

Eco-Lógico

Año 5 / volumen 5 / número 4 / octubre-diciembre (invierno) 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, Frédérique Reverchon.

Eco-Lógico, año 5, volumen 5, No. 4, octubre-diciembre (invierno) 2024, es una publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico. 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, 10 de diciembre 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 en portada: Eva María Piedra-Malagón
Fotografía en prólogo: Vinisa Romero

Navegador recomendado: Google Chrome

PRÓLOGO

Navegador recomendado: Chrome

Eco-Lógico la revista de divulgación del INECOL, **¡ya está cumpliendo 5 años!** Gracias a todos los autores que han compartido con nosotros sus trabajos en las diferentes secciones de la revista.

A lo largo de estos cinco años, hemos publicado 352 artículos en total: 138 Hecho en el INECOL, 39 Ciencia Hoy, 64 Jóvenes Científicos, 42 Biotrivias en la sección ¿Qué tanto sabes?, 40 Trivias y Arte y 29 anécdotas de Batas y Botas. Los 468 autores de todos estos trabajos han sido muy diversos. Además de los investigadores, técnicos y estudiantes del INECOL provenientes de todos los grupos académicos, hemos contado con autores de instituciones de educación superior como son la UNAM, UAM, UV, Centros Públicos de Investigación, Institutos Tecnológicos, e incluso, de algunas universidades del extranjero.

En este número de invierno, en la sección **Hecho en el INECOL**, nuevamente se presentan varios "**Proyectos Especiales de la Dirección del INECOL**": los avances sobre la eFlora Mex y la eFunga Mex, y la contribución de la Unidad de Servicios Altamente Especializados (USPAE) a la sociedad a través de distintos proyectos. Así mismo, se comparten los resultados de otros estudios realizados en el INECOL como son los pantanos de Centla, la selva de Los Tuxtlas, la restauración de bosques, los lagos de Xalapa y acciones para recuperar su salud, un hermoso tucán con collar colorido, así como estudios de abejas y micorrizas. En la sección **Ciencia Hoy** nos presentan un trabajo sobre arañas, y otro sobre animales que regresan a su lugar de nacimiento para reproducirse.

Como siempre, los **Jóvenes Científicos** abarcan temas creativos y diversos: las aves llamadas "primaveras", las arañas en las milpas, los genes que nos pueden hacer "super humanos" y la historia de las dunas del Puerto de Veracruz. En la sección de **Biotrivias** te preguntamos qué tanto sabes sobre drones y su utilidad en las ciencias ambientales, y quién contesta cuando hacemos preguntas en internet. En la sección de **Trivias y Arte** presentamos las fotos del concurso de fotografía que se realizó durante el Coloquio de Estudiantes del INECOL. En **Batas y Botas** un "pastólogo" cuenta su experiencia cuando quiso colectar abejas.

Concluimos este número con varias **Econoticias** donde se muestran las actividades realizadas en el INECOL, y cerramos con el **Orgullo INECOL**, donde celebramos los reconocimientos obtenidos por los integrantes de esta institución, lo cual es un Orgullo INECOL.

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

El Comité Editorial

CONTENIDO

NAVEGADOR SUGERIDO: CHROME

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

HECHO EN EL INECOL

P. 8 **PROYECTOS ESPECIALES INECOL 2024- 2025**
Armando Contreras Hernández y Carolina Álvarez Peredo

P. 14 **eFloraMEX: LA FLORA ELECTRÓNICA DE MÉXICO**
Eva María Piedra-Malagón, Yocupitzia Ramírez Amezcua y Victoria Sosa

P. 22 **CONSTRUCCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LA PLATAFORMA ELECTRÓNICA eFungaMEX**
Gabriela Heredia Abarca, Rosa María Arias Mota y colaboradores

P. 32 **CONTRIBUCIONES DE LA USPAE A LA SOCIEDAD**
Rafael Villegas Patraca, Oscar Muñoz Jiménez y colaboradores

P.40 **CENTLA: LA JOYA DE CARBONO DE LA CORONA**
Patricia Moreno-Casasola, Roberto C. Monroy Ibarra y M. Elizabeth Hernández

P. 48 **LA SELVA DESDE FUERA DE LA SELVA**
Sergio Guevara S.

P. 56 **INNOVACIÓN EN LAS TÉCNICAS PARA LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES**
Fabiola López-Barrera, Dulce Carmina Vivar-Vázquez y María Paula Olguín-Pérez

P. 64 **HISTORIA DE LOS LAGOS DEL DIQUE Y ESFUERZOS PARA SU SANEAMIENTO**
Raymundo Dávalos Sotelo, Gustavo Nachón Aguirre y Eugenia J. Olguín Palacios

P. 72 **SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y ECONOMÍA CIRCULAR: EJEMPLOS FACTIBLES**
Eugenia J. Olguín P.

P. 80 **AVES VERACRUZANAS: EL TUCÁN COLLAREJO, UNA JOYA COLORIDA DE LA SELVA TROPICAL**
Fernando González García, Gilberto Cortés Rodríguez y Rosa Inés Aguilar Amar

P. 90 **APICULTURA Y MEDIO AMBIENTE EN LA REGIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO**
Fernanda Baena Díaz y Wesley Dáttilo

P. 96 **MICORRIZAS: LAZOS DE AMISTAD ENTRE PLANTAS Y HONGOS**
Rosa María Arias Mota y Yamel del Carmen Perea Rojas

P. 104 **MI PRIMER MODELO SOBRE DÓNDE VIVEN LAS ESPECIES: UNA EXPERIENCIA DIVULGATIVA**
Claudio Mota Vargas, Mauricio Díaz-Vallejo, Alejandra Galindo-Cruz y colaboradores

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

CIENCIA HOY

LA PELEA POR REGRESAR A CASA P. 112
Ana Itzel Segura Huape, Selene Asiul Barba Bedolla y Luis Felipe Mendoza Cuenca

LAS ARAÑAS NI BICHOS, ALIMAÑAS O INSECTOS: CONÓCELAS Y PROTÉGELAS P. 120
Patricia Salazar Silva y Humberto Jared Lacayo Ramírez

JÓVENES CIENTÍFICOS

LOS CANTOS DE LAS PRIMAVERAS EN CIUDADES, CULTIVOS Y BOSQUES P. 128
Edson A. Álvarez-Álvarez, Fernando González-García y R. Carlos Almazán-Núñez

ARAÑAS Y CULTIVOS: RELACIÓN FUNDAMENTAL PARA NUESTRA COMIDA P. 136
Luis G. Quijano-Cuervo, Simoneta Negrete-Yankelevich y Ek del Val

GENES VEMOS, SUPERHUMANOS NO SABEMOS P. 144
Miguel Ángel Jiménez Burton

USOS COTIDIANOS DE LAS DUNAS EN VERACRUZ: SIGLOS XVI-XIX P. 150
Adriana Guadarrama Sosa

TRIVIAS Y ARTE

¿QUÉ TANTO SABES SOBRE EL USO DE DRONES EN LA CIENCIA? P. 160
Alberto Rísquez Valdepeña

BIOTRIVIA: ¿CONVERSANDO CON MÁQUINAS? P. 168
Marco Antonio Francisco López

DOCUMENTANDO LAS CARAS DEL ANTROPOCENO P. 172
Alejandro Rodríguez Villa, Milton Javier Rubiano Guzmán y colaboradores

DE BATAS Y BOTAS

UN PASTÓLOGO COLECTANDO ABEJAS P. 178
Jorge Gabriel Sánchez-Ken

ECONOTICIAS

ENFRENTANDO EL ANTROPOCENO: EL COLOQUO ESTUDIANTIL INECOL P. 184

CASA ABIERTA: EDICIÓN XIV, NOVIEMBRE 9, 2024 P. 188

CONVOCATORIA DEL POSGRADO P. 191

ORGULLO INECOL P. 192

GRADUADOS EN EL INECOL P. 196

CONTENIDO

Hecho en INECOL

Fotografía: Vinisa Romero

ITUTO DE

Proyectos Especiales Institucionales INECOL 2024-2025

Armando Contreras Hernández*
Director General, INECOL

Carolina Álvarez Peredo**
Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL
Coordinación de Proyectos Especiales Institucionales

*direccion.general@inecol.mx
**carolina.alvarez@inecol.mx

Fotografía: Vinisa Romero

Los Proyectos Especiales Institucionales (PEI) del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) concluyen su segunda etapa, que comprende el periodo de abril a noviembre de 2024. **Los nueve PEI impulsados desde la Dirección General, comparten la misión del INECOL, no sólo de generar conocimiento científico y tecnológico, sino también transferir, diseminar y socializar ese conocimiento en beneficio de la sociedad,** garantizando así el ejercicio del derecho humano a la ciencia. De esta forma, los PEI cumplen con una responsabilidad social primordial, al constituir esfuerzos de incidencia y aplicabilidad social pertinente acorde a las problemáticas nacionales actuales. **Los PEI constituyen también andamiajes que propician y facilitan la colaboración y la convergencia entre redes académicas intra e interinstitucionales, así como entre comunidades académica y tecnológica.**

Actualmente, el INECOL cuenta con nueve Proyectos Especiales

Presentamos los resultados más relevantes de los PEI durante su segunda etapa:

(1) eScarab: La Scarabaeoidea-fauna electrónica de México

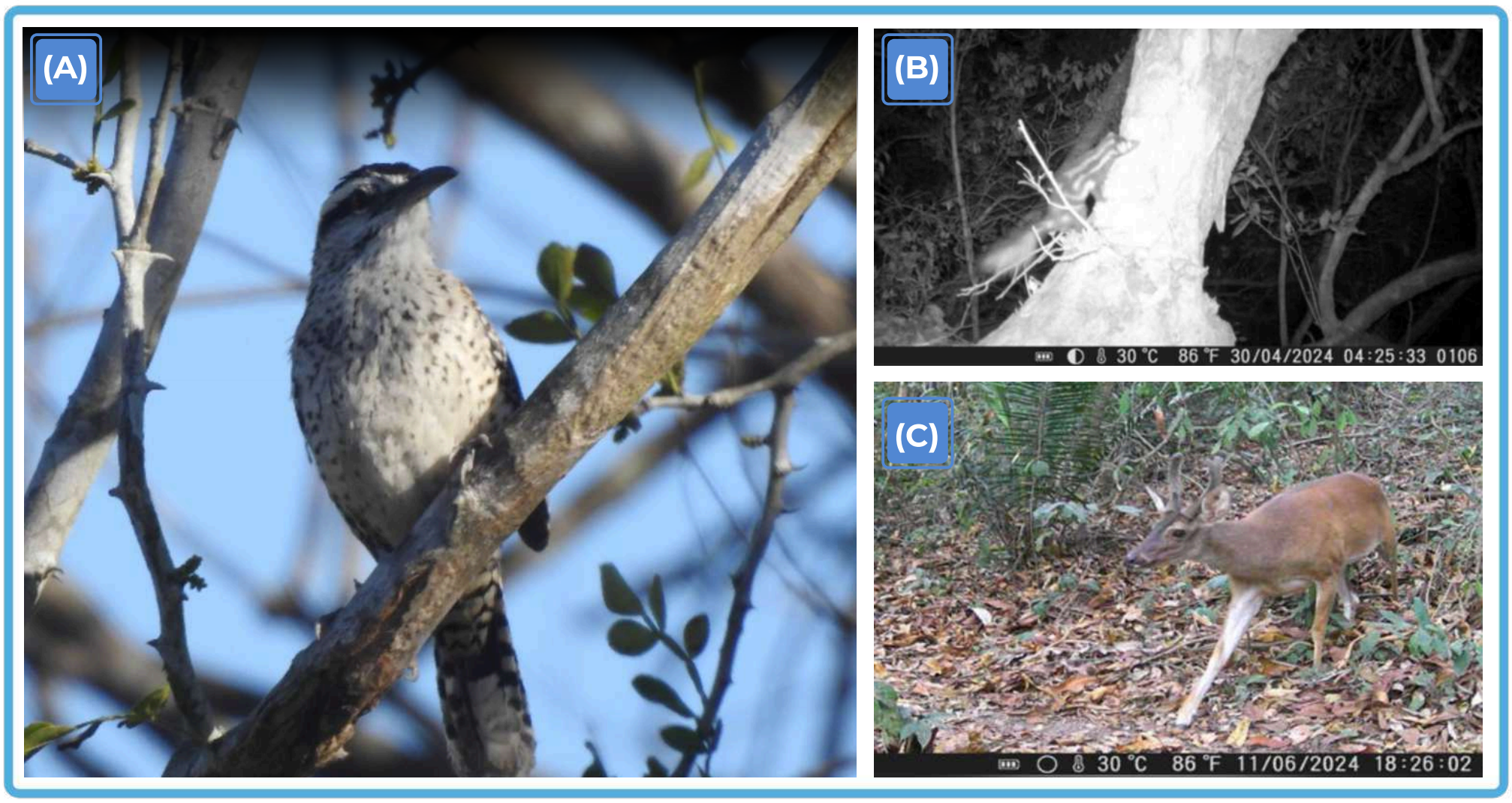
Durante la segunda etapa del proyecto se continuó sistematizando la información existente en bases de datos para posibilitar su transferencia a la plataforma *e*.Scarab, logrando curar y transferir a la plataforma **un total de registros de 13 familias, 26 subfamilias, 51 tribus, 208 géneros, 1524 especies y 46 subespecies de escarabajos.**

(2) eFungaMex

Actualmente se trabaja en la elaboración de un **banco de imágenes de especies de hongos** micro y macroscópicas; **se cuenta con imágenes de aproximadamente 130 especies**. Se continúa trabajando en el diseño de la plataforma electrónica de la diversidad de hongos en México, la cual está estructurada en un 70 % con información taxonómica, curatorial, geográfica, ecológica, biotecnológica y usos de las especies.

(3) Conservación de la biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas

Gracias al monitoreo con cámaras trampa se comprobó que **el puma** (*Puma concolor*) **es residente en la Reserva de la Biosfera de Mapimí**. También se determinó que **el hábitat de la Reserva es apto para una posible reintroducción del berrendo** (*Antilocarpa americana*). **En la Reserva de la Biosfera La Michilía, se documentó la factibilidad de la liberación de lobos grises mexicanos** (*Canis lupus baileyi*) y, mediante el monitoreo de la fauna se empieza a entender el efecto de la fauna introducida sobre las especies nativas. **En la Reserva de Conservación La Mancha, se documentó la presencia de especies de aves y mamíferos que no se conocían en la zona** (p.e. mamíferos como el zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y aves como la matraca veracruzana (*Campylorhynchus rufinuca*).



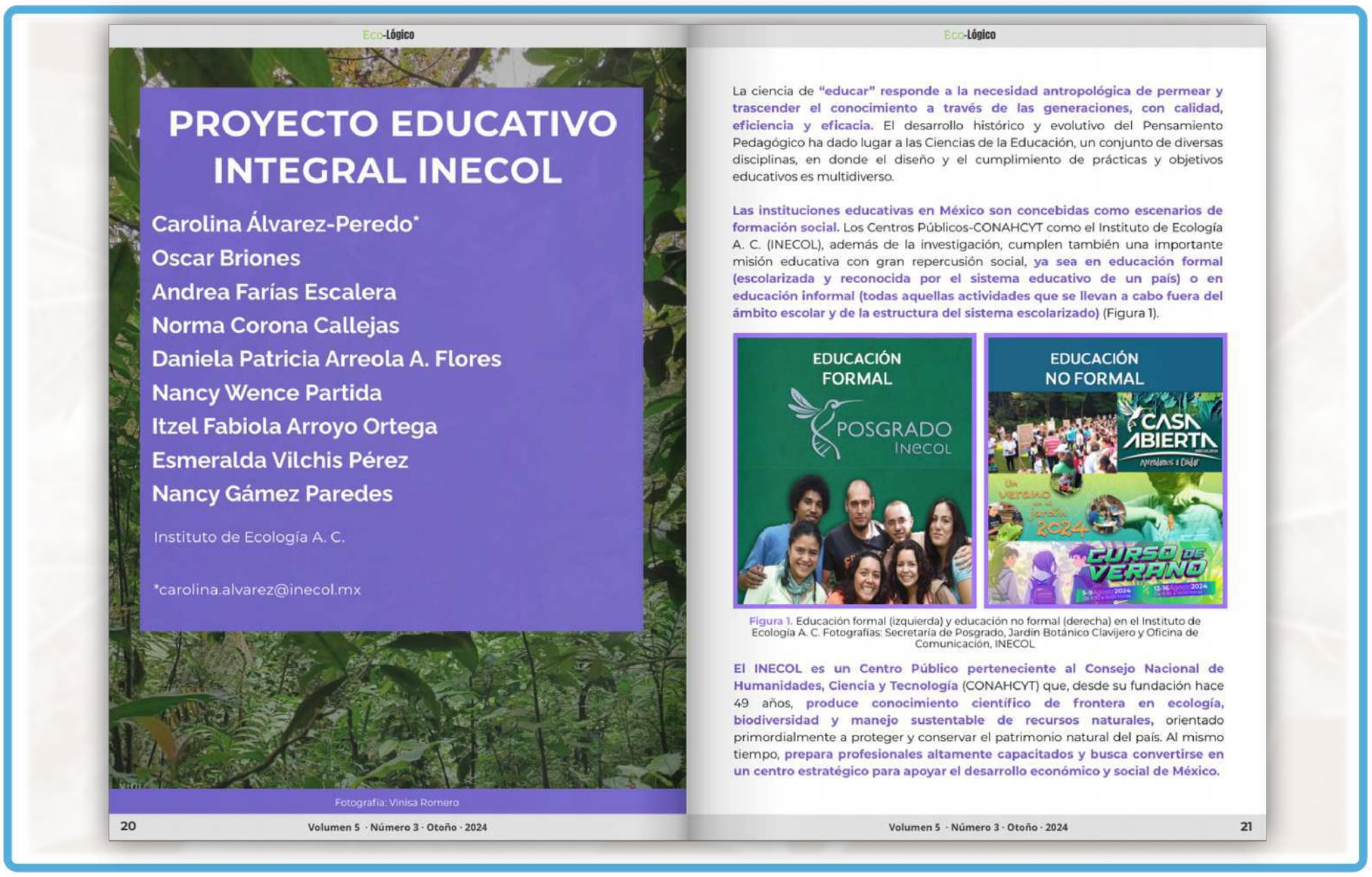
(A) Matraca veracruzana (*Campylorhynchus rufinuca*), (B) zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*), (C) venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Fotografías: (A) Fernando González, (B) y (C) Alberto González, Sonia Gallina y Simón Marín Builes

(4) Hacia un manejo sustentable de la costa veracruzana: Las lagunas interdunarias

Este proyecto **busca generar información sobre los humedales urbanos constituidos por el sistema de lagunas interdunarias de la conurbación Veracruz-Boca del Río**, con objeto de evaluar su estado, generar una línea base de calidad de agua, biodiversidad, valoración de servicios ambientales y degradación, aunado a un análisis de la percepción de los vecinos. Ello, junto a la producción de materiales educativos y al trabajo con las escuelas, **ha permitido generar recomendaciones para fomentar la participación ciudadana y realizar acciones para mejorar su situación.**

(5) Proyecto Educativo Integral INECOL

Partiendo de un diagnóstico institucional de las actividades educativas y de Comunicación Pública de la Ciencia, **se trabajó el proceso de co-construcción de una noción educativa institucional.** Se conjuntó un grupo de trabajo multidisciplinar, de 17 personas, entre académicos, técnicos y personal administrativo. Se realizaron tres seminarios institucionales, tres grupos de trabajo y dos sesiones de capacitación, durante los cuales **se impartieron diálogos y se procesó información referente a tres temáticas: (1) Derecho humano a la ciencia, (2) Educación en la Ciencia y (3) Comunicación Pública de la Ciencia.**



Portada del Proyecto Educativo integral INECOL, en el número de otoño de **Eco-Lógico**

(6) Laboratorio Nacional de Plantas Medicinales: Investigación científica y tecnológica de plantas de la medicina tradicional con potencial terapéutico para diabetes mellitus

En este proyecto se han investigado mediante diversos enfoques los **antecedentes etnomédicos de las plantas, sus formas de preparación y uso, con el fin de propagar las plantas en jardines etnobotánicos**. Este esfuerzo institucional se materializó con el reconocimiento del Laboratorio Nacional CONAHCYT de Plantas Medicinales (LANPLAM), donde con apoyo de la Benemérita Universidad Autónoma de México (BUAP) y la Universidad Veracruzana (UV), **se busca estudiar plantas medicinales y, brindar servicios especializados para integrar la farmacognosia usada por pueblos originarios.**

(7) Ciencia Abierta desde el INECOL

Durante esta etapa, **este proyecto se alió con el equipo del proyecto eFloraMEX**, para iniciar la renovación del proceso de gestión de las bases de datos curatoriales. Se obtuvieron registros de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) de colecciones y proyectos relacionados con el INECOL. Se iniciaron acciones de colaboración con el proyecto CONAHCYT que **busca generar una versión especializada del índice de integridad ecosistémica aplicable a las costas de México.** Finalmente, se inició el proceso de preparación de los datos de este índice para ofrecerlo al público con criterios de normalización FAIR (*Findable* (localizable), *Accessible* (accesible), *Interoperable* (interoperable), *Reusable* (reutilizable)).

(8) eFloraMEX: La flora electrónica de México

Este proyecto trabaja en **documentar las especies de plantas vasculares nativas de México en una plataforma digital**. Actualmente incluye una lista de todas las especies de plantas vasculares (helechos, gimnospermas y angiospermas) registradas para el país (26,500 especies aproximadamente). **Eventualmente, contará con información detallada de cada especie incluyendo su nombre científico, datos de nomenclatura, descripción morfológica, datos ecológicos, de distribución, uso y conservación**. En este año se avanzó considerablemente en la revisión del listado de especies y se agregaron tratados taxonómicos de varios grupos.

Fotografía: V.W. Steinmann

(9) Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE)

Con este proyecto **se logró extender la colaboración con la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)** para continuar con los trabajos de supervisión ambiental del Tren Maya hasta diciembre 2024. Esto representa una oportunidad de continuar asesorando a los encargados ambientales de este proyecto para la implementación de buenas prácticas en la ejecución de los programas de cumplimiento ambiental, en algunos casos con el asesoramiento de miembros de las distintas redes académicas del INECOL. También **se lograron activar dos acuerdos marco con empresas transnacionales, propietarias de proyectos de energías renovables, para la elaboración de estudios ambientales de alta especialización.**

En este último número del año de Eco-Lógico, se presentan tres proyectos: (1) eFungaMex, (2) eFloraMEX: La flora electrónica de México y (3) Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE). Con esto, se completa la serie de presentaciones de los Proyectos Especiales del INECOL que hemos tenido a lo largo del año. Los invitamos a ver los números anteriores para conocer de los otros proyectos.

Portadas de los Proyectos Especiales que se encuentran en este número

eFloraMEX: LA FLORA ELECTRÓNICA DE MÉXICO

Eva María Piedra-Malagón*
Proyecto eFloraMEX-CONAHCYT

Yocupitzia Ramírez Amezcua
Proyecto eFloraMEX-CONAHCYT

Victoria Sosa**
Proyecto eFloraMEX-CONAHCYT
Red de Biología Evolutiva, INECOL

*eva.piedra@inecol.mx
**victoria.sosa@inecol.mx

Fotografía: Yocupitzia Ramírez Amezcua

El término biodiversidad refiere a todas las formas de vida, e incluye desde organismos microscópicos como bacterias, hasta majestuosos árboles gigantes como *Sequoias* y enormes ballenas. Cómo se llama, qué características la definen, y dónde vive cada especie tiene implicaciones profundas que van más allá de la biología. **Clasificar, describir y nombrar a las especies es tarea de los Taxónomos**. Por increíble que parezca, los nombres científicos están presentes en todas las áreas de la ciencia y la tecnología, y aunque en nuestra vida diaria normalmente no los utilizamos, es casi seguro que los seres vivos de nuestro entorno cotidiano ya fueron descritos y nombrados.

Fotografía: Eva Maria Piedra Malagón

Entre los grupos más diversos a nivel mundial podemos mencionar a los insectos, con más de un millón de especies descritas, y a los moluscos con 130,000 especies conocidas. En cuanto a las plantas, aunque desconocemos su diversidad total, la estimación más reciente sugiere que **tan solo de plantas con flores (angiospermas) hay unas 450,000 especies en el mundo,** y se calcula que, aún falta por descubrir entre 10 y 20 % del total; lo que significa que desconocemos ¡unas 45 mil a 90 mil especies! La mayoría de esas especies se localizarían en países megadiversos como México, Colombia, Brasil, Sudáfrica, Madagascar y Australia, por mencionar algunos. Paradójicamente, las áreas de alta diversidad del mundo o “hotspots”, también presentan los niveles más altos de pérdida de hábitats naturales y, por ende, de especies en riesgo de extinción. **Muchos países megadiversos como México carecen de Floras completas o actualizadas, es decir, no cuentan con obras que documenten las plantas que habitan su territorio.** Dado que tanto la tasa de pérdida de especies, como la de incremento del conocimiento a través de la descripción de nuevas especies es muy dinámica, se requiere de gran trabajo para conocer y proteger la diversidad biológica de nuestro planeta. **Las plantas son un recurso biocultural de suma importancia, y por sus usos comestibles, medicinales, para la construcción, ceremoniales y otros, han sido clave para el mantenimiento y desarrollo de la vida del ser humano desde tiempos inmemorable**

En 2002 **la Organización de las Naciones Unidas**, a través del Convenio sobre Diversidad Biológica **propuso la *Estrategia Global para la Conservación de las Plantas*** (click aquí), con el propósito de frenar la continua pérdida de biodiversidad vegetal, contribuir al alivio de la pobreza y al desarrollo sostenible. **Su principal objetivo es contar con la lista de especies de plantas conocidas, en aras de completar la flora mundial**. Los botánicos de países megadiversos como México, nos sumamos a esta iniciativa y estamos contribuyendo para lograr esta meta.

Fotografía: Eva María Piedra Malagón

Con unas 26,500 especies conocidas, **México es el cuarto país más diverso del mundo en plantas vasculares** (helechos, coníferas y plantas con flores). Además, **destaca por su alto nivel de endemismos** (especies que solo viven en el país), calculado en un 43 % (Figura 1) **y por el vasto conocimiento que sus pueblos originarios desarrollaron sobre el uso y aprovechamiento de la flora nativa.**

Figura 1. Algunas especies endémicas de México. (A) *Ephedra compacta* (Ephedraceae). (B) *Agave gracielae* (Asparagaceae). (C) *Agave victoriae-reginae* (Asparagaceae). (D) *Laelia gouldiana* (Orchidaceae). (E) *Olmeca reflexa* (Poaceae). (F) *Setchellanthus caeruleus* (Stechellanthaceae). (G) *Echeveria heterosepala* (Crassulaceae). (H) *Thompsonella minutiflora* (Crassulaceae). (I) *Pachyphytum oviferum* (Crassulaceae). (J) *Beiselia mexicana* (Burseraceae). (K) *Bursera rupicola* (Burseraceae). (L) *Enriquebeltrania disjuncta* (Euphorbiaceae). (M) *Euphorbia* (*Pedilanthus*) *coalcomanensis* (Euphorbiaceae). (N) *Calochortus cernuus* (Liliaceae). (O) *Nissolia microptera* (Fabaceae). (P) *Coursetia* sp. (Fabaceae). (Q) *Lophophora diffusa* (Cactaceae). (R) *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Cactaceae). (S) *Leuchtenbergia principis* (Cactaceae). (T) *Aztekium hintonii* (Cactaceae). (U) *Fouquieria columnaris* (Fouquieriaceae). (V) *Viscainoa geniculata* (Zygophyllaceae). (W) *Dahlia sherffii* (Asteraceae). (X) *Matelea pilosa* (Apocynaceae). (Y) *Stenandrum nanum* (Acanthaceae). Composición Victoria Sosa.

En 2015 convocados por la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y para cumplir con la meta de Naciones Unidas, un comité conformado por botánicos de varias instituciones **planteamos la estrategia de contar con una flora nacional.** Para hacerla eficaz, actualizable y consultable por todos, se propuso publicarla en formato electrónico. **En 2022 se publicó "eFloraMEX: La Flora electrónica de México"** en su portal (click aquí). Este ambicioso proyecto, en su primera etapa, **proveerá un listado florístico actualizado sobre la diversidad vegetal del país.** A mediano plazo, proporcionará tratados taxonómicos completos para todos los grupos de plantas vasculares mexicanas (Figura 2), incluyendo nombres científicos y comunes, descripciones de la morfología de cada especie, información sobre la distribución, categoría de riesgo y usos de las especies silvestres y naturalizadas del país, así como imágenes e ilustraciones, entre muchos otros datos.

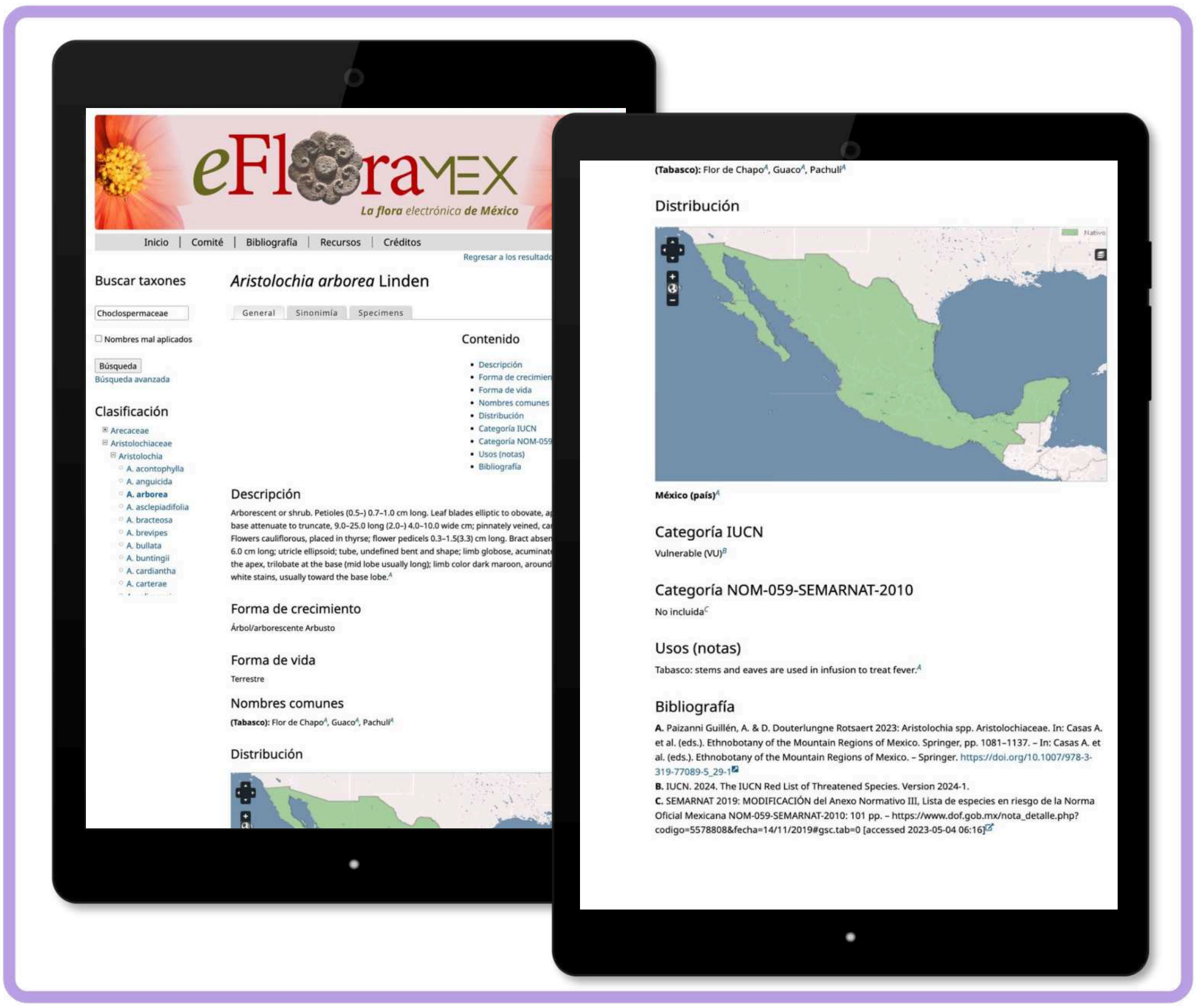


Figura 2. Visualización de la consulta en la página de eFloraMEX de la especie *Aristolochia arborea*. Da click en la imagen para abrir la página web

La eFloraMEX utiliza EDIT, una plataforma de cibertaxonomía aplicada, es decir, **un programa informático conectado a internet que permite desarrollar proyectos florísticos, monográficos y de diversa índole a partir de una base de datos taxonómicos y sus interrelaciones.** EDIT se basa en un modelo de información que soporta que las aplicaciones compartan e integren datos entre sí a través de un modelo de datos comunes (CDM por sus siglas en inglés). Este versátil modelo **permite que un banco de datos alimente diferentes portales, y que se actualicen simultáneamente**, de modo que cuando se agrega información, queda disponible al público de manera automática en la página de internet de la eFloraMEX. Por sus múltiples bondades, EDIT está siendo utilizado en otros proyectos a nivel internacional, como la Flora de Grecia, la Flora de Cuba, la Dendroflora de El Salvador, y muchos otros.

Fotografía: Eva María Piedra Malagón

La eFloraMEX representa un importante esfuerzo por parte de la comunidad de Taxónomos expertos en plantas, donde Botánicos de múltiples instituciones colaboramos generando conocimiento básico de la flora para conjuntarlo en una obra sin precedentes. **La culminación de la Flora de México en línea permitirá conocer la diversidad vegetal, contribuir a su conservación y contar con una obra disponible para todos a través del portal eFloraMEX**. Además, como resultado de los avances en el desarrollo del proyecto, se podrán publicar múltiples contribuciones científicas, por ejemplo: descripciones de especies nuevas, listados de floras locales, revisiones y sinopsis de grupos selectos. Más aún, **la eFloraMEX está incluida en un portal con ligas a través de las que se puede acceder a múltiples bases de datos** y otros recursos digitales útiles para todas las personas interesadas en la flora mexicana (Figura 3). Sabiendo que la comunicación, la educación y el aumento de la conciencia pública sobre la importancia de la diversidad vegetal son cruciales para el logro de los objetivos de la Estrategia Global para la Conservación Vegetal, en la página de la flora de México, además de la eFloraMEX (click aquí) **también pueden encontrarse artículos de divulgación para el público general.** Estas contribuciones versan sobre especies nativas de importancia alimenticia, medicinal, ecológica, ornamental, ceremonial, etc. (por ejemplo: maíz, frijol, chile, calabaza, chía, nopal), que son relevantes para la cultura de todos los mexicanos.

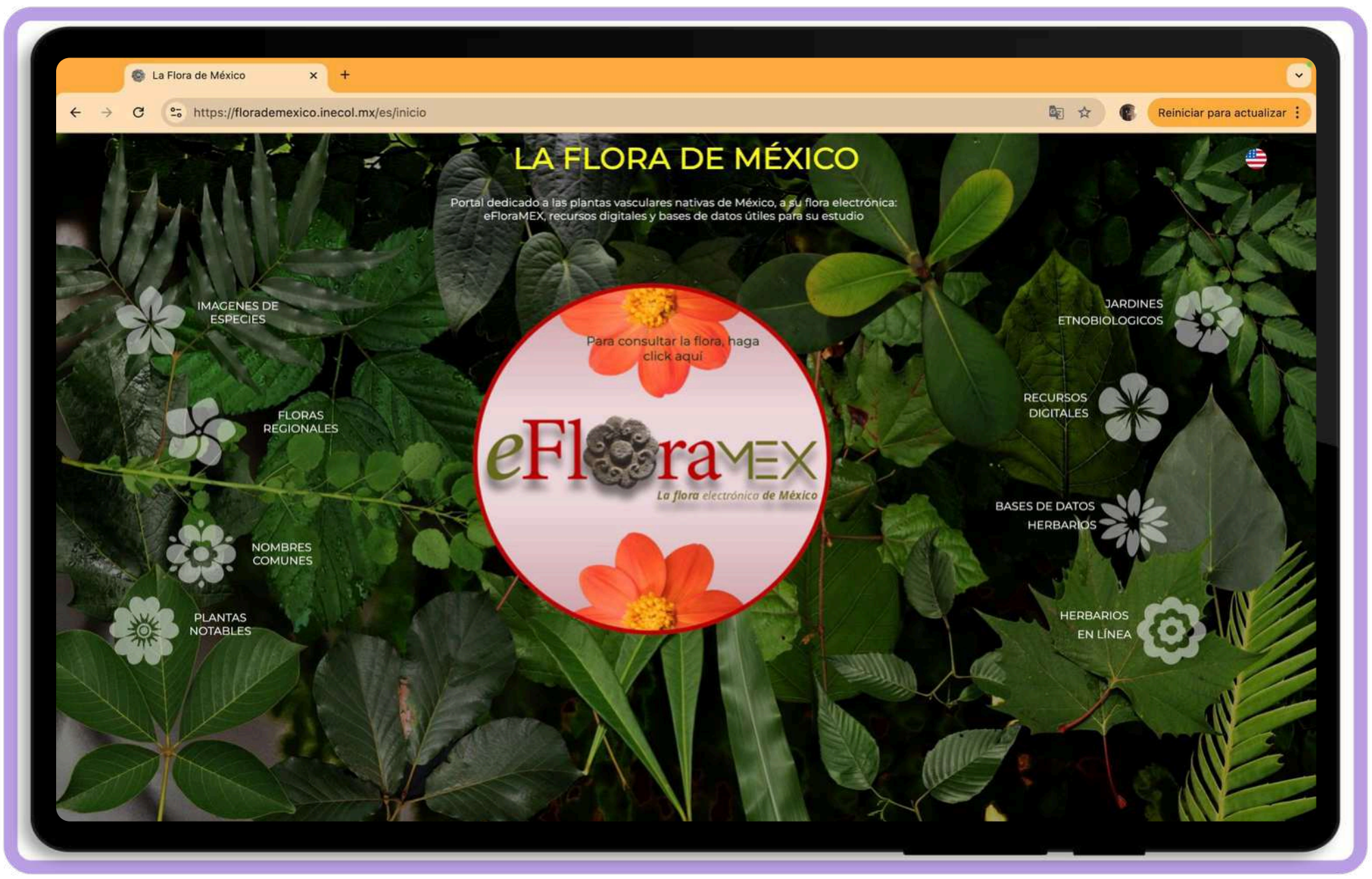


Figura 3. Página principal de “LA FLORA DE MÉXICO”, los diferentes iconos indican las bases de datos y los recursos digitales de información florística a los cuales se puede acceder desde este portal

Agradecimientos:

A todos los colaboradores del proyecto eFloraMEX. Al CONAHCyT por el apoyo otorgado al proyecto PRONACES 322642 “La flora en línea de México (eFloraMEX): ampliando recursos digitales”.

Para saber más:

• Corlett RT. 2016. Plant diversity in a changing world: status, trends, and conservation needs. Plant Diversity 38(1), 10-16. Click aquí

• Sosa V, Alvarado-Cárdenas LO, Stefano RDD, González-Gallegos JG, Hernández-Sandoval L, Jiménez-Rosenberg R, Ochoterena H, Rodíguez A, Vibrans H, Angulo, DF. 2023. The online Flora of Mexico: eFloraMEX. Botanical Sciences 101(2), 324-340. Click aquí

Fotografía: Eva Maria Piedra Malagón

CONSTRUCCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LA PLATAFORMA ELECTRÓNICA *e*FungaMex

Gabriela Heredia Abarca*

Rosa María Arias Mota

Martín de los Santos Bailón

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

Alberto Rísquez Valdepeña

Unidad de Tecnologías de Información, INECOL

*gabriela.heredia@inecol.mx

Fotografía: Fernando Latorre, Pexels

Los hongos constituyen un grupo altamente diverso, distribuido prácticamente en todos los biomas del planeta. **Se calcula que podrían existir entre 2.2 y 3.8 millones de especies. Los hongos pueden ser parásitos** (especies que viven en organismos vivos ocasionando enfermedades), **simbiontes** (especies que viven asociadas a otros organismos vivos sin causarles daño y muchas veces ayudando a su supervivencia) **y saprobios** (especies que crecen sobre materia orgánica inerte). Su actividad en la naturaleza es de suma importancia ya que impacta directa e indirectamente en el funcionamiento de los ecosistemas y en la estructura de las comunidades animales y vegetales. Para la humanidad **los hongos son un recurso que ha brindado bienestar como fuente de alimento, bebidas, medicinas y diversos compuestos químicos como alcoholes, ácidos y tintes que tienen aplicaciones en la industria.** Así mismo, en la agricultura el suministro de ciertos tipos de hongos promueve el desarrollo de las plantas y controla enfermedades y plagas que atacan a los cultivos ocasionando fuertes pérdidas económicas.

Variedad de hongos. Fotografías: Ángel Saldívar, Sergio Gómez Cornelio, Melisa Sosa Heredia y Alberto D. Torres Salas

Por la variedad de ecosistemas que existen en México, es de suponer que en ellos prolifere una considerable diversidad de especies fúngicas. Al respecto, **se calcula que podrían existir entre 90,000 y 200,000 especies de hongos en el territorio nacional** (Figura 1), de las cuales, apenas se ha descrito entre el 4.5-6 %. Afortunadamente, con el surgimiento de grupos de expertos en el estudio de hongos (micólogos) en diversas instituciones de la República Mexicana, en las últimas tres décadas el conocimiento de la diversidad fúngica de México ha aumentado significativamente.

Figura 1. Por la variedad de ecosistemas que existen en México, es de suponer que en ellos prolifere una considerable diversidad de especies fúngicas. Fotografía: Rosa María Arias Mota

La información generada sobre los hongos descritos para México se encuentra dispersa principalmente en artículos publicados en revistas especializadas nacionales e internacionales. A diferencia del conocimiento que tenemos sobre la flora de México, **para los hongos existen muy pocas monografías y compendios regionales.**

Para concentrar y visibilizar el conocimiento de las especies de hongos de México es necesario diseñar estrategias que recopilen la información generada y que en forma sistemática vayan sumando los hallazgos de los especialistas micólogos. Al respecto, **los medios electrónicos son un recurso que nos brinda la posibilidad de concentrar y mostrar información en plataformas dinámicas que pueden estar al alcance de diferentes sectores de la sociedad.**

Tomando en cuenta que una de las fortalezas del Instituto de Ecología, A. C. (INECOL) es la documentación y conservación de la biodiversidad, **mediante el proyecto especial "Construcción y establecimiento de la plataforma eFungaMex" se sentarán las bases para documentar y sistematizar el conocimiento de la riqueza de especies de hongos de nuestro país.** Cabe mencionar que la palabra Funga surge para denominar al conjunto de especies de hongos de un sitio en particular. Este término está en concordancia con flora y fauna, ambos empleados tradicionalmente para referir a los conjuntos de plantas y animales, respectivamente.

La plataforma eFungaMex estará dirigida a académicos, aficionados, estudiantes y profesores de todos los niveles, así como al público no especializado. En su diseño se abordan aspectos taxonómicos, ecológicos, geográficos, biotecnológicos y culturales de las especies de hongos que se conocen en México (Figura 2). Aunado a lo anterior **se anexa información de las colecciones en donde se encuentran los especímenes de las especies y los textos en los que han sido descritas y registradas en el territorio nacional.**

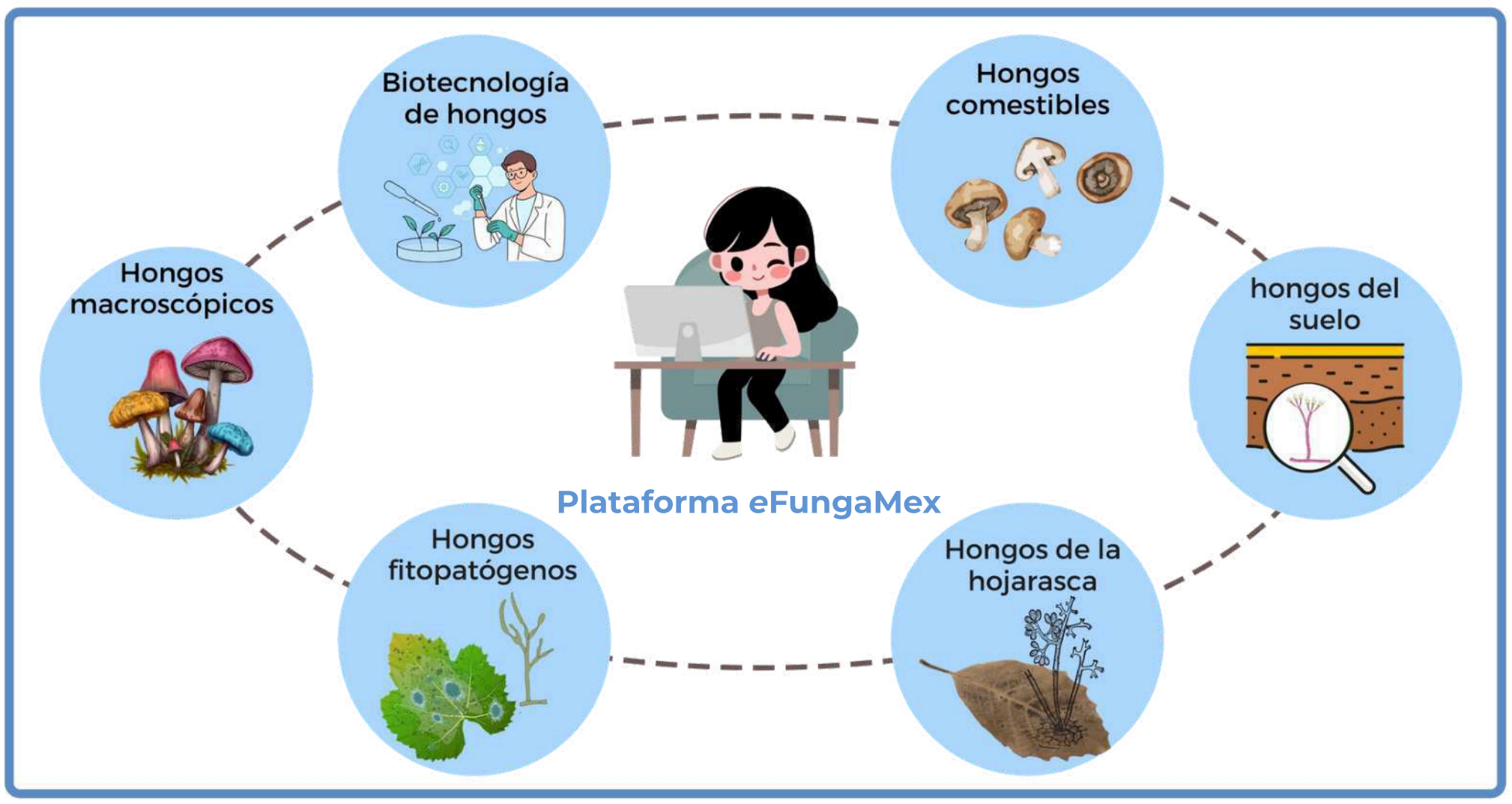


Figura 2. En la plataforma eFungaMex podrás consultar información muy variada sobre las especies de hongos que se conocen en México. Ilustración: Rosa María Arias Mota

En lo posible, junto con las descripciones taxonómicas se incluirán imágenes de los hongos en su hábitat, además de los ejemplares conservados en colecciones, e ilustraciones científicas de sus caracteres distintivos, lo que permitirá que de una forma visual el usuario se familiarice con las especies.

Así mismo, mediante el establecimiento de hipervínculos se podrá acceder de forma rápida a las principales plataformas micológicas como por ejemplo Mycobank, Index Fungorum y Faces of Fungi, entre otras. En forma global **el proyecto comprende las siguientes etapas** (Figura 3): **Diseño y operatividad, generación de datos, trabajo curatorial y divulgación.** En cada una intervienen diferentes especialistas como son informáticos, capturistas, laboratoristas, comunicólogos y por supuesto micólogos expertos en los diferentes grupos que integran el Reino Fungi.

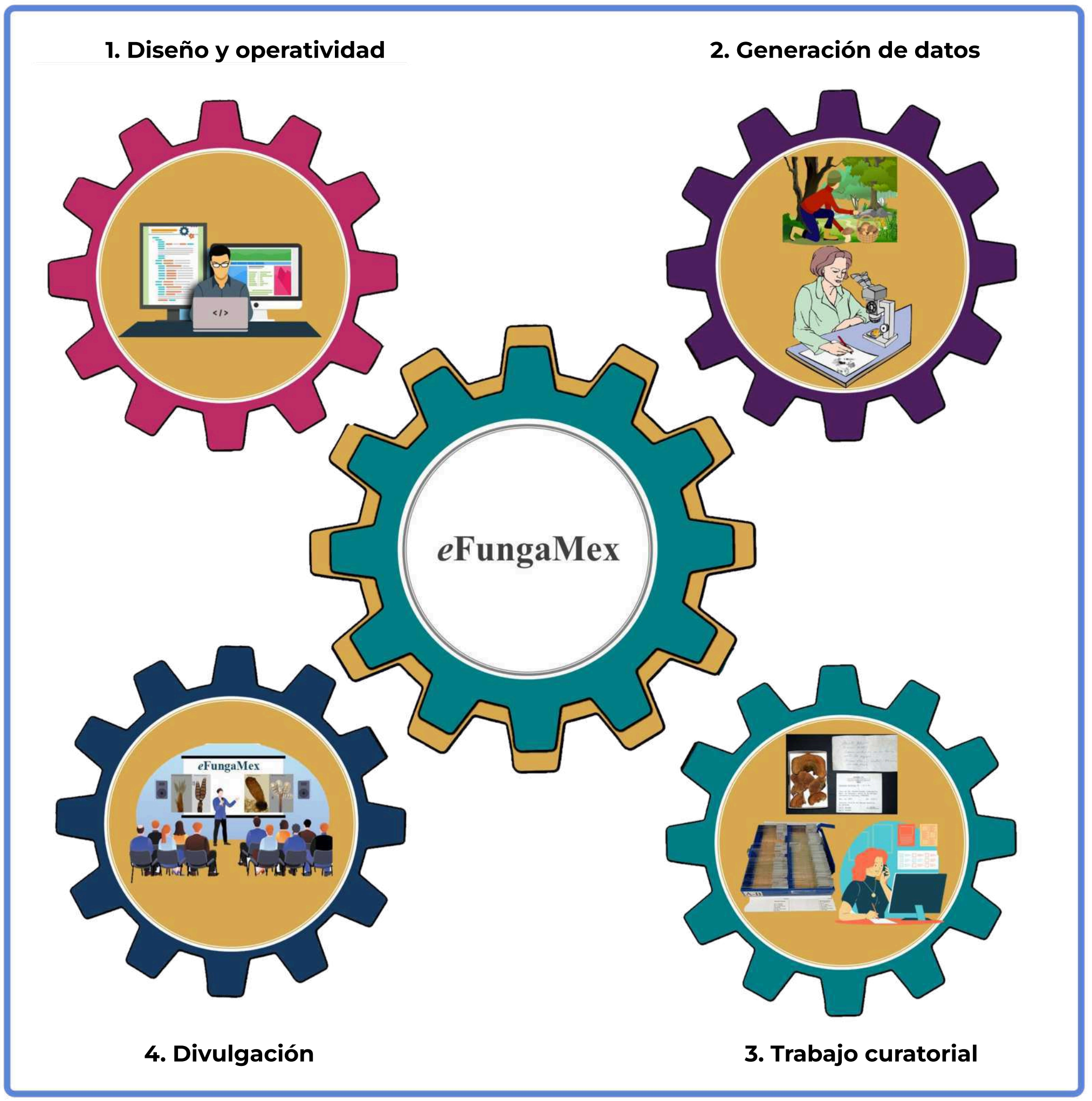


Figura 3. Etapas por seguir para la elaboración de la plataforma eFungaMex. Ilustración: Martín de los Santos Bailón

Entre los grupos fúngicos que se están trabajando en la plataforma están:

• **Hongos microscópicos saprobios del suelo y de la rizosfera.** Son especies que **habitan en las partículas de materia orgánica principalmente de las capas superiores del suelo.** Las especies de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* destacan por su capacidad para solubilizar el fósforo (Figura 4).

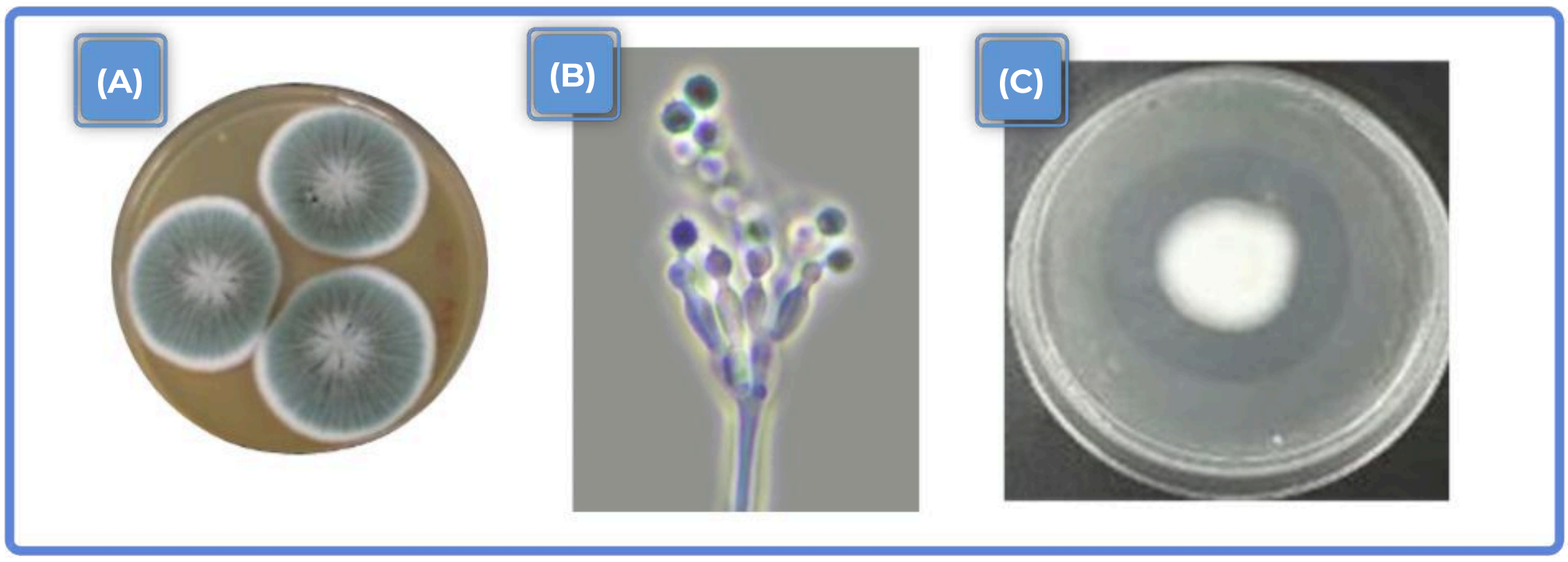


Figura 4. Hongos microscópicos del suelo. *Penicillium brevicompactum*. (A) colonias en medio de cultivo. (B) estructuras vistas en el microscopio. (C) colonia con halo que muestra capacidad para solubilizar fósforo. Fotografías: Rosa María Arias Mota

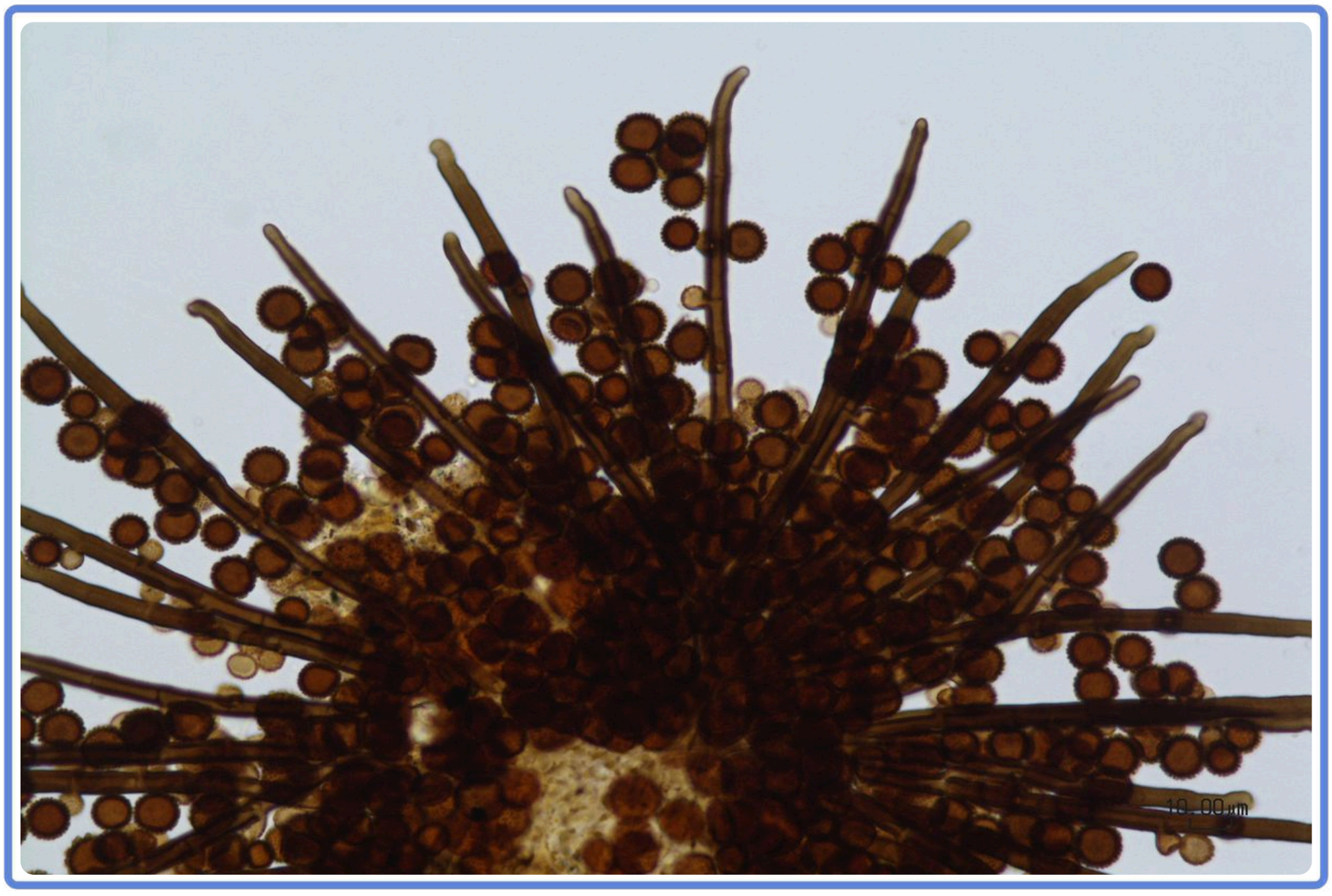


Figura 5. Hongos microscópicos en los restos vegetales. *Periconia algerina*. Colonia sobre hoja. Fotografía: Erick R. Domínguez Barrera

• **Hongos microscópicos en los restos vegetales.** Se desarrollan en los bosques y selvas sobre ramas y hojas caídas, así como en troncos en proceso de descomposición. En este grupo **existe una sorprendente diversidad de especies, muchas de ellas desconocidas para la ciencia** (Figuras 5, 6 y 7).

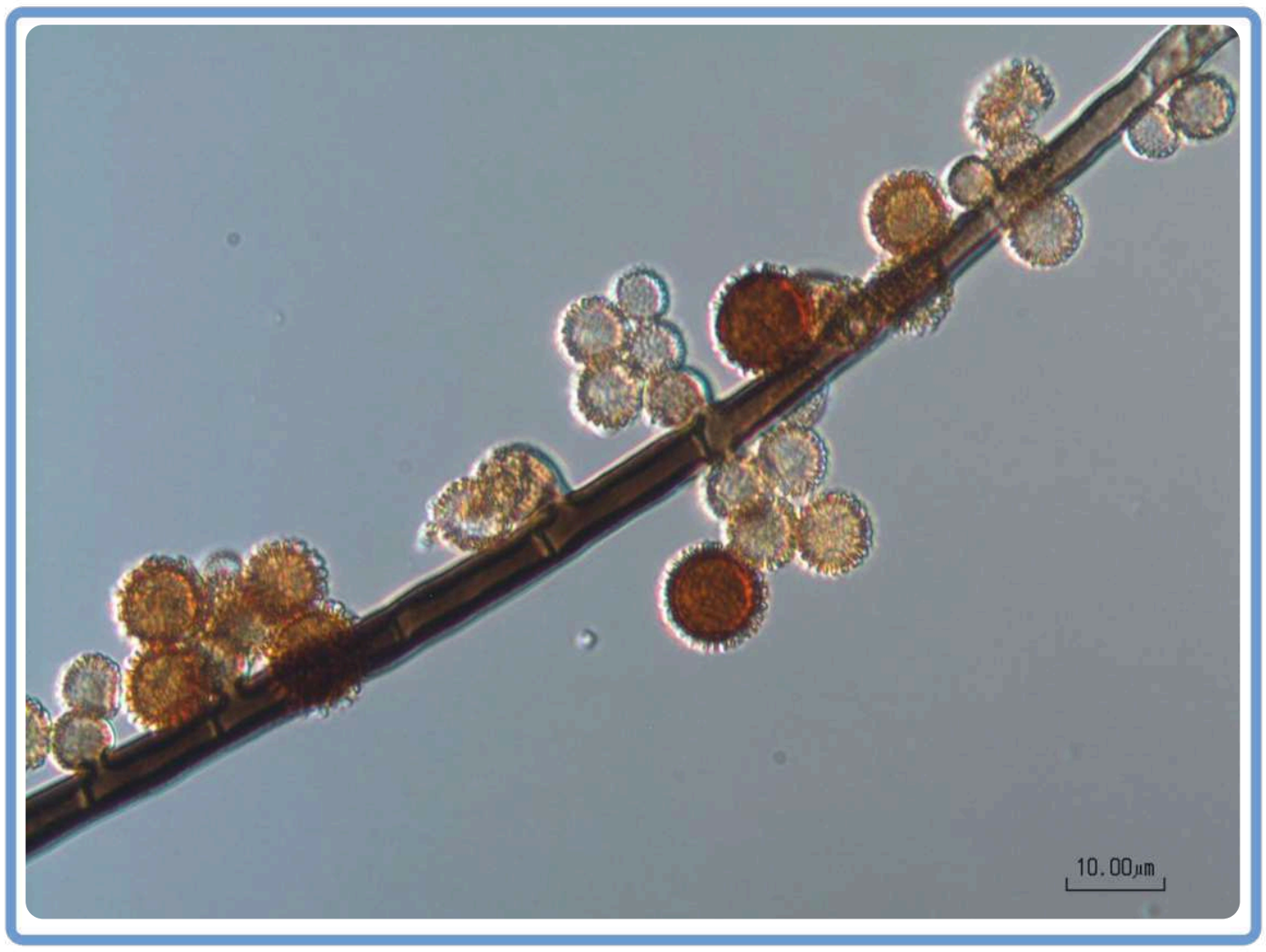


Figura 6. Hongos microscópicos en los restos vegetales.
Periconia algerina. Imagen en microscopio. Fotografía: Erick R. Domínguez Barrera

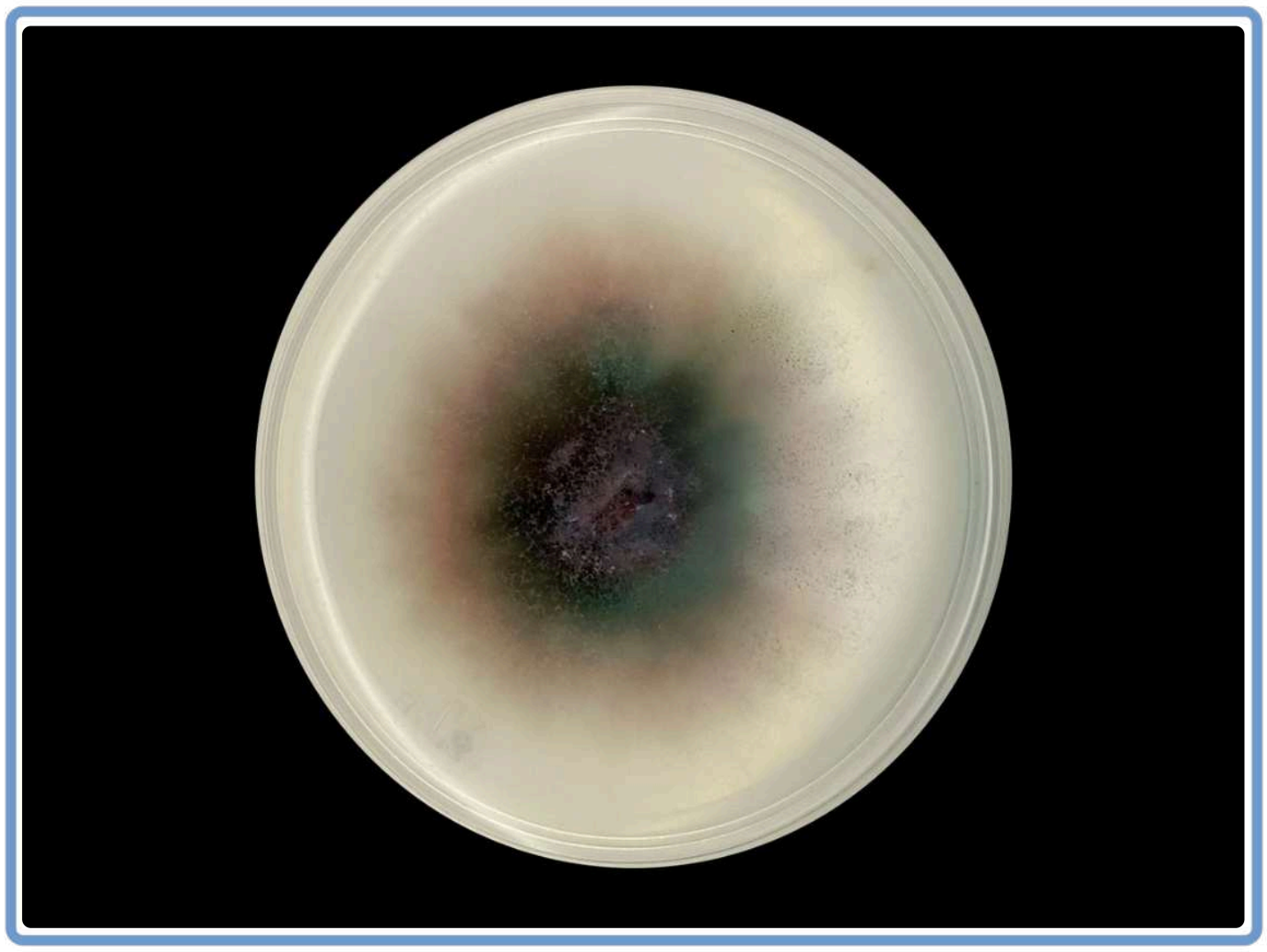


Figura 7. Hongos microscópicos en los restos vegetales.
Periconia algerina. Colonia en medio de cultivo. Fotografía: Erick R. Domínguez Barrera

• **Hongos microscópicos endófitos.** Este grupo de hongos vive el mayor tiempo de su ciclo de vida en los tejidos de las plantas sin ocasionarles daño. **Son de gran interés científico por su capacidad para producir moléculas que pueden ser útiles para la elaboración de fármacos** (Figuras 8 y 9).

Figura 8. Hongos microscópicos endófitos. *Talaromyces amestolkiae*. Imagen en microscopio de estructuras de hongo aislado de raíces de arándano. Fotografía: Edith Garay Serrano y Mayra Castro Morales

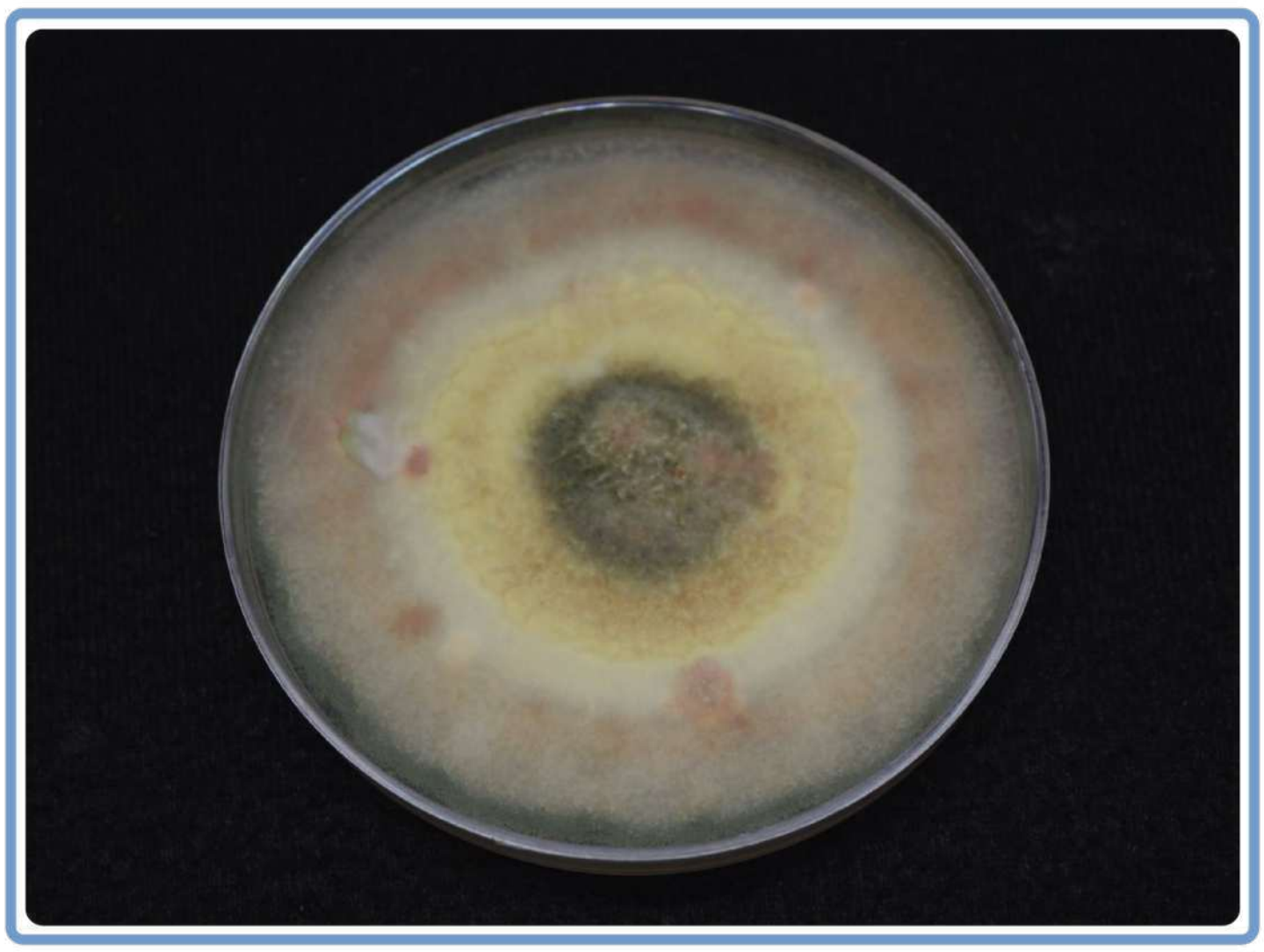


Figura 9. Hongos microscópicos endófitos. *Talaromyces amestolkiae*. Colonia en medio de cultivo. Fotografía: Edith Garay Serrano y Mayra Castro Morales

• **Hongos microscópicos asociados a los escarabajos ambrosiales.** En este grupo se encuentran especies del género *Fusarium*, **causante de importantes enfermedades que atacan a una amplia variedad de especies de gran relevancia agrícola.**

• **Hongos macroscópicos saprobios y simbiontes.** Dentro de este grupo están las especies más estudiadas tanto por sus llamativas formas como por su **importancia como fuente de alimento y por su empleo en rituales místico-religiosos por grupos indígenas de México** (Figura 10).

Figura 10. Hongos macroscópicos saprobios y simbiontes. (A) *Amanita* cf. *amerirubescens*, hongo comestible "mantequilla", (B) *Helvella* cf. *jocatoi*, hongo simbionte. Microscópicos endófitos. Fotografías: Melisa Sosa Heredia

A través de la plataforma eFungaMex, **además de documentar en forma sistemática la riqueza fúngica de México,** se pretende motivar a la comunidad científica, a los estudiantes y aficionados a su estudio y, adicionalmente **sensibilizar al público en general sobre la importancia de los hongos tanto para la vida en el planeta como para el bienestar de la humanidad.**

Ir al índice

Agradecimientos:

Se agradece el apoyo técnico a Rosario Gregorio por la realización de análisis moleculares, Florencia Ramírez Guillen por la búsqueda bibliográfica y de materiales de herbario, José Benjamín Rodríguez Hass y Mayra Castro Morales por trabajo microbiológico, Ángel Saldivar Sánchez por asesoría y facilidades en el Herbario XAL, Alberto D. Torres Salas, Erick R. Domínguez Barrera y Alondra G. Martínez Santos por la toma de imágenes y trabajo microbiológico. A las investigadoras Diana Sánchez Rangel, Edith Garay Serrano y Frederique Reverchon agradecemos su valiosa colaboración científica.

Para saber más:

• Guzmán G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. Biodiversity and Conservation 7, 369-384.

• Hawksworth DL, Lücking R. 2017. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 million species. Microbiology Spectrum 5 (4), FUNK-0052-2016. Click aquí

• Kuhar F, Furci G, Drechsler-Santos ER, Pfister DH. 2018. Delimitation of Funga as a valid term for the diversity of fungal communities: the Fauna, Flora & Funga proposal (FF&F). IMA Fungus 9 (2), 71-74. Click aquí

Fotografía: DominikRh, Pixabay

CONTRIBUCIONES DE LA USPAE A LA SOCIEDAD

Rafael Villegas Patraca*
Oscar Muñoz Jiménez
Alexandro Medina Chena
Cesar A. Gallo Gómez
Sergio. A. Cabrera Cruz

Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE), INECOL

*rafael.villegas@inecol.mx

Fotografía: USPAE-INECOL

La Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE) del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) se creó para vincular el conocimiento científico generado en la institución con los sectores productivos de la sociedad, y coadyuvar con la resolución de problemas ambientales. Su misión es proveer servicios profesionales para la toma de decisiones sobre el manejo sustentable de los recursos naturales asociados a proyectos de desarrollo regional. Desde su creación en 2013, **se han realizado más de 300 estudios relacionados con monitoreo biológico, gestión ambiental, manejo de recursos naturales y restauración ecológica en 23 entidades federativas** (Figura 1), lo que habla de la amplia cobertura que tienen los servicios que presta la USPAE. Durante este tiempo se han logrado realizar importantes contribuciones a la sociedad y en este número de Eco-Lógico compartimos algunos ejemplos.

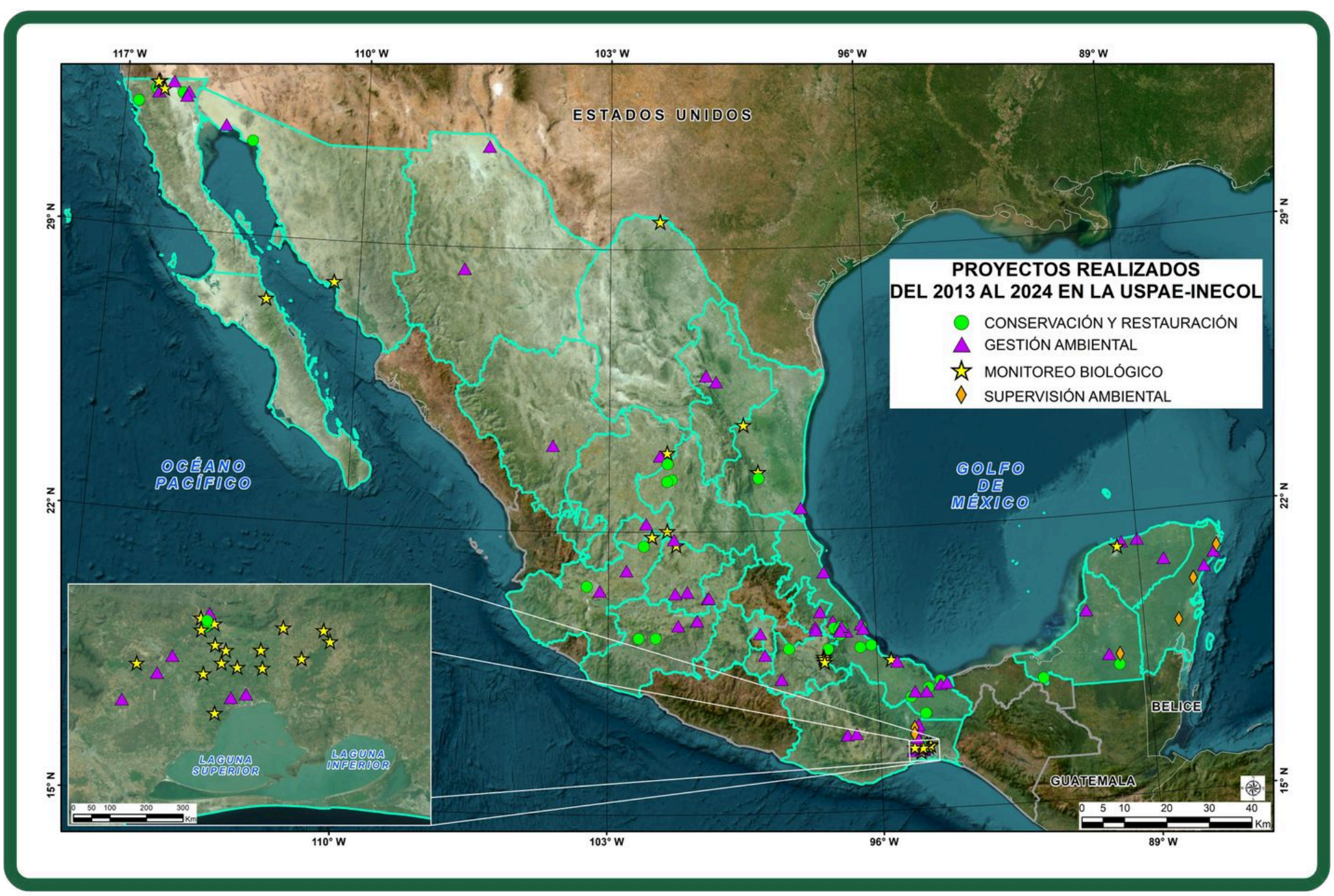


Figura 1. Los servicios que ofrece la USPAE tienen cobertura nacional y desde su creación ha realizado estudios en 23 estados de la República Mexicana. Elaboración propia

Fortalecimiento de una política pública basada en el monitoreo para evaluar los impactos ambientales de la industria de las energías renovables

Hemos realizado más de 200 programas y estudios de monitoreo de aves y murciélagos en parques eólicos y fotovoltaicos de México, que incluyen los métodos y técnicas más avanzados en el estudio de estos grupos faunísticos respecto a la infraestructura instalada para producir energías renovables.

Hemos contribuido con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para que exija monitoreos biológicos en las diferentes etapas de los proyectos a las empresas que quieran construir y operar un proyecto de este tipo en México, basados en un esquema metodológico similar al que se utiliza en la USPAE. Esta experiencia se ha difundido entre el sector académico con la publicación de 12 artículos científicos sobre el conocimiento del impacto ambiental por proyectos de desarrollo en la fauna voladora de México y un capítulo de libro sobre el impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos a escala mundial. Por lo anterior, **se reconoce a la USPAE como pionera en estudios en materia del impacto ambiental de las energías renovables en México y Norteamérica.** Así mismo, hemos abordado estos temas en reuniones académicas, tanto nacionales como internacionales.

Fotografías: USPAE-INECOL

Fortalecimiento de políticas públicas para la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales

Entre los estudios realizados en la USPAE están los destinados a fortalecer políticas públicas para la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales. **Dentro de los proyectos más relevantes se encuentra la elaboración del Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Capital de Xalapa, Veracruz.** De igual forma **también se elaboraron dos programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales.** La primera es el Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz. Se trata de la primera Área Natural Protegida estatal que intenta implementar el modelo de reservas archipiélago conceptualizado por el Dr. Gonzalo Halffter, fundador del INECOL. El segundo proyecto se enfocó en la elaboración del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con categoría de Reserva Ecológica Francisco Xavier Clavijero. Este es considerado un gran logro institucional porque más del 50 % del ANP está bajo el cuidado del INECOL.

Fotografías: USPAE-INECOL

Impulso de una política estatal de restauración ecológica con base en un enfoque funcional

Desde el 2014 la USPAE ha implementado Programas Estratégicos de Restauración Ecológica con base en un enfoque funcional en minas de arena sílica en el sur de Veracruz, con resultados muy satisfactorios, y que **han sido reconocidos como ejemplo a seguir por autoridades como la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz. Para las empresas, también ha significado un aprendizaje** y han cambiado la manera de ver a este tipo de proyectos de restauración, ya que **antes lo consideraban como un gasto, pero ahora lo toman como una inversión que le da viabilidad ambiental a sus proyectos mineros.**

Fotografía: USPAE-INECOL

La USPAE como asesora ambiental en proyectos estratégicos para el desarrollo del país

La USPAE ha elaborado estudios ambientales para los siguientes proyectos: **(1) el Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec** columna vertebral del Corredor Interoceánico que pretende conectar los puertos de Coatzacoalcos, Ver. con el de Salina Cruz, Oax.; **(2) el Parque Fotovoltaico Puerto Peñasco** y su línea de transmisión que permitirá conectar a la península de Baja California a la Red Eléctrica Nacional, y **(3) el Tren Maya** uno de los proyectos más importantes y emblemáticos de la pasada administración federal, cuyo propósito es detonar el desarrollo de la región sursureste del país. En todos los casos **la USPAE ha brindado asesoría científica para asegurar la sustentabilidad ambiental de estos megaproyectos de desarrollo**, sirviendo muchas veces como enlace técnico-científico entre los responsables de estos proyectos con la autoridad ambiental. Actualmente un equipo de especialistas de la USPAE está ejecutando la supervisión ambiental del Tren Maya, vigilando que los programas de mitigación y compensación ambiental se implementen de manera correcta para reducir los impactos ambientales.

La USPAE como bolsa de trabajo para jóvenes profesionistas de la biología, ecología y ciencias afines y como formadora de recursos humanos

El número de proyectos que la USPAE atiende anualmente va en aumento, lo que genera una necesidad de recursos humanos para atender esta demanda. Por lo anterior, en los últimos años **se ha dado oportunidad a más de 290 jóvenes profesionistas recién egresados de las universidades**, y que bajo supervisión de personal calificado con el paso del tiempo se logran consolidar como técnicos con gran experiencia y capacidad técnica (Figura 2).

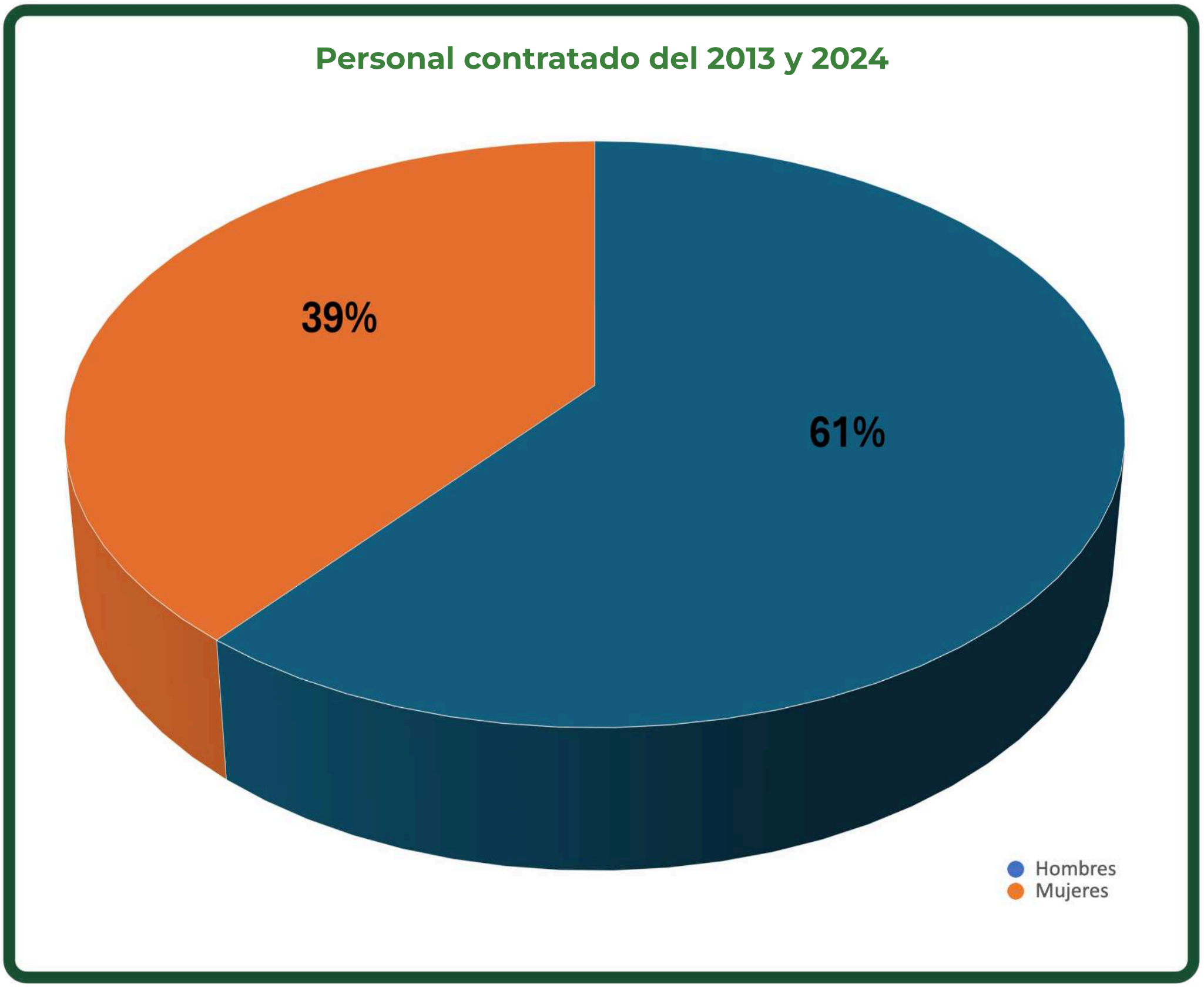


Figura 2. En el periodo 2013 – 2024 la USPAE contrató 291 personas.
Elaboración propia

La USPAE también recibe estudiantes de carreras universitarias para realizar servicio social, prácticas profesionales y tesis de licenciatura, maestría y doctorado. **Desde su creación, se han atendido a más de cincuenta estudiantes de las carreras de geografía, ingeniería ambiental y biología principalmente de la Universidad Veracruzana.**

Fotografía: USPAE-INECOL

Colaboraciones con las redes académicas del INECOL

Es importante destacar la participación de investigadores y técnicos académicos de diferentes redes del INECOL en estudios que han requerido de conocimientos muy específicos como la evaluación del efecto del ruido de parques eólicos sobre la avifauna local, con la participación del Dr. Wesley Dáttilo (Red de Ecoetología); el monitoreo y rescate de primates en parques fotovoltaicos en el sur de México, con el apoyo del Dr. Juan Carlos Serio (Red de Biología y Conservación de Vertebrados); la evaluación de la biodiversidad en proyectos como el Ferrocarril Interoceánico, el Tren Maya y la Línea de Transmisión de Puerto Peñasco, con la colaboración del Dr. Juan Martínez y los Técnicos Académicos Noemí Matías e Israel Acosta (Red de Interacciones Multitróficas) y la evaluación del arbolado para su manejo correcto en el campus de la UDLAP, con apoyo de Carlos Iglesias y Víctor Luna (Jardín Botánico Fco. Javier Clavijero), entre otros. **La implementación de los Proyectos Especiales Institucionales apoyados por la Dirección General del INECOL tiene entre sus metas incrementar la participación de los integrantes de las redes académicas en estudios de la USPAE para su fortalecimiento.**

Agradecimientos:

A todo al equipo técnico y administrativo que conforma a la USPAE por su gran profesionalismo y compromiso de sacar adelante los proyectos. De igual forma agradecemos a los colegas mencionados por su colaboración en los estudios de la USPAE.

Para saber más:

· Cabrera-Cruz S, Muñoz-Jiménez O, Aguilar-López JL y Villegas-Patraca R. 2022. Superando la prueba del ácido. Restauración ecológica de un paisaje lunar. La Crónica. Click aquí

· Medina Chena A, Villegas-Patraca R. y Gallo Gómez C. 2022. Uso de drones en tareas de gestión ambiental. Eco-Lógico Vol. 3 No. 2:24-31. Click aquí

· Villegas-Patraca R, Muñoz-Jiménez O. y Aguilar-López JL. 2021. Parques eólicos y vertebrados voladores: crónica de una relación complicada. Revista Biodiversitas 156: 1-9. Click aquí

Fotografía: USPAE-INECOL

CENTLA: LA JOYA DE CARBONO DE LA CORONA

Patricia Moreno-Casasola*
Red de Ecología Funcional, INECOL

Roberto C. Monroy Ibarra
Red de Ecología Funcional, INECOL

M. Elizabeth Hernández
Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, INECOL

*patricia.moreno@inecol.mx

Fotografía: Hugo López

La atmósfera está compuesta por muchos tipos de gases que tienen la particularidad de retener el calor, regulando las temperaturas permitiendo que no haya ni fríos extremos, ni calores excesivos, tal y como lo hace un invernadero. A estos gases se les conoce como "gases de efecto invernadero". Siempre han existido y permitido la vida en este planeta. Sin embargo, **las actividades humanas han generado un aumento indiscriminado de muchos de estos gases, que se liberan a la atmósfera provocando el aumento de las temperaturas atmosféricas resultando en el llamado calentamiento global de efecto invernadero.** Es decir, conforme aumenta la presencia en la atmósfera de gases que retienen calor, mayor es el incremento de la temperatura a lo largo y ancho del planeta. Los principales gases causantes de este efecto invernadero son el metano (CH_4) (por ganadería, agricultura, rellenos sanitarios), el óxido nitroso (N_20) (por actividades agrícolas e industriales), el vapor de agua y el más conocido, el bióxido de carbono (CO_2) (por la quema de combustibles fósiles, como el carbón, la gasolina y el dísel).

Una forma de evitar que se siga calentando el planeta es retirar parte de este exceso de gases, particularmente el CO_2 . De manera natural los ecosistemas del planeta capturan el CO_2 a través de la fotosíntesis, en los océanos y en el continente. A este proceso de almacenar el carbono tanto en los ecosistemas como en los suelos, se le conoce como sumideros de carbono. **Afortunadamente, se puede medir la cantidad almacenada para entender qué tan productivos son los ecosistemas y qué tan eficientes son para almacenar carbono y enfriar al planeta.**

Fotografía: Everardo Barba

Los humedales como los lagos, lagunas costeras, vegetación inundable, y manglares, entre otros, son importantes reservorios de agua, brindan belleza escénica, albergan gran biodiversidad y nos proporcionan alimento (Figura 1 A y B). Ellos también tienen otras funciones que contribuyen a nivel global, y que nos benefician a todos. El mejor ejemplo de estos servicios globales es su gran capacidad para almacenar carbono, principalmente en sus suelos. **Hoy en día hay grandes esfuerzos para monitorear y valorar el carbono azul, es decir el carbono almacenado en los manglares y pastos marinos, pero aún está poco valorado el papel del carbono azul-verde.** Este es el carbono almacenado en los humedales costeros de agua dulce que no tienen influencia de agua marina, y que generalmente se ubican por atrás del manglar, hacia tierra adentro.

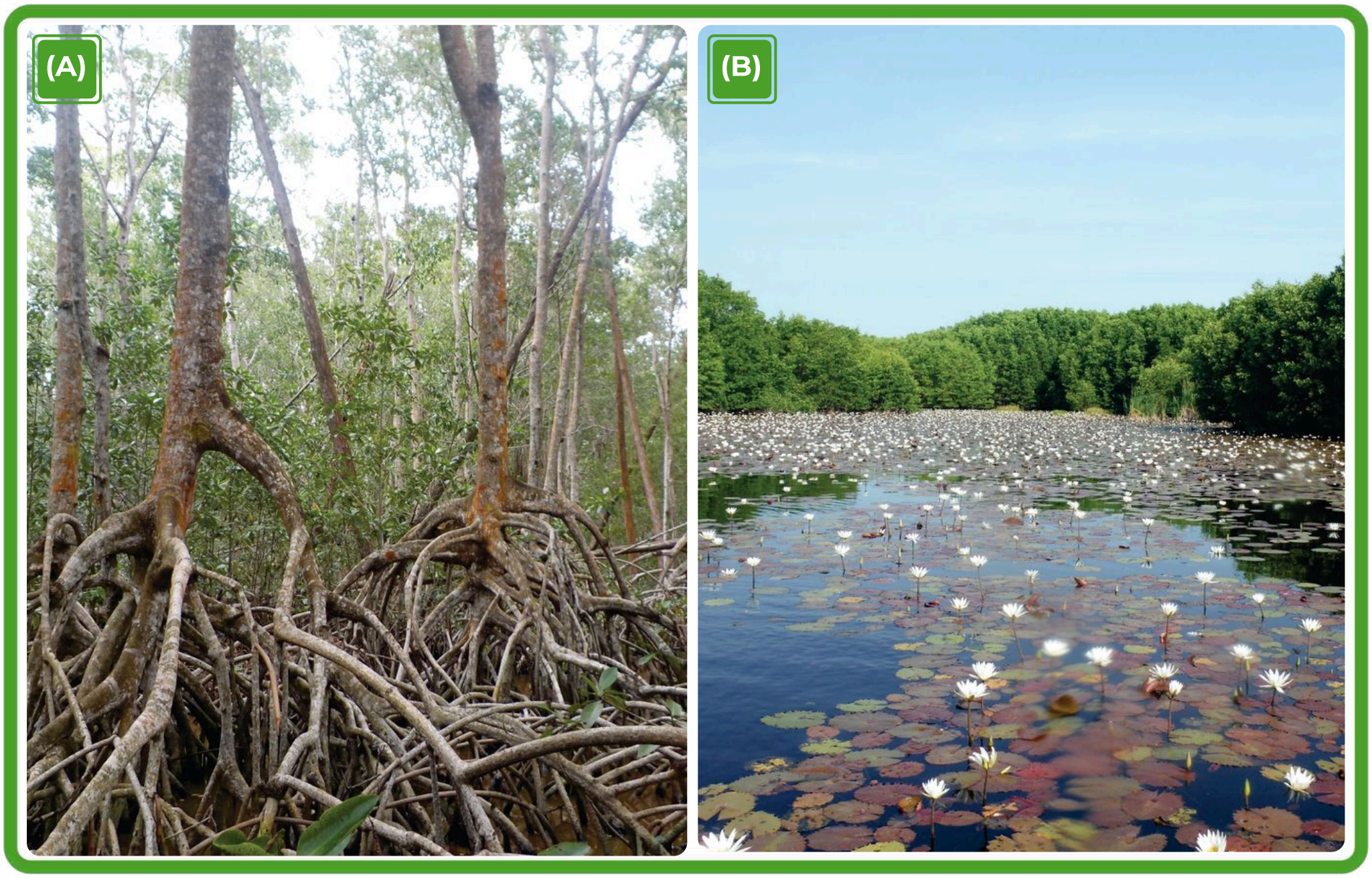


Figura 1. (A) Manglar rojo (*Rhizophora mangle*) en Pantanos de Centla y (B) Humedal herbáceo con plantas acuáticas de *Nymphaea* sp. bordeado de un bosque de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en Pantanos de Centla. Fotografías: Hugo López-Rosas

Los científicos han encontrado que los ecosistemas y sus suelos son muy diferentes en su capacidad para almacenar el carbono, algunos son eficientes sumideros y otros no tanto. **Se ha demostrado, y es ampliamente reconocido, que los manglares son sumideros de carbono muy eficientes** (Figura 2). Sin embargo, esto no ha sido reconocido para los humedales costeros de agua dulce como las selvas inundables y los humedales herbáceos (Figura 3), que muchas veces son aún más eficientes sumideros de carbono que los manglares.

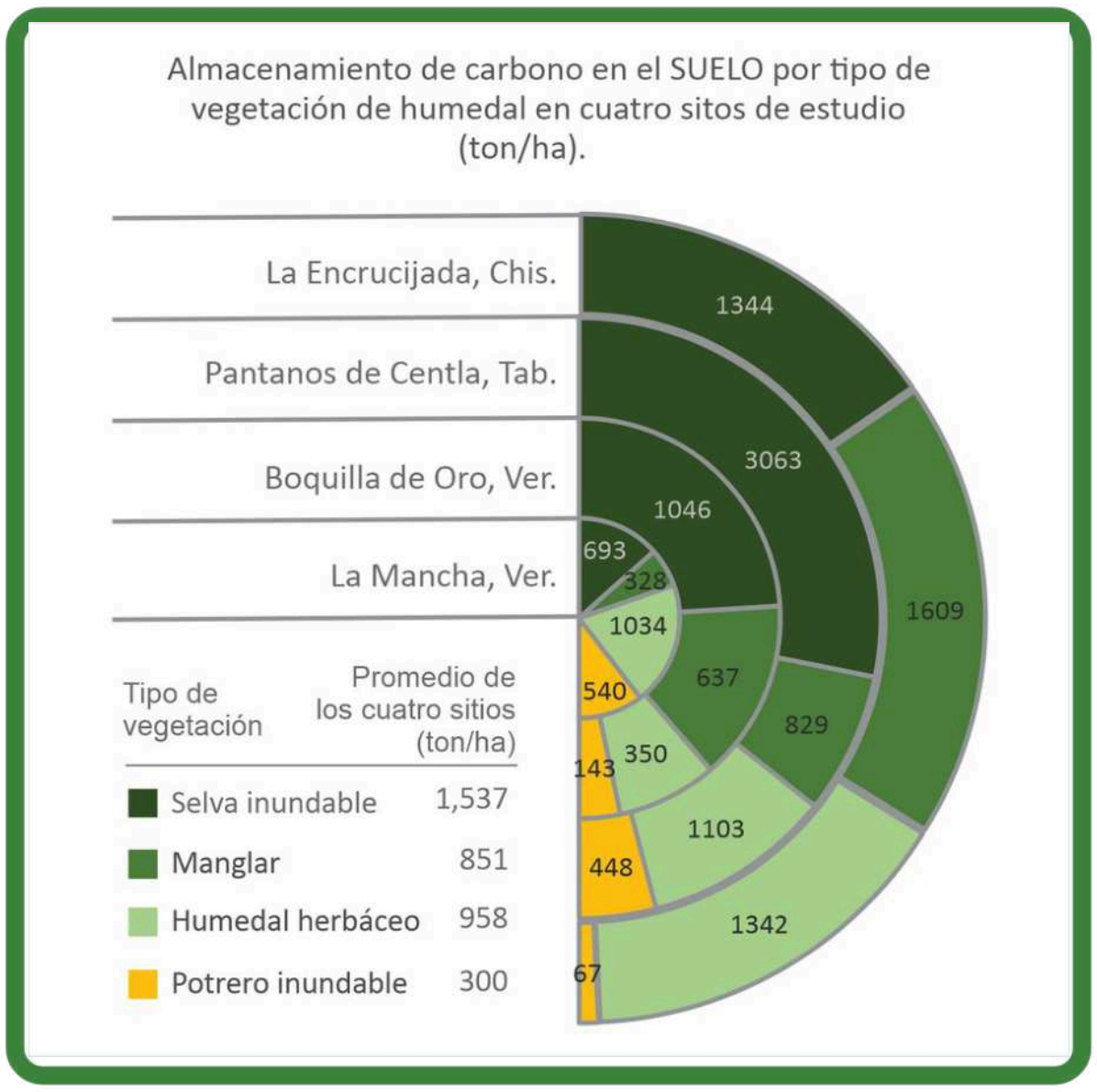


Figura 2. Cantidad de carbono almacenado en distintos tipos de humedales en varias regiones del país. La selva inundable y el manglar son humedales arbóreos, y los tulares y popales son humedales herbáceos. El potrero inundable fue un humedal arbóreo o herbáceo que se transformó en un potrero para criar ganado y que se sigue inundando temporalmente. Elaboración: Roberto Monroy Ibarra

Figura 3. En la reserva de la Biósfera Pantanos de Centla en el estado de Campeche, México, hay grandes extensiones de humedales herbáceos. Fotografía: Everardo Barba

¿Cómo es que los científicos cuantifican estas cantidades de carbono almacenados? Veamos el caso del sistema Pantanos de Centla – Laguna de Términos en el estado de Campeche en el sureste de México, donde se calculó y mapeó el carbono total en el suelo. Se considera carbono total porque corresponde a la suma de carbonos estimados en campo sobre la superficie (vegetación) y bajo la superficie (materia orgánica en el suelo). **En Pantanos de Centla se trabajó en manglar, selva inundable, humedal herbáceo (tular) y un potrero inundable** (Figura 2). En cada tipo de vegetación **se tomaron muestras de suelo y en el laboratorio se determinaron las cantidades de carbono** presente, extrapolando los datos a un metro cuadrado. Después, con un mapa de tipos de vegetación **se obtuvieron las superficies en hectáreas y con los datos calculados se extrapoló el carbono para toda la superficie de cada tipo de humedal** (Cuadro 1).

Cuadro 1. Eficiencia de los humedales de Centla como sumidero de carbono. Para cada tipo de humedal presente en la reserva se muestra el carbono almacenado en una hectárea y se extrapola a toda la superficie que cubre el área natural protegida. También se indica la tasa de acumulación de carbono (con datos publicados en la literatura) y con ello se calcula el total de emisiones de $C0_2$ mitigadas por la circulación de vehículos y diversas actividades de las personas en un año.

	CARBONO AZUL	CARBONO AZUL-VERDE			
TIPO DE VEGETACIÓN	**Manglar**	**Humedales herbáceos**	**Selva**	**Pastizal**	**Totales**
Superficie (ha)	14,623.18	265,591.42	73,173.01	85,645.81	**439,033.42**
CARBONO ALMACENADO					
Dato calculado en campo de carbono (t C/ha)	800	1200	3200	400	
Total de carbono acumulado en la zona (t C)	11,698,544	318,709,704	234,153,632	34,258,324	**598,820,204**
Tasa de acumulación de carbono * (t C /ha/año)	1.3	3.1	9.2	1.3	
Carbono acumulado en la zona por año (t C /año)	19,010	823,333	673,192	111,340	**1,626,875**
EMISIONES MITIGADAS					
Número de vehículos (0.611 t C/año/vehículo)	31,113	1,347,518	1,101,787	182,225	**2,662,643**
Número de personas (0.94 t C/año/persona)	20,224	875,887	716,161	118,446	**1,730,718**

Estos datos muestran que, **en total, en los cuatro tipos de humedales de Centla, se han almacenado 599 millones de toneladas de carbono**; tomando en cuenta las diferentes velocidades de acumulación de carbono (datos publicados en la literatura) se tiene que en total se acumulan 1,626,875 toneladas de carbono por año (Cuadro 1). Y cabría preguntarnos, **¿Y toda esta cantidad de carbono almacenado, para qué sirve?** Comparemos el CO_2 absorbido por la vegetación con el CO_2 que emiten los vehículos.

Las emisiones promedio de CO_2 por diferentes modelos y tipos de automóviles es de 2,240 kg de CO_2 al año (Figura 4). Tomando en cuenta que de 44 kg de CO_2, solo 12 kg son de carbono, al eliminar el oxígeno y solo quedarse el carbono, se tiene que ese auto imaginario produce alrededor de 611 kg de carbono al año o 0.611 toneladas de carbono/año. **Las emisiones de carbono generadas por persona en México en promedio en los últimos tres años fueron 0.94 toneladas de carbono/año.** Éstas se refieren a las emisiones de carbono que cada habitante pone en la atmósfera de manera indirecta con sus actividades diarias (uso de automóvil o transporte público, uso de electricidad, el carbono emitido por el trasporte de los alimentos que consume y por el tratamiento de las aguas residuales que produce, etc.). Entonces, **si relacionamos las 1,626,875 toneladas de carbono que se acumulan en los humedales de Pantanos de Centla por año, tenemos que mitigan las emisiones de carbono de 2,662,643 automóviles o las emisiones de carbono por 1,730,718 personas en un año** (Cuadro 1).

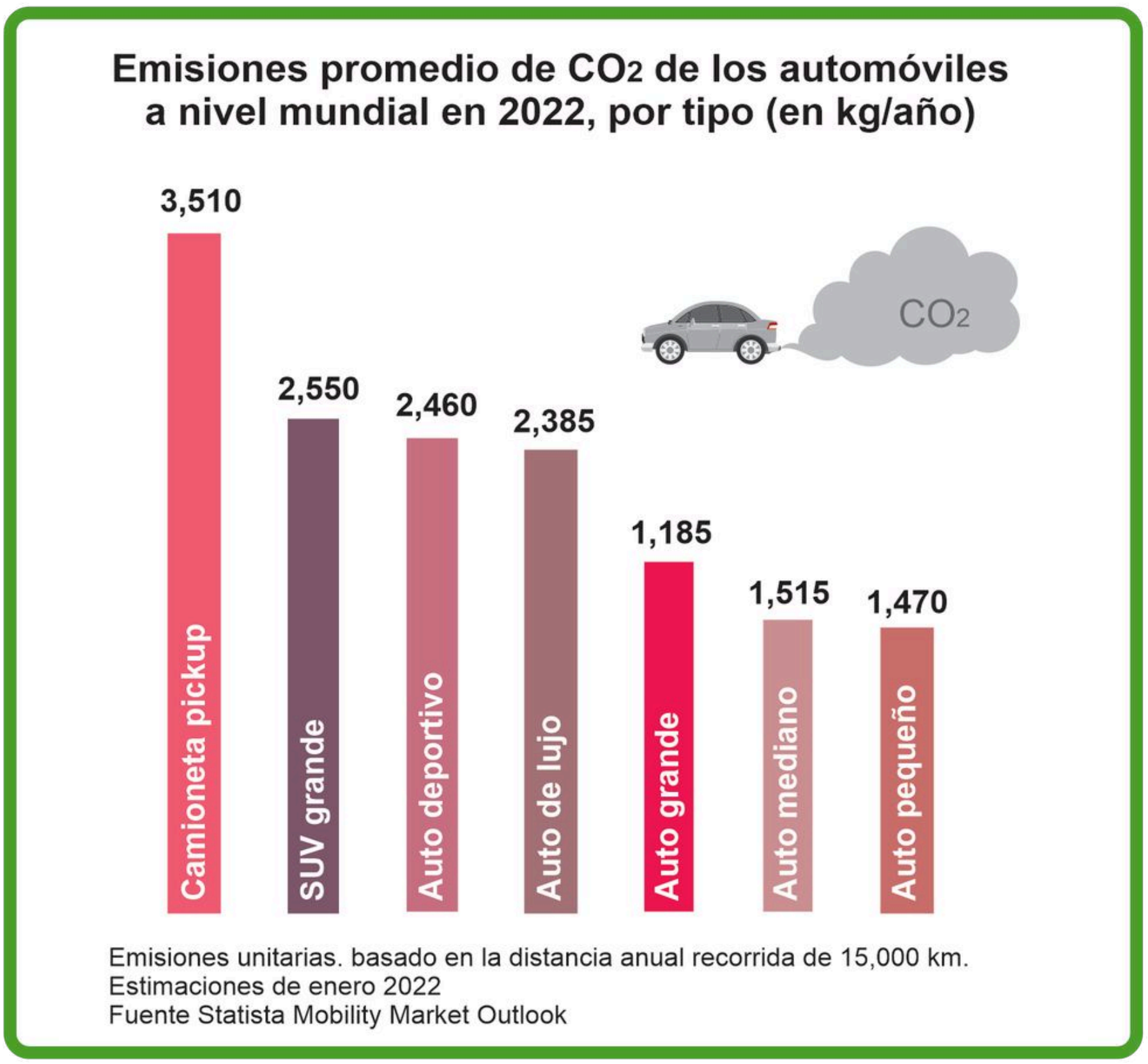


Figura 4. Datos sobre emisiones promedio de CO_2 que producen los automóviles con base en la infografía de Statista Mobility Market Outlook. Se promediaron los datos para obtener una dato promedio para un auto imaginario. Elaboración: Roberto Monroy Ibarra

De acuerdo con el INEGI en el 2023 el total nacional de vehículos de motor registrado en circulación en México fue de 58,199,293 unidades. Por lo que podemos saber que los **humedales de Pantanos de Centla mitigan 4.6 % de las emisiones del parque vehicular del país**. También de acuerdo con INEGI en 2020 la población del país fue de 126,014,024 personas, por lo que **los humedales de Pantanos de Centla mitigan las emisiones de 1.37 % de la población.** A lo largo de la costa de México es frecuente encontrar gradientes de manglares, selvas inundables y humedales herbáceos (Figura 5). Ejemplo de ello es Alvarado (Veracruz), La Encrucijada (Chiapas), Marismas Nacionales (Nayarit), y otros de menor tamaño. **¡Nuestros humedales producen enormes cantidades de carbono azul y azul-verde! Es de vital importancia seguir conservando y restaurando los humedales costeros de México para que ayuden a neutralizar las emisiones de carbono del país.** Finalmente, estos datos nos llevan a preguntarnos si no valdría la pena que **nuestro país también incluyera el carbono azul-verde en sus valoraciones de carbono azul para cumplir con sus compromisos internacionales de mitigación del cambio climático.**

Figura 5. Distintos tipos de humedales se entremezclan en Pantanos de Centla. Fotografía: Everardo Barba

Ir al índice

Para saber más:

• Hernández ME, Moreno-Casasola P. 2018. Almacenes y flujos de carbono en humedales de agua dulce en México. Madera y Bosques 24 (núm. Especial), 1-12. Click aquí

• Marín-Muñiz JL, Hernández ME, Moreno-Casasola P. 2011. Secuestro de carbono en suelos de humedales costeros de agua dulce en Veracruz. Tropical and Subtropical Agroecosystems 13, 365-372. Click aquí

• Sjogersten S, Batista de la Barruda B, Brown C, Boyd D, López-Rosas H, Hernández E, Rincón M, Vane C, Moss-Hayes V, Hoyos-Santillán J, Moreno-Casasola P. 2021. Coastal wetland ecosystems deliver large carbon stocks in tropical Mexico. Geoderma 403 (dic), 115173. Click aquí

Fotografía: Everardo Barba

LA SELVA DESDE FUERA DE LA SELVA

Sergio Guevara S.*

Red de Ecología Funcional, INECOL

*sergio.guevara@inecol.mx

Fotografía: Vinisa Romero

Es apasionante trabajar en la selva húmeda, en su prodigioso interior, bajo ese dosel que se desvanece en la altura, colmado por la riqueza de las formas insólitas de sus especies que emergen en un calidoscopio de luces y sombras, en su intimidad inmune al ruido, a la lluvia y al viento; es un refugio de la diversidad insuperable y legendario. No en vano, **la selva ha sido un venero de conocimiento, ideas y conceptos que han esclarecido la naturaleza de la diversidad de México.**

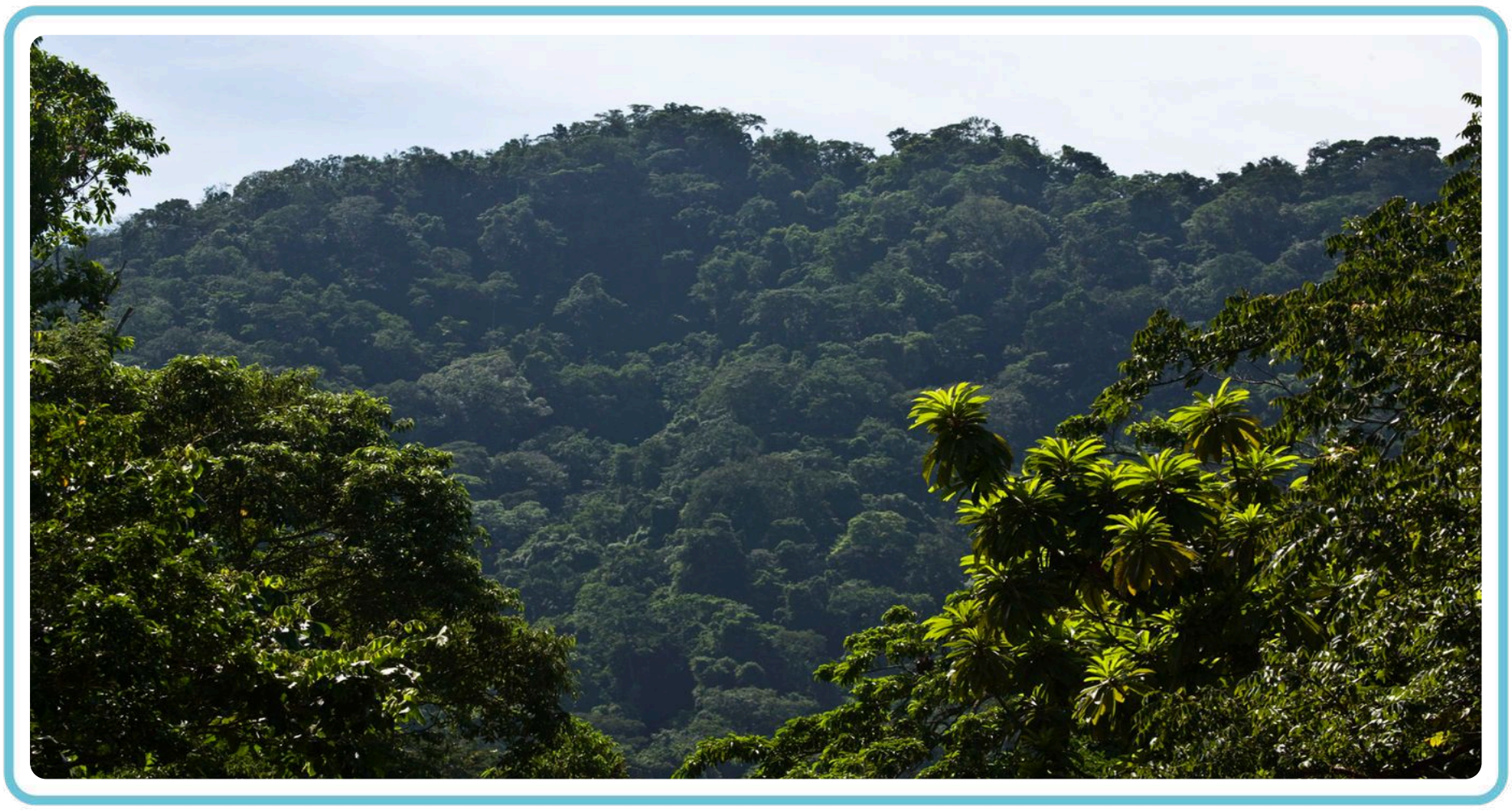


Figura 1. Luces y sombras de la selva de Los Tuxtlas. Fotografía de Gerardo Sánchez-Vigil

Sin embargo, **la extensión de la selva está siendo disminuida por la creciente deforestación y fragmentación provocada por el intenso y extenso uso del suelo con fines comerciales.** ¿Significa esto que la selva está destinada a desaparecer o a mantenerse solo en sitios protegidos acosados por un entorno de pastizales ganaderos y cultivos?

Figura 2. Paisaje con un potrero en primer plano y selva al fondo.
Fotografía de Gerardo Sánchez-Vigil

Nuestros estudios realizados en la sierra de Los Tuxtlas, en la planicie costera del Golfo de México, le dan a la selva una nueva perspectiva. En esa sierra está uno de los paisajes más hermosos y atractivos del sureste mexicano que forma parte de una región sometida a grandes y continuas perturbaciones geológicas y volcánicas. A través de ella ocurre un flujo constante de plantas y animales que vienen del sur y del norte del continente, y cuyos recursos naturales han sido a lo largo de la historia intensa y extensamente utilizados por las poblaciones humanas que la habitan. Sin embargo, **sorprende que, a pesar de todo, tenga todavía una enorme diversidad de especies. ¿Significa esto que la selva es independiente de las perturbaciones y que mantiene la mayor parte de esa diversidad a pesar de lo que ocurre en su alrededor?**

Figura 3. Vista aérea de la sierra de Santa Marta. Fotografía de Gerardo Sánchez-Vigil

Figura 4. Paisaje de la fragmentación en la sierra de San Martín, a la orilla del mar. Fotografía de Gerardo Sánchez-Vigil

Aquí, revelamos que la gran diversidad de especies que hay en la selva y en la región, ha sido mantenida precisamente por las constantes e intensas perturbaciones naturales y humanas. **Las perturbaciones han aumentado la presencia de diversas especies, que facilitan la regeneración de los sitios perturbados, en la selva y en el resto del paisaje.**

Las futuras investigaciones deben reconocer que **la diversidad de especies de la selva solo se puede interpretar desde fuera de la selva.** Un método para lograrlo es **evaluar la capacidad que tienen las especies de animales y plantas para moverse tanto dentro de la selva como en el resto del paisaje.** Los resultados de otras investigaciones obtenidos en distintos sitios del trópico en el mundo confirman la relación que hay entre el activo desplazamiento de las especies y el mantenimiento de la riqueza y la diversidad de especies en el paisaje.

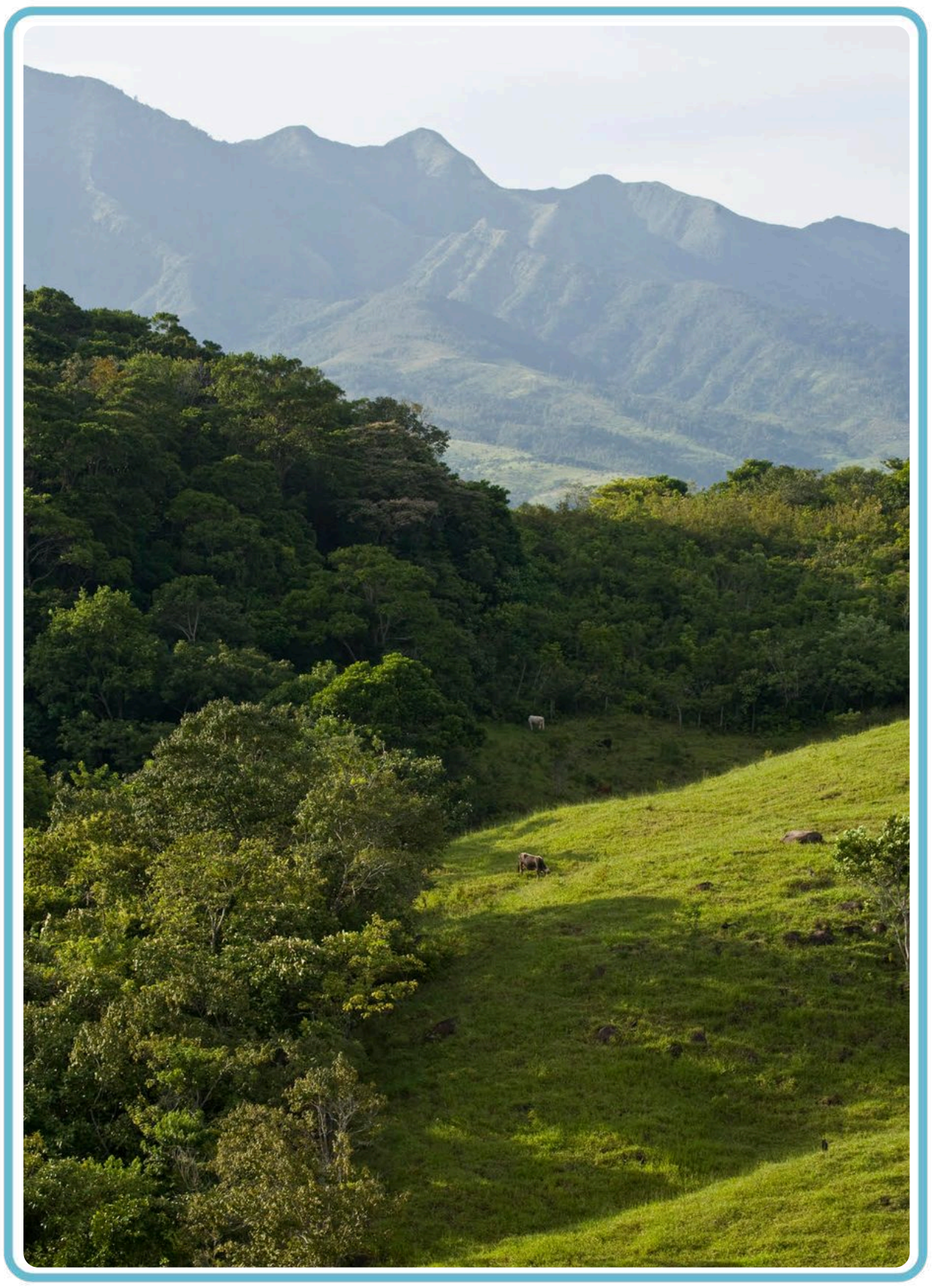


Figura 5. Un fragmento de selva rodeado de pastizal en la sierra de San Martín. Fotografía de Gerardo Sánchez-Vigil

La regeneración de los sitios perturbados depende de los semilleros de especies, de los medios que mueven los frutos y semillas como son el viento y los animales, y de las condiciones del suelo que influyen en el establecimiento de las plantas. Los estudios llevados a cabo acerca de la relación que hay entre la estructura del paisaje y la lluvia de semillas demuestran que **ciertas características del paisaje son determinantes para la composición y la velocidad del proceso de regeneración de los sitios perturbados.** Este punto de vista es crítico para emprender la restauración de las tierras degradadas, que es actualmente una estrategia prioritaria de los planes internacionales para capturar carbono y conservar la biodiversidad en cientos de millones de hectáreas.

La evaluación de la caída de semillas en la selva o en otras partes del paisaje muestra las posibilidades que hay para la regeneración natural y la reforestación. Dichas oportunidades dependen de las características del paisaje, que a veces son lejanas. Nuestros resultados indican que más del 52 % de las especies viene de larga distancia.

Los estudios de la caída de semillas en la selva de Los Tuxtlas han sido el referente para valorar la regeneración de los claros que se abren de manera natural por la caída de árboles. Sin embargo, esos resultados no han sido relacionados con la regeneración de sitios perturbados y abandonados (acahuales) que se encuentran afuera de la selva, ni con los elementos del paisaje que favorecen el desplazamiento de las especies a gran escala.

Figura 6. La gran escala del paisaje muestra la capacidad de desplazamiento de las especies. Fotografía: Gerardo Sánchez-Vigil

Para probarlo, se evaluó la caída de semillas y el establecimiento de plántulas por fuera de la selva, en los pastizales para ganado, alrededor de árboles solitarios, cuya presencia es muy común en Los Tuxtlas y en otras partes de México y Latinoamérica. **Bajo la sombra de esos árboles solitarios encontramos semillas y plántulas de especies arbóreas que hasta ahora solo han sido descritas en la selva.** La presencia de tales especies demuestra que se pueden mover a gran distancia, en este caso por medio de los árboles solitarios de los potreros, que parece **fueron dejados en pie por los campesinos mesoamericanos con el fin de asegurar la regeneración de los sitios que fueron cultivados y abandonados y así garantizar la productividad a largo plazo de sus sistemas agrícolas itinerantes como el de tumba-roza-quema.**

Figura 8. Un pequeño fragmento de selva se ha formado bajo un árbol solitario (*Ficus* sp.). Acuarela de lado izquierdo: Graciela Sánchez Ríos. Fotografía de lado derecho: Sergio Guevara

Figura 9. Imagen izquierda, árbol solitario de *Ceiba pentandra*. Imagen derecha, árbol solitario de *Cedrela odorata*. Acuarelas: Graciela Sánchez-Ríos

Sin embargo, a pesar de estos resultados, **los estudios de la selva todavía la consideran como un ecosistema que está aislado del paisaje que le rodea**, siguiendo el concepto enunciado hace 50 años por el Dr. Arturo Gómez-Pompa y colaboradores que la selva es un recurso no renovable. Hoy, adoptar el punto de vista de que la selva solo se entiende desde fuera de la selva amplía el panorama de la investigación, y supera los pronósticos de la pérdida de la diversidad de especies propuesta por el paradigma vigente de que la selva es un recurso no renovable. El nuevo paradigma considera que **la selva está estrechamente vinculada con el paisaje del que es inseparable, lo cual aumenta la presencia de especies que es garantía de su renovabilidad**. Es un panorama que sugiere nuevas estrategias para la conservación de la diversidad y nuevos enfoques para los proyectos de restauración de millones de hectáreas de tierras degradadas que actualmente se emprenden.

Ir al índice

Agradecimientos:

Al grupo de trabajo: Javier Laborde Dovalí, Graciela Sánchez-Ríos, Rosario Landgrave.

Para saber más:

• Gómez-Pompa A, Vázquez-Yanes C, Guevara S. 1972. The Tropical Rain Forest a Nonrenewable Resource. Science 177, 762-765. Click aquí

• Guevara S. 2016. Biodiversidad y resiliencia de la selva húmeda en Mesoamérica. En: Saenz N, Lewis R. (Eds). Tropical Forest Conservation: Long Term Processes of Human Evolution, Cultural Adaptation and Consumption Patterns. UNESCO, Paris, pp. 186-203. Click aquí

• Guevara S, Sánchez Vigil, G. 2011. Los Tuxtlas. Tierra Mítica. Gobierno del Estado de Veracruz. Secretaría de Educación de Veracruz y Universidad Veracruzana. Colección Veracruz Siglo XXI. Veracruz. Click aquí

Árbol solitario en un pastizal de Los Tuxtlas. Fotografía de Sergio Guevara

INNOVACIÓN EN LAS TÉCNICAS PARA LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES

Fabiola López-Barrera*
Dulce Carmina Vivar-Vázquez
Maria Paula Olguín-Pérez

Red de Ecología Funcional, INECOL

*fabiola.lopez@inecol.mx

Árbol de *Quercus pinnativenulosa* (encino o roble) cinco años después de su siembra en una plantación de restauración del bosque de niebla. Fotografía: Dulce Carmina Vivar Vázquez

La ecología de la restauración es una disciplina científica que busca dar las bases para la implementación de la restauración ecológica o la práctica de apoyar la recuperación de un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido. **Una de las prácticas más eficientes para acelerar el proceso de recuperación de los ecosistemas, como los bosques, es la introducción de especies vegetales nativas,** ya sea por semillas o por plántulas producidas en viveros. Actualmente, para aumentar el éxito de estas acciones existe investigación sobre diversas técnicas que permitan incrementar la supervivencia y el desarrollo de las semillas y las plántulas introducidas. **A estas técnicas les llamaremos técnicas de acompañamiento a la introducción.** Cada técnica desarrollada debe responder a un factor limitante, que se define como aquel agente biótico o abiótico que restringe la supervivencia y el crecimiento de una especie en un área degradada particular. Para saber cuál es ese factor **se proponen diagnósticos ecológicos del sitio antes de implementar cualquier programa de restauración**. Los factores limitantes pueden cambiar no solo entre áreas cercanas, sino también, a través del tiempo y pueden existir imprevistos, como las anomalías climáticas. Por ello, **el monitoreo del desempeño de semillas y plantas es fundamental para poder aplicar medidas de protección y no perder los esfuerzos iniciales de los proyectos de restauración ecológica.**

No existen recetas únicas para la restauración de los bosques, pero **un monitoreo adecuado en etapas tempranas de la introducción de especies nativas permite detectar si la técnica de acompañamiento implementada funciona o no** en términos de costo-beneficio ecológico y económico. A continuación, enlistaremos los factores limitantes más comunes y algunas de las técnicas de acompañamiento a la introducción utilizadas, tanto para la introducción de semillas como de plántulas.

Marcación de cuadros para establecer núcleos de siembra después de un diagnóstico ecológico.
Fotografía: Fabiola López Barrera

Disminuir la variabilidad en el desempeño de las semillas y las plántulas

La preselección de semillas y plántulas para ser introducidas puede implicar acciones muy básicas, desde escogerlas según su apariencia, hasta optar por genotipos que tengan mayor posibilidad de establecerse en condiciones climáticas adversas o extremas. Entre las acciones básicas, con lo que respecta a las semillas, **pueden inicialmente pasar por pruebas de viabilidad, escarificarse o hidratarse, incluso pueden utilizarse semillas pregerminadas para aumentar su establecimiento** en prácticas de siembra directa. Dentro de las especies seleccionadas, se pueden introducir las semillas de mayor tamaño que producirán plantas más vigorosas. **El uso de semillas y plántulas de diferentes especies y formas de vida también puede aumentar las probabilidades de éxito.** Por otro lado, para el caso de las plántulas producidas en vivero, es recomendable seleccionar aquellas que tengan una mayor altura sin comprometer el diámetro de su tallo, para que puedan competir con la vegetación existente en áreas degradadas (Figura 1).

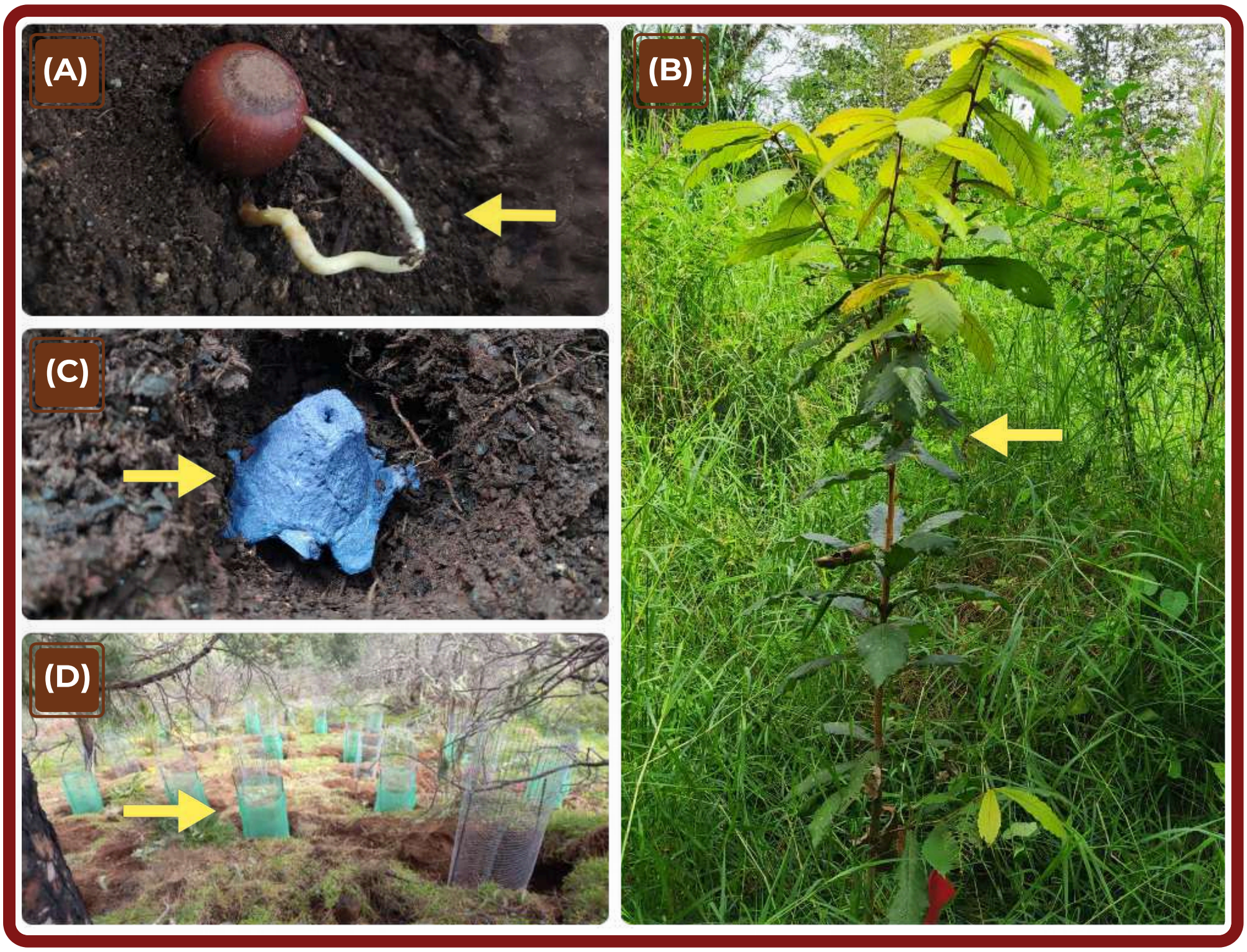


Figura 1. Algunas técnicas de acompañamiento a la introducción para aumentar el desempeño y disminuir la depredación de semillas y plántulas. (A) Semilla pregerminada de *Quercus xalapensis* para siembra directa. (B) Utilización de plántula de *Q. insignis* de mayor altura con respecto a los pastos exóticos africanos presentes en el sitio. (C) Dispositivo biodegradable que contiene las bellotas de *Quercus* y suelo para evitar su depredación. (D) Mallas protectoras individuales para evitar la depredación de plántulas. Fotografías: (A, B y C) Dulce Carmina Vivar Vázquez , (D) LifeNieblas.com/es

Alta depredación de semillas y plántulas

Para evitar la depredación de semillas por insectos, aves y mamíferos pueden utilizarse distintos dispositivos o recubrimientos de protección, que pueden ser físicos (evitar su encuentro) o químicos (repelentes). También **es posible realizar siembra dirigida en micrositios estratégicos** donde disminuya la depredación. En el caso de las plántulas **pueden utilizarse mallas protectoras** individuales (de diferentes materiales) o en todo el sitio en restauración (Figura 1).

Fotografía aérea con dron de área de regeneración natural (izquierda) y núcleos de introducción de árboles de diferente velocidad de crecimiento (derecha). Fotografía: Fabiola López Barrera

Desecación por temperaturas extremas y poca humedad

La introducción de semillas y plántulas **debe realizarse en época de lluvias. Pueden introducirse con cubiertas que eviten su rápida pérdida de humedad** (arcillas, hidrogel, etc.) o con acolchados o capas sobre el suelo de material vegetal (aserrín, residuos agrícolas, etc.). **Las plántulas pueden sembrarse siguiendo las líneas de nivel topográfico para dirigir el agua hacia ellas.** Otra opción, es que alrededor de cada planta introducida, se modifique el suelo para hacer una cavidad de captación de agua. Igualmente, **pueden utilizarse especies de plantas con sombra intermedia** que protegen a otras de menor tamaño (plantas nodrizas). Estas plantas nodrizas pueden buscarse en los sitios o sembrarse antes de la intervención. **También existen dispositivos que van liberando riego gradual a las plántulas.** Otras opciones para las plántulas son los atrapanieblas, las sombras artificiales o los riegos de apoyo durante los primeros meses. Estas estrategias ayudan a evitar la desecación (Figura 2).

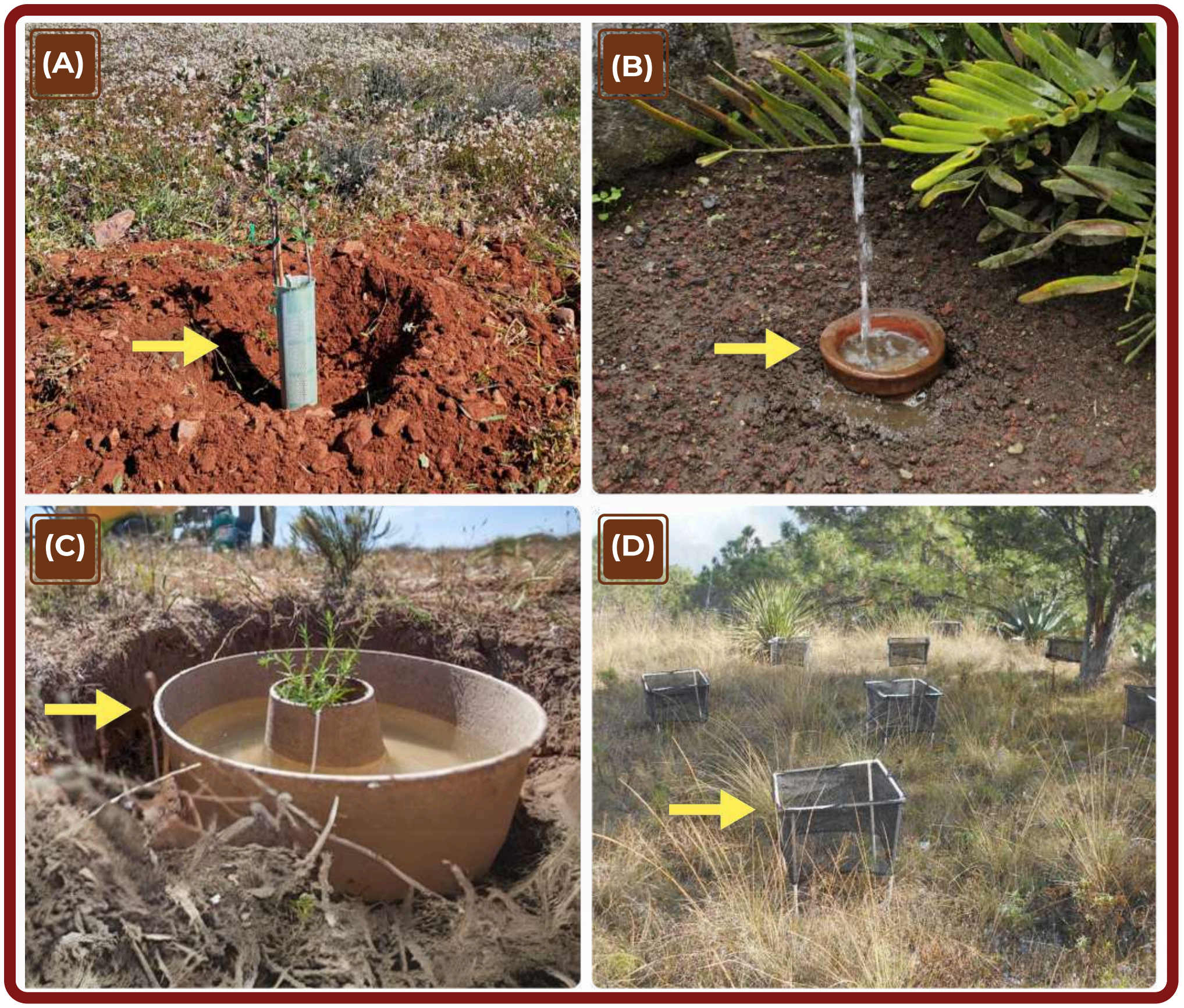


Figura 2. Algunas técnicas de acompañamiento a la introducción para evitar la desecación de las plántulas. (A) Cavidad de captación de agua en los sitios de siembra de plántulas protegidas con tubos plásticos. (B) Dispositivo de riego gradual con olla de barro. (C) Dispositivo biodegradable de riego gradual Cocoon®. (D) Sombras artificiales individuales. Fotografías: (A) Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas, (B) Dulce Carmina Vivar Vázquez, (C) Volterra y (D) Sebastián Yerena Yamallel

Competencia con vegetación circundante

Las hierbas y los pastos nativos o exóticos pueden competir con las semillas y las plántulas introducidas en sitios en restauración, comprometiendo así su supervivencia. Por ello, se han utilizado acolchados o capas de material vegetal para reducir el crecimiento de las hierbas y pastos, además de cortes de la vegetación (chapeos) durante los primeros meses alrededor de cada semilla o plántula establecida. **Se ha encontrado que la nucleación o siembras densas con especies de diferente velocidad de crecimiento (arbustos, etc.) permite que el conjunto de las especies introducidas tenga un mejor desempeño** individual (Figura 3).

Suelos degradados

Los sitios donde se siembran semillas o plántulas pueden enriquecerse con sustrato mediante pequeñas porciones de suelo y hojarasca provenientes del bosque nativo. **Otra técnica de acompañamiento es sembrar plántulas con micorrizas, hongos benéficos en el suelo, que ayudan a aumentar su crecimiento**. Además, se puede modificar la microtopografía implementando barreras físicas para disminuir la erosión (troncos en descomposición o material vivo, etc.), aplicar también acolchados o capas vegetales, compostas o sustratos derivados de la agricultura para nutrir el suelo. Igualmente, **pueden sembrarse primero especies que mejoren las condiciones del suelo** como las leguminosas, que son plantas fijadoras de nitrógeno y **posteriormente las especies de interés** (Figura 3).

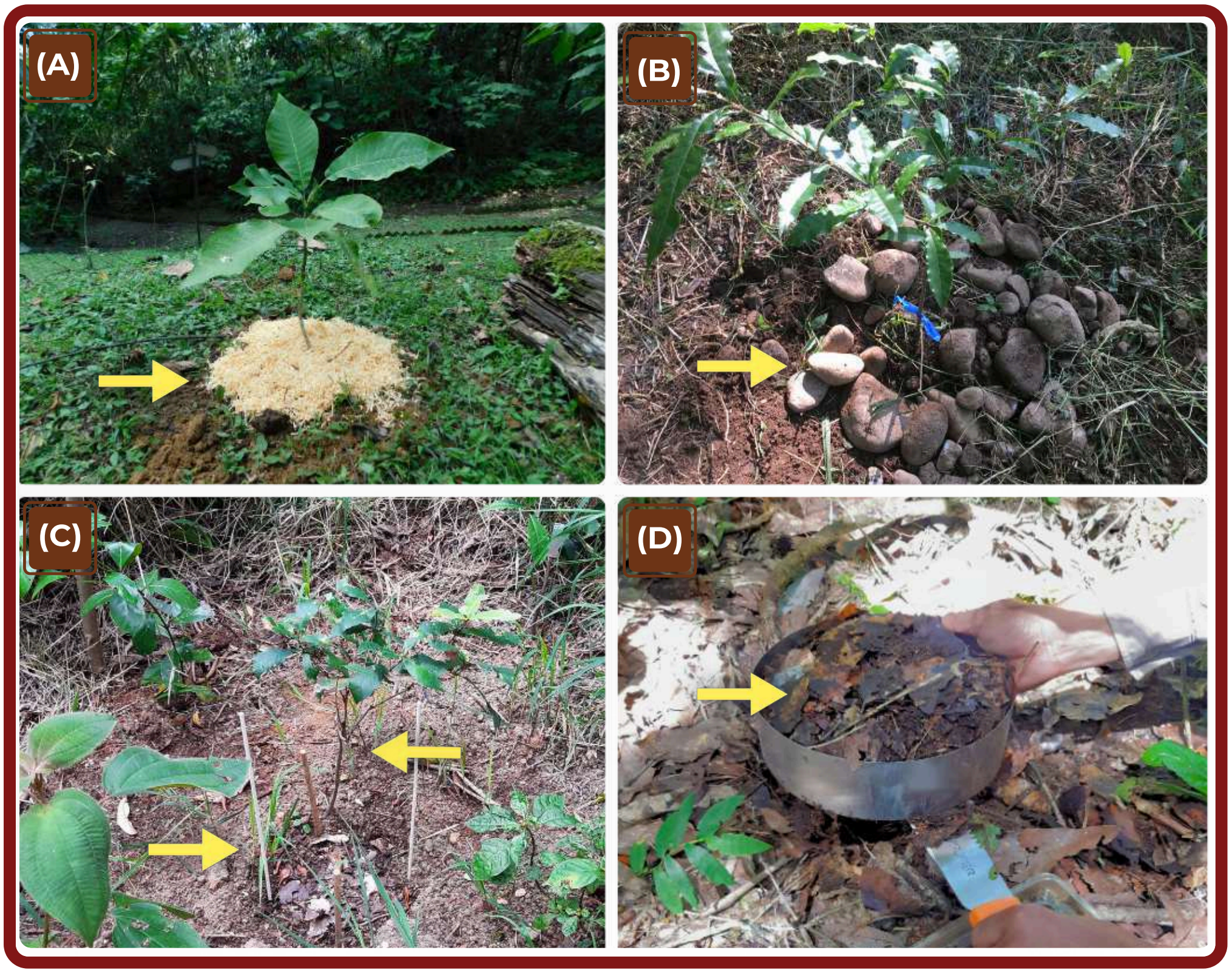


Figura 3. Algunas técnicas de acompañamiento a la introducción para evitar la competencia con hierbas y pastos, así como, mejorar suelos degradados. (A) acolchado o capa de aserrín alrededor de una plántula de *Magnolia dealbata*. (B) Acolchado con piedras de río alrededor de una plántula de *Quercus sartorii* en la restauración de la vegetación riparia. (C) Siembra densa de arbustos alrededor de la plántula de *Q. germana* (flecha) con enriquecimiento del suelo del bosque (flecha). (D) Obtención de suelo del bosque de niebla para enriquecimiento durante la restauración. Fotografías: (A, C y D) Maria Paula Olguín Pérez y (B) Fabiola López Barrera

Técnicas mixtas e innovación

Existen diversos factores limitantes que actúan simultáneamente o van apareciendo con el tiempo, por lo que **se debe investigar la eficiencia de utilizar varias técnicas de acompañamiento en una misma siembra para aumentar el éxito a largo plazo de la supervivencia y el crecimiento** de las plantas. Por ejemplo, se pueden introducir árboles y arbustos en siembras de alta densidad (3-5 árboles por m^2), aplicando acolchados, protecciones para evitar la depredación por mamíferos y enriquecer con suelo del bosque. **Es posible introducir semillas grandes, pregerminadas y protegidas para evitar la depredación por mamíferos y aves**, con dispositivos de riego gradual. Como la implementación de todas estas Técnicas de Acompañamiento puede ser costosa e implicar el uso de plásticos y metales, existe una gran oportunidad de innovar con nuevos materiales (fibras vegetales, bambú, material reciclado, etc.) y ser creativos en el desarrollo de nuevas Técnicas. Por ello, **debemos investigar y experimentar en cada lugar donde se quiera implementar la restauración utilizando técnicas de acompañamiento con diferentes materiales biodegradables o desechos agrícolas, que puedan incluso generar procesos de economía circular y promover la participación de las comunidades locales.**

Árbol de *Meliosma alba* (palo blanco) tres años después de su siembra en una plantación de restauración del bosque de niebla. Fotografía: Dulce Carmina Vivar Vázquez

Ir al índice

Agradecimientos:

Agradecemos al personal del Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero” del INECOL, particularmente a Carlos Gustavo Iglesias. Gracias a Víctor Manuel Vásquez Reyes por su acompañamiento en varios proyectos. Algunas de las fotos provienen de las actividades de proyectos de restauración del bosque de niebla en Coatepec y Xalapa, Veracruz (Proyectos 10707 y 20030-11084) y de los proyectos realizados dentro del programa de Maestría en Ciencias (INECOL) de Maria Paula Olguín Pérez y Dulce Carmina Vivar Vázquez, quienes reciben el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) a través de las becas 1301491 y 1307484, respectivamente.

Para saber más:

· Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International. Click aquí

· Sanchún A, Botero R, Morera Beita A, Obando G, Russo RO, Scholz C, Spinola M. 2016. Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San José, Costa Rica. XIV + 436p. Click aquí

· López-Barrera F, Bonilla-Moheno M, Toledo-Aceves T. 2018. Restauración del bosque de niebla con un enfoque de paisaje. Agroproductividad 10: 29-36. Click aquí

Fotografía: Fabiola López Barrera

HISTORIA DE LOS LAGOS DEL DIQUE Y ESFUERZOS PARA SU SANEAMIENTO

Raymundo Dávalos Sotelo
Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Gustavo Nachón Aguirre
Colegio de Ingenieros Civiles Carlos Nachón Aguirre, Veracruz

Eugenia J. Olguín Palacios*
Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, INECOL

*eugenia.olguin@inecol.mx

Fotografía: Francisco J. Melo

Inicios

El Paseo de Los Lagos es uno de los sitios más icónicos y hermosos de la ciudad de Xalapa en el Estado de Veracruz, México. Desde sus inicios en el siglo XIX, ha tenido épocas de esplendor y de descuido. **Su objetivo principal ha sido el de servir como un paseo y lugar de esparcimiento para la comunidad Xalapeña.** El presente artículo resume lo descrito en una conferencia impartida por el Ing. Gustavo Nachón Aguirre, uno de los ingenieros involucrados en su construcción (ver "Para saber más").

Los Lagos de Xalapa tienen su origen en la instalación de cinco fábricas de textiles entre los años 1836 y 1845: Lucas Martín, Molino de Pedreguera, La Bella Unión, La Victoria y la Industrial Xalapeña. La última fue edificada junto a uno de los tres manantiales originales de Xalapa, el Manantial Tecuanapan. Este manantial se ubica en la zona que se conoce como El Dique, en el barrio que adoptó el mismo nombre. Junto con la textilería se tuvo la idea de generar energía hidroeléctrica aprovechando el agua del manantial, y así se formó un pequeño lago, que los habitantes empezaron a utilizar como paseo dominical.

El primer lago, conocido como el lago de El Dique, fue construido en 1926. Cuando la fábrica cerró y el edificio se demolió, el Dique fue olvidado y abandonado. Lo anterior provocó que se secara y el bello lago quedó pantanoso y lleno de escombro de la fábrica que le dio origen.

Lago del Dique en su inauguración. Fotografía: Miguel Fernández Velez y Cia, Mexicoenfotos.com

Crecimiento de Los Lagos

En el año 1969, el entonces gobernador Rafael Murillo Vidal ordenó construir dos lagos más. Entonces, **se empezó a trabajar en la rehabilitación del antiguo lago del Dique, labores que implicaron la construcción de una pequeña presa aledaña a la Fábrica del Dique.**

En 1973 inició la construcción del segundo lago en terrenos adquiridos por el Gobierno del estado al Sr. Luis Vázquez Galván, quien tenía unas tenerías. Muchos de los desechos de las pieles eran arrojados al lago causando con ello la proliferación de zopilotes.

En 1974 dio inicio la construcción del tercer lago. En esa etapa se hizo también la construcción de un islote. **En términos ambientales, lo más relevante de esta obra es que se tuvo mucho cuidado en mantener la separación de aguas negras y aguas limpias.** Para alimentar a los lagos, se logró conducir agua limpia desde el abastecimiento de la antigua estación del Ferrocarril interoceánico.

Cuando asumió el poder el Gobernador Rafael Hernández Ochoa, en diciembre de 1974, adquirió preponderancia la zona de Los Lagos. Se ubicaba en la zona centro de la ciudad, en terrenos de la Universidad Veracruzana, y se mantenían en buenas condiciones. Durante la etapa del Gobernador Agustín Acosta Lagunes, a partir de 1980, se hicieron alteraciones al proyecto que afectaron el funcionamiento del Lago y se llegó a pensar en secar el conjunto en 1986. Afortunadamente, esta idea no prosperó gracias en gran parte a la intervención del Ing. Gustavo Nachón y otros ingenieros.

Fotografía: Vinisa Romero

Época reciente

La extensión de Los Lagos se puede apreciar en la Figura 1. **En el año 2013, durante la administración de la alcaldesa Elizabeth Morales se inauguró el nuevo Puente Xalapa**, que sustituyó al antiguo Puente Atenas que ya resultaba insuficiente para albergar el creciente tráfico de la ciudad y que contaba con un solo carril.

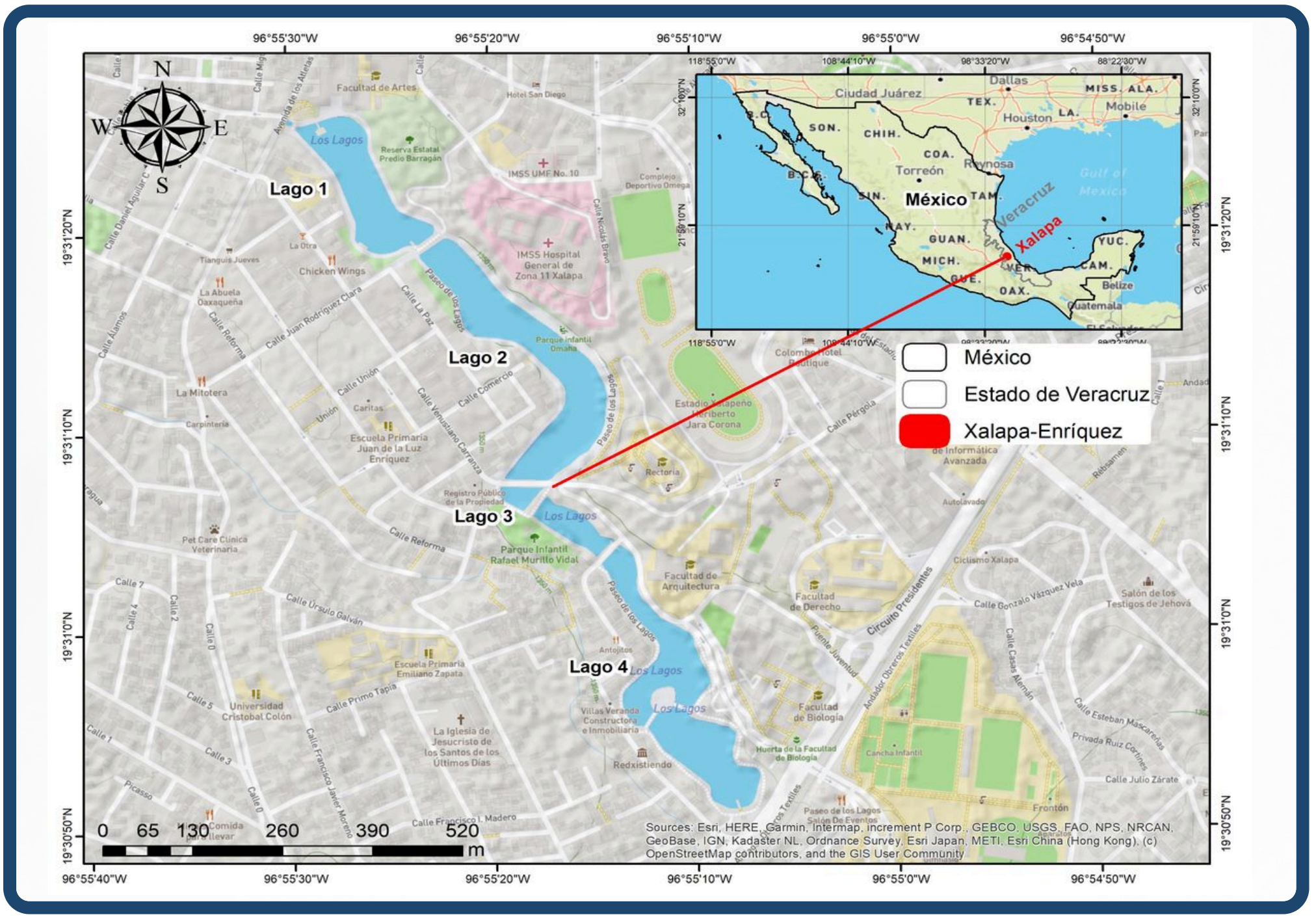


Figura 1. Los Lagos del Dique en Xalapa. Imagen: Andrés De la Rosa Portilla

Época actual

En la actualidad, los Lagos del Dique se encuentran, en general, en buen estado, pero **requieren atención y mantenimiento constante si se desea mantenerlos en condiciones agradables para los visitantes y ambientalmente sanos.** En este sentido, es importante mencionar que, en el año 2013, la alcaldesa Elizabeth Morales, invitó al Grupo de Biotecnología Ambiental del INECOL con el objeto de sanear el lago 1 (frente a la Casa de Artesanías), en donde se apreciaban un gran cúmulo de peces muertos y natas espesas de microalgas nocivas. Se otorgó financiamiento al mencionado grupo que ya contaba en ese entonces con más de 13 años de experiencia en "Soluciones Basadas en la Naturaleza". **Se establecieron dos líneas de Humedales Flotantes a manera de filtro natural**, justo en la primera sección del lago 1, en donde entra un caudal importante de agua pluvial proveniente de diversos colectores (Figura 2).

Figura 2. Humedales Flotantes instalados a la entrada del Lago 1.
Fotografía: Francisco J. Melo

Los Humedales Flotantes son estructuras flotantes que contienen dos plantas, el papiro (*Cyperus papyrus*) y el platanillo (*Pontederia sagittata*), las cuales absorben nutrientes y las bacterias que se alojan en sus raíces **contribuyen con la degradación de materia orgánica. En meses posteriores a la instalación de dichos humedales flotantes, desaparecieron los peces muertos y las natas de algas nocivas.** De esta manera, se demostró una alta eficiencia de este sistema natural para la remoción de materia orgánica, de nutrientes tales como nitratos, nitrógeno amoniacal y fosfatos y muy importante, para la remoción de bacterias coliformes.

El Grupo de Biotecnología Ambiental del INECOL continuó gestionando fondos para mantener los humedales flotantes del lago 1 y para implementar nuevos humedales en el lago 4. Se logró financiamiento del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) y en 2016, se instalaron dos líneas de humedales flotantes en el Lago 4 (Figuras 3A y B), con apoyo de la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de la ciudad, a través de su Unidad de Vinculación dirigida en ese entonces por el Lic. Bolívar Arias. En 2017, se logró el apoyo del entonces alcalde, Lic. Américo Zúñiga Martínez, para el desazolve del sedimentador ubicado al inicio del Lago 1, lo cual contribuyó de manera muy importante en el buen funcionamiento de los humedales flotantes y en el saneamiento en general de los lagos (Figura 4).

Figura 3. Construcción de módulos con plantas (A), traslado (B-C) e instalación (D-E) de Humedales Flotantes a la entrada del Lago 4 en junio de 2016 y aspecto visual reciente (F) de los Humedales Flotantes instalados a la entrada del Lago 4.
Fotografías: Francisco J. Melo

Figura 4. Personal de la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Xalapa instalando una motobomba (A) para extraer el agua (B) y los sedimentos (C) durante el desazolve del sedimentador en el Lago 1 realizado en abril de 2017. Fotografías: Eugenia J. Olguín

Finalmente, recientemente, se logró financiamiento del Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología (COVEICYDET) cuyos resultados principales se describen en otro artículo publicado en este mismo número. **Cualquier otro financiamiento de empresas o autoridades municipales o estatales, sería muy deseable, dado que tanto los Humedales Flotantes ya construidos como algunos otros por construir, requieren mantenimiento permanente.**

Agradecimientos:

Se agradece ampliamente la participación de varios miembros del Grupo de Biotecnología Ambiental, especialmente a la Dra. Gloria Sánchez-Galván, Ing. Francisco Melo, Ing. Amb. Javier Hernández Landa. También los diferentes apoyos financieros otorgados en la época actual del trabajo en los Lagos del Dique: Ayuntamiento de Xalapa (2013); CONACYT-Problemas Nacionales (2014-2017); CONACYT-Problemas Nacionales (2017-2019); WAITRO (World Association of Industrial and Technological Research Organizations) por haber ganado el "WAITRO Innovation Award 2021"; COVEICYDET (Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología)- 2023-2024.

Para saber más:

• Díaz Bartolomé J. 2018. El Paseo de los Lagos, un espacio desaprovechado – Libertad Bajo Palabra. Click aquí

• Olguín EJ, Sánchez-Galván G, Melo FJ, Hernández VJ, González-Portela RE. 2017. Long-term assessment at field scale of floating treatment wetlands for improvement of water quality and provision of ecosystem services in a eutrophic urban pond. Science and Total Environment 584–585, 561–571. Click aquí

• Nachón Aguirre G. 2019. Historia de la construcción del Paseo de Los Lagos. Conferencia organizada por la asociación "Xalapa Antiguo". 4 de julio de 2019. Click aquí

Fotografía: Elina Volkova, Pexels

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y ECONOMÍA CIRCULAR: EJEMPLOS FACTIBLES

Eugenia J. Olguín P.*
Red de Manejo Biotecnológico de Recursos

*eugenia.olguin@inecol.mx

Fotografía: Francisco J. Melo

Las Soluciones-basadas en la Naturaleza son estrategias o herramientas, basadas en el funcionamiento de los ecosistemas naturales, que están dirigidas hacia los principales retos que actualmente enfrenta la humanidad, tales como el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica, la conservación de la biodiversidad, entre los más importantes. **Implementa acciones para proteger, hacer un manejo sustentable y restaurar ecosistemas naturales y modificados, beneficiando al mismo tiempo a las personas y al ambiente natural.**

Por otro lado, **el concepto de economía circular** promueve la utilización de los residuos (orgánicos e inorgánicos) para reingresarlos a una cadena productiva y generar nuevos productos. **Promueve la meta de alcanzar "cero residuos".**

Fotografía: Francisco J. Melo

El grupo de Biotecnología Ambiental del INECOL ha desarrollado e implementado por más de 30 años, diversas Soluciones Basadas en la Naturaleza relacionadas principalmente con el saneamiento de cuerpos de agua (lagos, ríos) contaminados mediante el uso de plantas acuáticas. Esta técnica se conoce como fitorremediación. De manera específica, se han desarrollado humedales artificiales para el tratamiento de vinazas (aguas residuales de la producción de alcohol), y humedales flotantes para el saneamiento de lagos contaminados. Así mismo, **las lagunas de fitofiltración se utilizan para el saneamiento de ríos o de aguas residuales de pequeñas comunidades.** Incluso existen diversos estudios que exploran la capacidad de ciertas plantas acuáticas para remover metales pesados y colorantes producidos en la industria textil.

Nuestro grupo de trabajo también ha desarrollados procesos para el reciclaje de aguas residuales porcinas con producción de biomasa microalgal enriquecida en lípidos (útil para producir biodiesel) o en carbohidratos (para producir bioetanol), siguiendo el concepto de economía circular.

En este artículo se presentan los resultados del proyecto "Soluciones basadas en la naturaleza para saneamiento de cuerpos de agua eutrofizados y reciclaje de aguas residuales para generación de nuevos productos", financiado por COVEICYDET de junio 2023 a mayo 2024. En dicho proyecto se implementaron Soluciones Basadas en la Naturaleza y se desarrolló un proceso con el concepto de economía circular. Una de las características importantes del proyecto es que **conjuntó a siete investigadores de diversos perfiles e instituciones** (INECOL, UAM-Iztapalapa, COLPOS y UNAM), a **dos investigadoras en estancia posdoctoral, a dos técnicos del INECOL y a dos estudiantes (tesistas del INECOL a nivel licenciatura y de Maestría).** Este grupo diverso y multiinstitucional permitió generar aportaciones innovadoras y relevantes, como se describe a continuación.

Fotografía: Fauxels, Pexels

Saneamiento del Lago 4 mediante implementación de Humedales Flotantes dentro del "Paseo de los Lagos del Dique" en Xalapa, Veracruz

El proyecto tuvo como uno de sus objetivos generales, dar continuidad al trabajo iniciado por el Grupo de Biotecnología Ambiental en el 2016 dirigido al saneamiento del Lago 4. En esta nueva etapa, **se contemplaron las siguientes acciones: diseño de un nuevo Humedal Flotante, monitoreo periódico de la calidad del agua incluyendo la concentración de microplásticos y microcistinas producidas por microalgas tóxicas.** Se encontró que estos dos tipos de contaminantes están en concentraciones altas y no permisibles. **Se generó un diseño novedoso de Humedales Flotantes en forma de X**, utilizando una combinación de papiro *(Cyperus papyrus*) y de platanillo (*Pontederia sagitatta*) (Figura 1). Dicho diseño **resultó muy eficiente para remover contaminantes** tales como materia orgánica, compuestos nitrogenados y fosfatados, así como bacterias coliformes, como se demostró durante los monitoreos de calidad del agua. También se realizó una poda periódica de los Humedales Flotantes ya establecidos.

Figura 1. Nuevo Humedal Flotante en forma de X, construido e instalado en el Lago 4. Fotografías: Francisco J. Melo

Desafortunadamente, "Los Lagos del Dique" reciben una gran cantidad de basura orgánica e inorgánica que tiran visitantes y vecinos. En atención a esta problemática, se establecieron nuevas técnicas para cuantificar microplásticos en tres fases: agua, sedimentos y raíces de las plantas. **Los resultados demostraron que las raíces de las plantas son reservorios importantes de los microplásticos** (Figura 2) y que ayudan a que los Humedales Flotantes sean Soluciones Basadas en la Naturaleza, ya que **ayudan al saneamiento de estos lagos contaminados.** También se demostró que la velocidad con la que entra el agua (flujo) a los lagos, es un factor importante para el buen funcionamiento de los Humedales Flotantes. Por lo anterior, **el proyecto reitera la necesidad de que las autoridades municipales realicen las obras pertinentes para que el Lago 4 reciba mayor flujo de agua y así disminuya su contaminación.**

Figura 2. Microplásticos en raíces de las plantas de los Humedales Flotantes.
Fotografías: María Cabañas

Como complemento a la identificación de microplásticos **se desarrolló una técnica de microscopía de fluorescencia para poder observar a los microplásticos adheridos a las raíces**, utilizando el colorante llamado "Rojo de Nilo".

Divulgación de la información sobre los beneficios de los Humedales Flotantes

Una de las actividades importantes que se planteó el grupo de trabajo, fue divulgar la **información sobre la construcción y beneficios de los Humedales Flotantes a los vecinos de la Colonia "La Isleta" y a los visitantes del Lago 4** (Figura 3). El taller fue muy exitoso, con amplia participación y con abundante material que sirvió para explicar toda la información necesaria para que la comunidad se apropie de la tecnología para construir e implementar Humedales Flotantes.

Figura 3. Taller de divulgación realizado en la Colonia "La Isleta".
Fotografías: Francisco J. Melo

También **se realizaron otros dos talleres de divulgación: en los eventos de "Casa Abierta" dentro del INECOL** (Figura 4A) con la asistencia de 117 personas constituidas por estudiantes de primaria, secundaria, preparatoria, universidades, estudiantes de posgrado del INECOL y público en general. **Otro evento de divulgación se llevó a cabo en la Escuela Secundaria Técnica Morelos** (Figura 4B), con una participación de 240 estudiantes. Así mismo, **se elaboraron y distribuyeron boletines informativos.**

Figura 4. Taller de divulgación en (A) Casa Abierta del INECOL y (B) en la Escuela Secundaria Técnica Morelos. Fotografías: Francisco J. Melo

Reciclaje de residuos de frutas y verduras y producción de microalgas

Aprovechando la experiencia de 35 años del Grupo de Biotecnología Ambiental para cultivar microalgas con diferentes propósitos, **se generó un proceso para utilizar residuos de frutas y verduras como fuente de nutrientes para el cultivo de microalgas.** Es importante mencionar que, dentro de la región latinoamericana, México ocupa el segundo lugar en la generación de residuos orgánicos, desechando anualmente 13,368,447 toneladas. Por lo anterior, es relevante desarrollar un proceso que aproveche estos residuos y los convierta en biomasa de microalgas que pueda servir como biofertilizante.

Los residuos se molieron y se procesaron primero en ausencia de oxígeno mediante lo que se conoce como “digestión anaerobia”. En un reactor construido y diseñado especialmente para este propósito, se colocaron los residuos molidos y se colectaron los líquidos que salían diariamente (llamados lixiviados). Se demostró que estos lixiviados proporcionaron nitrógeno y otros nutrientes al medio de cultivo y permitieron el crecimiento de una mezcla (consorcio) de microalgas (Figura 5). Es decir, **se logró desarrollar un proceso que sigue el concepto de “economía circular”. Se deberá continuar trabajando en el desarrollo de este con el objeto de poder implementarlo a mayor escala.**

Figura 5. Generación de lixiviados a partir de residuos orgánicos y su uso en el cultivo de un consorcio de microalgas. Fotografías: Jordan González

Agradecimientos:

Al COVEICYDET, por el financiamiento del proyecto CP 0811 1426/2023 y al grupo de trabajo: a) del INECOL: Dra. Gloria Sánchez Galván, Dra. Susana Alvarado, Dr. Raymundo Dávalos, Dra. María Cabañas, Ing. Víctor Hernández, Ing. Francisco J. Melo, Ing. Jordan González y el estudiante Alejandro Pavón; b) del COLPOS Montecillo: Dra. Araceli Zavaleta y Dra. Itzel Villegas; c) de la UAM-I: Dr. Óscar Monroy; d) de la UNAM: Dr. Eberto Novelo.

Para saber más:

• Cabañas-Mendoza MR, Olguín EJ, Sánchez-Galván G, Melo FJ, Alvarado BMS. 2024. Contribution of the root system of *Cyperus papyrus* and *Pontederia sagittata* to microplastic removal in floating treatment wetlands in two urban ponds. Ecological Engineering 206, 107334. Click aquí

• Pavón Labastida A. 2023. Evaluación de la contaminación por microcistinas en los lagos uno y cuatro del sistema lagunar “Los Lagos del Dique” en Xalapa, Veracruz. Experiencia Recepcional. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Región Xalapa

• Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Click aquí

Fotografía:Lars H Knudsen, Pexels

AVES VERACRUZANAS: EL TUCÁN COLLAREJO, UNA JOYA COLORIDA DE LA SELVA TROPICAL

Fernando González García*
Red Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

Gilberto Cortés Rodríguez
Investigador Independiente. Xalapa, Ver.

Rosa Inés Aguilar Amar
Investigadora Independiente. Xalapa, Ver.

*fernando.gonzalez@inecol.mx

Fotografía: Gilberto Cortés

¿Sabías que existe un tucán con un collar tan llamativo que parece de la realeza? **El tucán collarejo es una joya de la naturaleza que habita en los bosques tropicales desde el sur de México (región central de Veracruz) hasta Venezuela.** En Veracruz, habita principalmente en bosques primarios, áreas abiertas arboladas, fragmentos de vegetación secundaria y cafetales, en zonas con climas cálido húmedo y semihúmedo, y desde el nivel del mar hasta los 1200 m de altitud. Con su pico colorido y su collar rojo, esta ave es inconfundible. Pero **¿qué hace tan especial al tucán collarejo?** y **¿por qué es importante protegerlo?** En este texto, exploraremos su historia natural, incluyendo su distribución, hábitat, comportamiento, alimentación, reproducción y estado de conservación.

Para empezar, vamos a desglosar el nombre científico con la finalidad de conocer su significado. *Pteroglossus*, proviene de dos raíces griegas: *Pteron* que significa "ala o pluma" y *glossa* que significa "lengua". Así que *Pteroglossus* en conjunto hace referencia al pico grande y colorido del tucán, que se asemeja a un ala alargada. *Torquatus*, proviene del latín "*torquis*", que significa collar, lo cual alude al característico collar rojo que rodea su cuello, el cual a veces es poco visible (Figura 1).

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

El tucán collarejo es un ave de tamaño mediano, con un plumaje predominantemente negro y amarillo. Los adultos miden 41 cm de largo y llegan a pesar 230 gr. Sin embargo, **lo que más llama la atención es su enorme pico, de colores contrastantes.** La parte superior es amarillo opaco, con un borde negro y dientes en forma de sierra que termina en una punta negra, mientras que la mandíbula inferior es negra. Este pico, aunque parezca pesado, es en realidad ligero y está adaptado para alcanzar frutos en las ramas más altas de los árboles (Figura 2). Aunque parezca sorprendente, **el pico también actúa como un sistema de regulación térmica, al disipar el calor corporal en días calurosos,** funcionando como un radiador natural. Esto es especialmente útil en los hábitats tropicales donde las temperaturas pueden ser elevadas.

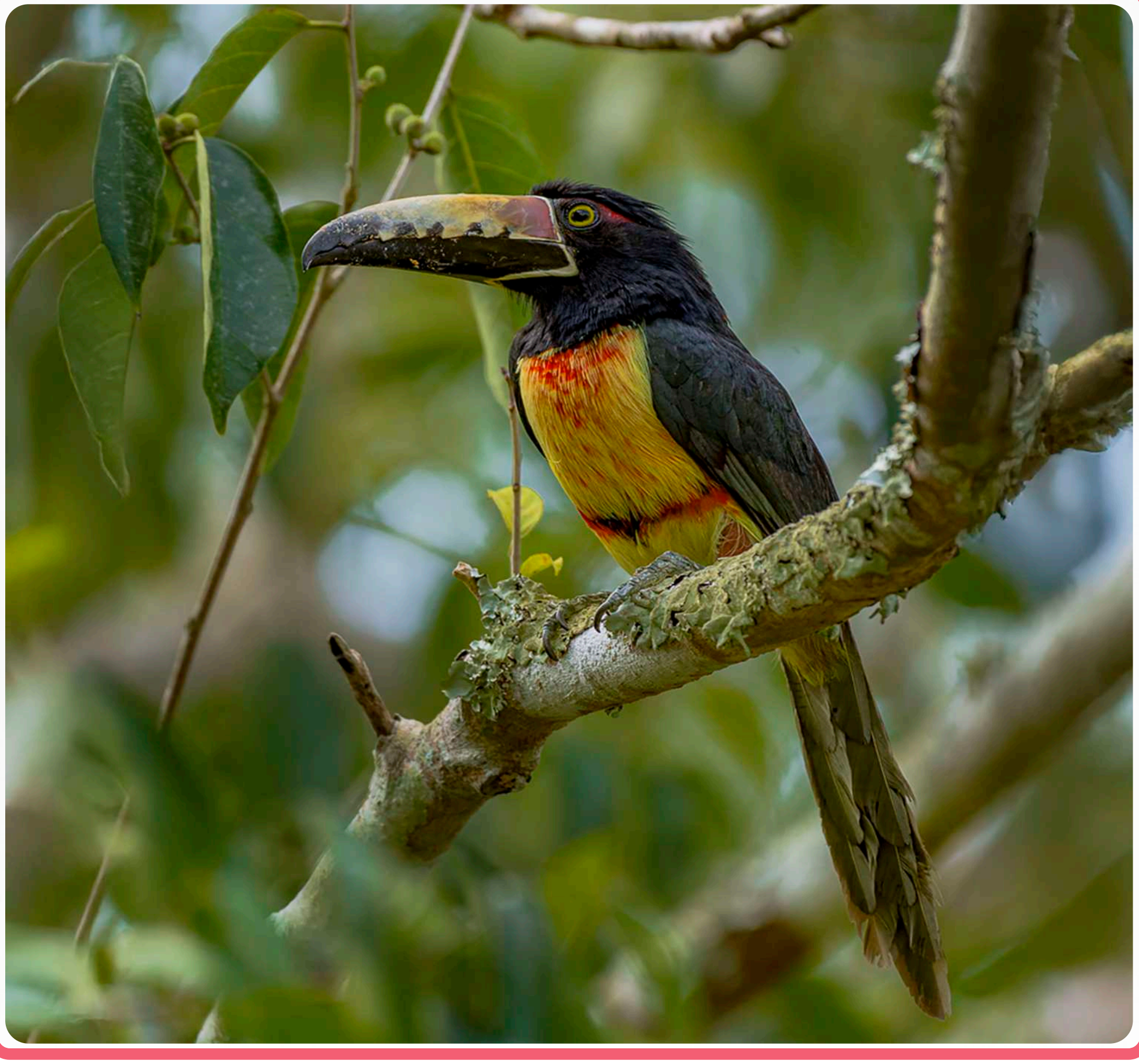


Figura 2. El tucán collarejo habita principalmente en los estratos medios y superiores de selva, fragmentos de vegetación secundaria y en cafetales. Fotografía: Rosa Inés Aguilar Cortés

Los tucanes collarejos **son aves sociales que viven en grupos familiares y que se desplazan en grupos de 5 a 15 individuos** por los estratos medios y altos de la vegetación. **Se alimentan principalmente de frutas, pero también incluyen en su dieta insectos, pequeños reptiles, huevos de otras aves e incluso flores** (Figura 3).

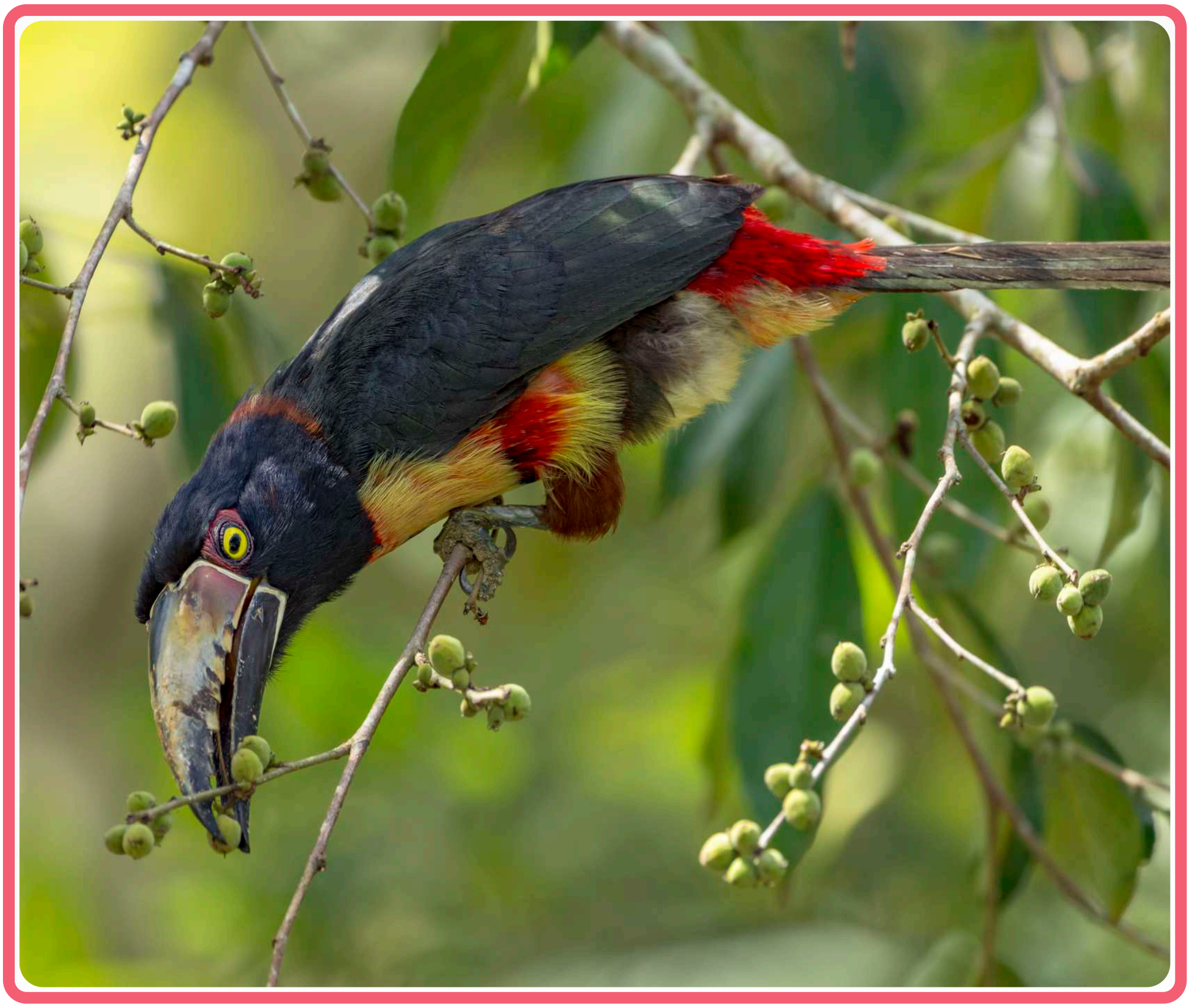


Figura 3. Un tucán collarejo alimentándose de los frutos de ramón colorado (*Trophis racemosa*). Fotografía: Rosa Inés Aguilar

Al alimentarse de frutos, **las semillas pasan a través de su sistema digestivo y son depositadas en diferentes lugares del bosque a través de sus excrementos.** De esta manera, contribuyen a la dispersión de semillas de numerosas especies de plantas, **lo que facilita la regeneración del bosque**. La presencia y abundancia de tucanes en un área por lo general es un indicador de la buena salud del ecosistema. **Si la población de tucanes disminuye o desaparece, puede ser una señal de que el hábitat está siendo degradado o que hay otros problemas ambientales** (Figura 4).

Figura 4. El contrastante plumaje del tucán collarejo, revelando la intricada combinación de colores y patrones que lo hacen tan especial en los bosques y selvas tropicales del estado de Veracruz. Fotografía: Gilberto Cortés

El canto del tucán collarejo es fuerte y distintivo. Pueden emitir una gran variedad de sonidos, desde suaves gorjeos hasta fuertes gritos, con tono enfático y penetrante (escuchar audio 1). Utilizan sus vocalizaciones para comunicarse entre sí, para defender su territorio y para atraer pareja. El canto también cumple una función social, ya que **les permite mantener unidos a los miembros del grupo y establecer jerarquías.** Utilizan llamadas cortas y repetitivas para mantenerse en contacto con otros miembros de su grupo, especialmente cuando están buscando alimento. Durante la época de reproducción, los machos emiten cantos más elaborados y complejos para atraer a las hembras. Los cantos de las aves se analizan por medio de un espectrograma (Figura 5; audio 2).

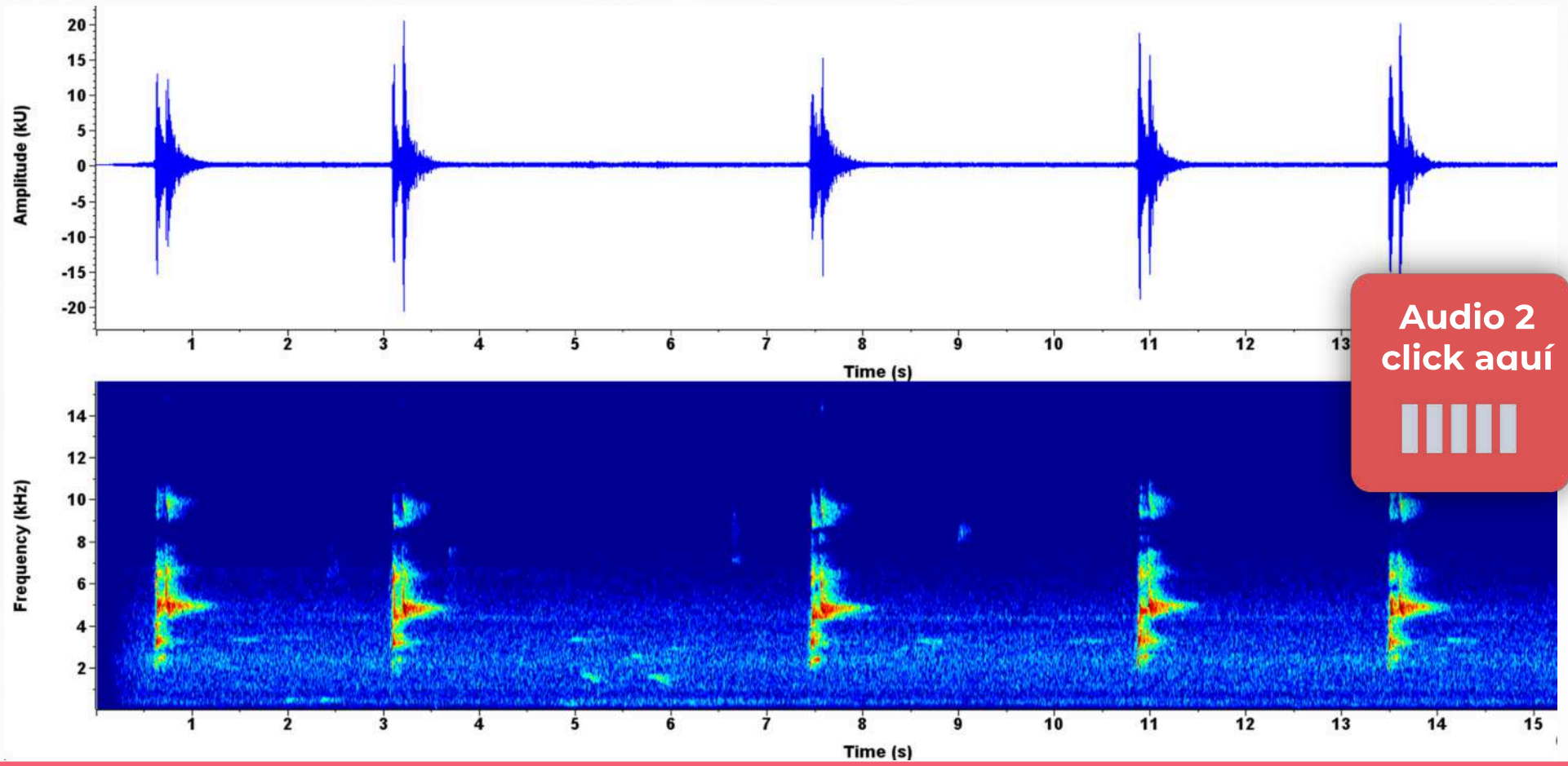


Figura 5. Representación gráfica del llamado del tucán collarejo, un reclamo fuerte, agudo y penetrante. En la parte superior se aprecia el oscilograma, en el cual se observan la energía sonora (ondas) producida por el ave a través del tiempo. En la parte inferior se muestra el sonograma, en el cual 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. Da click en el símbolo de audio para reproducir el canto del tucán

La reproducción del tucán collarejo es un evento importante en su ciclo de vida y suele ocurrir durante la estación seca, cuando la disponibilidad de alimento es mayor. **Los tucanes collarejos son monógamos**, es decir, forman parejas estables que pueden durar toda la vida. **La selección de pareja se basa en diversos factores, como el tamaño del pico, la coloración del plumaje y la capacidad de emitir vocalizaciones atractivas.** Ambos miembros de la pareja colaboran en la construcción del nido. Suelen elegir cavidades naturales en árboles, a menudo reutilizando nidos abandonados por otras aves, por ejemplo, nidos de carpinteros. El nido es revestido con materiales suaves como hojas y fibras vegetales para crear un ambiente acogedor para los huevos. **La hembra suele poner entre 2 y 4 huevos blancos y brillantes. Ambos padres se turnan para incubarlos durante aproximadamente 16-17 días.** Una vez que los huevos eclosionan, ambos padres colaboran en el cuidado de las crías, pero el nido puede ser también atendido hasta por 5 adultos. Los polluelos nacen desnudos y ciegos, y dependen completamente de sus padres para obtener alimento. Los padres regurgitan el alimento predigerido para alimentar a sus crías (Figura 6). Los polluelos crecen rápidamente y pronto desarrollan un plumaje similar al de los adultos, aunque con colores más apagados. Después de unas pocas semanas, los polluelos abandonan el nido y comienzan a seguir a sus padres en busca de alimento.

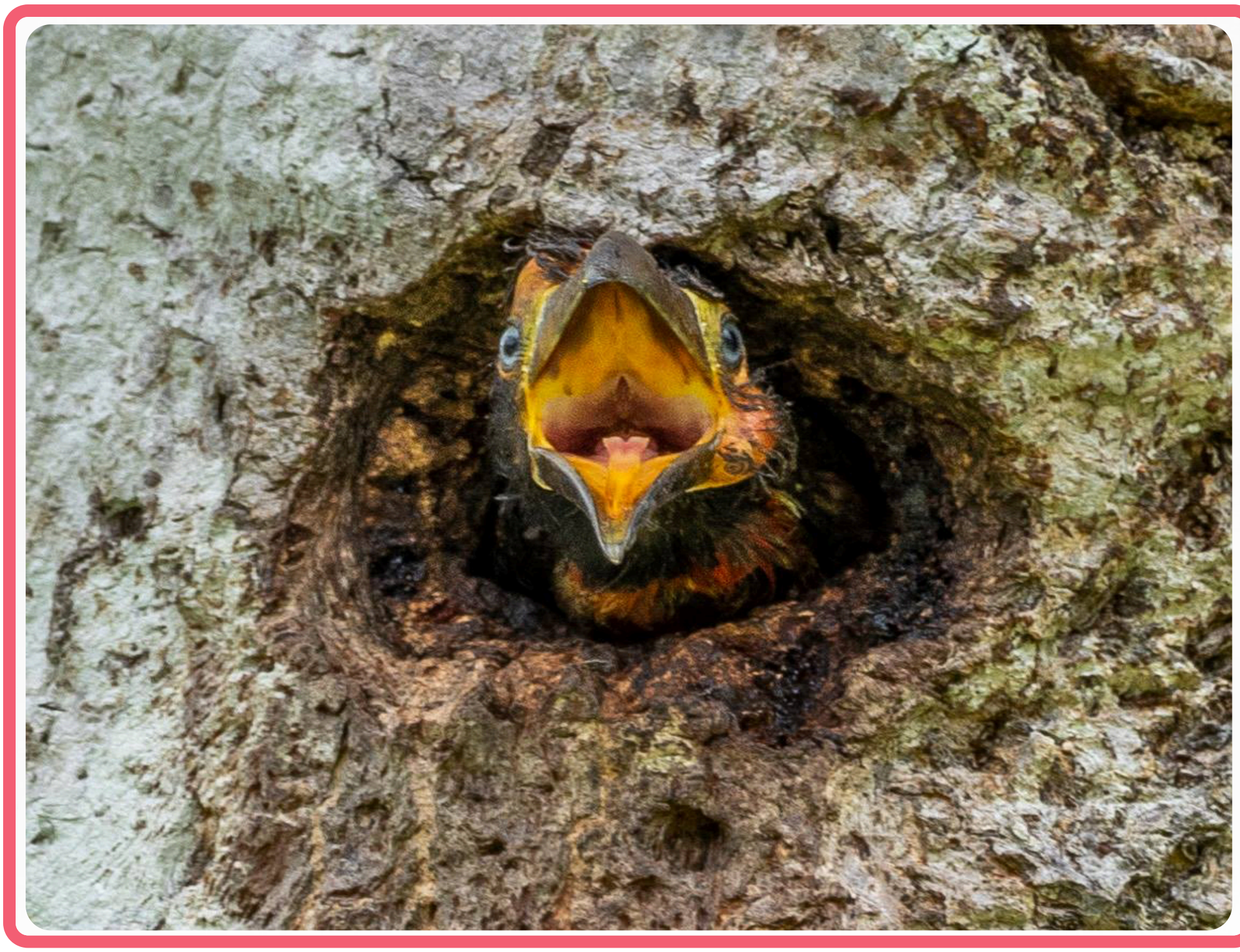


Figura 6. Nido del tucán collarejo en una cavidad de un árbol donde macho y hembra incuban los huevos y cuidan de los polluelos. Fotografía: Gilberto Cortés

Los tucanes collarejos muestran un fuerte vínculo de pareja, colaborando en todas las etapas de la reproducción. Los padres continúan cuidando a sus crías incluso después de que hayan abandonado el nido, enseñándoles a buscar alimento y a sobrevivir en el entorno (Figura 7).

Desafortunadamente, **el tucán collarejo enfrenta diversas amenazas, como la deforestación y la captura para el comercio ilegal de mascotas.** De acuerdo con las leyes mexicanas, es una especie sujeta a protección especial, y a nivel internacional se le considera como de preocupación menor (Figura 8).

El tucán collarejo **es una especie fascinante y un símbolo de la rica biodiversidad de nuestros bosques tropicales.** Al conocer más sobre esta ave y las amenazas que enfrenta, podemos tomar conciencia de la importancia de protegerla y su hábitat. **Cada uno de nosotros puede contribuir a la conservación de esta especie, simplemente informándose y apoyando iniciativas de conservación** (Figura 9).

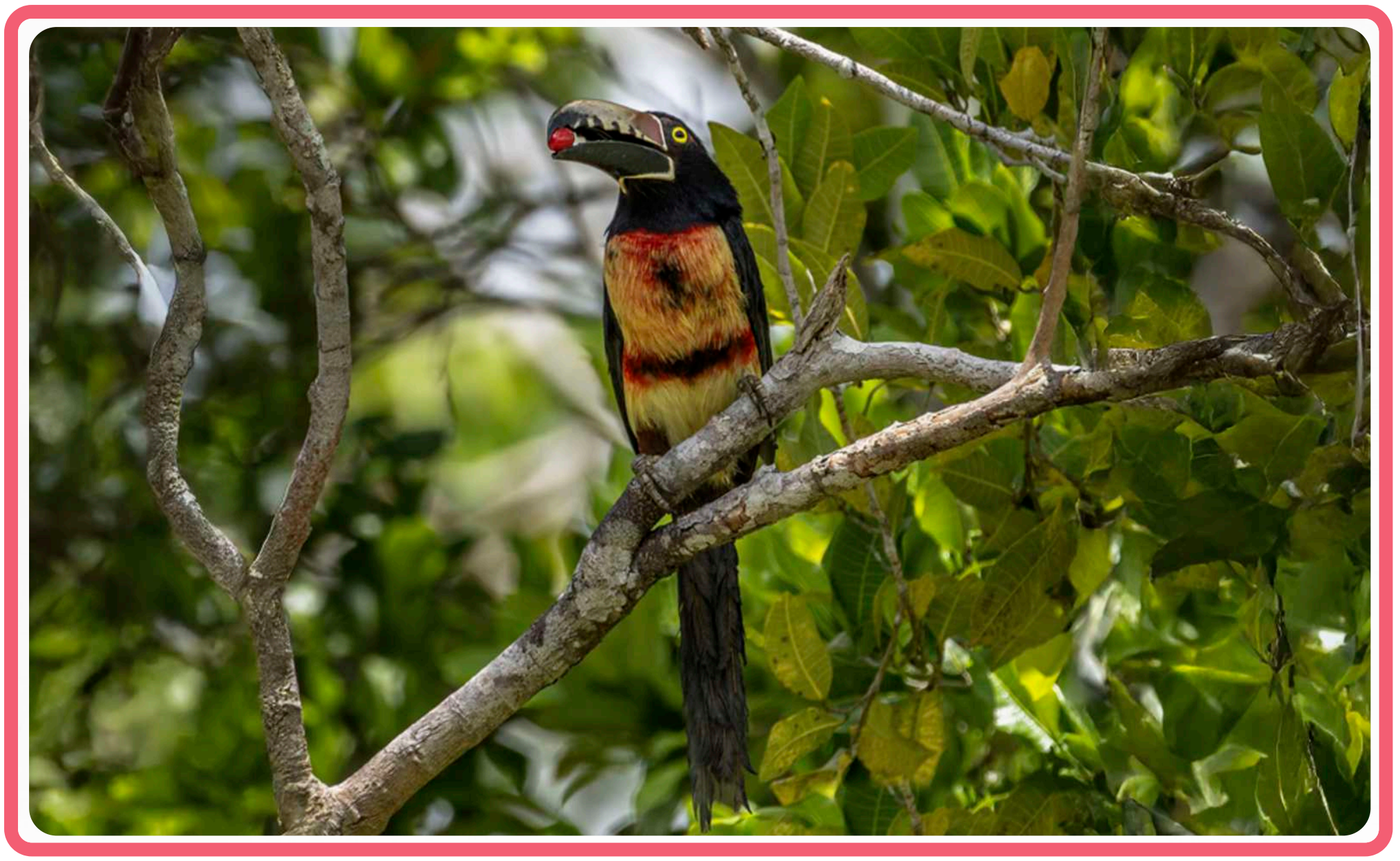


Figura 7. El tucán collarejo en su hábitat natural, mostrando su contrastante plumaje. Fotografía: Rosa Inés Aguilar

Figura 8. El pico curvo y colorido del tucán collarejo, es también un probable regulador de su temperatura corporal. Fotografía: Rosa Inés Aguilar

En resumen, el tucán collarejo es mucho más que un ave colorida. **Su papel en el ecosistema es fundamental para mantener la biodiversidad y la salud de los bosques tropicales** (Figura 10).

Figura 9. El largo y curvo pico del tucán collarejo es una herramienta adaptada para alcanzar frutas y otros alimentos en los bosques tropicales. Fotografía: Gilberto Cortés

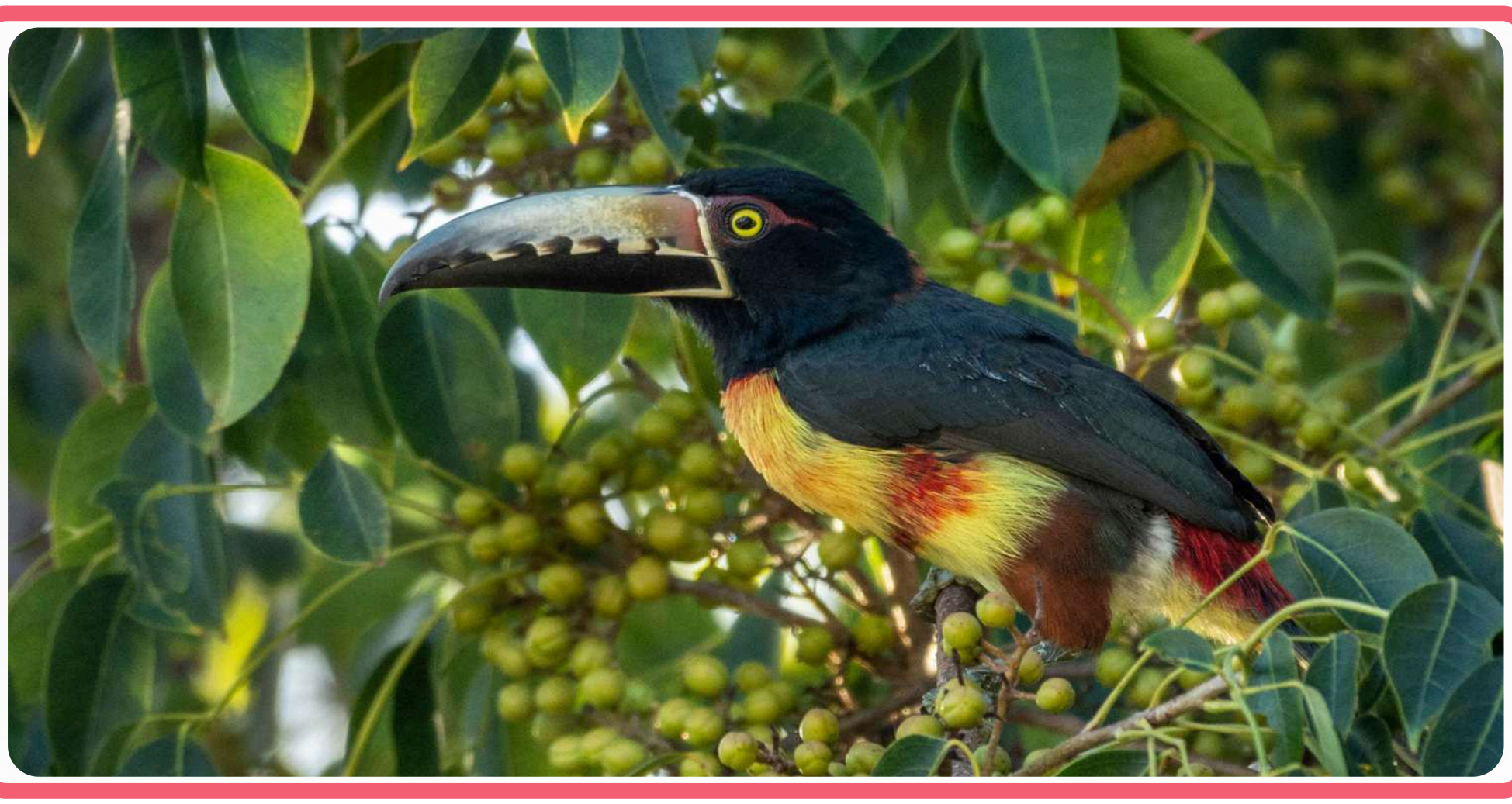


Figura 10. El tucán collarejo de hábitos frugívoros se alimenta y dispersa semillas de los frutos de palo mulato (*Bursera simaruba*). Fotografía: Gilberto Cortés

Ir al índice

Para saber más:

• Green C, Kannan R. 2020. Collared Aracari (Pteroglossus torquatus), version 1.0. In Schulenberg, TS (Ed). Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. Click aquí

• Stiles FG, Skutch AF. 2007. Guía de Aves de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Click aquí

Fotografía: Rosa Inés Aguilar

APICULTURA Y MEDIO AMBIENTE EN LA REGIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO

Fernanda Baena Díaz*

Wesley Dáttilo

Red de Ecoetología, INECOL

* fernanda.baena@inecol.mx

Fotografía: Designed by Freepik

La apicultura es la práctica de cuidar abejas para obtener productos como miel, cera, propóleo y polen, tanto para consumo humano como para ayudar en la polinización de cultivos. Desde que se introdujo la abeja europea de la miel (*Apis mellifera*) en México en el siglo XVII, esta actividad se ha convertido en una parte importante del campo mexicano, especialmente desde mediados del siglo XX. Hoy en día, **la apicultura mexicana es una de las más relevantes a nivel mundial, situando a México entre los diez mayores productores y exportadores de miel en todo el mundo.**

En México, la apicultura se divide en cinco grandes regiones: Altiplano, Costa Pacífico, Golfo, Norte y Península de Yucatán. Según datos oficiales, la región del Golfo, incluye estados como Veracruz, Tamaulipas, Tabasco, y partes de Hidalgo y San Luis Potosí, es una de las más importantes, solo superada por la Península de Yucatán. El estado de Veracruz, en particular, es uno de los mayores productores de miel en el país, ocupando el quinto lugar a nivel nacional en 2020 con una producción de 4,645 toneladas. En particular, Veracruz cuenta con un mosaico de ambientes donde se desarrolla la apicultura, ya que es un estado con una gran diversidad de ecosistemas, que van desde planicies costeras hasta montañas en la Sierra Madre Oriental y el Eje Volcánico Transmexicano. Aquí se encuentran bosques de coníferas, encinos, bosques mesófilos de montaña, selvas húmedas y secas, así como pastizales. Además, este estado ha experimentado importantes cambios de uso de suelo, como la conversión de bosques nativos a sistemas de cultivo o pastizales, y en diversos ecosistemas se cultivan productos como café, caña, piña, cítricos y maíz, además de contar con extensas áreas ganaderas.

Fotografía: Designed by Freepik

Las características ambientales donde se practica la apicultura son muy importantes, ya que influyen en la cantidad y la calidad de la miel producida, la cual depende de las flores que las abejas utilizan. Dependiendo del tipo de hábitat, **se puede practicar una apicultura fija, donde las colmenas permanecen en un lugar, o una apicultura donde las colmenas se mueven para seguir las floraciones.** Sin embargo, uno de los grandes retos para la apicultura en México es contar con bases de datos actualizadas que incluyan información sobre las asociaciones de apicultores, el número y ubicación de los apiarios, la cantidad de colmenas, la producción de miel y las problemáticas; por ejemplo las enfermedades de las colonias, así como los efectos del cambio climático. Esta información es clave no sólo para conocer la productividad de los apiarios, sino también para mejorar el manejo de *Apis mellifera* en el país e implementar políticas públicas adeacuadas para la apicultura. En este sentido, debido a la gran diversidad de ambientes en la que se desarrolla esta actividad económica, es importante entender la forma en que distintos factores ambientales y sociales podrían estar moldeando la actividad apícola. Por ejemplo, **factores como la precipitación (lluvia) anual promedio y la altitud sobre el nivel del mar, podrían tener un impacto significativo en la distribución y el éxito de los apiarios**, dependiendo de si estos se encuentran en áreas más húmedas o a diferentes altitudes. Gracias a diversos estudios previos se sabe que la precipitación anual y la temperatura son factores que determinan cómo interactúa *A. mellifera* con las especies de plantas en un lugar y momento determinado.

Fotografía: Chandlervid85, Freepik

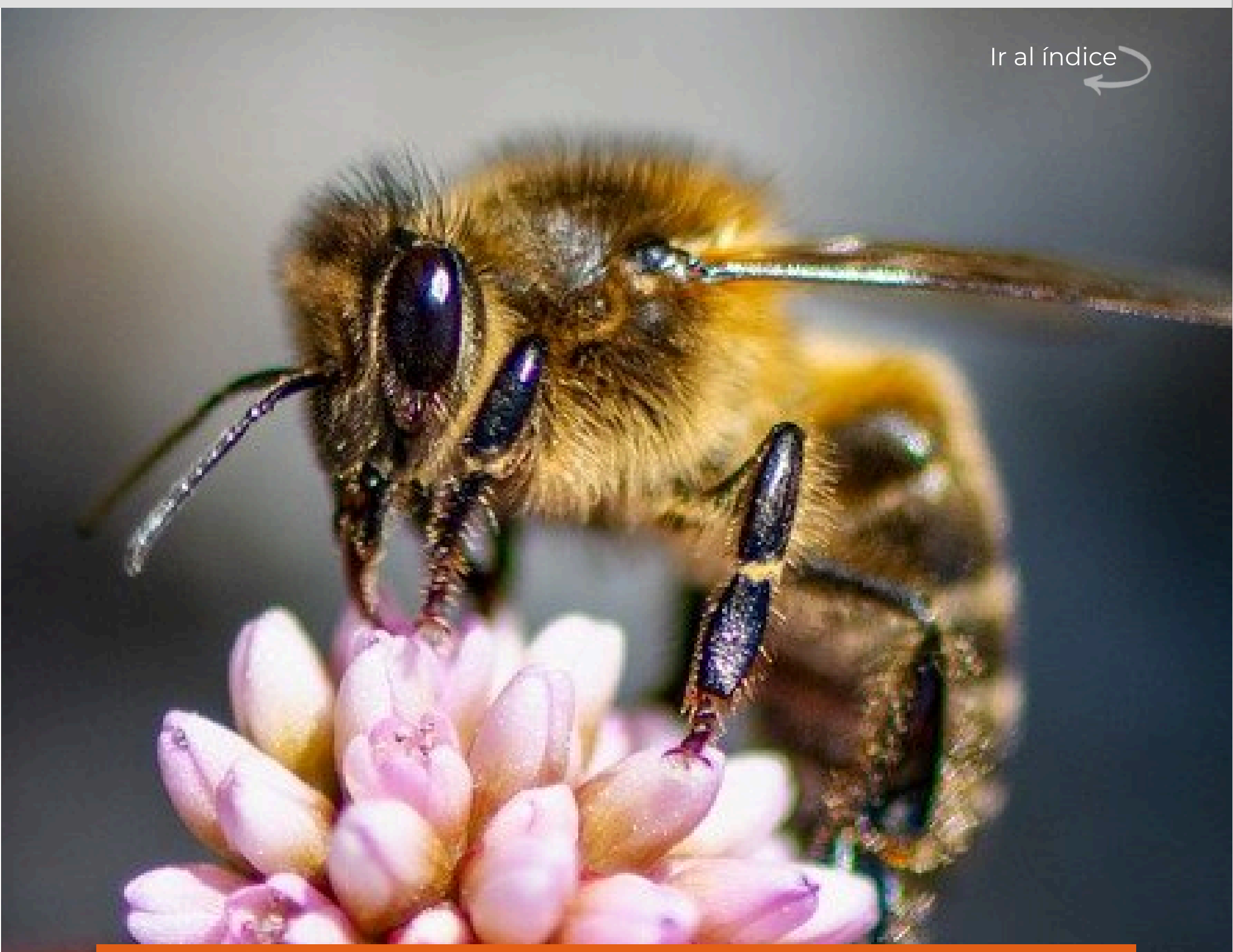
Otro aspecto relevante es el tipo de uso del suelo donde se desarrolla la apicultura, como terrenos agrícolas, asentamientos humanos o áreas de bosques nativos. A pesar de que la apicultura es una actividad muy extendida en México, desconocemos qué características tienen las localidades que son preferidas por los apicultores para colocar sus colmenas, así como los criterios que toman para movilizar sus colmenas. Esto es importante no sólo por la productividad que puedan tener, por ejemplo si se encuentran cercanas a un cultivo con muchas flores, a un pastizal o a un asentamiento humano. También es importante por el impacto que puedan tener estas abejas introducidas en los ecosistemas naturales, ya que se sabe que la presencia de *A. mellifera* modifica las relaciones entre abejas nativas y las plantas, al competir con éstas y desplazarlas. Además, factores sociales, como las características socioeconómicas de los apicultores podrían estar influyendo en el acceso a suministros de tecnificación, provisiones médicas para manejar enfermedades de las abejas, así como al mercado de la miel. Estos aspectos, son decisivos para el establecimiento, mantenimiento, extracción y venta de productos asociados a las colmenas.

Fotografía: Designed by Freepik

En conjunto, **la comprensión de los aspectos ambientales, biofísicos y sociales que determinan las actividades apícolas es de gran importancia para los tomadores de decisiones y para la generación e implementación de políticas públicas.** Esto no solo beneficiaría a la actividad económica de la apicultura, sino que también evitaría los posibles riesgos ambientales que *A. mellifera* puede representar en los hábitats naturales. En resumen, la apicultura en las diversas regiones del país depende tanto de las condiciones ambientales como de factores sociales y, para mejorarla, es necesario entender mejor la manera en que estos factores interactúan e influyen en la productividad de las colmenas. Por lo anterior, **sugerimos que futuros estudios incluyan datos sobre la productividad de la miel y de otros productos de las colmenas, así como los patrones de movimiento de las colmenas y los ciclos de floración**, para entender mejor cómo el uso del suelo y la vegetación influyen en la apicultura. **También es importante que estos estudios consideren las amenazas del cambio climático. Estas prácticas son cruciales para tomar decisiones que mejoren la salud de las colmenas, la productividad, la calidad de la miel y su clasificación.** Creemos que esta información puede ayudar a los responsables de las políticas públicas a optimizar la ubicación de los apiarios y mejorar la apicultura en la región del Golfo de México.

Fotografía: Designed by Freepik

Ir al índice



Agradecimientos

Proyecto fue apoyado por CONAHCYT en el año 2024 (CBF2023-2024-216 a Wesley Dáttilo).

Para saber más:

• Cruz Pinilla C, Luna P, Guevara R, Hinojosa-Díaz IA, Villalobos F, Dáttilo D. 2022. Climate and human influence shape the interactive role of the honeybee in pollination networks beyond its native distributional range. Basic and Applied Ecology 63, 186-95. Click aquí

• Baena-Díaz F, Chévez E, Ruiz de la Merced F, Porter-Bolland L. 2022. *Apis mellifera* en México: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 13(2), 525-48. Click aquí

Fotografía: Designed by Pixabay

MICORRIZAS: LAZOS DE AMISTAD ENTRE PLANTAS Y HONGOS

Rosa María Arias Mota*
Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

Yamel del Carmen Perea Rojas
Doctorado en Micología Aplicada, Centro de Investigación en Micología Aplicada, Universidad Veracruzana

*rosa.arias@inecol.mx

Ilustración: Rosa María Arias Mota

Las micorrizas son asociaciones de beneficio mutuo entre las plantas y ciertos grupos de hongos. En esta relación, la planta le proporciona al hongo azúcares y un hábitat para completar su ciclo de vida. Por su parte, el hongo ayuda a la planta en la captación de agua, y nutrientes minerales, además de proteger a la raíz de patógenos a través de su micelio (Figura 1). **Esta red de micelio funciona como extensiones que permiten el flujo de nutrimentos entre las raíces de diferentes plantas**, ya sea individuos de la misma especie o de especies diferentes (Figura 2). **De esta manera, se establecen asociaciones subterráneas entre las plantas**, aunque, a simple vista, podrían parecer lejanas y sin ninguna relación. Aproximadamente cerca del 80 % de las plantas presentan esta asociación benéfica.

¿Qué significa el término micorriza?

El término micorriza, **significa "hongo-raíz" y fue propuesto en 1885 por Albert B. Frank** un patólogo forestal alemán. En 1994, James Trappe definió a las micorrizas como "órganos de absorción dobles" que **se forman cuando los hongos viven dentro de los órganos de absorción sanos** (raíces, rizomas o talos) de las plantas terrestres, acuáticas o epífitas.

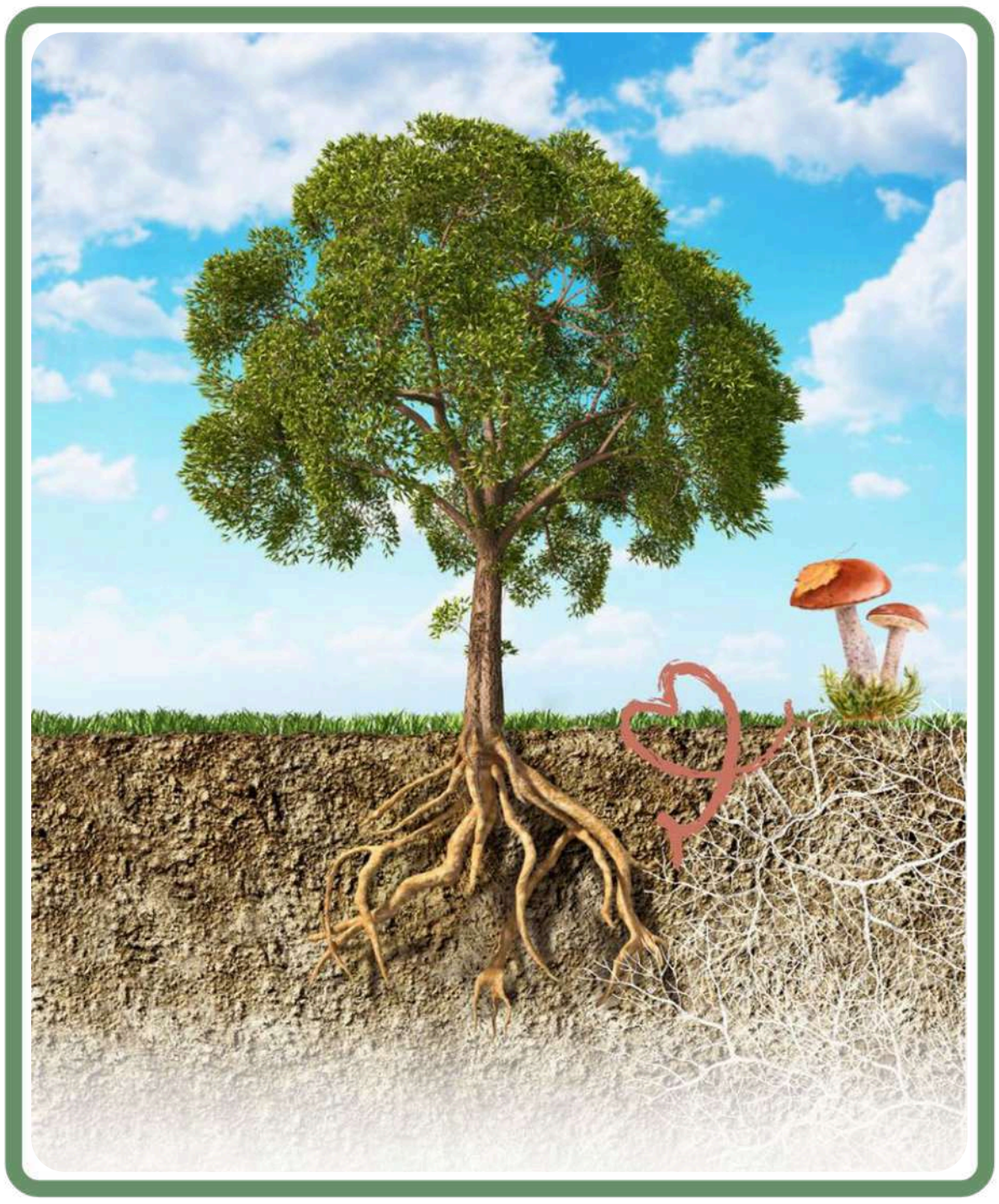


Figura 1. Asociación micorrícica entre las plantas y ciertos grupos de hongos. Ilustración: Rosa María Arias Mota

Figura 2. Micorrizas (hongo-raíz). Se observa una red de micelio blanco, los cuales permiten el intercambio de nutrientes entre las plantas y los hongos. Ilustracion: Rosa María Arias Mota

¿Sabes desde cuando inició esta asociación simbiótica entre las plantas y los hongos?

La evidencia científica muestra que esta asociación entre plantas y hongos surgió **en el Devónico temprano, hace 400 millones de años** (Figura 3). En este periodo, **las plantas acuáticas colonizaron el medio terrestre con la ayuda de las micorrizas.** Las micorrizas se encuentran en las raíces de las plantas en todos los ecosistemas desde los ambientes extremadamente secos como los desiertos hasta sitios muy húmedos como los bosques y las selvas.

¿Cómo se clasifican las micorrizas?

La asociación micorrícica se clasifica **por las estructuras que forman. Existen las micorrizas con manto fúngico y las micorrizas sin manto fúngico.** El manto fúngico se refiere a un grupo de hifas o micelio semejante a algodón fino que se forma en las raíces de las plantas cuando se establece una asociación con hongos.

Entre las micorrizas que presentan manto fúngico se encuentran las ectomicorrizas y las micorrizas arbutoides. Entre las que no tienen manto fúngico están las endomicorrizas, micorriza ericoides y micorriza orquideoides (Figura 4).

Figura 3. La asociación micorrícica surgió en el periodo devónico hace 400 millones de años.
Ilustración: Rosa María Arias Mota

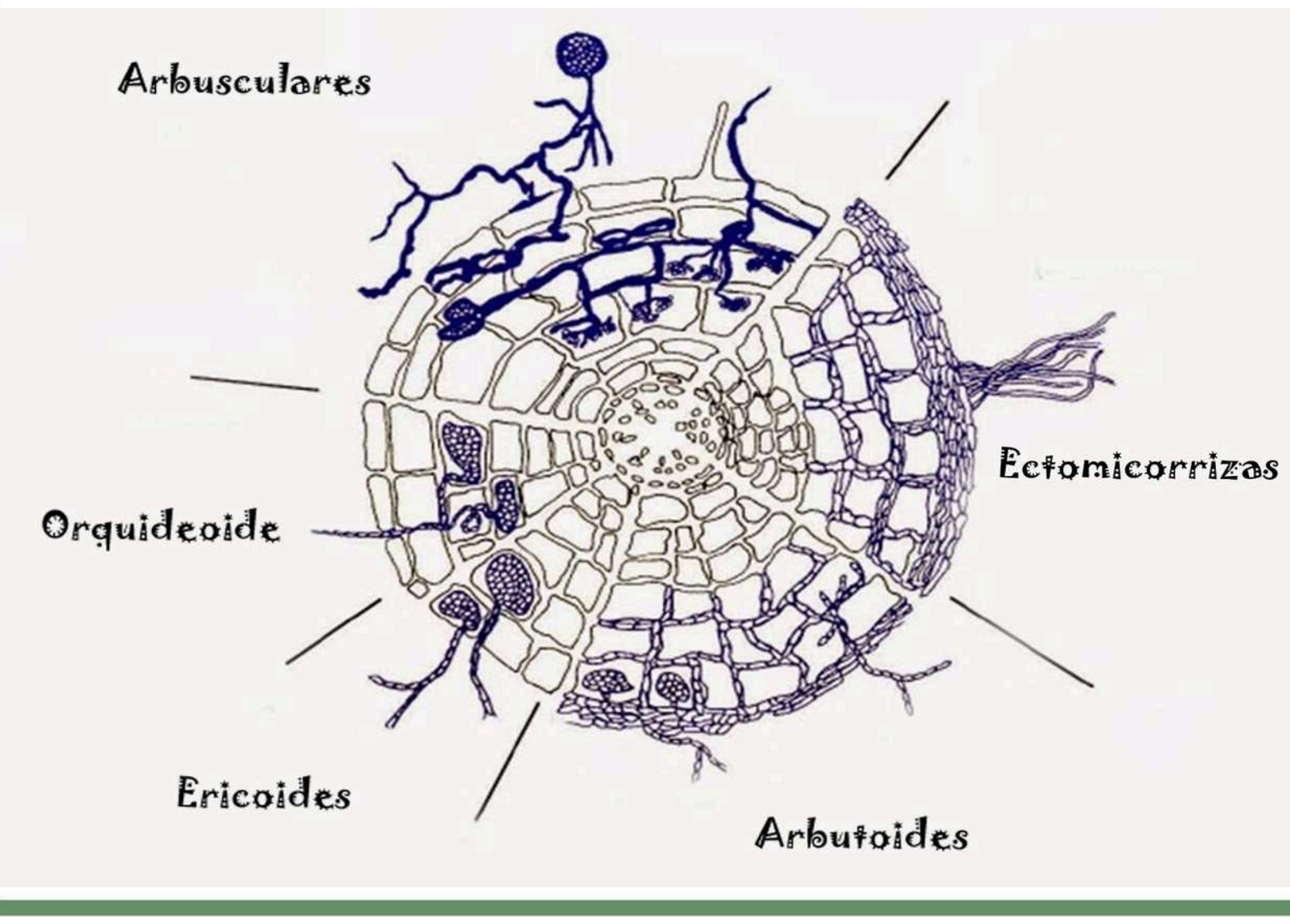


Figura 4. Representación de los tipos de micorrizas que existen en la naturaleza.
Ilustración: Yamel del Carmen Perea Rojas

Cada una de estas se asocia a determinado grupo de plantas. Por ejemplo, las ectomicorrizas se presentan en las plantas gimnospermas (como los pinos), las endomicorrizas o micorrizas arbusculares se relacionan con plantas herbáceas y leñosas; las micorrizas orquideoide con las orquídeas y las ericoides con plantas Ericaceas (como el madroño) en zonas frías.

¿Cuál es el tipo de micorriza más común?

Los dos tipos de micorrizas más comunes son **las ectomicorrizas y las endomicorrizas** (Figura 5).

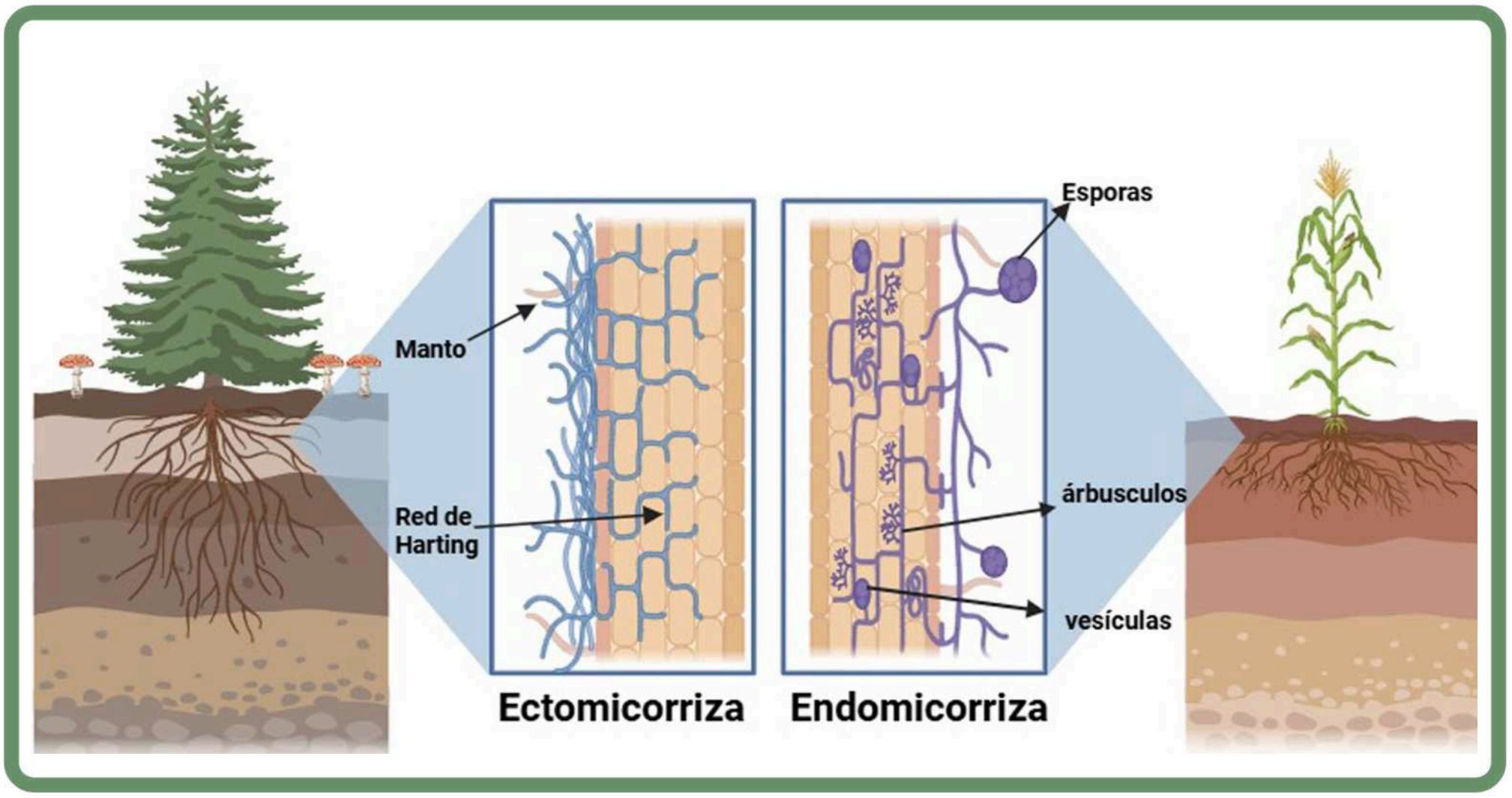


Figura 5. Micorrizas más comunes en la naturaleza: ectomicorrizas y endomicorrizas. Ilustración: Yamel del Carmen Perea Rojas

Las ectomicorrizas son aquellas que forman asociaciones con árboles como pinos (Figura 6), encinos, abetos y se caracterizan porque el hongo no penetra las raíces de la planta solo rodea las células de la corteza y forman una red de micelio llamada red de Hartig. Muchas especies de hongos ectomicorrízicos tienen valor comercial, ya que son comestibles. Algunos ejemplos son las panzas (*Boletus*), el tecomate (*Amanita muscaria*), el duraznillo (*Cantharellus cibarius*), y el azulito (*Lactarius indigo*) entre otras.

Las endomicorrizas se establecen con la mayoría de las plantas terrestres. Se caracterizan porque las hifas penetran las raíces de las plantas y forman unas estructuras llamadas arbúsculos y vesículas (Figura 7). Tiene gran importancia en la agricultura y la fruticultura, ya que promueven un mejor desarrollo y aumentan la producción en diferentes especies de leguminosas, cítricos, papaya, manzana, mango, aguacate, entre muchos otros.

Figura 6. Hongos ectomicorrícicos formando un círculo “anillo de hadas” alrededor de una conífera. Fotografía: Rosa María Arias Mota

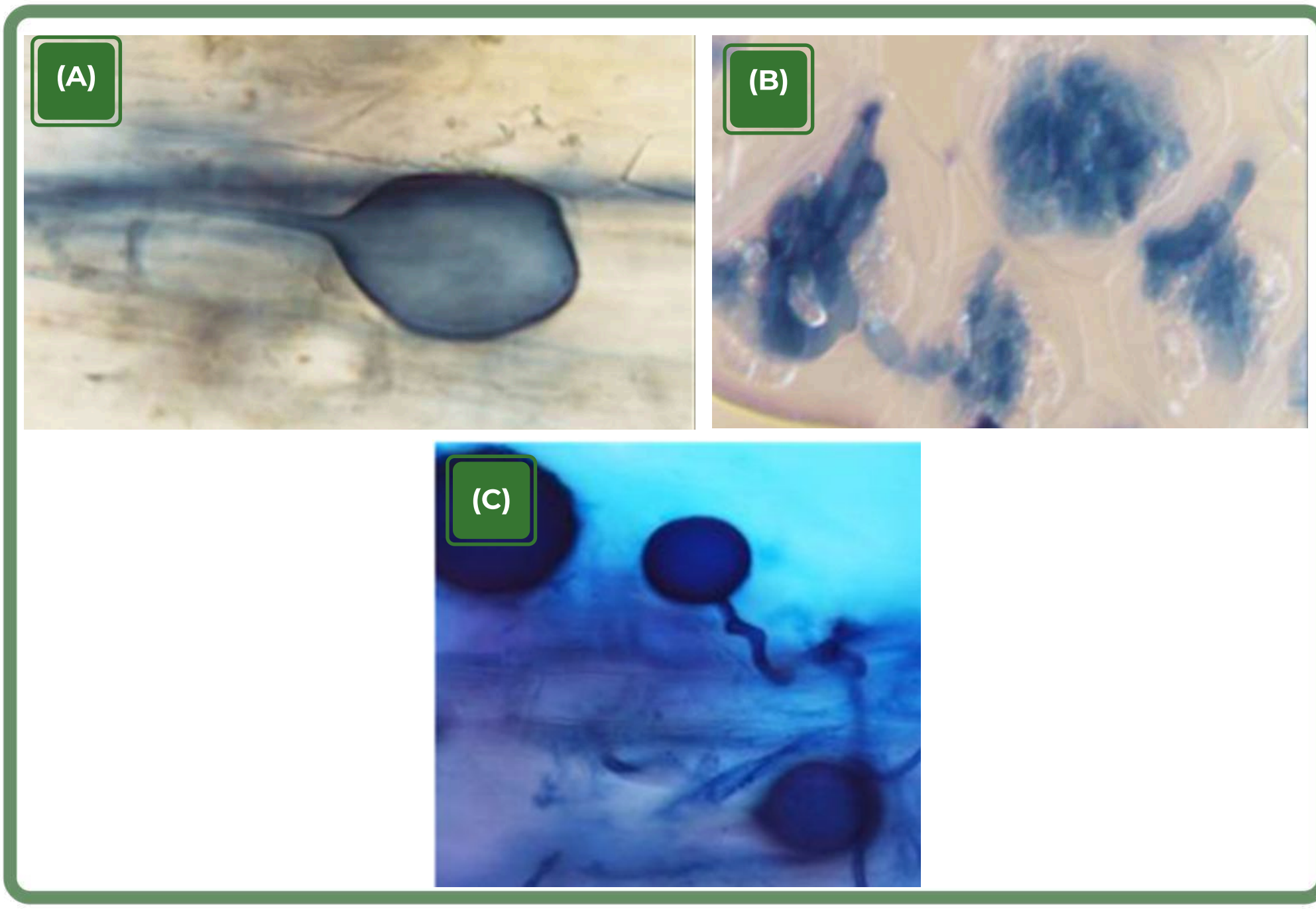


Figura 7. Estructuras típicas de las endomicorrizas dentro de las células de la raíz. (A) vesículas, (B) arbúsculos y (C) esporas. Fotografías: Yamel del Carmen Perea Rojas

Actividad: Ayuda a Toad a pasar la raíz micorrizada sin tocar las esporas, arbúsculos y vesículas (Figura 8).

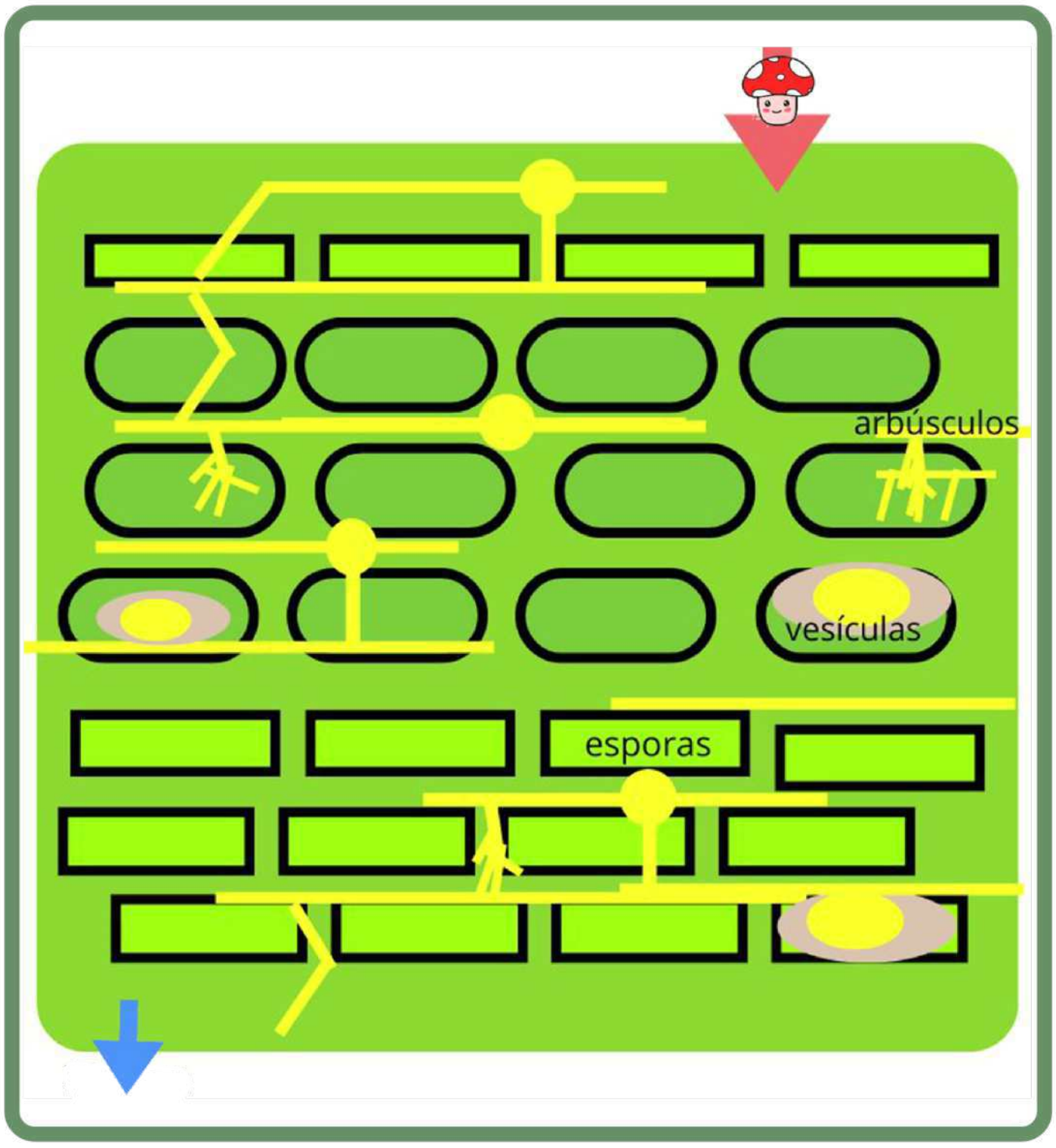


Figura 8. Actividad de laberinto. Ayuda a Toad a pasar la raíz micorrizada sin tocar las esporas, arbúsculos y vesículas. Ilustración: Rosa María Arias Mota

¿Qué importancia tienen las micorrizas?

El principal beneficio de la asociación micorrícica es el intercambio de nutrientes, agua y minerales por parte del hongo. **La importancia de los nutrientes que aporta el hongo a la planta puede verse reflejada en una mayor supervivencia en etapas tempranas del desarrollo y supervivencia al trasplante**. En las endomicorrizas la nutrición vegetal puede ayudar a aumentar la floración y la reproducción. Estos efectos han sido observados principalmente en plantas de interés agrícola (Figura 9). Adicionalmente, se ha comprobado que la asociación micorrícica **contribuye a incrementar la resistencia/tolerancia de las plantas a bajas temperaturas, sequía, salinidad, deficiencia en nutrientes y al exceso de metales pesados.** Así mismo, las micorrizas pueden reducir el daño causado ante el ataque de hongos patógenos y nemátodos. Por último, el micelio formado por los hongos ayuda en la estructura del suelo, pues permite la formación de agregados en el suelo, esto a través de la producción de una proteína llamada glomalina que actúa como cementante en las partículas de suelo.

Figura 9. Las micorrizas contribuyen a un mejor desarrollo de las plantas. En la imagen se puede observar las diferencias en la altura de una planta con y sin micorrizas.
Fotografía: Rosa María Arias Mota

Ir al índice

Para saber más:

• Andrade-Torres A. 2010. Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. Ciencia 8, 84-90. Click aquí

• Carrillo-Saucedo SM, Puente-Rivera J, Montes-Recinas S, Cruz-Ortega R. 2022. Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica. Acta Botánica Mexicana 129. Click aquí

• Saparrat MCN, Ruscitti MF, Arango MC. 2020. Micorrizas arbusculares. Libros de Cátedra. Editorial UNLP. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad de la Plata, Argentina. Click aquí

Fotografía: AS Photography, Pexels

MI PRIMER MODELO SOBRE DÓNDE VIVEN LAS ESPECIES: UNA EXPERIENCIA DIVULGATIVA

Claudio Mota Vargas
Mauricio Díaz-Vallejo
Alejandra Galindo-Cruz
Juan David Sánchez-Rodríguez
Coral E. Rangel-Rivera
Daniel Valencia Rodríguez
Alejandro Rodríguez Villa
Octavio Rojas Soto*
Red de Biología Evolutiva, INECOL

*octavio.rojas@inecol.mx

Fotografía: 304cina62, Pixabay

Una de las frases célebres de Leonardo da Vinci dice: **"La ciencia más útil es aquella cuyo fruto es el más comunicable".** Dicha frase ha sido interpretada en varios sentidos, siendo quizá los más comunes de ellos los que consideran que la ciencia que no se publica, no es ciencia, o que la ciencia que no se ve, no existe. Sin embargo, ¿quién está mirando a la ciencia? ¿sólo los científicos? ¿o también el público en general? Si nos adentramos un poco más a otras interpretaciones de la frase de Da Vinci, podríamos considerarla desde la perspectiva de la divulgación a un público no especializado y no exclusivamente como una publicación entre investigadores, como suele ser en el ambiente científico.

La divulgación implica traducir el conocimiento científico en un lenguaje sencillo y accesible, y ésta es una de las tareas fundamentales del Instituto de Ecología (INECOL): hacer que la ciencia sea de acceso universal. Un ejemplo claro de este esfuerzo por comunicar la ciencia al público en general, es la dinámica de **"Casa Abierta", un evento anual de divulgación en el que el INECOL abre sus puertas para que la sociedad conozca, descubra y experimente el mundo de la ciencia que se desarrolla en él.** Durante este evento, todas las personas pueden acceder a las diferentes áreas y laboratorios para conocer sus instalaciones, los proyectos de investigación que se realizan y las bases a partir de las cuales se construye la ciencia dentro del Instituto (Figura 1).

Figura 1. Mi primer modelo de nicho en Casa Abierta 2024.
Fotografía: Laboratorio de Bioclimatología

Una de las investigaciones que realizamos se enfoca en el estudio de los nichos ecológicos y la comprensión de la distribución de diferentes especies y grupos taxonómicos, como mamíferos, aves, reptiles, anfibios, insectos y plantas. **Cuando hablamos del nicho ecológico de una especie nos referimos a todas aquellas variables o condiciones ambientales bajo las cuales viven las especies y delimitan su distribución**; por ejemplo, la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, la radiación solar, entre muchas otras. Para estudiar los nichos ecológicos usamos programas de computadora que nos permiten relacionar las diferentes localidades donde se ha registrado la especie con las variables ambientales presentes en esos mismos sitios. **Gracias a estas herramientas podemos estimar los ambientes preferidos por las especies** considerando diferentes variables. Posteriormente se elaboran mapas donde se observan las áreas con las condiciones climáticas ideales para cada especie. De esta manera se generan los Modelos de Nicho Ecológico de las especies y **a los resultados obtenidos en forma de mapas, los llamamos Modelos de Distribución de Especies** (Figura 2).

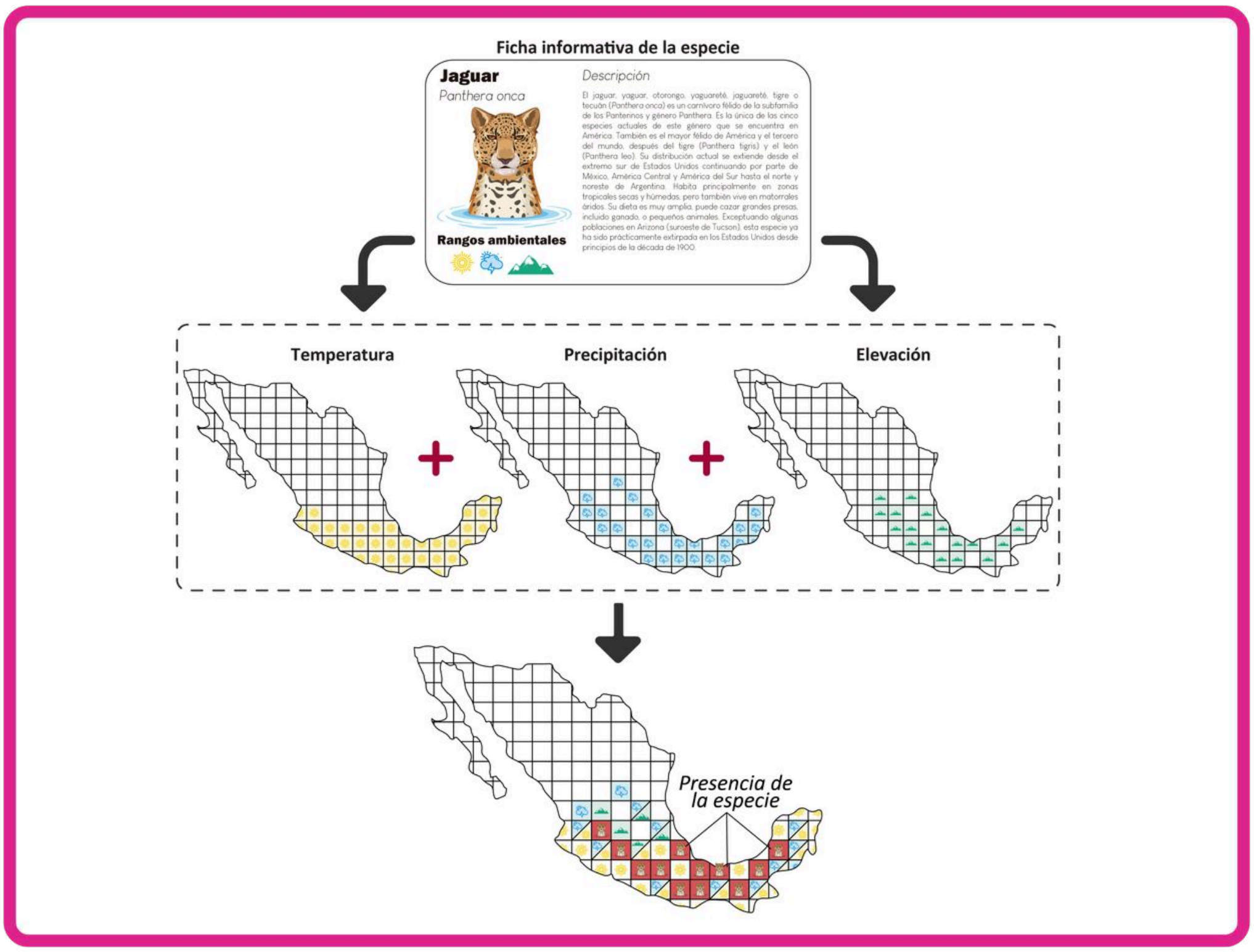


Figura 2. Esquema general de los Modelos de Nicho Ecológico.
Fotografía: Laboratorio de Bioclimatología

El 2016 fue el primer año en que propusimos como actividad para Casa Abierta la realización de "Dónde viven las especies" (Figura 3). Esta actividad **consiste en elaborar manualmente modelos de nicho ecológico y de distribución**, donde le informamos a los participantes los rangos ya conocidos de las variables ambientales (temperatura, precipitación y elevación) donde viven las especies elegidas para el ejercicio, y les pedimos identificar las áreas de coincidencia de esas variables a lo largo de una región. Esto constituye la esencia básica de los Modelos de Nicho Ecológico y los Modelos de Distribución de Especies. Durante la visita, **también explicamos a los asistentes por qué es importante contar con información sobre el nicho de las especies y su distribución, así como el tipo de preguntas de investigación que podemos responder con ayuda de esta información.** Se muestra cómo los modelos pueden ser usados en diversos campos de investigación de la Biología, incluyendo Ecología, Biogeografía, Sistemática, Epidemiología, invasión de especies, cambio climático, conservación, entre muchas otras aplicaciones.

Figura 3. Actividad para Casa Abierta 2016. Fotografía: Laboratorio de Bioclimatología

La experiencia ha sido tan motivadora, que desde entonces hemos realizado esta actividad y **han sido cientos de personas que han aclarado sus dudas respecto a la relación del clima con la vida en la tierra, así como el por qué las especies están donde están** (Figura 4). De hecho, el curso de Modelos de Nicho y de Distribución de Especies que impartimos anualmente en el posgrado del INECOL (Figura 5), lo iniciamos con este ejercicio tan ilustrativo, que esperamos motive a pensar sobre este fenómeno tan fascinante sobre por qué las especies viven donde viven. **¡La naturaleza es grandiosa, y juntos podemos explorarla, cuidarla y asombrarnos de todo lo que nos ofrece!**

Figura 4. Actividad para Casa Abierta 2023. Fotografía: Laboratorio de Bioclimatología

Figura 5. Curso de Modelos de Nicho y Distribuciones de Especies. Fotografía: Laboratorio de Bioclimatología

Ir al índice

Agradecimientos:

A los integrantes del laboratorio de Bioclimatología que han apoyado con la realización de las actividades de Casa Abierta INECOL.

Para saber más:

• Mota-Vargas C, Encarnación-Luévano A, Ortega-Andrade HM, Prieto-Torres DA, Peña-Peniche A, Rojas-Soto OR. 2020. Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. In Moreno CE (Ed), La biodiversidad en un mundo cambiante. UAEH, CONACYT, Liber Mex., pp. 41–63. Click aquí

• Ortega-Andrade S, Ortega-Andrade, H, Rojas-Soto O. 2016. Modelos de Nicho: a dos décadas de sus inicios. El Diario Ficaya Emprende 7, 4–7.

Fotografía: Heather Smith

Ciencia hoy

Fotografía Vinisa Romero

LA PELEA POR REGRESAR A CASA

Ana Itzel Segura Huape*
Laboratorio de Ecología de la Conducta, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Selene Asiul Barba Bedolla
Conservación de especies maravillosas de Bahía de Banderas, A.C. (CEMBAB A.C.) y UMA Santuario de las Guacamayas

Luis Felipe Mendoza Cuenca
Laboratorio de Ecología de la Conducta, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

*1907532g@umich.mx

Fotografía: Kunal Baroth, Pexels

Diversas especies de animales como algunos mamíferos, aves, reptiles y peces son filopátricos, es decir que regresan a reproducirse al lugar donde nacieron. La evolución de este comportamiento, se explica por las múltiples ventajas que brinda regresar a vecindarios en donde se tiene experiencia y familiaridad. **Mientras más familiarizados están los individuos con un sitio de anidación, tendrán mejor conocimiento de la disponibilidad y distribución de los recursos necesarios para sobrevivir y reproducirse.**

Esta conducta generalmente es aprendida a temprana edad de padres y vecinos, y consolidada por la permanencia con los padres durante los primeros años de vida. Existen excepciones a esta conducta, como es el caso de especies como las tortugas marinas cuyas migraciones de cientos de kilómetros para regresar a desovar al sitio donde nacieron son guiadas por el campo magnético terrestre.

Las colonias filopátricas se conforman tanto por vecinos con los que se tiene algún grado de parentesco (abuelos, padres, tíos, hijos), como por vecinos sin parentesco pero que se conocen e interactúan durante mucho tiempo. La permanencia de estas interacciones sociales de manera continua a lo largo del tiempo con ambos tipos de vecinos permite conocer sus intereses reproductivos (tiene pareja o buscan una), su potencial competitivo (tiene nido o buscan nido) y establecer grupos cohesivos de vecinos con alianzas y colaboraciones recíprocas, reduciendo los conflictos entre vecinos.

Diversas especies regresan a reproducirse al lugar donde nacieron. trasladándose incluso kilómetros. Fotografía: Jeff Guab, Pexels

Filopatría natal en aves

En aves, la filopatría con los vecindarios es una adaptación clave en su historia evolutiva. **Es el resultado de la experiencia de adultos y su cuidadosa elección de vecindarios con características óptimas para anidar, como es una adecuada cubierta vegetal, la disponibilidad de alimento, la ubicación espacial, y la baja presencia de depredadores.** Estas condiciones incrementan las probabilidades de sobrevivencia de los polluelos. Por ello, estos ambientes son los más preferidos y reutilizados.

Ejemplos notables de fidelidad al sitio de anidación son los pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*). Estos pingüinos son monógamos (tienen una sola pareja a lo largo de su vida). Forman colonias numerosas de individuos que viajan miles de kilómetros para regresar al lugar donde nacieron y donde han anidado por años (Figura 1).

Figura 1. Comunidad de pingüinos de Magallanes en su sitio de anidación. Fotografía: Pxhere, Creative Commons

Igualmente, las aves del alcaudón chico (*Lanius minor*) migran desde Sudáfrica hasta Europa, hacia sus sitios de reproducción. Se ha observado que cerca del **50 % de los individuos reanidan en el mismo árbol usado en años previos** (Figura 2).

Figura 2. Pareja de Alcaudón chico en su sitio de anidación.
Fotografía: Animalia Bio, Creative Commons

¿Cómo y porqué regresar al vecindario donde nací?

La información de la calidad del vecindario proviene de la experiencia propia por haber nacido, sobrevivido y crecido en esa área. En cambio, la información respecto a la distribución de recursos y riesgos presentes es transmitida de padres a hijos y este aprendizaje se complementa con la observación del uso del hábitat por sus vecinos. En general, padres bien informados que eligieron vecindarios donde lograron llevar a la mayoría de sus huevos hasta volantones, deberían ser fieles al vecindario y regresar a reproducirse. Mientras que individuos con bajo éxito de anidación, probablemente reubicarán sus sitios de anidación o competirán por nidos exitosos en el mismo vecindario el siguiente año (estrategia ganar-quedarse, perder-cambiar). Es decir, la capacidad de aprender de los aciertos y errores pasados y recordarlos en la toma de decisiones futuras de anidación, parece estar asociada con el desarrollo de importantes capacidades cognitivas que forma parte de la evolución de las aves filopátricas. **En resumen, la capacidad de adquirir información, aprender y entonces tomar decisiones reproductivas, es un rasgo adaptativo en las aves que permite ahorrar tiempo y energía, e incrementar las probabilidades de sobrevivencia futuras de las crías.**

Guacamayas volando. Fotografía: Creative Commons

¿Pero es fácil regresar al nido?

La fidelidad al vecindario generalmente resulta en peleas con uno o varios individuos por acceder y conservar un nido. Las peleas implican gasto de tiempo y energía, posible daño físico y aumentan el riesgo de ser detectado por los depredadores. Estos incrementos en los costos de la anidación, aunados a los del cuidado parental, hacen que la fidelidad a los vecindarios no sean solo resultado de la familiaridad y calidad de los vecindarios, sino también de la capacidad de defensa de los individuos. Dicha capacidad depende de la edad y del tamaño de los individuos, así como del nivel de riesgo al que están dispuestos a incurrir por su conocimiento y experiencia de la calidad del nido. Por ejemplo, en peleas de primerizos contra experimentados, estos últimos tienen ventaja debido a su mayor experiencia. En ese sentido, **la formación de parejas monógamas de por vida, parecería una estrategia que elimina la competencia futura entre dos individuos con la misma experiencia/información de anidación del año previo, y además permite la defensa conjunta incrementando la probabilidad de ganar las peleas por el sitio de anidación.**

Guacamaya verde, un ejemplo de alta fidelidad de anidación

Se realizaron observaciones sobre la fidelidad de anidación en una población silvestre de guacamaya verde *Ara militaris* ubicada en "El Santuario de las Guacamayas" en Cabo Corriente, Jalisco, México. En esta zona **se han hecho importantes esfuerzos de conservación de la guacamaya ante la tala de los árboles y la pérdida de sus lugares de anidación.** Se colocaron cajas nido en los 3 vecindarios en que históricamente anidaba esta especie y que han sido utilizados por las parejas desde hace más de 6 años. Un estudio de largo plazo de la conducta de anidación, cuidado parental y ecología térmica mostró que las guacamayas forman parejas permanentes con fidelidad de anidación al Santuario. Las aves regresan al mismo vecindario que utilizaron en años anteriores y en múltiples ocasiones acompañadas de sus polluelos de años previos. **Durante el primer mes de cada temporada de anidación, las parejas regresan primero a vecindarios/nidos exitosos del año previo y ahí ocurre el mayor número de peleas por los nidos**, las cuales son de mayor duración e intensidad. El 40 % de los nidos exitosos (determinado por el número de volantones que salen del nido) los ganan las parejas que anidaron ahí el año previo, y el resto lo ganan parejas que anidaron en ese vecindario. También ganan los nidos exitosos las parejas que escalaron más en los combates (Figura 3).

Figura 3. Parejas de Guacamayas peleando por un nido.
Fotografía: Selene Barba

Una vez ocupados estos nidos, inician los combates en vecindarios con nidos no exitosos (a veces con mayor depredación), generalmente menos intensos y en algunos casos los nidos los ganan las parejas novatas. Lo anterior sugiere que, en la guacamaya verde, una especie de larga vida, **la experiencia, la familiaridad y la formación de parejas permanentes parecen importantes ventajas adaptativas que incrementa la capacidad de mantener la fidelidad a los sitios de anidación** en esta llamativa especie de ave (Figura 4).

Figura 4. Parejas de Guacamayas peleando a gritos por ganar un nido.
Fotografía: Selene Barba

El comportamiento filopátrico es evolutivamente conveniente, pues el regresar a un entorno con el que se está familiarizado, brinda enormes ventajas en relación con el éxito de anidación de los padres. Además, **este comportamiento se ha asociado a la evolución de un incremento en la capacidad cognitiva de las especies, permitiendo recordar tanto el sitio de anidación, como el éxito reproductivo en temporadas pasadas y establecer altos niveles de sociabilidad** y vecindarios de anidación estables a lo largo del tiempo.

Agradecimientos

Al Santuario de las Guacamayas por la importante y valiosa labor de conservación que realizan y permitirnos admirar y aprender sobre Guacamayas. Al CEMBAB A.C. por facilitarnos observar y conocer de cerca el comportamiento de las guacamayas y todo lo que conlleva el rescate y conservación de esta especie.

Para saber más:

Ir al índice

• Barba-Bedolla S A. 2023. Cuidado Parental y Estabilidad Térmica durante la anidación en *Ara militaris* en Bahía de Banderas, Jalisco México. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

• Feng C, Yang C, Liang W. 2019. Nest-site fidelity and breeding dispersal by Common Tailorbirds in a tropical forest. Avian Research 10(1), 1-6. Click aquí

• Hoi H, Krištín A, Valera F, Hoi C. 2012. Traditional versus non-traditional nest-site choice: Alternative decision strategies for nest-site selection. Oecologia 169(1), 117–124. Click aquí

Fotografía: Lurii Laimin, Pexels

LAS ARAÑAS NI BICHOS, ALIMAÑAS O INSECTOS: CONOCELAS Y PROTÉGELAS

Patricia Salazar Silva*
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas

Humberto Jared Lacayo Ramírez**
Red de especialistas e investigadores en arácnidos y reptiles de importancia médica

*patricia.ss@bahia.tecnm.mx
**fotojlcientifica@gmail.com

Araña lince verde (*género Peucetia*). Fotografía: Humberto Jared Lacayo Ramírez

Las arañas pueden parecernos indiferentes porque nos hemos acostumbrado a verlas en paredes y rincones de habitaciones. **Para algunas personas son atemorizantes pero para otras resultan atractivas.** Lo sorprendente es que estas emociones afectan la supervivencia de las arañas: **la indiferencia origina que no se reconozca su importancia, el temor que sean eliminadas y la atracción que sean extraídos ilegalmente de su hábitat.**

Comúnmente solemos llamarles alimañas, bichos o insectos, aunque en realidad, no son uno ni lo otro. No son alimañas puesto que no constituyen plagas ni causan daño; tampoco son insectos porque no tienen alas, antenas ni tres pares de patas. En la clasificación biológica del reino animal, **las arañas (arácnidos) se consideran como artrópodos, es decir animales invertebrados, con apéndices articulados (patas), y con un esqueleto externo (exoesqueleto) que cambian (mudan) periódicamente. Todas las arañas tienen un cuerpo dividido en dos partes, cuatro pares de patas y un par de quelíceros** (el primer par de apéndice) **que terminan en una pinza o pequeña garra y que utilizan para alimentarse.**

El catálogo de arañas del mundo (World Spider Catalog) registra 52,269 especies, las cuales pertenecen a 128 familias, aunque los expertos estiman que podrían existir muchas más. **Son animales que han existido desde hace 300 millones de años.** La mayoría son pequeñas (hasta 2 mm) excepto la araña Goliath (*Theraphosa blondi*) llamada así por su tamaño de hasta 30 cm y peso de 150 g. Esta araña gigante también es conocida como “comedora de pájaros” y habita en selvas tropicales de Sudamérica.

Representación de 3 de las 52,269 especies registradas en el catálogo de arañas (World Spider Catalog). Fotografías: Vinisa Romero

Las arañas viven en casi todos los ambientes del planeta, incluyendo altitudes mayores a los cinco mil metros, como la araña saltarina descubierta en el monte Everest (*Euophrys omnisuperstes*). **Son más diversas en regiones tropicales y subtropicales pues prefieren los climas cálidos. Son los principales depredadores de insectos voladores y cazadoras de insectos herbívoros** ayudando de esta manera con el control de la herbivoría de plantas.

La seda de su telaraña un material para la industria biomédica

Todos asociamos a las arañas con la formación de telarañas, sin embargo, **no todas construyen telarañas.** Por ejemplo, la arañas lince (familia Oxyopidae) nombradas así por su modo de caza, **se lanzan sobre sus presas a gran velocidad.** Las pequeñas arañas saltadoras (familia Salticidae) y las arañas lobo o tarántulas (familia Lycosidae) tampoco se valen de una telaraña para atrapar a sus presas.

Fotografía: Vinisa Romero

Las glándulas de seda se localizan en el abdomen, generalmente producen hilos y algunas gotitas con neurotoxinas en la telaraña. Las telarañas son diversas en composición química, estructura y funciones: **las usan para escapar de sus depredadores, construyen redes para capturar a sus presas, capullos para proteger a sus huevos, recubren a sus presas para inmovilizarlas, para dispersarse utilizando largos hilos de seda y para percibir vibraciones.** En el campo de la salud humana la telaraña ya ha sido utilizada desde el siglo 18 para suturas de heridas. Aunque no es fácil obtener seda a escala industrial **es de interés en la industria biomédica por ser un biomaterial fuerte, flexible, biocompatible, biodregradable, no tóxicos con aplicación potencial en la medicina reconstructiva y regenerativa de piel, cartílagos, tendones, huesos, ligamentos y conductos como vasos sanguíneos.**

Su veneno podría ser una cura

El veneno de las arañas también las hace sorprendentes. Son animales depredadores y en sus quelíceros (las pinzas) poseen glándulas secretoras de toxinas que matan y paralizan a sus presas. Las toxinas también sirven como mecanismo de defensa o para competir con otros individuos. **La mayoría producen venenos, pero sólo un 0.5 % son potencialmente peligrosas para el humano.** Como en todo, hay excepciones: las arañas de la familia Uloboridae carecen de glándulas de veneno y envuelven a sus presas con seda en lugar de paralizarlas con toxinas.

La composición química del veneno es una mezcla de enzimas, proteínas, péptidos, ácidos nucleicos, neurotoxinas, aminoácidos; es compleja porque su composición estructural es específica o sea única en cada especie. **El veneno de las arañas es de interés en la biotecnología por su actividad antibacterial, antifúngica, anticancerígena, analgésica, necrótica, citotóxica y por ello su aplicación para desarrollar tratamientos para el cáncer y el dolor; en la agricultura se utilizan para producir bioinsecticidas.**

Araña viuda negra (género *Latrodectus*). La mayoría de las especies del género son venenosas.
Fotografía: Humberto Jared Lacayo Ramírez

Amenazas

En México se han identificado 2,466 especies de arañas, ocupando el 4° lugar a nivel mundial en cuanto a riqueza de estos organismos. Se conocen principalmente de hábitats como bosques, humedales, matorrales, selva alta y baja. La conservación de las arañas depende en gran parte de mantener áreas con cobertura de vegetación. Por ello, **las principales amenazas son la deforestación para la agricultura, la producción forestal, los incendios forestales.** Otras amenazas son el crecimiento desmedido de las ciudades, la contaminación, el cambio climático y su popularidad como mascotas o animales de compañía que ha originado el comercio ilegal y extracción de los organismos de su ambiente con fines comerciales.

De los arácnidos (tarántulas y escorpiones) del mundo 1,264 especies son vendidas en el comercio internacional y el 67 % de esos ejemplares viene de la vida silvestre. De esos arácnidos, **903 especies son arañas y las tarántulas (Figura 1) constituyen el 50 % de los arácnidos que se venden.** El comercio ilegal genera grandes ingresos y tienen demanda principalmente las arañas que provienen de América Latina y Asia por ser de mayor tamaño y coloración vistosa. Entre las políticas de conservación a nivel internacional la Convención sobre el Comercio Internacional de especies de vida libre de flora y fauna amenazada (CITES), regula el comercio de especies de vida silvestre y en sus apéndices presenta 36 especies de arañas, es decir sólo regula el 1 % de las arañas. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) tiene evaluadas como críticamente amenazadas a 56 especies arañas, como amenazadas a 69 y como vulnerables a 53, y de 35 indica no tener información. A nivel nacional, la Norma Oficial Mexicana que identifica las especies de flora y fauna amenzadas y en peligro de extinción (NOM-059-Semarnat 2010) contiene tres especies de tarántula del género *Brachypelma* consideradas como amenazadas, y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) permite el comercio legal a criaderos autorizados con la intensión de disminuir la extracción del medio natural. Por esto y muchas cosas más las arañas son valiosas y debemos estudiarlas (Figura 2).

Figura 1. Tarántula de piernas oxidadas, *Brachypelma boehmei* Schmidt y Klaas 1993. Tarántula mexicana endémica en el Occidente de Guerrero. Se encuentra entre las cinco especies de tarántulas más comercializadas en el mundo. No incluida en la Lista Roja de la UICN ni en la Nom 059-Semarnat-2010. Fotografía: Humberto Jared Lacayo Ramírez

Figura 2. Segundo autor recolectando arañas, su estudio mejora el conocimiento de su biodiversidad. Fotografía: Patricia Salazar Silva

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México por el apoyo recibido de la convocatoria Proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación para Estudiantes (2021-Tecnm), donde el segundo autor participó. A la Dra. Claudia Isabel Navarro Rodríguez por sus valiosas sugerencias al manuscrito.

Para saber más:

• Branković M, Zivic F, Grujovic N, Stojadinovic I, Milenkovic S, Kotorcevic N. 2024. Review of Spider Silk Applications in Biomedical and Tissue Engineering. Biomimetics 9(3), 169. Click aquí

• Francke O. 2014. Biodiversidad de Arthropoda (Chelicerata:Arachnida ex Acari) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85(Supl), S408-S418. Click aquí

• Saez N, Volker H. 2019. Versatile Spider venom peptides and their medical and agricultural aplications. Toxicon 158:109-126. Click aquí

Fotografía: Pixabay, Pixabay

Jóvenes Científicos

Fotografía: Vinisa Romero

LOS CANTOS DE LAS PRIMAVERAS EN CIUDADES, CULTIVOS Y BOSQUES

Edson A. Alvarez-Alvarez*
Facultad de Ciencias Químico-Biológicas,
Universidad Autónoma de Guerrero

Fernando González-García
Red Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

R. Carlos Almazán-Núñez
Facultad de Ciencias Químico-Biológicas,
Universidad Autónoma de Guerrero

*alvarez.ea@outlook.com

Fotografía: Vinisa Romero

¿Qué son las primaveras?

Las primaveras o mirlos (*Turdus* sp.) son **aves pertenecientes a la familia Turdidae**. La característica vocal de estas aves es que **sus cantos son muy melodiosos, llamativos y estruendosos. Dos ejemplos interesantes son la primavera dorso canela** (*Turdus rufopalliatus*) **y la primavera garganta blanca** (*Turdus assimilis*). Estas especies viven en distintos ambientes: la primera vive en selvas secas y semihúmedas, asentamientos humanos y áreas agropecuarias (Figura 1A), mientras que la segunda habita en bosques húmedos, templados y secos, plantaciones de café bajo sombra y áreas agropecuarias (Figura 1B).

Figura 1. (A) La primavera dorso canela buscando pequeños insectos en un área agropecuaria. Fotografía: Ana López Flores. (B) La primavera garganta blanca perchada en la rama de un árbol en un bosque. Fotografía: Osvaldo Balderas

En México, la primavera dorso canela se encuentra distribuida desde Sonora hasta Hidalgo y Oaxaca, mientras que la primavera garganta blanca se distribuye de Sonora a Oaxaca, de Tamaulipas a Tabasco y en Chiapas (Figura 2). La primavera dorso canela tiene la cabeza de un tono grisáceo, la garganta es blanca con franjas negras, el vientre y el dorso son color canela, el pico es amarillento y sus patas tienen un tono café claro. La primavera garganta blanca tiene la cabeza y el dorso color marrón grisáceo, la garganta es blanca con franjas negras, el vientre es café claro, el pico es amarillento y las patas son de un tono grisáceo-amarillento. **Ambas primaveras se alimentan de insectos y frutos** (Figura 3).

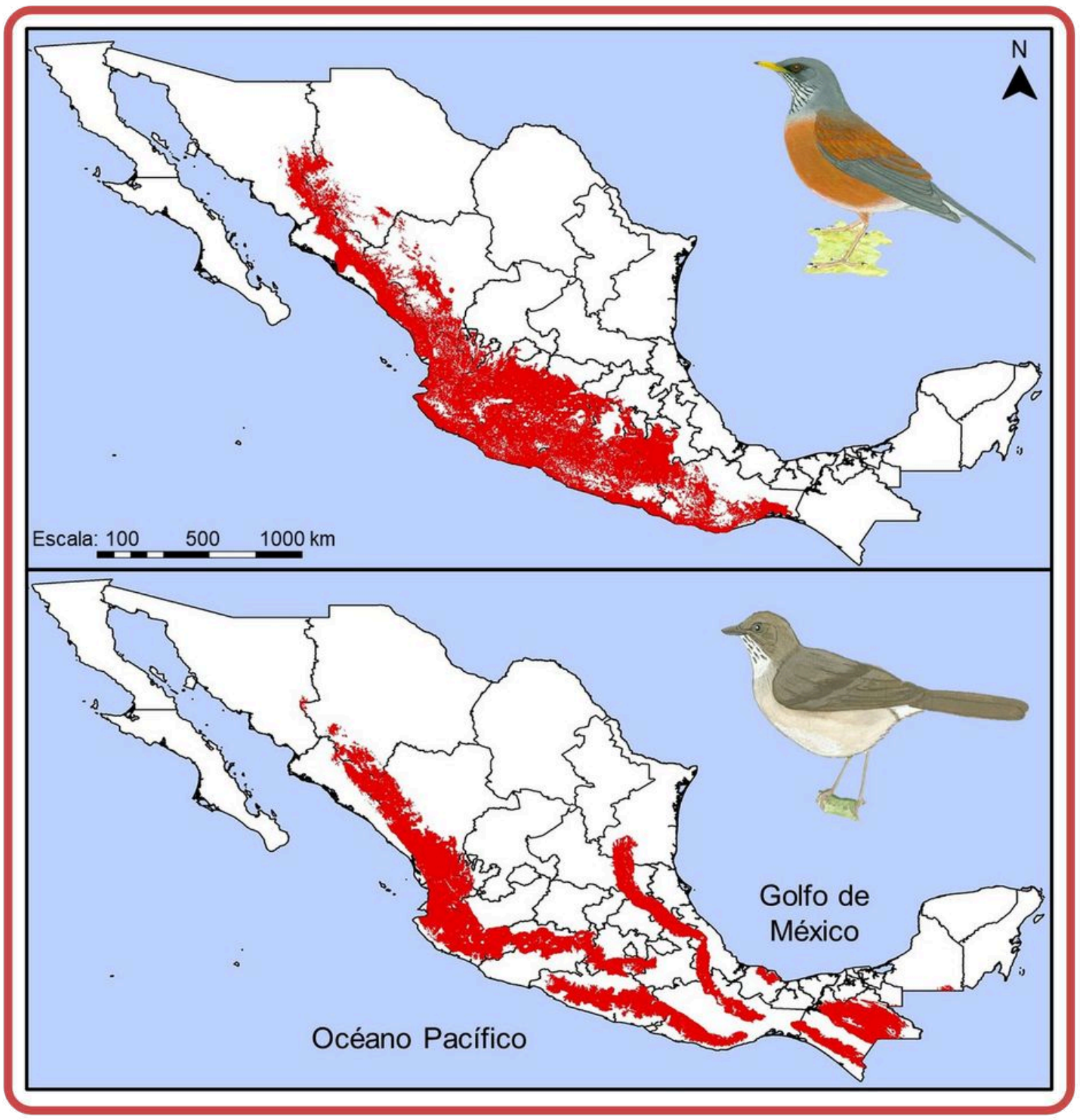


Figura 2. Mapas de distribución potencial de la primavera dorso canela (mapa superior) y la primavera garganta blanca (mapa inferior). Los datos para crear los mapas se obtuvieron de Navarro-Sigüenza AG y colaboradores. 2018. Distribución potencial, escala 1:1300000. Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Figura 3. La primavera dorso canela (lado izquierdo) y la primavera garganta blanca (lado derecho) buscando frutos en los árboles. Fotografías: Catherine Cerros Pastor (izquierda) y Osvaldo Balderas (derecha)

Importancia de los cantos de las primaveras

Durante la época de primavera cuando los días son más cálidos, la vegetación es más frondosa y hay más cantidad de alimento, se puede observar que las primaveras brincan entre las ramas, caminan en el suelo o, simplemente, cantan al amanecer (Figuras 4A, B). La razón de esto es que **esta época del año (abril a julio) coincide con el período reproductivo de estas aves, lo que hace que los machos estén más activos, aumenten su actividad vocal para cortejar a las hembras, aparearse y reproducirse.** La forma más efectiva para lograr el cortejo es a través de la emisión de cantos que permiten a los machos y a las hembras comunicarse. Pero **la importancia de estas señales acústicas no solo radica en el éxito reproductivo, sino también en la defensa del territorio, ahuyentar a los depredadores, alimentar a las crías y reconocer a la parvada, pues una buena comunicación mejora la supervivencia de las aves.**

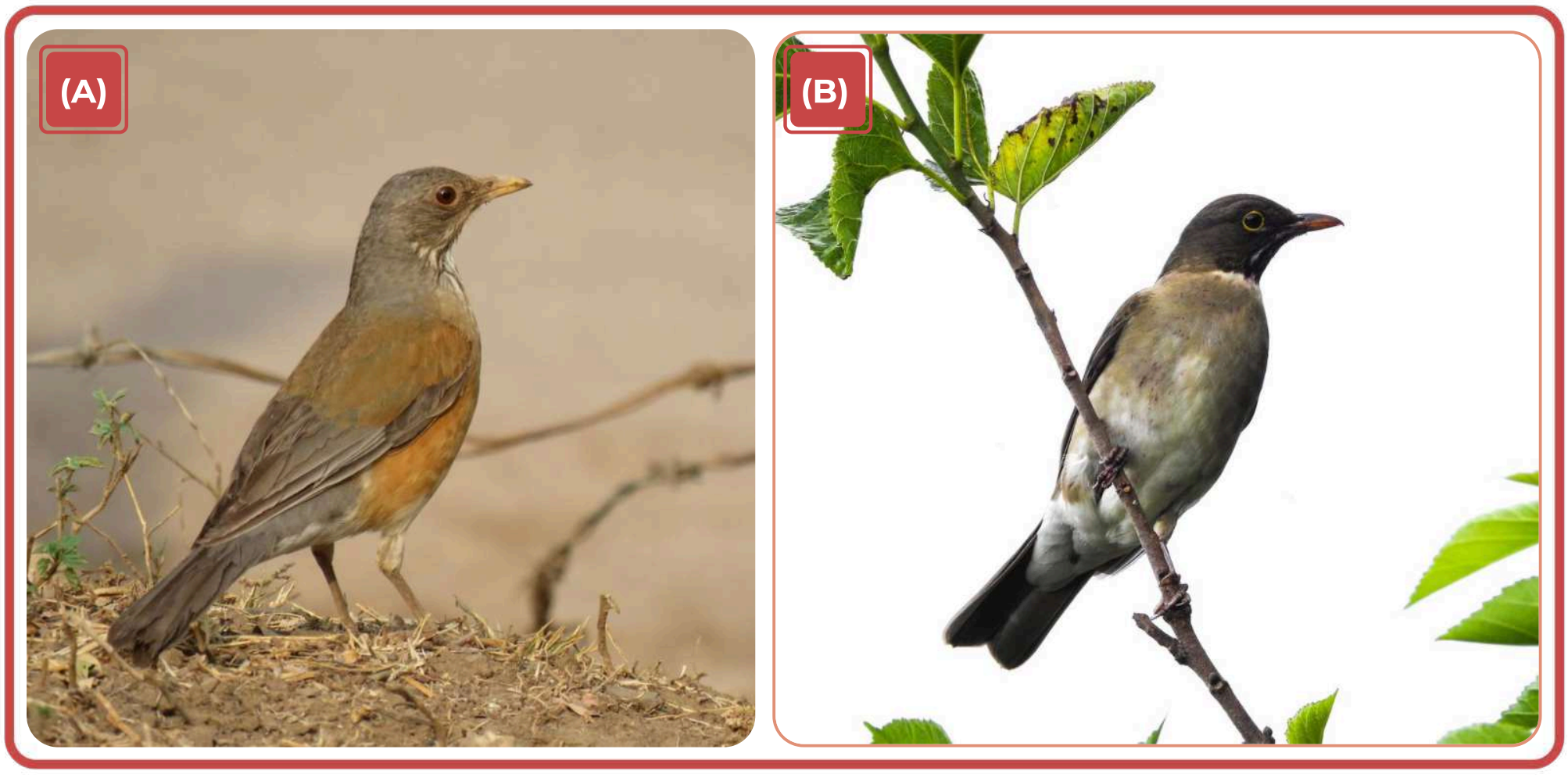


Figura 4. (A) La primavera dorso canela caminando en el suelo de un área agropecuaria. Fotografía: Ana López Flores. (B) La primavera garganta blanca brincando entre las ramas de los árboles. Fotografía: Osvaldo Balderas

¿Cómo estudiar los cantos de las primaveras?

Hay diversos aspectos que se necesitan conocer para poder estudiar y analizar los cantos de las primaveras. El primero es **la distribución ecológica** o los ambientes donde se pueden encontrar a estas aves. **Si el ave es generalista de hábitat, es decir que se encuentra en bosques, cultivos, potreros y ciudades, se puede comparar su canto entre ambientes distintos. Lo segundo es la actividad vocal del ave**, es decir si canta todo el año o solo canta en una temporada específica. El tercer aspecto es **la grabación de los cantos, para lo cual es necesario contar con el equipo adecuado como una grabadora, un micrófono y unos audífono**s (Figura 5).

Figura 5. Grabación de los cantos de las primaveras utilizando grabadora, micrófono y audífonos. Fotografía: Edson Alvarez

Los cantos, sonidos o cualquier señal acústica emitida por las aves se analizan digitalmente usando programas de computadora especializados con los cuales se generan los espectrogramas o sonogramas (representaciones visuales del canto) y oscilogramas (representaciones visuales de la energía del canto). Con estas herramientas **se pueden identificar y medir distintos elementos** como el tiempo de duración de un canto, el número y duración de las notas, las frecuencias o el número de repeticiones de una señal acústica en una unidad de tiempo (que se mide en Hertz), la frecuencia pico (frecuencia con mayor energía) y el ancho de banda que resulta de la diferencia entre la frecuencia máxima y la frecuencia mínima (Figura 6).

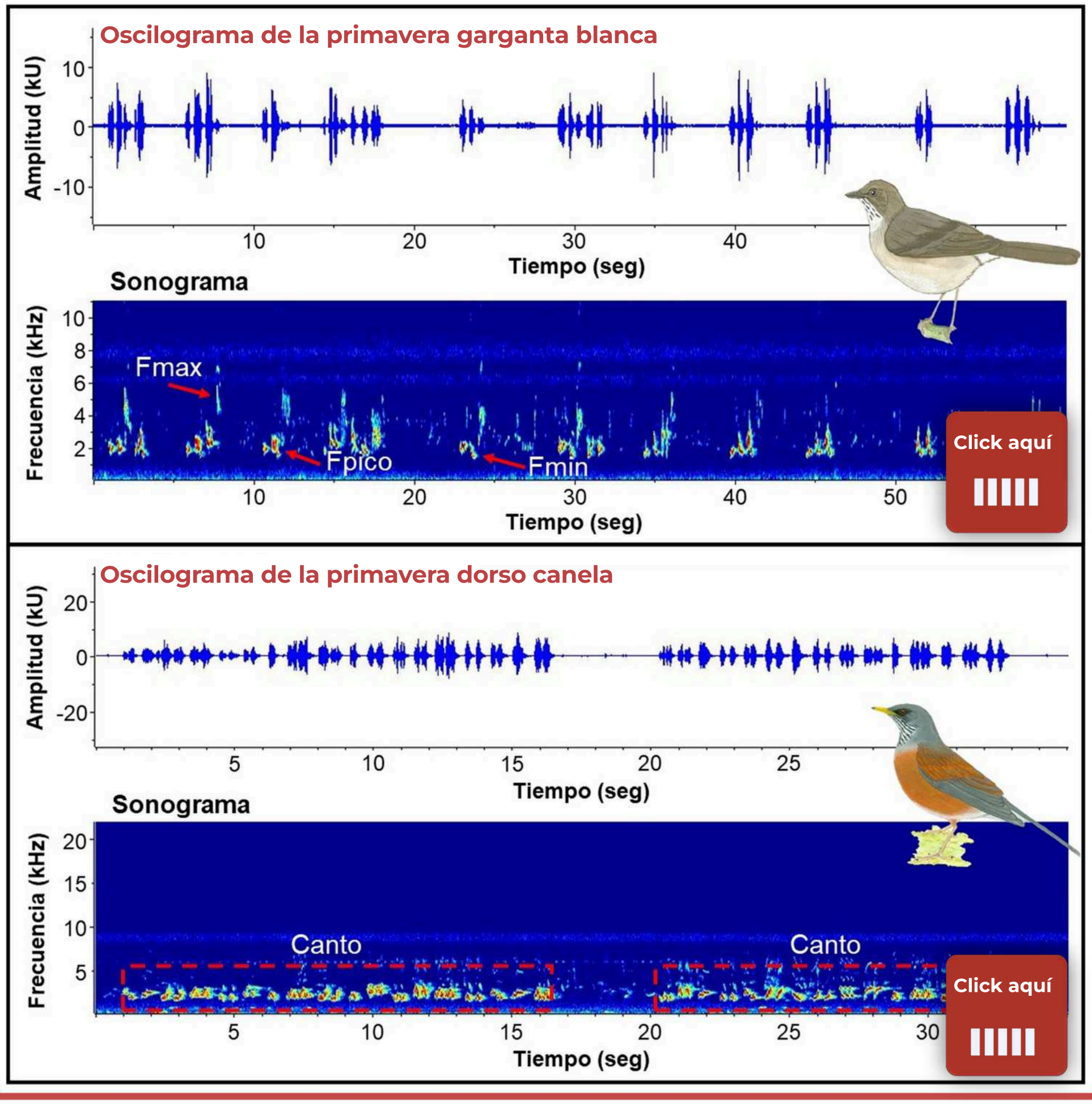


Figura 6. Representación visual de los cantos de la primavera garganta blanca (cuadro superior) y la primavera dorso canela (cuadro inferior). Se muestra la frecuencia pico (Fpico), la frecuencia máxima (Fmax) y la frecuencia mínima (Fmin). El espectrograma o sonograma representa las variaciones de la frecuencia del canto en ciclos por segundo a través del tiempo, y el oscilograma representa el volumen del canto a través del tiempo.

¿Qué factores afectan los cantos de las primaveras?

Las características estructurales de los cantos como su duración, intensidad y frecuencia **dependen de varios factores como la estructura de la vegetación, la temperatura, el viento, así como la presencia de edificaciones, personas y ruido.** Cuando una primavera emite un canto, estos factores pueden atenuar o degradar dicho sonido a medida que este se dispersa por un bosque, una ciudad o un cultivo. Esto quiere decir que el canto experimenta cambios en su duración, intensidad y frecuencia en función del tipo de hábitat.

Veamos un ejemplo con el ruido generado en las ciudades. El ruido antropogénico es originado por distintas fuentes como automóviles, motocicletas y máquinas de construcción. Este ruido generalmente está compuesto por sonidos de baja frecuencia (sonidos graves) que originan un enmascaramiento acústico, es decir que el sonido más débil como **el canto de un ave queda atrapado por un sonido más fuerte como el ruido antropogénico.** En los bosques ocurre algo similar. **En estos ambientes forestales, las ramas, las hojas, los troncos y cualquier estructura vegetal hacen que los cantos de las aves tengan menor duración y frecuencias bajas.** La razón de esto es que estas estructuras vegetales producen reverberaciones o ecos, atenuaciones o disminuciones en la intensidad y degradaciones o cambios estructurales en los cantos de las aves (Figura 7).

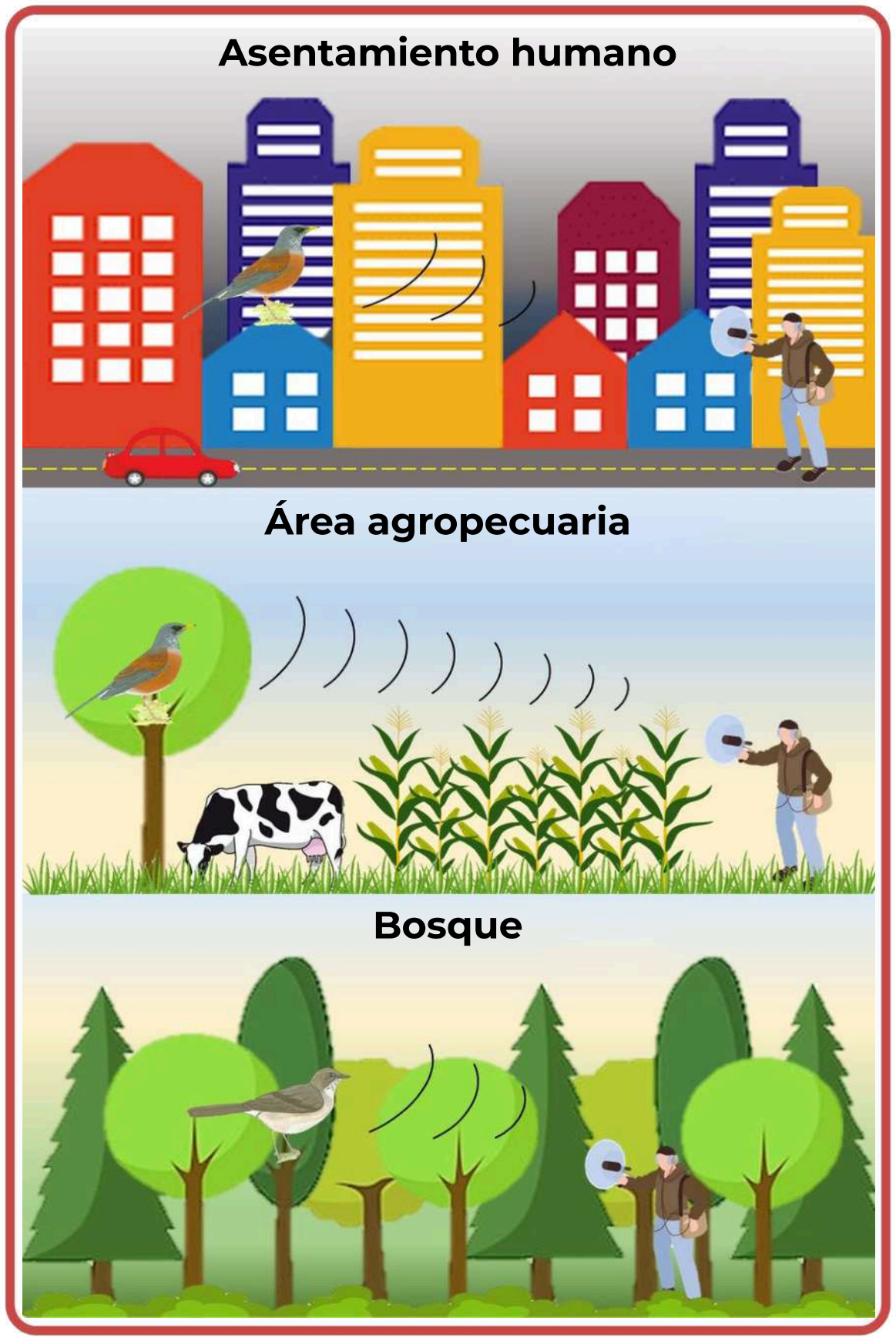


Figura 7. Representación de la grabación de los cantos de la primavera garganta blanca y de la primavera dorso canela en asentamientos humanos, áreas agropecuarias (cultivos y potreros) y bosques. Las líneas onduladas representan la transmisión del canto. Ilustración: Edson Alvarez

En resumen, **¿qué pasa si hay cambios en la estructura vocal de las primaveras?** Si las señales acústicas se degradan, entonces se hacen menos efectivas y no cumplen sus funciones; es decir, se reduce la información entre el emisor y el receptor. **El hecho de no transmitir claramente la información disminuye la probabilidad de que un macho pueda encontrar pareja o pueda defender su territorio ante un depredador.** Pongamos otro ejemplo: **¿cómo podría afectar la deforestación a la estructura vocal de las primaveras?** Esta deforestación se traduce en la sustitución de bosques por áreas urbanas y agropecuarias. La consecuencia de esta transformación forestal es que se desarrollan distintos entornos de comunicación, donde las señales acústicas de las aves pierden calidad y efectividad. En otras palabras, la deforestación origina efectos negativos en la comunicación acústica entre las primaveras cuando cambian las condiciones de un hábitat, lo que se traduce en que estas aves podrían desaparecer de dicho hábitat.

Ir al índice

Para saber más:

• Boncoraglio G, Saino N. 2007. Habitat structure and the evolution of bird song: a meta-analysis of the evidence for the acoustic adaptation hypothesis. Functional Ecology 21, 134–142. Click aquí

• Catchpole CK, Slater PJB. 2008. Bird song, biological themes and variation. Cambridge University Press, UK.

• Gordillo-Martínez A, Ortiz-Ramírez MF, Navarro-Sigüenza AG. 2013. Estructura y evolución de las vocalizaciones de las aves. Ciencias 109–110, 32–40.

Fotografía: Vinisa Romero

ARAÑAS Y CULTIVOS: RELACIÓN FUNDAMENTAL PARA NUESTRA COMIDA

Luis G. Quijano-Cuervo*
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM

Simoneta Negrete-Yankelevich
Red de Ecología Funcional, INECOL

Ek del Val
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM

*luisquijanocuervo@gmail.com

Fotografía: Luis G. Quijano-Cuervo

Alguna vez te has preguntado: **¿Qué relación tiene la tortilla de maíz en tu mesa con las arañas?** Aquí, además de darte información sobre las arañas, trataremos de explicar esta curiosa relación, y cómo **el mantenimiento de comunidades de arañas en los cultivos, puede asegurarnos que podamos seguir consumiendo tortillas y otros alimentos.**

Las arañas y los humanos

Las arañas han sido parte de la cultura popular casi desde nuestros inicios, con variadas representaciones en el mundo. A las arañas se les ha dado un papel ambivalente: mientras que en algunas culturas representaban la muerte y destrucción (pueblos sumerios y egipcios), en otras, eran símbolos de fertilidad, creación y vida (pueblos mexicanos). **Para los antiguos mexicanos, las arañas eran parte de su simbología y forma de entender el mundo.** Los Mayas, por ejemplo, consideraban que las arañas estaban relacionadas con la placenta de *Ix-Chel*, diosa de la luna y patrona de las tejedoras. Ellos creían que *de la placenta de Ix-Chel se creaba y sostenía la vida, análogo a la manera en que las arañas producen su seda y crean sus telas* (Figura 1). **Para nuestra forma de vida actual es necesario comprender que las arañas son un componente fundamental de los ecosistemas debido a su actividad como depredadores.** Cada vez entendemos mejor cómo **las arañas ayudan a mantener a través de sus finos hilos de seda el equilibrio de los sistemas productivos de los que dependemos para nuestra alimentación.**

Figura 1. Diosa maya de la luna y patrona de las tejedoras. Esta diosa fue representada tejiendo con un telar de cintura del cual fue creadora (imagen del medio), por lo que se le asociaba a las arañas ya que estas producen su seda y generan precisas y elaboradas telarañas. Fotografía: thaliatook.com

El depredador más voraz

Las arañas son un grupo megadiverso con más de 50,000 especies. Se caracterizan por tener diversas formas de adquirir su alimento. Mientras que algunas hacen elaboradas telarañas, otras esperan pacientemente a sus presas (Figura 2A), y muchas otras persiguen y cazan activamente su comida (Figura 2B). **La diversidad de especies y estrategias de caza, hace de las arañas uno de los depredadores más voraces del planeta. Se estima que las arañas consumen anualmente hasta 800 millones de toneladas de alimento**, lo que equivale a entre 8 y 160 millones de insectos.

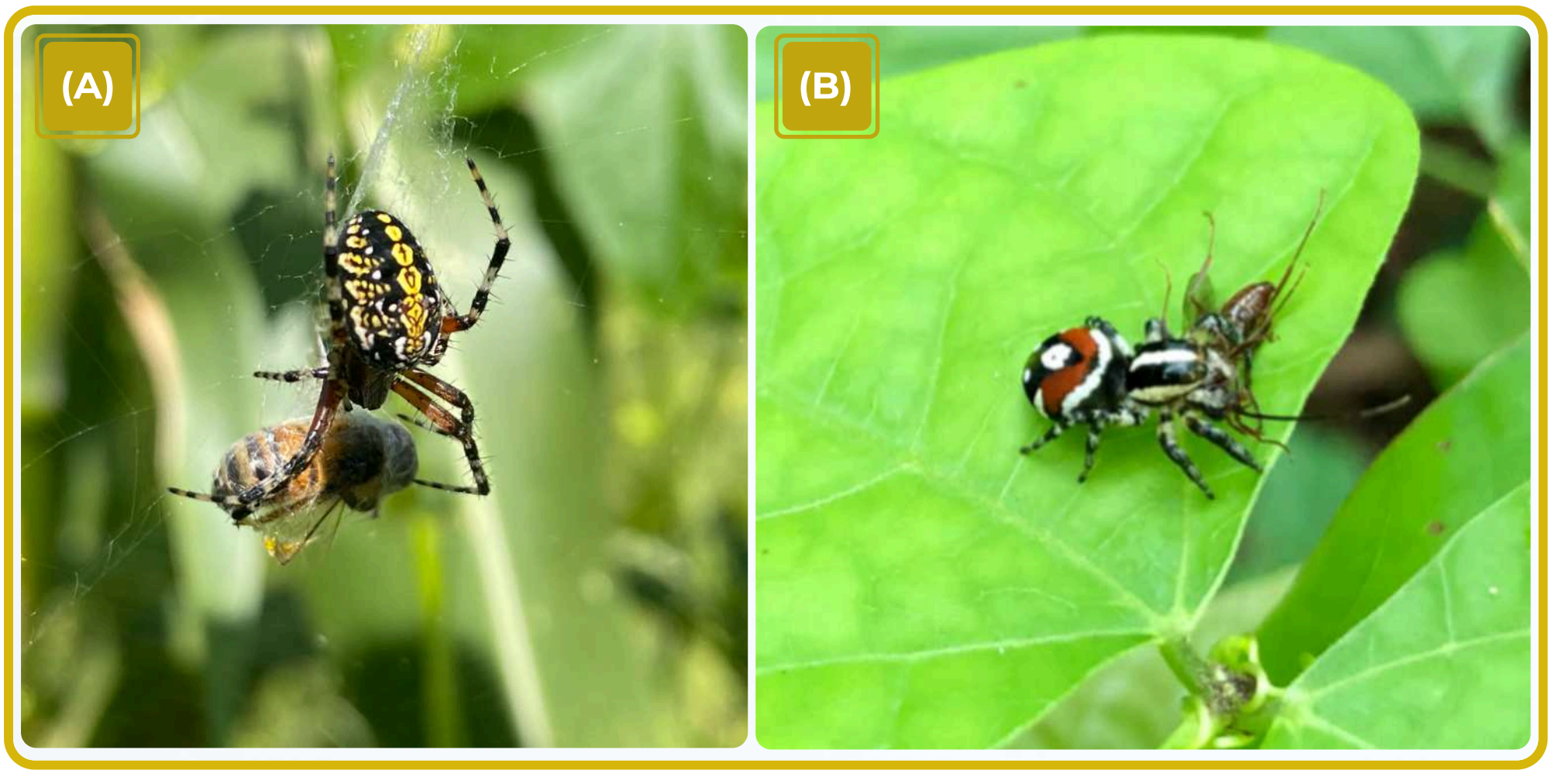


Figura 2. Especies de arañas presentes en cultivos mexicanos. (A) Araneidae, *Neoscona oaxacensis* arañas tejedora clásica, posiblemente depredando una abeja *Apis*. (B) Salticidae, posiblemente un individuo del género *Phiale*, araña que caza activamente a su presa. Fotografías: A. Castañón, W. Mendoza-Arroyo

Desde épocas remotas el principal alimento de las arañas han sido los insectos como moscas o escarabajos. Todos estos animales vivían en equilibrio en los bosques y otros ecosistemas dispersos por la Tierra. Los herbívoros se alimentaban de las plantas y los depredadores como las arañas mantenían sus abundancias bajas por lo que no se convertían en plagas; las plantas crecían y se reproducían sin problema. **Sin embargo, desde el paso de los humanos de cazadores nómadas a agricultores, los hábitats naturales han sufrido una modificación que ha cambiado radicalmente las dinámicas ecológicas. Las consecuencias de estas modificaciones incluyen el incremento en la transmisión de enfermedades por parte de insectos a los humanos, y algo específico de los cultivos, la proliferación de insectos herbívoros que se convierten en plaga.**

Arañas y cultivos, un hilo de esperanza

Los cultivos son los sistemas productivos con mayor extensión del planeta, y de estos sistemas dependemos los humanos para nuestra subsistencia. Desde hace décadas la producción de alimento se ha transformado hacia sistemas tecnificados, en los que se usan paquetes de semillas modificadas y agroquímicos como pesticidas. Esta forma de cultivar implica muchas repercusiones negativas para la salud de los ecosistemas. Una consecuencia es la muerte y extinción local de especies que encontraban un refugio en los cultivos tradicionalmente diversos. Entre los grupos que se pierden debido a la agricultura intensiva, están las arañas, las cuales dependen directamente de la vegetación para construir sus telarañas y refugios, y encontrar su alimento. Los campos de cultivo simplificados (monocultivos) donde utilizan agroquímicos son hostiles para ellas.

Afortunadamente, cada vez somos más conscientes de la necesidad de inspirarnos en la cultura tradicional de los cultivos, con la cual nuestros antepasados producían su alimento de manera amigable con la naturaleza, respetando los procesos e interacciones naturales. Los policultivos, es decir, cultivos en los que se siembran varias especies vegetales simultáneamente, tienen una alta variedad de especies de animales y microorganismos asociados que interactúan entre ellos y que permiten un apropiado desarrollo del cultivo (Figura 3). **Una de estas interacciones común en los policultivos es la depredación, llevada a cabo por arañas y otros grupos como escarabajos o hormigas, que permite mantener a los insectos herbívoros con poblaciones controladas** (Figura 3).

Figura 3. Esquema de la alta diversidad vegetal y animal encontrada en las milpas tradicionales mexicanas. Se resalta la gran diversidad de organismos que ocurre en los diferentes estratos vegetales de la milpa donde las arañas cazan a los herbívoros a través de telas, acechándolos o persiguiéndolos por el cultivo. Esquema realizado con Canva por W. Mendoza-Arroyo

Arañas, maíz y milpas

Las arañas son el depredador más común en los cultivos de maíz. En estos lugares encontramos arañas viviendo desde el suelo en pequeñas madrigueras, hasta en lo alto de la vegetación entre las hojas, flores o frutos.

En los cultivos de maíz, dependiendo la época del año, podemos encontrar una diversidad importante de arañas: arañas lobo, grandes y coloridas arañas constructoras de elaboradas y simétricas telas (Figura 4A, B), arañas cangrejo (Figura 4C) o arañas pequeñas con telarañas irregulares (Figura 4D). En los cultivos de maíz, las arañas se alimentan de diferentes herbívoros del maíz (larvas de mariposas, chapulines, escarabajos), por lo que cumplen el papel de control natural de algunas plagas que afectan el desarrollo de este cultivo.

Figura 4. Especies de arañas presentes en cultivos mexicanos. (A) Araneidae, Neoscona oaxacensis, (B) Tetragnathidae, (C) Thomisidae, (D) Theridiidae. Fotografías: A. Castañón, W. Mendoza-Arroyo

Fotografía: Luis G. Quijano-Cuervo

Las milpas, arraigadas en la historia y cultura de México, son un ejemplo de un sistema que mantiene comunidades diversas de arañas (Figura 4). En este cultivo se mezclan especies vegetales como el maíz, el frijol y la calabaza, y se fomenta la presencia de muchas otras hierbas comestibles como los quelites quintonil (*Amaranthus hybridus*) y la hierba mora (*Solanum nigrum*) (Figura 5). **Toda esta diversidad de plantas con tamaños, formas y ciclos de vida variados, permite que las arañas ocurran con una gran diversidad. Dada la presencia de comunidades sanas de arañas, es posible que en este sistema de cultivo se requiera una menor cantidad de pesticidas para controlar las plagas.**

Entonces, ¿Qué relación tiene la tortilla de maíz en tu mesa con las arañas?
Para la exitosa producción del maíz con el cual elaboramos las tortillas, las plantas deben crecer en una parcela que les brinde recursos básicos, como agua, sol y nutrientes, donde además los herbívoros no sean tan abundantes como para deteriorar el cultivo. **Las arañas y otros grupos de depredadores que ocurren en los cultivos, tienen la importante tarea de evitar esta tragedia, consumiendo a los herbívoros nocivos y asegurándonos que la mazorca se produzca, y que la tortilla llegue a nuestra mesa.**

Figura 5. Paisajes milperos de Michoacán durante diferentes etapas del desarrollo del cultivo. Fotografías: Luis G. Quijano-Cuervo

Ir al índice

Agradecimientos:

Al financiamiento por parte del proyecto Biodiversidad en la Milpa y su suelo: bases de la seguridad alimentaria de mujeres, adolescentes y niños rurales (*Mano Vuelta*, *Pronaii SSyS*, CONAHCYT, 319067). Agradecemos a DGPA-UNAM por la beca postdoctoral otorgada a L. Quijano-Cuervo. A las productoras de la comunidad de Ocotepec en Veracruz, y los productores de Acuitzio del Canje y San Francisco Uricho en Michoacán.

Para saber más:

• Quijano-Cuervo L, del-Val Ek, Macías-Ordóñez R, Dáttilo W, Negrete-Yankelevich S. 2024. Spider guilds in a maize polyculture respond differently to plant diversification, landscape composition and stage of the agricultural cycle. Agricultural and Forest Entomology 26(3), 373-385. Click aquí

• Quijano-Cuervo L, Robledo-Ospina L, García L, Escobar F. 2021. Arañas: tejiendo un eslabón crucial para el equilibrio de los agroecosistemas. Revista Digital Universitaria 22(3), 40-41. Click aquí

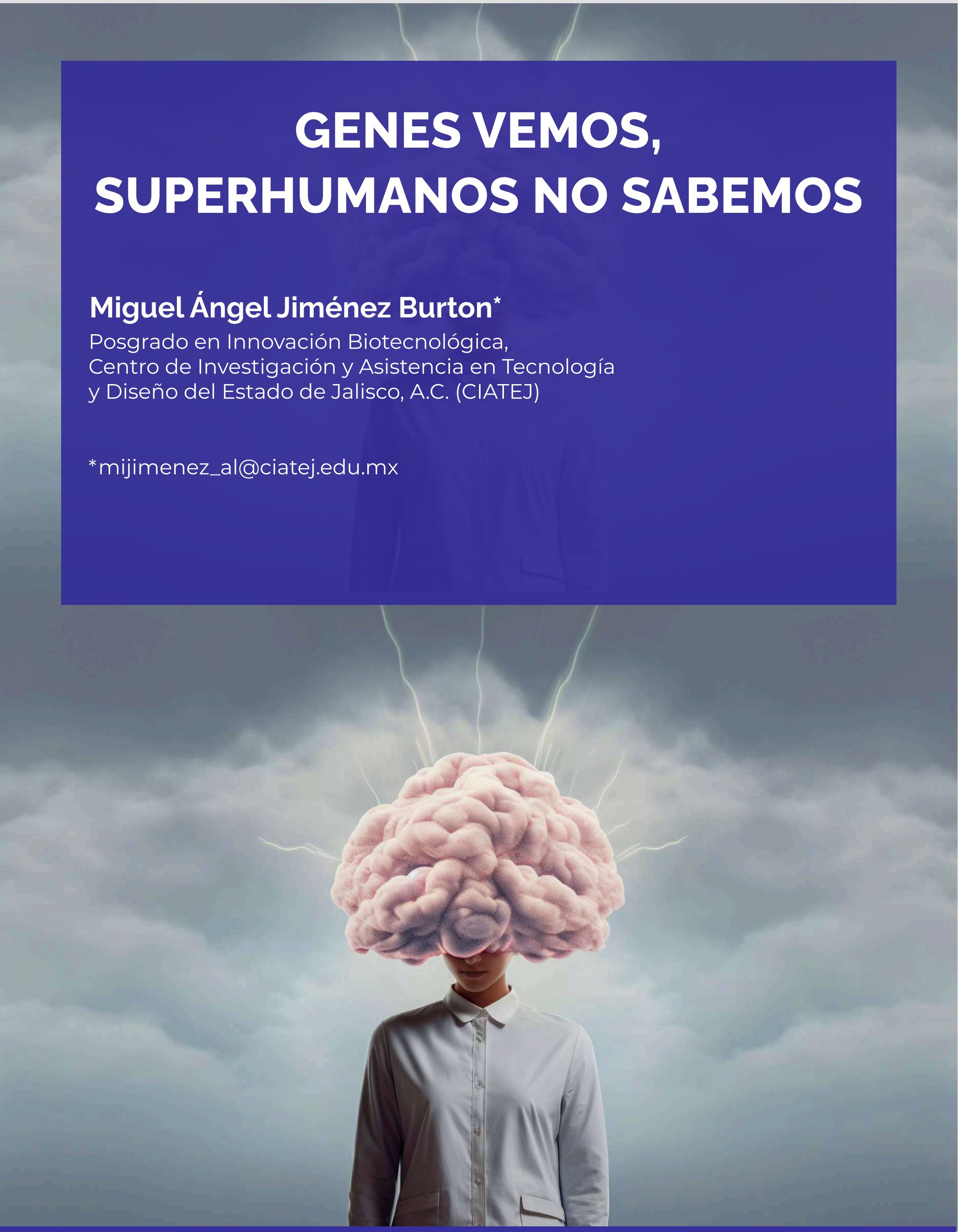
• Corcuera P, Jímenez ML. 2008. Las arañas de México. Revista Ciencia 59(1), 58 – 63. Click aquí

Fotografía: Luis G. Quijano-Cuervo

GENES VEMOS, SUPERHUMANOS NO SABEMOS

Miguel Ángel Jiménez Burton*
Posgrado en Innovación Biotecnológica,
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología
y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)

*mijimenez_al@ciatej.edu.mx



Fotografía: IA, Freepik

La genética es el estudio de la herencia, la forma en cómo se heredan los genes de padres a hijos. Los genes son cadenas largas de ADN que contienen las instrucciones para expresar ciertas características en los organismos, como el color de ojos. Pero **gracias a los estudios genéticos se han descubierto genes muy particulares, que incluso podrían volverte un super humano.**

Probemos con algo simple, **¿Te has preguntado por qué algunas personas, particularmente algunos extranjeros, que prueban cilantro dicen que sabe a jabón?** Este fenómeno está relacionado con el gen *OR6A2*, que codifica un receptor olfativo en la nariz. En algunas personas este receptor detecta ciertos compuestos en el cilantro que son similares a los que se encuentran en el jabón. Por eso, mientras algunas personas disfrutan del sabor fresco del cilantro en unos ricos tacos o salsa, otras lo encuentran completamente desagradable. Así que no los culpes sólo son sus genes.

Existen otros genes que pueden influir en nuestra conducta o el desarrollo social. Por ejemplo, es posible que también alguno de nuestros amigos tenga habilidades musicales o artísticas mientras que a ti se te dificulta tan solo seguir el ritmo, o tal vez, tú eres el de las habilidades musicales. El gen *AVPR1A* puede tener algo que ver con ello. Este gen está relacionado con la regulación de la vasopresina, una hormona que afecta el comportamiento social y las capacidades cognitivas. Algunas investigaciones han sugerido que ciertas variantes de este gen pueden estar vinculadas a una mejor habilidad para percibir el ritmo musical y, por lo tanto, disfrutar más de la música o incluso tener una inclinación natural hacia la danza (Figura 1).

Figura 1. Diferentes actividades artísticas que pueden estar relacionadas al gen *AVPR1A*. Fotografías: Mónica Casas, Pexels (izquierda), Vinisa Romero (centro), Cottonbro, Pexels (derecha)

Seguramente hemos visto series o películas que enfatizan las conductas humanas desde un punto de vista psicológico, ahora podemos hablar a nivel genético. Algunos de estos largometrajes hablan sobre la empatía, que es la capacidad de comprender y compartir los sentimientos de los demás. **La empatía está influenciada en parte por el gen *OXTR*,** que codifica el receptor de la oxitocina, a menudo llamada la "hormona del amor". Variantes de este gen pueden afectar la sensibilidad emocional de una persona, haciendo que algunas personas sean más empáticas y conectadas emocionalmente con los demás. La oxitocina juega un papel clave en las interacciones sociales, y este gen ayuda a explicar por qué algunas personas son más empáticas que otras. **La capacidad de olvidar información es tan importante como la de recordarla, y el gen *BDNF* juega un papel crucial en este proceso.** Este gen codifica una proteína llamada factor neurotrófico derivado del cerebro, que es vital para la supervivencia de las neuronas y la plasticidad sináptica; determina la capacidad del cerebro para adaptarse y cambiar en respuesta a nuevas experiencias. Variantes de este gen están relacionadas con la velocidad a la que una persona puede olvidar o retener información. Particularmente, tratamientos con la proteína BDNF se ha documentado que reduce la progresión del Alzheimer (Figura 2).

Figura 2. Representación de la mente humana. Fotografía: Diego González. Pexels

Se ha documentado que otros genes tienen un efecto ante determinadas condiciones del ambiente, los cuales pueden beneficiar a algunas personas. **Todos tenemos algún amigo o conocido que no usa abrigos cuando las temperaturas del ambiente son bajas. Existe la posibilidad que se deba al gen *UCP1*** pues codifica una proteína llamada "termogenina", que se encuentra en la grasa marrón, un tipo especial de grasa que quema energía para generar calor. Las personas con una variante más activa de este gen tienden a ser más resistentes al frío, ya que su cuerpo puede generar calor más eficientemente al quemar la grasa marrón. Este gen revela cómo algunas personas pueden tolerar temperaturas frías mejor que otras (Figura 3).

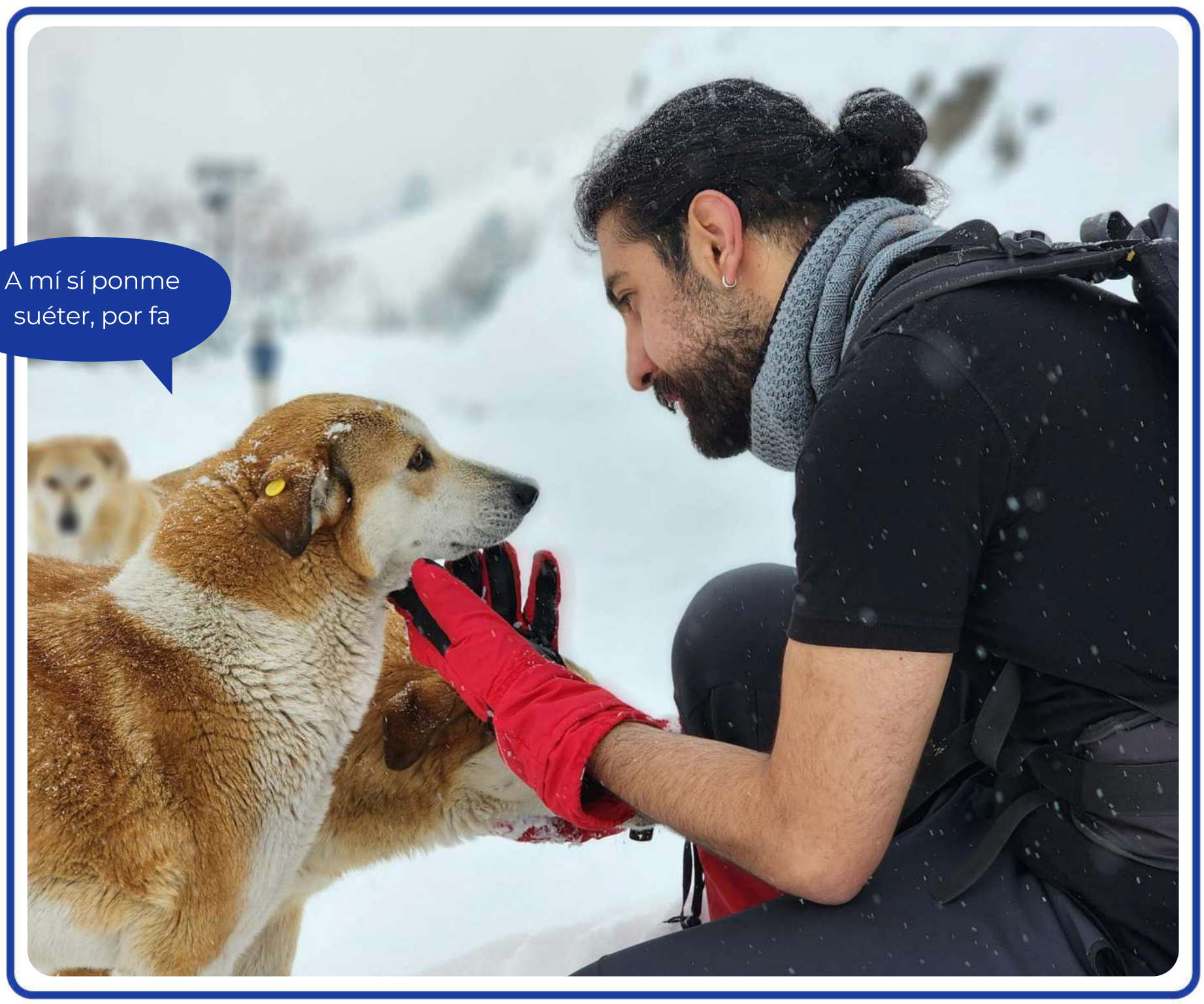


Figura 3. Representación de gente que soporta el frío. Fotografía: Arefsakhosh, Pexels

¿Te has preguntado por qué algunas personas son más rápidas o fuertes que otras? El gen *ACTN3* juega un papel crucial en este aspecto. Este gen produce una proteína llamada alfa-actinina-3, que es importante para las fibras musculares rápidas, las que usamos en movimientos explosivos como correr o saltar. Algunas personas tienen una versión no funcional de este gen, lo que hace que sus músculos sean más adecuados para actividades de resistencia, como maratones, en lugar de velocidad pura (Figura 4).

Figura 4. Representación de los genes que permiten a las personas ser más rápidas o fuertes. Fotografía del centro: The Laze Artist Gallery, Pexels. Fotografías lateriales: IA Canva Pro

Las personas que viven en grandes altitudes, como los tibetanos, tienen una adaptación genética que les permite respirar sin problemas. **El gen *EPAS1*, considerado como el "gen del superatleta", permite a los tibetanos vivir a altitudes elevadas con niveles de oxígeno que serían intolerables para otros.** Este gen reduce la cantidad de glóbulos rojos que produce el cuerpo en respuesta a la baja oxigenación, evitando problemas como la hipertensión pulmonar. En comunidades específicas como los Bajau de Indonesia, se ha encontrado que poseen adaptaciones genéticas que les permiten bucear a profundidades extremas y aguantar la respiración durante largos periodos de tiempo. Un gen que se cree está relacionado con esta habilidad es *PDE10A*. Este gen influye en la función del bazo, permitiendo que los Bajau tengan un bazo más grande, lo que les ayuda a almacenar y liberar más oxígeno durante las inmersiones. También se ha descubierto el gen *MMP1* que está involucrado en la producción de colágeno, una proteína esencial para la estructura de la piel y otros tejidos. Las personas con ciertas variantes de este gen pueden tener una capacidad mejorada para sanar heridas rápidamente. Este gen descompone el colágeno en el área dañada, facilitando la remodelación del tejido y acelerando el proceso de cicatrización.

Estos tan solo fueron un puñado de genes, pero existen muchos más e incluso un gran número que no se han descubierto. **Es fascinante conocer la manera en que los genes pueden tener gran influencia en nuestra vida ya sea de manera positiva o negativa.**

Ir al índice

Para saber más:

• Howstuffworks, Wes Walcott, 2024. 8 Super Cool Genetic Mutations Found In Humans. Click aquí

• Genotipia, Rubén Megía y Ana Hubel, 2018. Superpoderes genéticos: la clave está en los colores . Click aquí

• National Geopraphic España, Daniel Pellicer Roig, 2024. Superhumanos: Qué es el dopaje genético y cómo afectaría a los Juegos Olímpicos. Click aquí

Fotografía: IA Canva Pro

USOS COTIDIANOS DE LAS DUNAS COSTERAS EN VERACRUZ: SIGLOS XVI-XIX

Adriana Guadarrama Sosa*

Doctorado en Historia y Artes, Universidad de Granada

*gsosa.adriana@gmail.com

Fotografía: Vinisa Romero

La región central de Veracruz cuenta con los sistemas de dunas costeras más extensos de México, sin embargo, su destrucción y falta de conservación persiste desde por lo menos el siglo XIX. Un caso particular es el de las dunas costeras o médanos que rodeaban por el lado oeste a la ciudad de Veracruz. Hoy pocos los recuerdan y en las últimas décadas la urbanización ha ido avanzando sobre los remanentes de este ecosistema.

Las valoraciones y usos de las dunas costeras han cambiado con el tiempo. **A los historiadores ambientales nos interesa indagar sobre las relaciones entre los humanos y la naturaleza en tiempos pasados.** En esa búsqueda, intentamos darle voz y protagonismo a los ambientes naturales y no humanos que siempre han jugado un papel importante en nuestra historia.

Para el caso del puerto de Veracruz (Figura 1), contamos con diversas fuentes documentales, escritas y visuales, que nos ayudan a reconstruir estas relaciones pretéritas. Generalmente, resulta más fácil encontrar registros de cómo las élites usaban y valoraban las dunas costeras, puesto que este sector social era el que tenía mayor posibilidad de dejar sus testimonios. Así, a lo largo del periodo colonial se fue asentando una visión negativa sobre los médanos, vistos como insalubres, infértiles e inútiles por parte de colonizadores, médicos, naturalistas y viajeros. Pero **¿cómo veían los habitantes avecindados en el puerto de Veracruz a los médanos entre los siglos XVI y XIX?** ¿Qué tipo de relaciones establecían con ellos y cómo los aprovechaban?

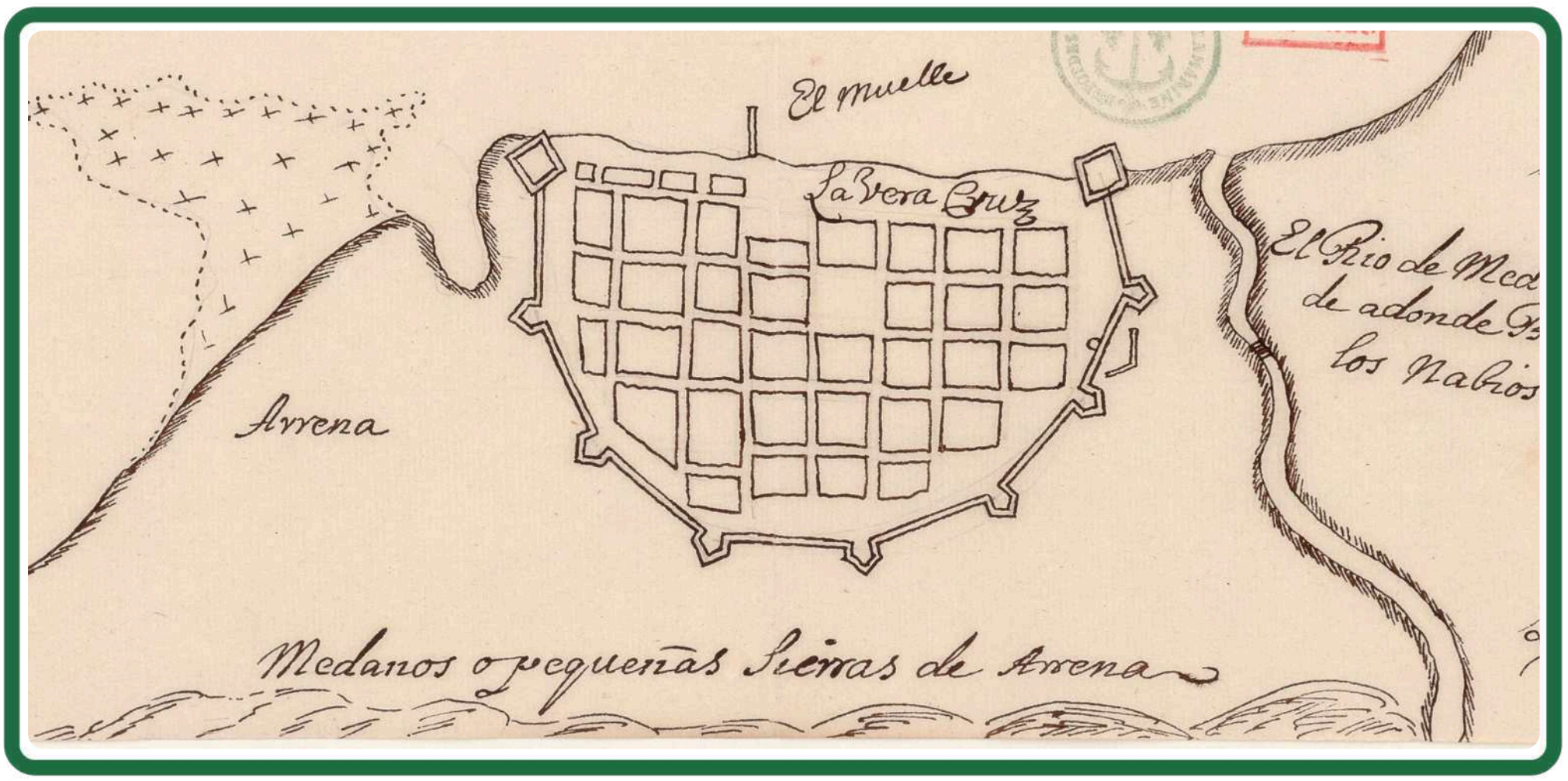


Figura 1. Detalle de *La Vera Cruz / Par le s. Beru* (1696). Plano: Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Uno de los primeros usos que se les dio a las dunas costeras de Veracruz después de la Conquista fue como tierra de pastoreo. La ganadería, actividad introducida por los españoles, se adaptó fácilmente a las características de las tierras inundables en la región, como antes también lo habían hecho los desplazados agroecosistemas mesoamericanos. El ganado pasaba la estación lluviosa en las dunas cubiertas de vegetación mientras que las tierras bajas permanecían inundadas, y cuando llegaba la estación seca y los pastos de las dunas se perdían, los vaqueros afromestizos conducían el ganado de nuevo a las tierras bajas, donde rebrotaba el herbaje para alimentarlo.

En lo que respecta a las dunas de las inmediaciones de la actual ciudad de Veracruz (entonces Ventas de Buitrón), **predominaba el ganado ovino**, como lo atestigua la toponimia registrada en mapas del siglo XVI, donde destaca el "Monte de Carneros" (Figura 2). Este monte era muy probablemente una duna estabilizada con vegetación, ya que, según una descripción del territorio de 1580, proveía de leña a las naos que llegaban al puerto.

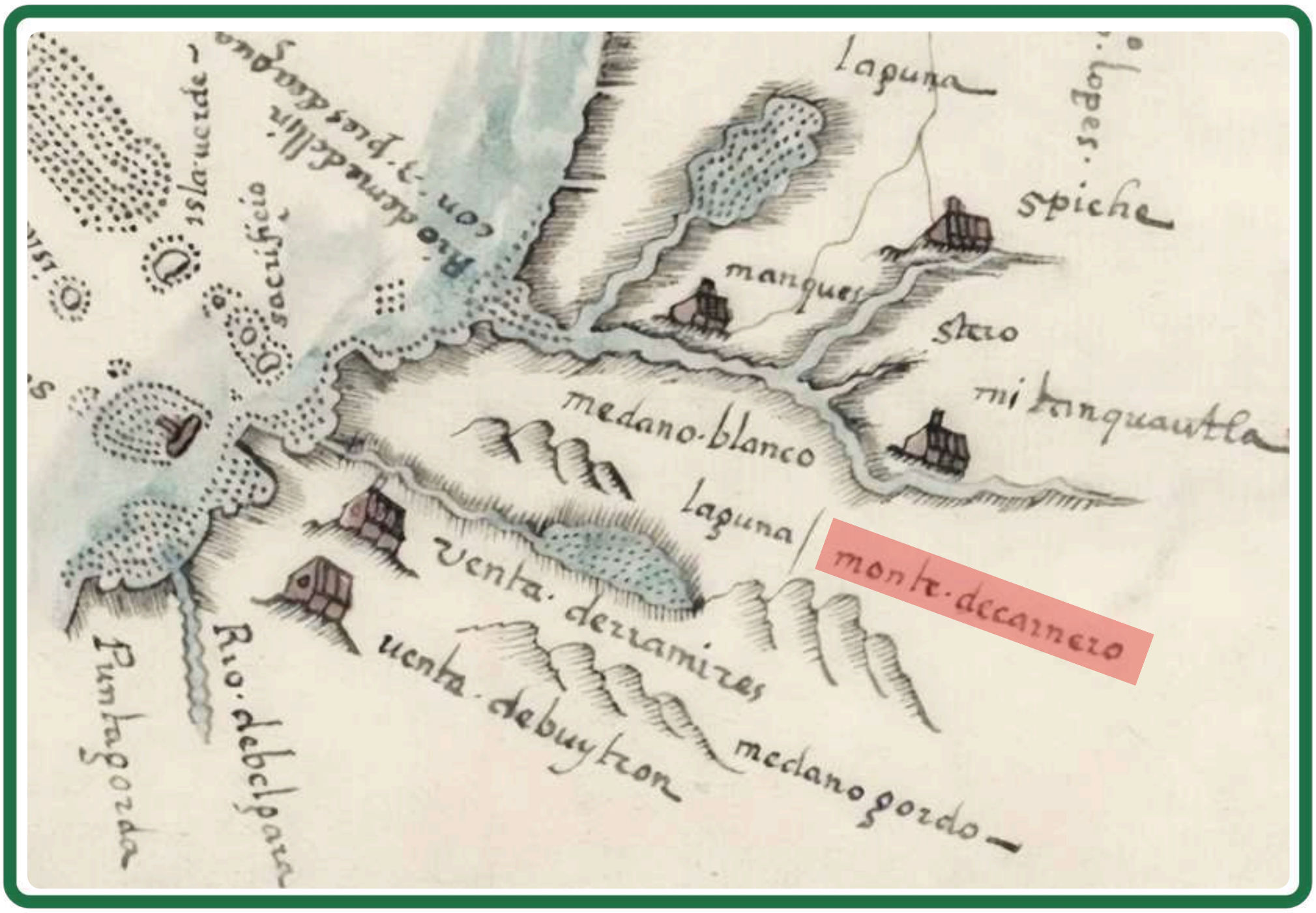


Figura 2. *Detalle de la Descripción del pueblo de Tlacotlalpa y su jurisdicción, en el obispado de Tlaxcala* (1580). Plano de Francisco de Stroza Gali. Real Academia de la Historia (España), Public Domain Mark 1.0. Nota: el señalamiento en color rojo que delimita el nombre "Monte de Carnero" no es original

Asimismo, fuera del perímetro de la otrora ciudad amurallada de Veracruz, entre arenales y médanos, vivían por necesidad las clases populares afromestizas. La influencia de los médanos en la vida cotidiana de estos asentamientos debió haber sido enorme. Era el caso de los barrios del Cristo y de San Sebastián, ubicados al sur de la ciudad, como se observa en un plano levantado en 1807 (Figura 3). Ya entrado el siglo XIX tenemos "Las Californias", barrio extramuros donde **había corrales de caballos y mulas, que posiblemente utilizaban los múltiples viajeros y comerciantes que entraban y salían del entonces principal puerto de México** (Figura 4).

Figura 3. Detalle del *Plano del Puerto de Veracruz* (1807/1816). Por Fabio Ala Ponzone. Imagen procedente de los fondos de la Biblioteca Nacional de España. Nota: el señalamiento en color rojo que delimita los nombres de los barrios del Santo Cristo y de San Sebastián no son originales

Por otro lado, **los médanos también sirvieron de infraestructura para suministrar agua a la población**. En Veracruz existían seis fuentes públicas intramuros que abastecían de agua a la mayor parte del vecindario que no contaba con aljibes o pozos propios. Aprovechando la Laguna de Malibrán y el agua de lluvia, dichas fuentes eran surtidas por las infiltraciones de los médanos mediante un acueducto llamado popularmente "Caño del Fraile", usado por más de un siglo. Posteriormente, hacia 1885, sobre el llamado "Médano del Perro", dada su gran altura, fue construido un tanque de agua para abastecer a la ciudad y que sería mejorado a principios del siglo XX. **Actualmente, un tanque de agua sigue funcionando en el mismo sitio.**

Figura 4. Vista de *Californias en Veracruz*. Litografía: Manuel Rivera Cambas, *Historia antigua y moderna de Jalapa y de las revoluciones del Estado de Veracruz* (1871)

Los médanos también cumplían con el papel de agroecosistema. Aunque existía el prejuicio de que se trataba de ambientes totalmente infértiles, hay referencias de los siglos XVIII y XIX que mencionan la presencia de cultivos entre los médanos cercanos a la ciudad de Veracruz. Si bien la mayoría de los alimentos llegaban al puerto de La Antigua, Medellín, Alvarado y otras rancherías vecinas, **en dichos cerros de arena existían "algunas huertecillas" cuyas cosechas llegaban al mercado local.**

Finalmente, **un último uso de las dunas era el recreativo.** Un primer ejemplo temprano es el de los aquelarres que algunas mujeres (mulatas, negras libres y españolas), acusadas de "hechiceras" ante la Inquisición, celebraban por las noches, con bailes y cantos, en las dunas aledañas a lo que hoy es La Antigua. Ya en los siglos XVIII y XIX, **las clases acomodadas también aprovecharon los médanos como espacio de ocio, con prácticas como la cacería y el paseo a caballo y a pie, lo que les permitía observar, con cierta calma, la flora y fauna de las dunas** (Figura 5).

Figura 5. Hombres a caballo en alrededores de la costa. Fotografía: Hugo Brehme (Veracruz, Ver., 1930). Sistema Nacional de Fototecas-Instituto Nacional de Antropología e Historia

Pareciera entonces que la visión exógena negativa de las dunas, asociadas a la insalubridad, quedaba suspendida entre los habitantes de Veracruz cuando se trataba de aprovecharlas para actividades de la vida cotidiana.

Gracias a los estudios ecológicos iniciados en la segunda mitad del siglo XX, comprendemos mejor la formación, dinámicas y funciones de las dunas costeras, así como la protección que brindan a nuestros asentamientos costeros, entre otros servicios ecosistémicos. **Lamentablemente, los usos actuales que les damos no son en su mayoría de respeto.** Conocer las relaciones cotidianas que los veracruzanos del pasado establecían con las dunas, nos permite **cuestionar nuestras prácticas presentes, más tendientes a la destrucción que a la tolerancia y la adaptación.**

Figura 6. Cuatrimotos en las dunas costeras de Chachalacas, Veracruz.
Fotografía: Elsie Adriana Martínez Flores

Ir al índice

Agradecimientos:

A la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) por la beca Paulo Freire Plus (PF+) otorgada a la autora para sus estudios de doctorado. A la Fundación Slicher van Bath de Jong (CEDLA, Universidad de Ámsterdam) por la beca otorgada a la autora para la investigación en archivos históricos.

Para saber más:

• Del Ángel Pérez AL. 1994. Formación de la estructura productiva ganadera en la llanura costera de Veracruz central. En Hoffmann O, Velázquez E (Coords), Las llanuras costeras de Veracruz. La lenta construcción de regiones, ORSTOM/Universidad Veracruzana, México, pp. 193-218.

• Gil Maroño A. 2002. Vida cotidiana en Veracruz a fines del siglo XVIII. En García Díaz B, Guerra Vilaboy S (Coords). La Habana/Veracruz, Veracruz/La Habana: las dos orillas. Universidad Veracruzana/Universidad de la Habana, México, pp. 115-133.

• Guadarrama Sosa A. 2023. “¡Abajo los médanos!”: Orígenes del conflicto entre dunas costeras y humanos en la ciudad de Veracruz (siglos XVI-XIX). Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas 46(93), 33-64. Click aquí

Fotografía: Vinisa Romero

Trivias y Arte

Fotografía: Jakub Zerdzicki, Pexels

Qué tanto sabes ... sobre el uso de drones en la ciencia

Alberto Rísquez Valdepeña
Tecnologías de Información y Comunicaciones, INECOL
alberto.risquez@inecol.mx

Normalmente cuando escuchamos la palabra “dron” (derivación del inglés “*drone*”), nos viene a la mente lo que en los últimos años se ha hecho popular, pequeños aparatos voladores cuadricópteros o multicópteros, cuyo nombre depende del número de rotores o hélices que tienen. Pero en realidad, **un dron va mucho más allá de un objeto volador para mirar desde arriba**. Los drones pueden ser cualquier tipo de vehículo automatizado capaz de realizar una misión de manera no tripulada. Funcionan de tres maneras: **pueden ser completamente autónomos** (programado con anterioridad); **supervisados**, o bien, **controlados remotamente**. Entonces, además de los multicópteros que conocemos, los drones también pueden ser aviones (UAV o VANT en castellano “Vehículo Aéreo No Tripulado”), autos, barcos, submarinos, etc. Partiendo de esta premisa, te invito a responder **¿qué tanto sabes del uso de los drones para la investigación científica?**

Pero antes de las preguntas...

• **Drones para estudios medioambientales:** Los drones equipados con cámaras de alta resolución pueden capturar imágenes aéreas de hábitats, lo que permite a los investigadores identificar y contar especies de flora y fauna sin perturbar su entorno. Asimismo, pueden ser utilizados en el monitoreo de áreas devastadas por eventos naturales y no-naturales, incendios, derrames de petróleo, huracanes, restauración en manglares.

• **Drones como apoyo para el modelado de riesgos naturales:** En áreas propensas a desastres naturales, los drones pueden ayudar a crear modelos de riesgo, facilitando la planificación y respuesta ante eventos como inundaciones, incendios forestales o deslizamientos de tierra.

• **Drones para control de la deforestación:** Los drones permiten un seguimiento constante de áreas forestales, facilitando la detección temprana de actividades ilegales, como la tala indiscriminada, y ayudando a implementar acciones de conservación.

• **Drones para estudios de cambio climático:** Al realizar vuelos periódicos sobre zonas específicas, los drones pueden documentar cambios en el paisaje a lo largo del tiempo, proporcionando datos valiosos sobre el impacto del cambio climático en diferentes ecosistemas.

te comparto un poco de contexto para ayudarte

• **Drones agrícolas:** Equipados con cámaras multiespectrales y sensores. Estos drones se utilizan en agricultura de precisión para monitorear el estado de los cultivos, detectar enfermedades, optimizar la irrigación y aplicar fertilizantes de manera más eficiente.

• **Drones de entrega:** Estos drones están diseñados para transportar y entregar pequeñas cargas, como paquetes y suministros médicos, en áreas remotas o de difícil acceso. Se están desarrollando principalmente por empresas de logística y comercio electrónico.

• **Drones fotográficos y de videografía:** Estos drones están equipados con cámaras de alta calidad y estabilización para capturar imágenes aéreas y videos profesionales. Son populares entre los fotógrafos, videógrafos y cineastas para obtener perspectivas únicas.

• **Drones de inspección:** Utilizados en industrias como la construcción, la energía y la agricultura. Estos drones están equipados con cámaras y sensores especializados para realizar inspecciones visuales de infraestructuras, líneas eléctricas, cultivos, etc.

• **Drones de seguridad y vigilancia:** Utilizados por fuerzas policiales, equipos de rescate y servicios de seguridad, estos drones están equipados con cámaras térmicas, sensores de detección y capacidad de transmisión en tiempo real para realizar tareas de vigilancia y búsqueda y rescate.

• **Drones militares y de defensa:** Estos drones están diseñados para misiones militares, como reconocimiento, vigilancia, ataque y transporte de carga. Pueden ser de diversos tamaños y capacidades, desde pequeños drones tácticos hasta grandes aviones no tripulados.

• **Drones recreativos:** Estos drones están diseñados principalmente para el entretenimiento y el uso personal. Suelen ser más asequibles y fáciles de volar, con características como cámaras integradas para capturar fotos y videos.

Ahora sí, ¡comencemos!

1. ¿En qué área de la ciencia se ha encontrado gran utilidad en el uso de drones para el monitoreo de especies animales en peligro de extinción?

(A) Ecología

(B) Física

(C) Medicina

(D) Química

Respuesta

(A) Ecología
El uso de drones ha demostrado ser especialmente útil en el campo de la ecología y la conservación ambiental. Los drones permiten a los científicos monitorear especies en peligro de extinción de manera más eficiente y menos invasiva. Como ejemplo aquí tienes estos casos:

• **Vigilancia de áreas protegidas:** Ayudan a patrullar grandes extensiones de terreno para detectar actividades ilegales como la caza furtiva.

• **Seguimiento de especies:** Permiten rastrear y observar a los animales en su hábitat natural sin molestarlos.

• **Evaluación de ecosistemas:** Facilitan la detección de cambios en el medio ambiente que podrían afectar a las especies en peligro.

Estación CICOLMA en La Mancha, INECOL.
Fotografía: Alberto Rísquez

2. ¿Cuál es una de las principales ventajas de utilizar drones en la investigación científica submarina?

(A) Pueden tomar muestras de agua.

(B) Permiten el estudio de la fauna y flora marina sin perturbar el entorno.

(C) Son capaces de excavar en el fondo marino.

(D) Proporcionan imágenes de alta definición de los arrecifes de coral.

Cientos de especies que aún no se conocen habitan en el fondo marino.
Fotografía: Eduardo Sorensen

Respuesta

(B) Facilitan el estudio de la fauna y flora marina sin perturbar el entorno. Una de las principales ventajas de utilizar drones en la investigación científica submarina es su capacidad para explorar áreas inaccesibles y recopilar datos en condiciones extremas. Los drones submarinos permiten estudiar la flora y fauna subacuáticos sin que los perturbemos. Los drones submarinos pueden llegar a profundidades y lugares que serían peligrosos o imposibles para los humanos, permitiendo así el estudio de ecosistemas profundos ya que pueden investigar hábitats marinos profundos y fuentes hidrotermales. Por otra parte, facilitan el monitoreo continuo, gracias a la posibilidad de realizar observaciones prolongadas sin la necesidad de intervención humana directa. Tal es el caso de la detección e identificación inmediata de la contaminación en los océanos, proporcionando datos valiosos sobre la ecología marina, las corrientes oceánicas y los patrones climáticos.

3. ¿En qué campo científico los drones se utilizan para mapear y monitorear cambios en la superficie terrestre, como la deforestación y la erosión del suelo?

(A) Geografía

(B) Psicología

(C) Sociología

(D) Arqueología

Respuesta

(A) Geografía
Los drones se utilizan ampliamente en el campo de la geografía y la gestión ambiental para mapear y monitorear cambios en la superficie terrestre. Algunas de las aplicaciones más destacadas incluyen el monitoreo de la deforestación, permiten detectar y documentar la pérdida de cobertura forestal en tiempo real, lo que es crucial para la conservación de los bosques. Asimismo, pueden realizar la evaluación de la erosión del suelo identificando áreas afectadas por la erosión y también ayudan a evaluar la efectividad de las medidas de control. Facilitan la creación de mapas detallados para la gestión del uso del suelo y la cobertura vegetal, lo que es esencial para la planificación y el manejo sostenible de los recursos naturales.

Parque Nacional Bali Barat, Indonesia.
Fotografía: Capungaero, National Geographic

4. ¿Qué tipo de drones se utilizan comúnmente en la exploración atmosférica y la investigación meteorológica?

(A) Drones submarinos

(B) Drones terrestres

(C) Drones aéreos

(D) Drones espaciales

Respuesta

(C) Drones aéreos

En la exploración atmosférica y la investigación meteorológica, se utilizan drones adaptados a diferentes necesidades y condiciones, los más comunes son los drones de ala fija (aviones), que son ideales para cubrir grandes distancias y recopilar datos a lo largo de amplias áreas. Son eficientes en el consumo de energía y pueden volar durante largos periodos. O bien los multicópteros, que ofrecen mayor maniobrabilidad y estabilidad, lo que los hace perfectos para vuelos estacionarios y recopilar información en puntos específicos de variables como la temperatura, humedad y la presión atmosférica, o de la concentración de aerosoles, que permiten obtener datos precisos y en tiempo real sobre la atmósfera. Ayudan a tener mayor certeza en las predicciones meteorológicas y en el estudio de fenómenos climáticos.

Jardín Botánico Clavijero, INECOL.
Fotografía: Alberto Rísquez

5. ¿Qué tipo de dron se debería seleccionar para entrar de primera intención en una cueva estrecha y así poder revisar las condiciones de la misma y si hay fauna en su interior?

(A) Cuadricóptero

(B) Dron terrestre

(C) Dron submarino

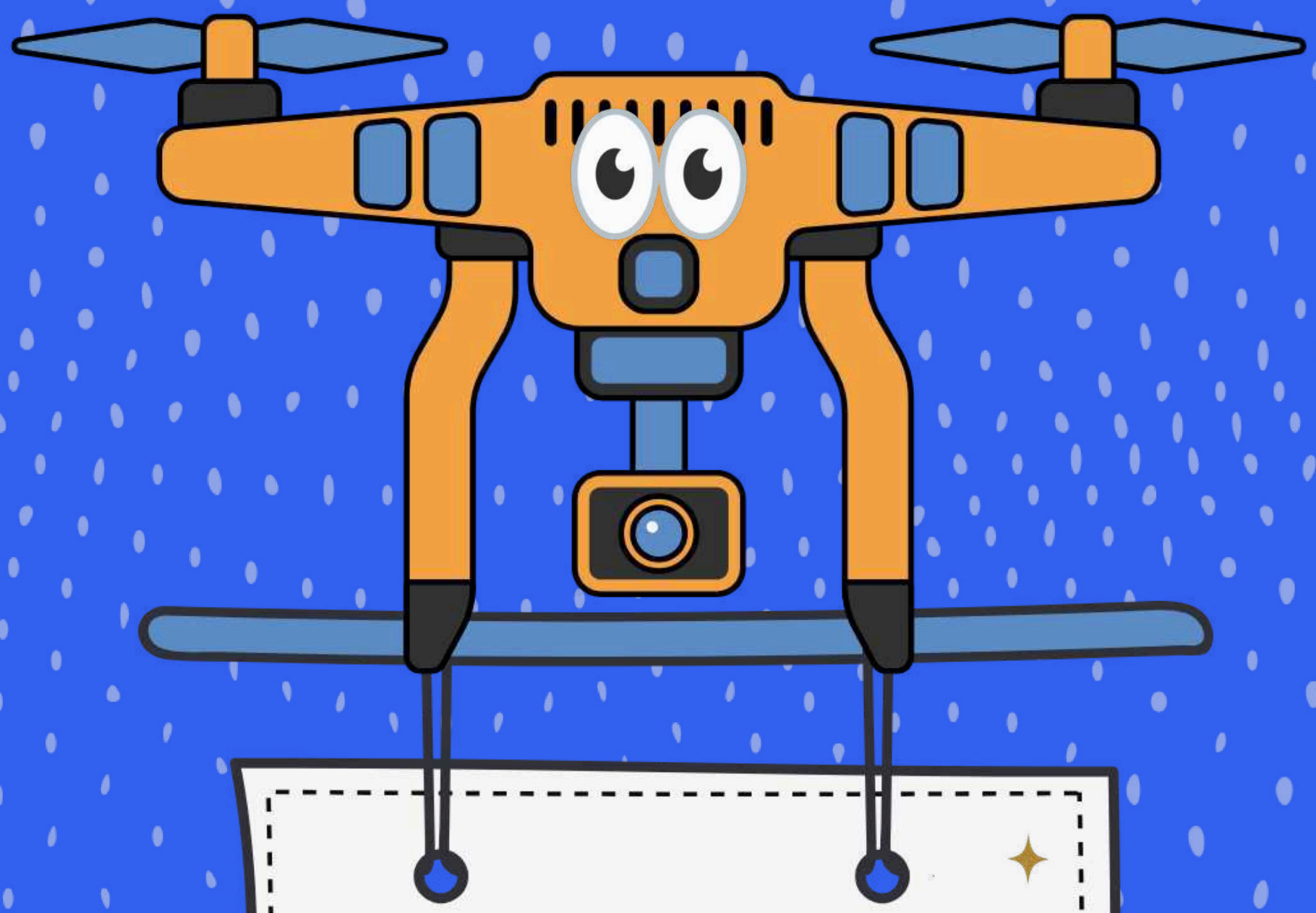
(D) Dron acuático

Respuesta

(B) Dron terrestre
Para este caso se utiliza un dron terrestre, por ser compacto, maniobrable y de movimientos discretos. Son ideales para este tipo de ambientes debido a su capacidad para maniobrar en espacios estrechos y difíciles de alcanzar, pueden desplazarse por pasajes angostos y explorar áreas inaccesibles para una persona. Idealmente requiere de sensores especializados para la exploración subterránea y la detección de fauna, tales como cámaras de alta resolución e infrarrojas, que nos permiten capturan imágenes detalladas para identificar la fauna y su comportamiento. Una vez más nos facilitará explorar áreas peligrosas sin ponernos en riesgo.

Cueva de los Murcielaguillos, Cuevas de Soria, Soria.
Fotografía: altoduero.org

Ir al índice



No existen los superhéroes, pero los drones nos parecemos mucho.

Para saber más:

· Valero C. 2024. Todos los tipos de drones según el uso, diseño o control. 16 de mayo. Click aquí

· Padovano F. 2019. Meteorología básica para drones. 11 de julio, 2019. Click aquí

· Herraiz Rodríguez C. 2018. De las cometas a los drones. Click aquí

BIOTRIVIA

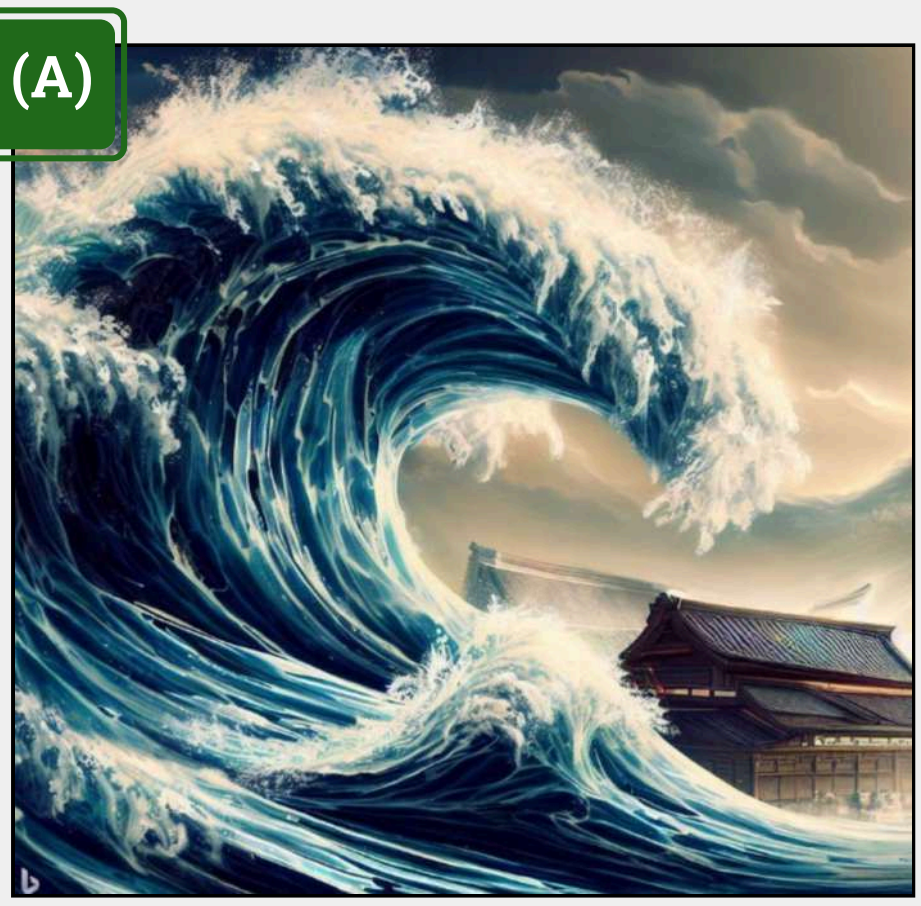
¿Conversando con máquinas?

Marco Antonio Francisco López
Secretaría Académica, INECOL antonio.francisco@inecol.mx

La Inteligencia Artificial cada vez forma más parte de la vida moderna, y en realidad, es sorprendente. Observa las dos olas de la imagen. Sin duda son muy parecidas. Sin embargo, una fue creada por humanos y otra por inteligencia artificial. ¿Las puedes distinguir?

¿Qué imagen fue creada por humanos y cuál por máquinas?

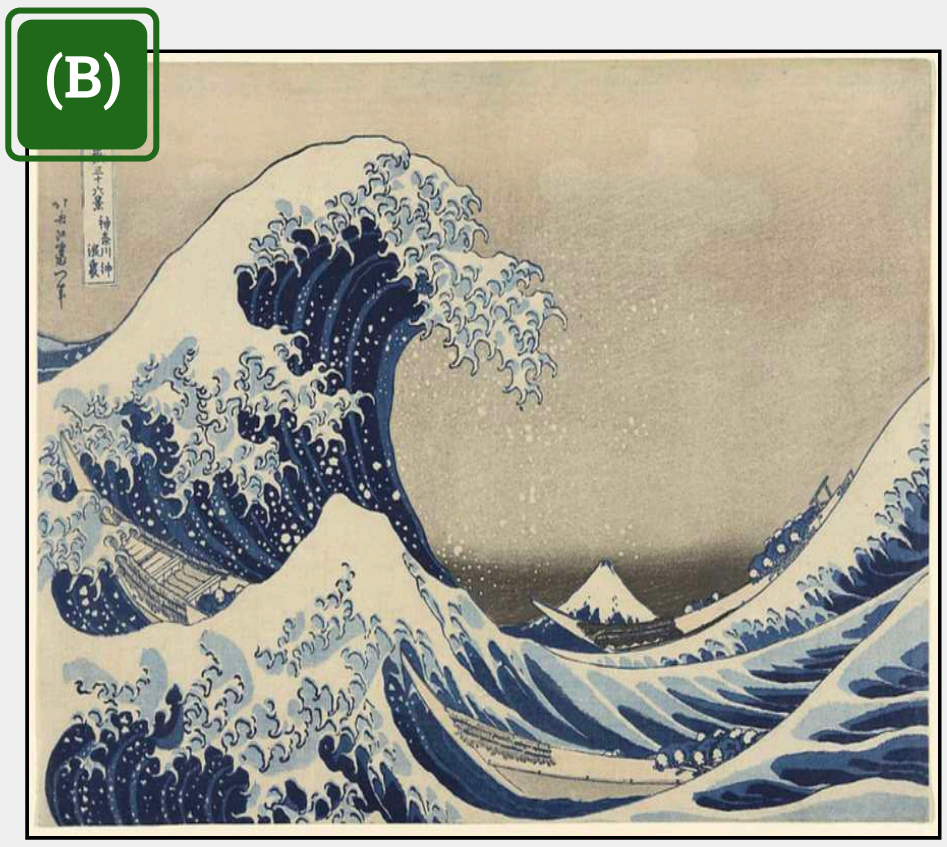
(A)



¿Cuál hice yo?

¿Cuál hice yo?

(B)



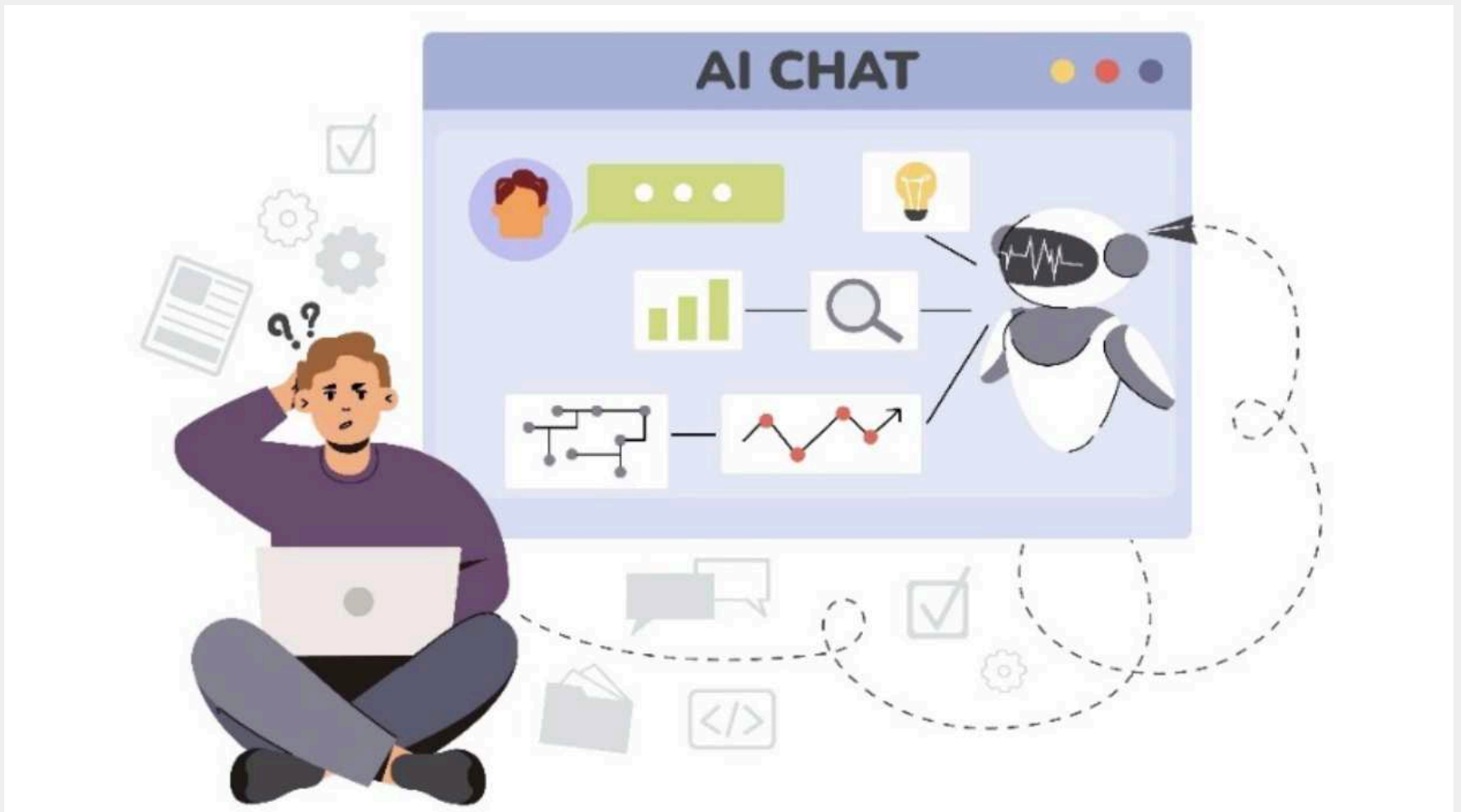
Ilustraciones de olas, una creada por inteligencia artificial y otra por humanos. Imágenes: (A) Ola de Tsuihoart, Deviantart. (B) Ola de Kanawa, Creative Commons

Respuesta

La ola del lado izquierdo fue creada por inteligencia artificial y la de la derecha es un grabado japonés del siglo XIX, publicada entre 1830 y 1833. Es la obra más conocida de Hokusai, siendo la primera de su famosa serie Fugaku sanjūrokkei, que significa 'Treinta y seis vistas del monte Fuji'. En efecto, en el fondo se alcanza a ver el Monte Fuji, que es la montaña más alta de Japón, que en este caso se observa como si estuviéramos en el mar. La enorme ola japonesa se ha interpretado de diversas maneras, pero comúnmente se considera una metáfora de la vulnerabilidad humana frente a las fuerzas imparables de la naturaleza. Esta vulnerabilidad también se observa en el dibujo de la inteligencia artificial. **Sin duda, las dos olas se parecen, pero tienen diferencias sutiles.**

Y hablando de Inteligencia Artificial, ¿sabes quién contesta lo que preguntas en ChatGPT?

(A) Alguien en algún lugar **(B) La inteligencia artificial** **(C) Es magia**



Uso de IA para ayudar a responder preguntas.

Respuesta

(B) La inteligencia artificial
En 1947 Alan Turing se hizo la siguiente pregunta **¿Puede pensar una máquina?** Esto lo llevó a publicar un artículo en donde describe una prueba que ayuda a determinar si una máquina es inteligente. A esta prueba se le conoció como “El Test de Turing”. Con el paso de los años esta idea se fue desarrollando y fue sentando las bases hasta llegar a lo que ahora conocemos como **inteligencia artificial (IA).**

La IA se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que, hasta hace poco, solo podían hacer los seres humanos. Esto incluye cosas como entender e interpretar el lenguaje natural, reconocer la voz de las personas y analizar imágenes, entre otros. **Para lograrlo, los científicos y desarrolladores han creado diferentes programas de computación con secuencias específicas de comandos que se conocen como algoritmos**, los cuales permiten a las máquinas aprender y tomar decisiones sin la intervención humana.

En el día a día convivimos con aplicaciones que se basan en esta idea, pero ¿Cómo aprenden? **La IA usa grandes cantidades de información que analiza con estos algoritmos para detectar patrones y relaciones ocultas.** Así, combina los datos con los algoritmos para mejorar con el tiempo. Cuando una máquina logra hacer esto, decimos que es sistema inteligente.

El aprendizaje se logra mediante la combinación entre los datos y los algoritmos.

¿Qué es la inteligencia artificial generativa?

Dentro de la IA existe una rama conocida como “Inteligencia artificial generativa”, la cual hace uso de algoritmos para crear aplicaciones capaces de generar contenido nuevo. Este contenido puede ser texto, imágenes, videos, audios, música, entre otros. **Las aplicaciones que usan esta tecnología pueden responder de manera coherente a las preguntas que hace el usuario, siguiendo un lenguaje muy similar al de las personas.**

Algunos ejemplos de las aplicaciones que utilizan IA generativa son: Gemini, ChatGPT, Copilot y Perplexity. Estas aplicaciones funcionan mediate chats y **tienen la capacidad de mantener una conversación fluida con la persona usuaria.** Para lograrlo, emplean algoritmos y modelos de lenguajes basados en el aprendizaje-automático, las redes neuronales (modelos de enseñanza para que las computadoras aprendan a analizar datos como el cerebro) y el procesamiento de lenguaje natural, voz y audio.

Pero **¿de dónde obtiene los datos?** La información que usan estas aplicaciones proviene **del basto mundo del internet, como sitios web, libros, Wikipedia, artículos, redes sociales, entre otros.** Toda esta información es procesada y almacenada como una gran base de conocimientos que les permite generar respuestas coherentes y relevantes. Debido a la facilidad de uso y fácil acceso, **las aplicaciones basadas en IA generativa están siendo utilizados en diferentes ámbitos como la educación, negocios, investigación, etc**.

Ir al índice

Respondiendo a la pregunta inicial, **derás de una aplicación de IA está un modelo entrenado con grandes cantidades de datos que, haciendo uso de algoritmos, puede asociar información para generar una base de conocimiento útil para nosotros.** De igual manera, las expresiones artísticas como imágenes o música también se generan a partir de información ya existente, que es reconstruida por la Inteligencia Artificial.

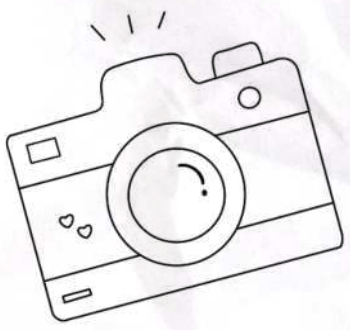
Seguro hay algo en lo que puedo ayudarte, humano.

¡Nos vemos pronto!

Para saber más:

• Turing AM.. 2012. ¿Puede una máquina pensar? Krk Ediciones. ISBN 9788483673850.

• Morales-Chan M. 2023. Explorando el potencial de Chat GPT: Una clasificación de Prompts efectivos para la enseñanza. Paper GES. Click aquí



DOCUMENTANDO LAS CARAS DEL ANTROPOCENO

Alejandro Rodríguez Villa*, Milton Javier Rubiano Guzmán, Dulce Carmina Vivar Vázquez, Miguel Ángel San Martín Cruz, Daniela Fernanda Rey Gómez, Rosa Lina Alvarez

Posgrado en Ciencias, INECOL
*alejandro.rodriguez@posgrado.ecologia.edu.mx

El pasado 03 de octubre, en el marco del coloquio estudiantil 2024, se inauguró la exposición “Documentando las caras del antropoceno” donde **participaron estudiantes del INECOL y de la Universidad Veracruzana**. Esta exposición fue producto del **taller "Fotografía de conservación: Una herramienta para la academia" impartido por el M. C. Santiago Gibert Isern.** En el taller se discutió cómo **la fotografía puede ser una efectiva forma de comunicación de la ciencia,** permitiendo narrar historias, crear focos de atención y generar cambios en la sociedad de forma integrativa y artística.

La Sierra de Zongolica, ubicada cerca del Pico de Orizaba (región de altas montañas), es un paisaje montañoso en el que se pueden encontrar diversos agroecosistemas, entre ellos cultivos de café, uno de los más importantes, ya que se produce bajo sombra. Este lugar cuenta también con un gradiente altitudinal que permite la existencia de ecosistemas como selva baja hasta bosque de pino/encino.

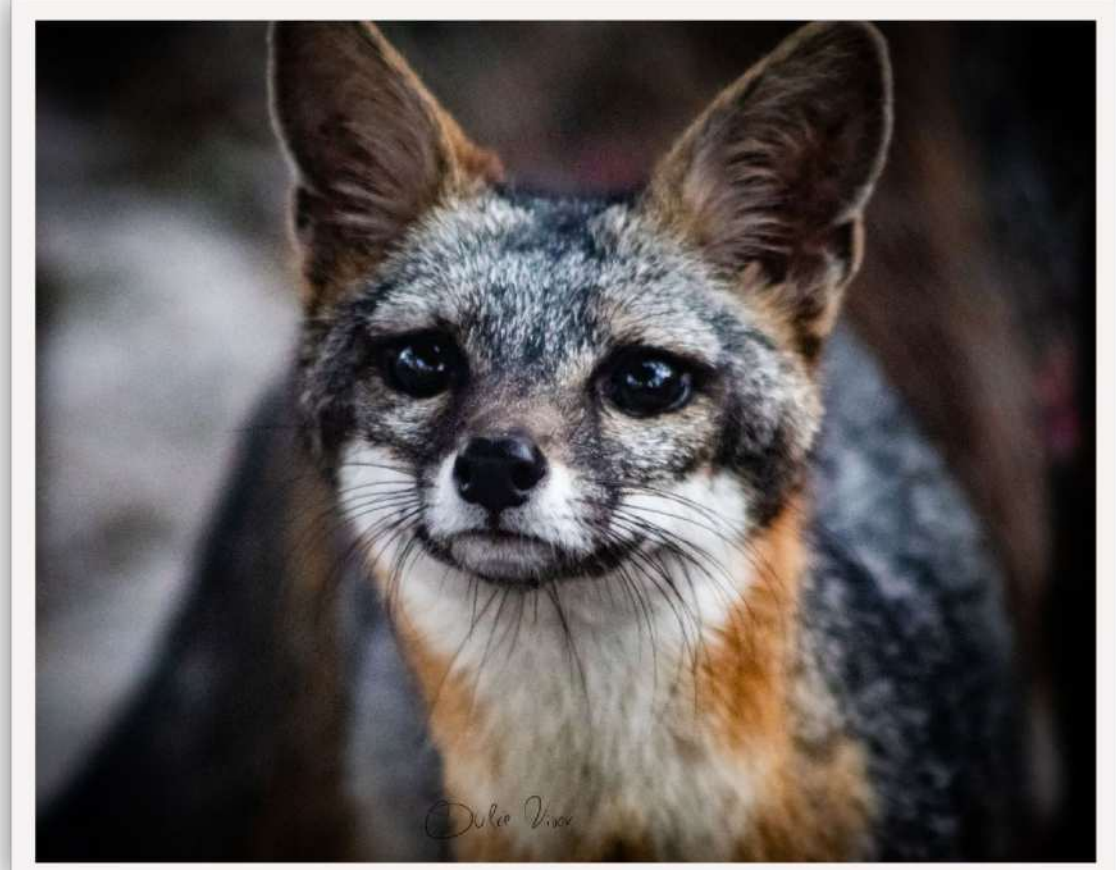
Fotografía: Milton Javier Rubiano Guzmán
Exposición: “Sierra Viva: Café, Tradición y Oportunidades en Zongolica”

La reserva de los Tuxtlas es considerada como un área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) debido a que presenta sitios ideales para la anidación, alimentación y reproducción tanto de aves residentes como aves migratorias. En la fotografía *Bubulcus ibis*.

Fotografía: Alejandro Rodríguez Villa.
Exposición: "Más que un parche verde: La gran biodiversidad de la Reserva de los Tuxtlas"

Mari, una hermosa zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), fue arrebatada de su hábitat natural para ser vendida ilegalmente. Afortunadamente, fue rescatada y hoy vive en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) "La Libélula". Sin embargo, su historia refleja la triste realidad de muchas otras especies que enfrentan un futuro incierto, sin la garantía de un rescate. Esta fotografía destaca la importancia de la conservación y el respeto por la vida silvestre.

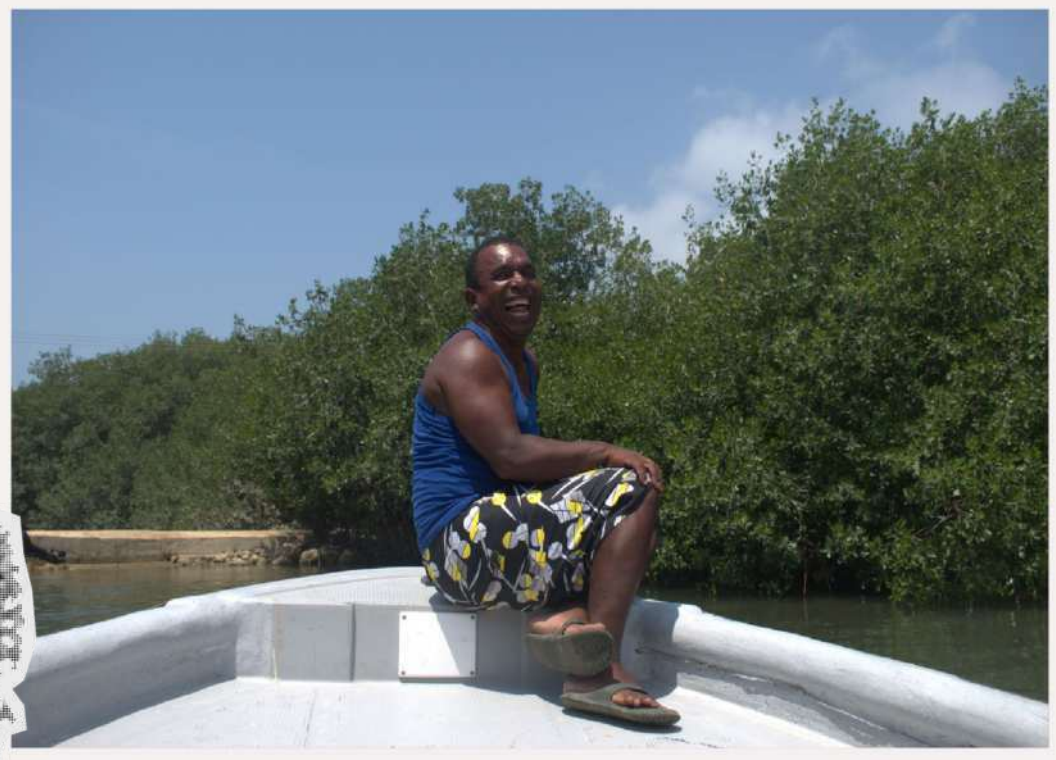
Fotografía: Dulce Carmina Vivar Vázquez.
Exposición: "Renacer de las Sombras: Historias de rescate en el tráfico ilegal de especies".



A través de diferentes fotografías de los alumnos del taller, se expusieron historias únicas cuyo tema central fue el antropoceno; término que ha cobrado relevancia en las últimas décadas debido al impacto crítico que la actividad humana ha generado en el planeta. Con esta exposición **se buscó resaltar el impacto que puede tener el ser humano en los ecosistemas y la biodiversidad, no sólo como el agente causal de estas problemáticas, sino también como la solución a la actual crisis global en que nos encontramos.**

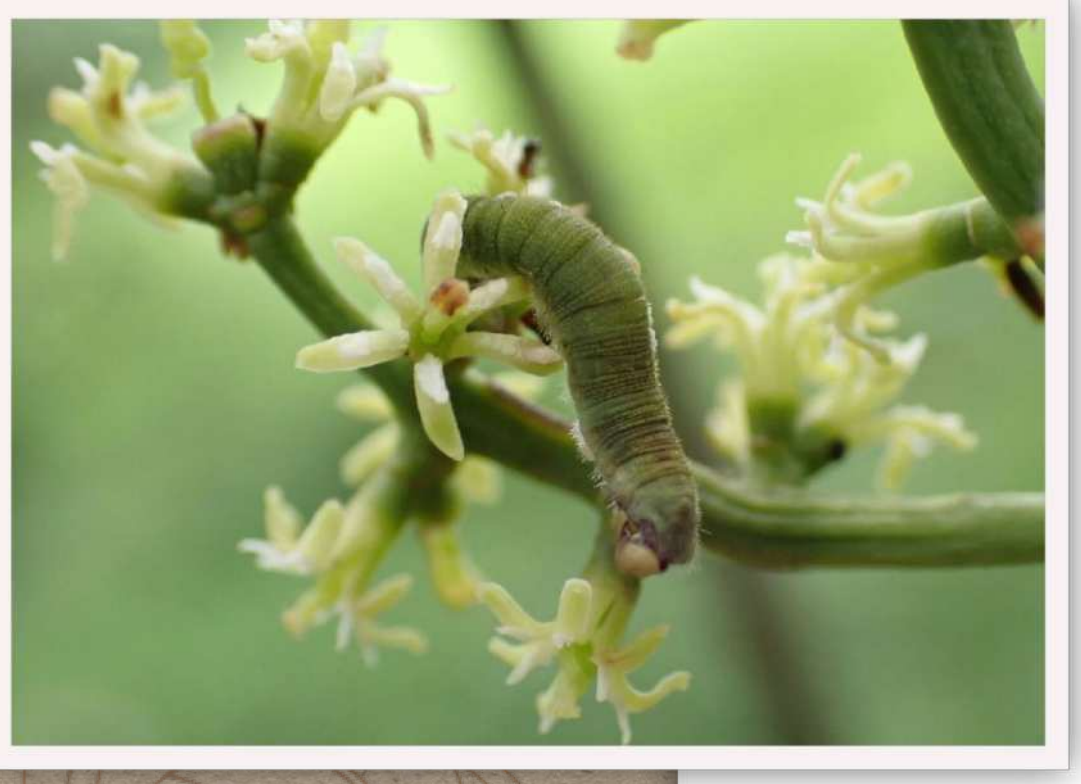
El Colibrí Tijereta Mexicano (*Doricha eliza*), endémico de México y en peligro de extinción, enfrenta la destrucción de su hábitat en Miradores, Veracruz, por incendios y la construcción de una carretera en su principal sitio reproductivo del estado. La pérdida de la berenjena silvestre, vital para su reproducción, pone en riesgo su supervivencia. Actualmente estamos desarrollando un documental sobre esta situación, titulado "Alas de esperanza: El Colibrí Tijereta Mexicano, una especie en peligro de extinción", el cual puedes ver aquí.

Fotografía: Miguel Ángel San Martín Cruz.
Exposición: "Entre llamas y escombros: las amenazas que enfrenta un colibrí en peligro de extinción en Veracruz"



En Barú, a pesar de los conflictos en torno a la conservación de los ecosistemas marinos y costeros, la esperanza persiste en las raíces de los mangles, en los seres vivos que se mezclan entre su espesura, y en los corazones de los pobladores que los protegen, defendiendo su comunidad y sus propias raíces que se entrelazan con las de sus ancestros.

Fotografía: Daniela Fernanda Rey Gómez.
Exposición: "Arraigo y resiliencia: la lucha silenciosa de Barú (Colombia)".

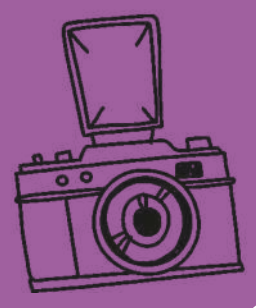


Las plantas hemiparásitas como los muérdagos, que toman nutrientes de otras plantas hospederas, pueden causar daños a especies de importancia económica y social, lo cual genera una percepción negativa hacia ellas y con frecuencia se busca erradicarlas. Sin embargo, tienen un lado poco conocido: su efecto positivo sobre la biodiversidad y sus múltiples interacciones con otras especies. En la foto se observa a una oruga regordeta dándose un festín en una inflorescencia de *Struthanthus quercicola*.

Fotografía: Rosa Lina López Álvarez
Exposición: "Banquete floral: El muérdago no es como lo pintan".

Ir al índice

¡Ahora sonríe tú!



Agradecimientos:

A los estudiantes que participaron en el taller de fotografía: Rosa Lina López Álvarez, Issachar Leonardo López Cuamatzi, Daniela Fernanda Rey Gómez, Alejandro Rodríguez Villa, Milton Javier Rubiano Guzmán, Miguel Ángel San Martín Cruz, Denise Villard Ahrens, Dulce Carmina Vivar López. A Santiago Gibert por su participación como instructor, al Dr. Armando Contreras, a Arturo Piña Martínez y a todo el equipo de comunicaciones y secretaría de posgrado del INECOL por su apoyo en la coordinación y logística del taller y exposición. Finalmente, a toda la comunidad estudiantil por asistir a la apertura de la exposición.

ANÉCDOTAS DE BATAS Y BOTAS

Fotografía: Vinisa Romero

UN PASTÓLOGO COLECTANDO ABEJAS

Jorge Gabriel Sánchez-Ken
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano gabriel.sanchez@inecol.mx

Hace una semana llevé a tres estudiantes al campo para colectar abejas nativas en una zona aguacatera de Tingambato, del estado de Michoacán. Este trabajo de campo es multidisciplinario y está inmerso en el proyecto “Estrategias para la regulación del cambio de uso de suelo y mecanismos de incidencia para mitigar el impacto socioambiental en la franja aguacatera de Michoacán”, que se lleva a cabo en el INECOL Bajío.

Normalmente, cuando realizo trabajo de campo, yo colecto plantas, ya que mi especialidad es la botánica, **sin embargo, en esta ocasión sólo fui de “acompañamiento” de los estudiantes cuyo trabajo se enfoca en abejas**. Hicimos equipos de dos. El primer grupo se fue a colectar en dos zonas de muestreo más alejadas mientras que a mi equipo le tocó muestrear una huerta. Acompañé al estudiante en su recorrido por la huerta colectando abejas nativas. Yo no llevaba red entomológica así que sólo asistí. De vez en cuando, **mi joven compañero me prestaba su red para que yo capturara alguna abeja.** Obviamente, siendo especialista en pastos, mi conocimiento sobre abejas era mínimo, así que aproveché las explicaciones de mi compañero para aprender sobre estos organismos mientras los colectábamos.

Ese día colectamos un buen número de abejas, y yo quizá contribuí con dos o tres especies. Capturamos abejas de varios tamaños y mi compañero estaba emocionado de ver muchas abejas del género *Xylocopa*, las abejas carpinteras. Estas abejas son grandes, tienen el cuerpo color negro brillante y los ojos y rostro de color amarillo-limón también brillantes. Muy bonitas. Al finalizar el muestreo de ese día, **quedé tan emocionado con las capturas que le pedí a mi compañero que el día siguiente llevara una red entomológica extra, para que de esta manera yo también pudiera participar en la colecta sin tener que pedirle su propia red.**

Al día siguiente, los dos equipos retornamos a nuestros sitios de colecta, pero esta vez, nosotros, el equipo de la huerta, llevábamos una red extra. Para maximizar la colecta, mi compañero y yo caminamos por rumbos separados. Yo me fui por un sendero y **capturé varias abejas**, e inclusive alguna que otra mosca polinizadora. En una de las capturas, **vi a una *Xylocopa***, a la cual atrapé sin ningún problema. Recordé que el día anterior **me habían explicado que era probable que el nido de las Xylocopa estuviese muy cerca, y que por eso había muchas abejas de esta especie;** la abundancia de abejas indicaba que probablemente era una población saludable.

Después de un tiempo de recorrer ese sendero decidí moverme a otro lugar para continuar capturando abejas. Pasé por una zona donde me pareció haber visto una abeja pequeña que de inmediato pensé en capturar. Mientras hacía eso, **me percaté de que muy cerca había una *Xylocopa* forrajeando una flor. Fijé la vista en el nuevo objetivo, pero algo llamó mi atención y de repente giré hacia la izquierda. Para mi sorpresa, una *Xylocopa* que no estaba forrajeando pacíficamente, venía a toda velocidad ¡en contra mía!**

Voló a mi alrededor y cuando menos me lo esperé **¡me atacó por la espalda! La abeja se prendió de mi oreja derecha causándome un gran dolor por lo que en mi desesperación mandé a volar la codiciada red entomológica que me habían prestado, así como también el sombrero y todo lo que me pude quitar,** incluyendo los lentes que quedaron como a 2 metros. Además, supongo que cómicamente, terminé en el suelo.

Ir al índice

El resultado de esta aventura con botas y redes fue que al día siguiente mi oreja derecha estaba inflamada y roja como un jitomate. Además, **terminé con contusiones en el orgullo, las manos y rodillas, que yo me las produje en la graciosa huida de la muy bonita *Xylocopa*.**

Lesiones producidas por la mordida de la abeja carpintera en la oreja. Las lesiones de la mano y rodillas fueron el resultado de la caída tratando de quitarme la abeja carpintera. Lugar: Tingambato, Mich. Fotografías: J. Gabriel Sánchez-Ken, octubre, 2024

Moraleja:
¡Ten cuidado con las abejas!

En especial si eres un pastólogo tratando de capturanos...

Fotografía: Elder Andrés Vasquéz Lenis

ECONOTICIAS

Fotografía: Suzy Hazelwood, Pexels

SUPPORT

ENFRENTANDO EL ANTROPOCENO: EL COLOQUIO ESTUDIANTIL INECOL

Alejandro Rodríguez Villa*
Posgrado en Ciencias, INECOL
*alejandro.rodriguez@posgrado.ecologia.edu.mx

El pasado 02, 03 y 04 de octubre de 2024, se llevó a cabo el evento anual del Coloquio Estudiantil en su edición 2024, cuyo título fue ***"Enfrentando el Antropoceno: de las causas a las soluciones"*. Este evento es organizado por estudiantes para estudiantes y está conformado por una serie de actividades académicas, culturales y recreativas** que buscan fomentar la vinculación social y académica entre los miembros de la comunidad INECOL.

Este año, **se impartieron seis conferencias magistrales** por parte de investigadores del INECOL y externos que compartieron sus diferentes líneas de investigación y su relación con el antropoceno (Figura 1).

Figura 1. Ponencia magistral de la Dra. Denise Spaan del Instituto de Neuroetología, de la Universidad Veracruzana: "Coexistencia con fauna en áreas urbanas tropicales: Investigación y conservación aplicada". Fotografía: Alejandro Rodríguez Villa

Por otra parte, **se llevaron a cabo cursos y talleres que tuvieron una gran participación por parte de los estudiantes:** "Fotografía de conservación: Una herramienta para la academia" (Figura 2), "*Trepa de árboles*", "*Claves para elección de revistas para publicación científica*" (Figura 3), "*Uso de cámaras trampa para el monitoreo de fauna silvestre*" (Figura 4), "*Visita a la unidad de microscopía avanzada*" y "*Jardines ecológicos para polinizadores*".

Figura 2. Integrantes del taller "Fotografía de conservación: Una herramienta para la academia". De izquierda a derecha: Denise Villard Ahrens, Alejandro Rodríguez Villa, Ms. C. Santiago Gibert (instructor del taller), Daniela Fernanda Rey Gómez, Issachar Leonardo López Cuamatzi, Rosa Lina López Álvarez, Dulce Carmina Vivar López, Miguel Ángel San Martín Cruz y Arturo Piña Martínez. Fotografía: Andrés Contreras Mora

Figura 3. Dr. Fabricio Villalobos impartiendo el taller de "Claves para la elección de revistas para publicación científica". Fotografía: Alejandro Rodríguez Villa

Además de estas actividades académicas, el último día tuvo lugar el foro de egresados del posgrado INECOL. En este foro **asistieron diferentes egresados del programa de maestría y doctorado para dialogar sobre sus líneas de investigación actuales, así como su experiencia profesional durante su paso por el instituto** (Figura 5).

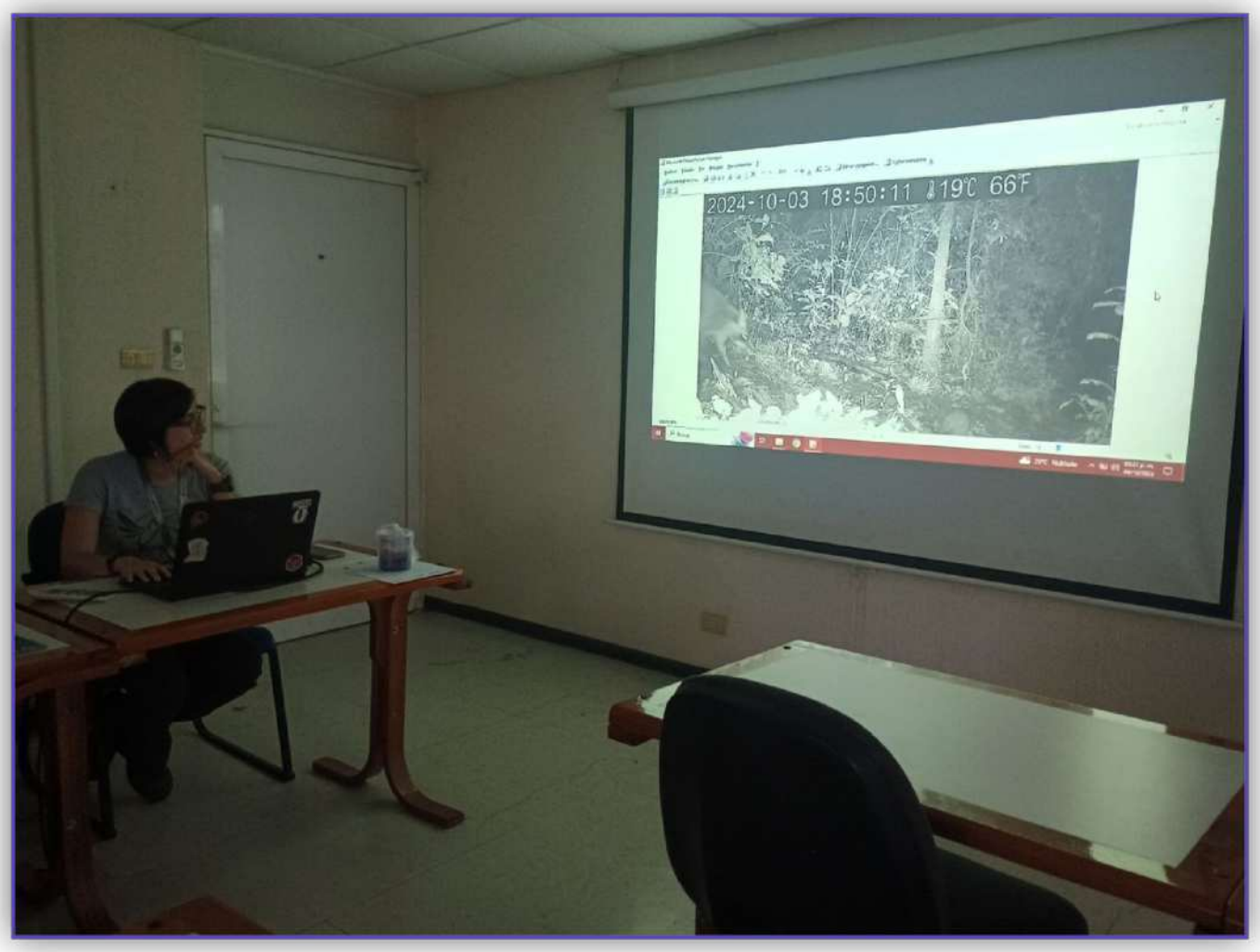


Figura 4. La Dra. Eva López Tello impartiendo el curso teórico-práctico de “Uso de cámaras trampa para el monitoreo de la fauna silvestre”. Fotografía: Alejandro Rodríguez Villa

Figura 5. Foro de discusión con exalumnos del Instituto de Ecología. En el fondo, de izquierda a derecha: Dra. Beatriz Bolivar Cimé, Dra. Ángela A. Camargo Sanabria y Dr. Gerardo Arceo Gómez. En el foro, de izquierda a derecha: Dra. Claudia Álvarez Aquino, Dr. Romeo A. Saldaña, Dr. Erick Corro y Ms. C. Edith Salomé. Fotografía: Alejandro Rodríguez Villa

Finalmente, en conmemoración del 30 aniversario del posgrado del INECOL, y **gracias al interés tanto de estudiantes como de artistas externos al instituto, se realizó una kermés con música en vivo para convivir y dar por terminado el Coloquio Estudiantil 2024** (Figura 6).

Figura 6. Comité organizador y ponente del foro de exalumnos en el cierre del evento del coloquio estudiantil 2024. De izquierda a derecha: Andrés Contreras Mora, Alejandro Rodríguez Villa, Dr. Romeo Saldaña Vázquez, Edith Salomé e Isabel Moreno.

AGRADECIMIENTOS

Al comité organizador del Coloquio Estudiantil 2024: Andrés Contreras Mora, Isabel Moreno de Palma, Alejandro Rodríguez Villa, Edith Salomé Castañeda. A la administración y dirección del INECOL. Al Dr. Armando Contreras, Arturo Piña Martínez y a todo el equipo de comunicaciones, dirección general, administración y secretaría de posgrado del INECOL por su apoyo en la coordinación y logística de todo el evento. A todos los ponentes y coordinadores de los talleres. Y a la comunidad estudiantil por su asistencia y participación en las ponencias, talleres y actividades culturales del coloquio.

CASA ABIERTA
Edición XIV, noviembre 9, 2024

Comité organizador: Juan Arturo Piña Martínez, Nancy Gámez Paredes*, Guillermo López Escalera, Emmanuel Contreras Varela, Carlos Emiliano Vicente, Oficina de Comunicación, INECOL

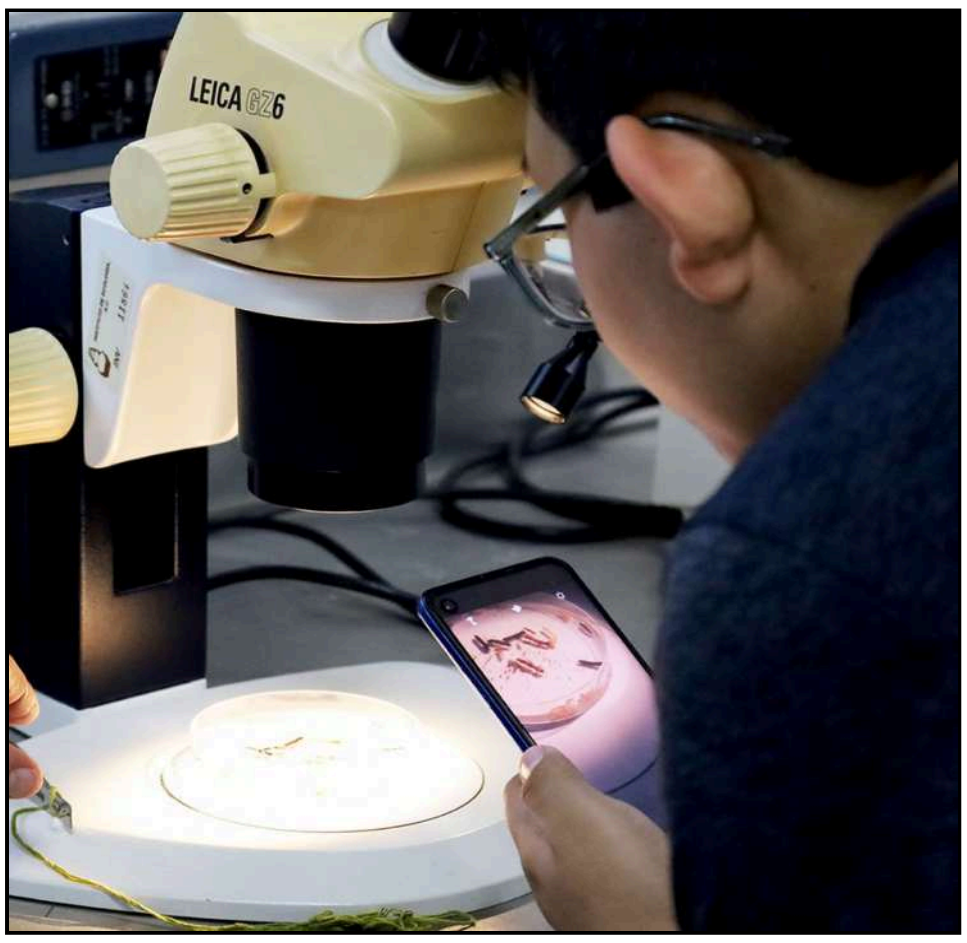
*nancy.gamez@inecol.mx

El pasado 9 de noviembre se realizó la 14ª edición de la Casa Abierta del INECOL. **Desde hace 14 años, abrimos las puertas al público en general** de manera que el público visitante pueda conocer y experimentar el trabajo científico y tecnológico que se realiza en este Centro Público del CONAHCYT. Es un espacio donde **las personas de todas las edades y procedencias que nos visitan, conviven de manera amena, interactiva y divertida con el personal académico del INECOL** (estudiantes, técnicos e investigadores). La intención del evento es dar a conocer el trabajo que realizamos en el Instituto, así como fortalecer la cercanía con la sociedad a través de actividades diversas.

El evento se llevó a cabo desde las diez de la mañana hasta las tres de la tarde de manera simultánea en el Jardín Botánico, los diferentes campus del INECOL en Xalapa, y en la sede de Pátzcuaro.

Fotografía: Oficina de Comunicación-INECOL

Durante la intensa jornada **se presentaron 110 actividades científicas, tecnológicas, interactivas y recreativas a cargo de 491 expositores** apoyados por el personal del INECOL y voluntarios. De estas actividades, 97 se realizaron en la sede de Xalapa, y 13 en la sede de Pátzcuaro. En Xalapa tuvimos 35 exposiciones, 24 juegos, 4 prácticas de laboratorio, 16 recorridos guiados a través de las diferentes instalaciones, 20 talleres, 3 ponencias, 3 proyecciones de video, 1 obra de teatro y 4 presentaciones artísticas. En Pátzcuaro se llevaron a cabo 13 talleres, exposiciones y juegos. En Xalapa, **los recorridos guiados incluyeron al Jardín Botánico y el Santuario del Bosque de Niebla**. Además, se mostraron las diversas colecciones biológicas (hongos, escarabajos, insectos y maderas mexicanas) y **se realizaron observaciones en microscopios avanzados, así como visitas al mariposario, orquideario y herbario.**



Fotografías: Oficina de Comunicación-INECOL

Los eventos artísticos incluyeron artes plásticas, conciertos, danza y teatro, destacando la participación de personal de la Universidad Veracruzana y la Orquesta de Guitarras de la Secretaría de Educación de Veracruz. **Recibimos 3,335 visitantes, quienes disfrutaron de las numerosas actividades**. Contamos con la presencia de alumnos de todos los niveles educativos, desde preescolar hasta educación superior, familias, grupos de amigos y diversos productores. **Nos visitaron de varios municipios del Estado; Xalapa, Coatepec, Banderilla, Boca del Río, Veracruz, Úrsulo Galván, Altotonga; así como de los estados de Puebla, Tlaxcala, entre otros.**

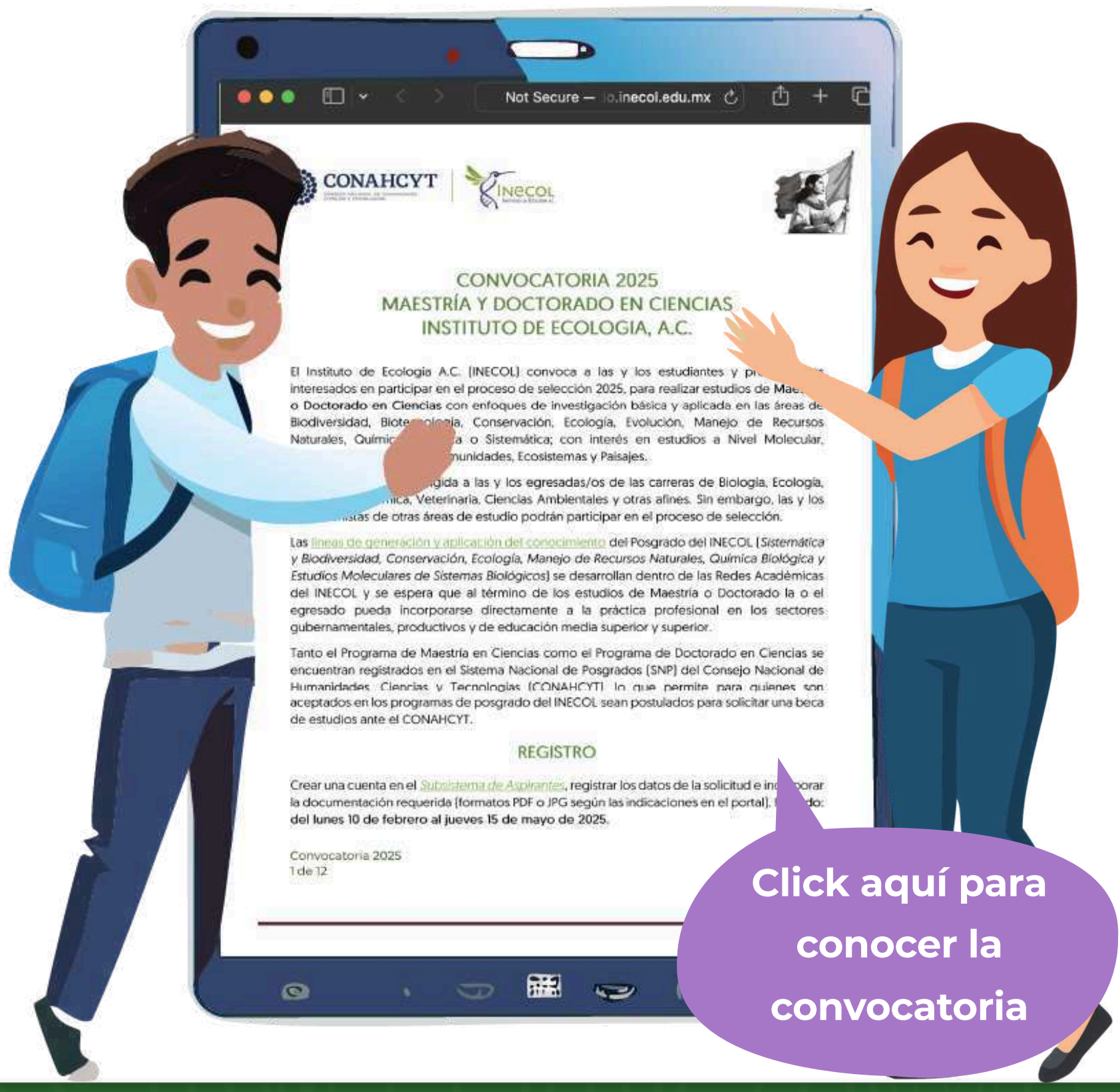
Fotografías: Oficina de Comunicación-INECOL

¡Gracias a todos por su importante labor en la investigación y la divulgación! ¡Nos vemos en la 15ª edición en 2025!

CONVOCATORIA DEL POSGRADO

El Instituto de Ecología A.C. (INECOL) convoca a las y los estudiantes y profesionistas interesados en participar en el **proceso de selección 2025, para realizar estudios de Maestría o Doctorado en Ciencias con enfoques de investigación básica y aplicada en las áreas de Biodiversidad, Biotecnología, Conservación, Ecología, Evolución, Manejo de Recursos Naturales, Química Biológica o Sistemática; con interés en estudios a Nivel Molecular, Individuos, Poblaciones, Comunidades, Ecosistemas y Paisajes.**

La convocatoria está dirigida a las y los egresadas/os de las carreras de Biología, Ecología, Agronomía, Química, Veterinaria, Ciencias Ambientales y otras afines. Sin embargo, las y los profesionistas de otras áreas de estudio podrán participar en el proceso de selección.



#OrgulloInecol

¡Tesis premiadas!

• **El Ingeniero Ambiental Ottmar Reyes Jiménez**, graduando del Instituto Tecnológico de Álamo Temapache Ingeniería Ambiental, **obtuvo el primer lugar en el Certamen de tesis nivel licenciatura organizado por la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, A.C.** El certamen se llevó a cabo en el marco del IX Congreso Mexicano de Ecología, que tuvo lugar en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, del 6 al 11 de octubre de 2024. El premio se entregó durante la sesión solemne en el penúltimo día del congreso, teniendo como escenario el recinto histórico Casa Mazariegos.

La tesis premiada lleva por título “Emisiones de gases de efecto invernadero (CH_4 y CO_2) en suelo de manglar bajo restauración ecohidrológica en la Laguna de Tampamachoco, Túxpam, Veracruz”. **Fue dirigida por la Dra. Susana Alvarado de la Red de Ecología Funcional del INECOL. ¡Felicidades!**

Fotografía: Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache

• **El Dr. Antonio Acini Vásquez Aguilar**, egresado del Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) de la Universidad Veracruzana, obtuvo el **primer lugar en el certamen de tesis de nivel doctorado otorgado por la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, A.C.** El certamen se llevó a cabo en el marco del IX Congreso Mexicano de Ecología, que tuvo lugar en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, del 6 al 11 de octubre de 2024. El premio se entregó durante la sesión solemne en el penúltimo día del congreso, teniendo como escenario el recinto histórico Casa Mazariegos.

Esta misma tesis **también recibió el premio "Arte, Ciencia, Luz" otorgado por la Universidad Veracruzana al mejor trabajo recepcional.** La entrega del reconocimiento se llevó a cabo el 10 de diciembre a las 11:00 horas en la Sala anexa del centro cultural Tlacná, en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

La tesis doblemente galardonada lleva por título "Filogeografía, diversidad genética y modelado de distribución de especies del colibrí vientre canelo Amazilia yucatanensis (Aves: Trochilidae): Implicaciones para la conservación". **Fue dirigida por la Dra. María Cristina Mac Swiney González (CITRO) y el Dr. Juan Francisco Ornelas Rodríguez de la Red de Biología Evolutiva del INECOL. ¡Muchas felicidades! Estamos muy orgullosos por estos logros.**

Fotografía: Antonio Acini Vásquez Aguilar

Reconocimiento a Investigadora fundadora del INECOL

En la XIV Reunión Latinoameriana de Scarabaeoidología RELAS 2024 que se llevó a cabo en la ciudad de Loja, Ecuador el 21-25 de octubre de 2024, **la Dra. Luz María del Carmen Huerta Crespo**, investigadora y fundadora del INECOL, recibió un merecido reconocimiento por su trayectoria científica. Durante casi cinco décadas, la reconocida investigadora de la Red de Ecoetología del INECOL se **ha dedicado al estudio y conservación de los escarabajos. Esta gran labor ha dejado una huella imborrable en las generaciones presentes y futuras de los estudiosos de esta temática.** Sin duda, nuestra amiga y colega ¡es un Orgullo INECOL! ¡Felicidades!

Fotografía: Carmen Huerta Crespo

El liderazgo académico del Dr. Rubio

El Dr. Miguel Rubio Godoy, **investigador de la Red de Biología Evolutiva y exdirector del INECOL, fue nombrado integrante del Comité Editorial de la prestigiosa revista Scientific Reports del grupo Nature, específicamente en la sección Ecología y Evolución.** Este nombramiento reconoce el liderazgo académico del Dr. Rubio en las disciplinas de Ecología y Evolución. ¡Felicidades!

Reconocimientos de la CONANP a investigadores del INECOL

El pasado 27 de noviembre **la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) organizó un evento para la presentación del Plan de Manejo de la Reserva La Michilía**, reserva en la que el INECOL ha jugado un papel fundamental en su creación y mantenimiento. Así mismo, cuatro investigadores recibieron sendos reconocimientos por su destacado trabajo en la conservación de las áreas naturales protegidas de nuestro país. **Tres de los galardonados son notables investigadores del INECOL: el Dr. Gonzalo Halffter** (fundador del INECOL, investigador emérito y exdirector; QEPD), **Dr. Sergio Guevara** (exdirector del INECOL), y **Dr. Jerzy Rzedowski** (investigador emérito; QEPD). El Dr. Arturo Gómez-Pompa, investigador muy cercano al INECOL, también recibió este reconocimiento.

Es un gran orgullo para el INECOL haber jugado este papel tan relevante en la conservación de las áreas naturales protegidas. ¡Felicidades! Ellos son: ¡Orgullo INECOL!

(A) Dr. Gonzalo Halffter y Dr. Jerzy Rzedowski, (B) Dr. Sergio Guevara
Fotografías: (A) Alberto González Romero, (B) Patricia Moreno-Casasola

GRADUADOS EN EL INECOL

Periodo octubre-diciembre 2024

INECOL
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

MAESTRÍA EN CIENCIAS

Gómez Sánchez, Ana Luisa
Tesis: Endoparásitos en la interfase mamíferos silvestres-perro doméstico-humano con un enfoque a Una Salud.
Directores: Dr. Andrés Mauricio López Pérez y Dra. Sonia Antonieta Gallina Tessaro

Pozos Carré, Daniel Augusto
Tesis: Delimitación de especies y diversidad de parásitos del género *Gyrodactylus* (Monogenea: Gyrodactylidae) de peces del género *Astyanax* (Actinopterygii: Characidae) en México.
Directores: Dr. Carlos Daniel Pinacho Pinacho y Dr. Miguel Rubio Godoy

Torres Aguilar, José Luis
Tesis: Evaluación de mamíferos terrestres en cafetales: Una caracterización desde la percepción social en el centro de Veracruz, México.
Directores: Dr. Héctor Armando Contreras Hernández y Dra. Carolina Alejandra Rivarez Peredo

Galindo Cruz, Alejandra
Tesis: Factores topográficos, climáticos y de conectividad que afectan la estimación de las áreas de distribución.
Director: Dr. Octavio Rafael Rojas Soto

DOCTORADO

García Hernández, María de los Ángeles
Tesis: Ecología de la dispersión de *Quercus insignis*, una especie amenazada del bosque de niebla.
Directores: Dra. Fabiola López Barrera y Dr. Ramón Perea García-Calvo

Gutiérrez Sánchez, Rosa Angélica
Tesis: Identificación del ácido fusárico como factor de virulencia del hongo *Fusarium kuroshium*, induciendo muerte celular *in vitro* y acumulación de compuestos fenólicos en especies selectas de importancia agrícola y forestal.
Directores: Dr. José Antonio Guerrero Analco y Dra. Diana Sánchez Rangel

San Martín Cruz, Miguel Ángel
Tesis: Seasonal and landscape-level occupancy of Mottled Owl (*Strix virgata*) in a Neotropical urban gradient.
Director: Dr. Rafael Villegas Patraca

¡Muchas felicidades!

Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:

336

Artículos publicados

480

Autores (INECOL y externos)

47,614

Personas alcanzadas

19

Números publicados

75

Redes académicas e instituciones externas

49

Países donde se consulta la revista

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

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

Países en donde nos leen:
De mayor a menor consulta

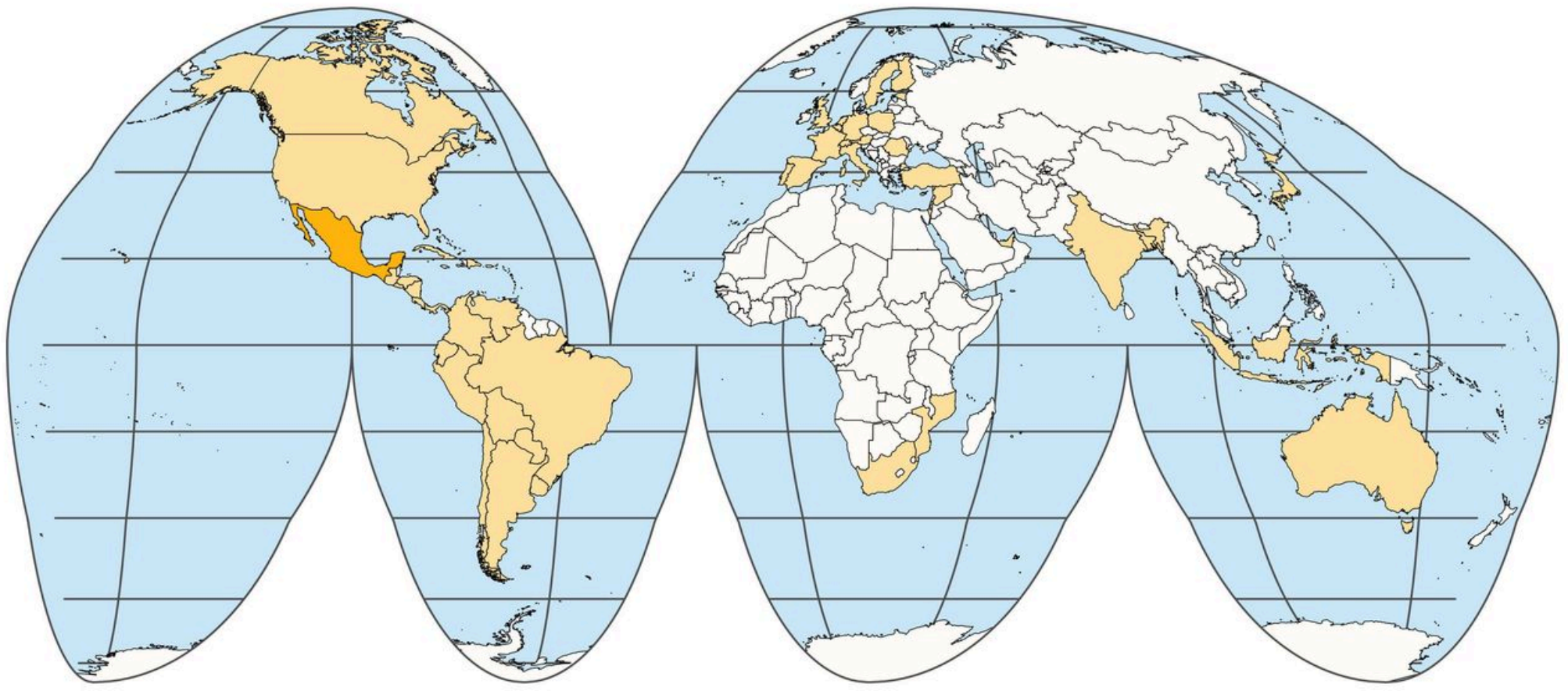


Ilustración: Sergio A. Cabrera Cruz, de la USPAE, INECOL

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

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE Eco-Lógico

Fotografía: Vinisa Romero

Eco-Lógico, año 5, volumen 5, No. 4 octubre-diciembre (invierno), 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, 6 de diciembre de 2024.