

Eco-Lógico

Hecho en INECOL

Lo que no sabías de
los condimentos y el
trabajo en equipo
entre los animales

CIENCIA HOY

Turismo
y degradación del suelo

MUJERES INECOL

Celebramos el Día
Internacional de las Mujeres
y Niñas en la Ciencia

TRIVIAS Y ARTE

¿Cuánto conoces del ciclo
del agua, herbarios y las
formas de la naturaleza?

ANÉCDOTAS DE BOTAS Y BATAS

¿Qué es ese zumbido?

JÓVENES CIENTÍFICOS

La importancia de las cuevas, cuidado de
guacamayas y hongos en las plantas

ESTA REVISTA ES UNA PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

Eco-Lógico

Año 4 / volumen 4 / número 1 / enero-marzo
(primavera) 2023, 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), Fis. Rosario Landgrave Ramírez
(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;

Apoyo informático: Alberto Rísquez Valdepeña;

Distribución general: Oficina de Enlace con la

Sociedad; Consejo de Editores Asociados y

Colaboradores: Carlos Frago, Janaina García,

Armando Aguirre Jaimes, Carla Gutiérrez, Frédérique

Reverchon, Ana Martínez, Juan B. Gallego Fernández,

Francisca Vidal.

Eco-Lógico, año 4, volumen 4, No. 1, enero-marzo
(primavera) 2023, 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)
842-800, [https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-](https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico)
[menu-item-25/eco-logico](https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico). Editor responsable: Ma. Luisa

Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al

Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN

2954-3355, ambos otorgados por el Instituto Nacional

del Derecho de Autor. Responsable de la última

actualización de este Número: Debora Lithgow,

carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa,

Veracruz, C.P. 91073, fecha de última modificación, 21 de
marzo de 2023.

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.

En portada: Jacaranda. Fotografía: janeb13, Pixabay

En prólogo: Jacaranda. Fotografía: bianca-stock-
photos, Pixabay

Navegador recomendado: Google Chrome





PRÓLOGO

Eco-Lógico es la revista divulgación del INECOL. Su nombre alude a los objetivos de la institución: **Eco-** es indicativo del énfasis en el estudio y la conservación de la biodiversidad, así como de las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio donde viven (incluyendo al ser humano). **Lógico-** se refiere a la generación del conocimiento para el uso sustentable de los recursos naturales. En **Eco-Lógico estamos comprometidos a comunicar los resultados de la investigación y el trabajo que realizamos en el INECOL**, con el objetivo de promover la apropiación social del conocimiento producido en ésta y otras instituciones afines. Con este número iniciamos el cuarto año de la revista, mostrando el compromiso institucional de dar a conocer el trabajo que realizamos.

En este número celebramos el **Día Internacional de las Mujeres y Niñas en la Ciencia**, con un artículo sobre las Mujeres INECOL, y la presentación de un libro sobre el tema. **Un porcentaje elevado de autores de este número son mujeres, demostrando la importancia de su labor científica en el INECOL.**

Deseamos que este número sea tan entretenido como siempre. Los artículos representan la diversidad de actividades que se realizan por la comunidad académica del INECOL así como en otras instituciones hermanas donde también se desarrollan estudios relacionados con el ambiente. Los temas son variados. En **"Hecho en el INECOL"**, tenemos trabajos sobre el ciclo del agua, el origen de los condimentos con los que cocinamos, la relevancia de la cooperación en las sociedades animales, cómo es el secado de la madera, y la historia de un ave conocida como mulato azul.

En la sección de **"Ciencia Hoy"** se exploran temas sobre la relevancia del turismo en una zona costera y también sobre la influencia de otras actividades económicas en la degradación de los suelos. Por su parte, **los "Jóvenes Científicos"** nos comparten importantes hallazgos, como el proceso de crianza de las guacamayas, por qué son importantes las cuevas, y la historia de unos hongos que atacan a las plantas. La sección **"Trivias y arte"** tiene varios artículos. ¿Qué formas asombrosas vemos en la Biotrivia? ¿Son semillas o escamas? Después, te retamos a que pongas a prueba lo que sabes del ciclo del agua y de los herbarios. En cuanto a la sección artística, presentamos un cuento curioso sobre sapos y mostramos unos hermosos cuadros sobre plantas y flores. El número cierra con una interesante **anécdota de botas**, donde el protagonista de la historia narra un encuentro cercano con un zumbido extraño.

Te invitamos a compartir la revista con quien consideres adecuado.

El Comité Editorial

NAVEGADOR SUGERIDO: CHROME

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

HECHO EN EL INECOL

- P. 8 **MUJERES INECOL**
M. Luisa Martínez, Debora Lithgow y José G. García-Franco
- P. 16 **EL CICLO DEL AGUA ¿ES COMO LO PINTAMOS?**
Susana Alvarado Barrientos
- P. 24 **PLANTAS QUE SAZONAN NUESTRA COMIDA COTIDIANA, AHÍ ESTÁ EL DETALLE**
Maite Lascurain, Sergio Avendaño, Edelmira Linares y Robert Bye
- P. 34 **COOPERAR O NO COOPERAR, ESA ES LA CUESTIÓN**
Ornela De Gasperin Quintero
- P. 42 **AVES VERACRUZANAS: EL MULATO AZUL, EL TÍMIDO IMITADOR MEXICANO**
Omar Suárez-García y Fernando González-García
- P. 48 **LA TECNOLOGÍA DE LA MADERA AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD**
Raymundo Dávalos Sotelo, Reyna Paula Zárate Morales y colaboradores

CIENCIA HOY

- P. 58 **TURISMO Y MANEJO DE LAS PLAYAS Y DUNAS COSTERAS EN SISAL, YUCATÁN**
Yari Tatiana Meza Osorio y Gabriela Mendoza González
- P. 66 **¿QUÉ ES LA DEGRADACIÓN SUELO? Y ¿POR QUÉ DEBERÍA PREOCUPARNOS?**
Daniel Alejandro García López

JÓVENES CIENTÍFICOS

- P. 76 **PADRES LAPA, CUIDANDO A SUS LAPITAS (PAPAGAYO O GUACAMAYA VERDE-MILITAR)**
Selene Asiul Barba Bedolla y Luis Felipe Mendoza Cuenca
- P. 84 **MURCIÉLAGOS, CUEVAS Y CONSERVACIÓN**
Jhonatan Enrique González Figueroa
- P. 90 **UNAS MOLÉCULAS EXCLUSIVAS DE LOS HONGOS: LAS PROTEÍNAS CFEM**
Edgar David Carrillo Hernández, Nohemí Carreras Villaseñor y colaboradores

TRIVIAS Y ARTE

- P. 100 **¿QUÉ TANTO SABES SOBRE EL CICLO DEL AGUA?**
Susana Alvarado Barrientos

DA CLICK SOBRE EL ARTÍCULO QUE QUIERAS VISITAR

¿QUÉ TANTO SABES SOBRE LOS HERBARIOS?

Israel Acosta Rosado, Enrique César Crivelli, José de Jesús Pale Pale y Gonzálo Castillo Campos P. 104

BIOTRIVIA: LAS FORMAS CAPRICIOSAS DE LA NATURALEZA

Gabriela Vázquez y M. Luisa Martínez P. 116

EL SAPO QUE PERDIÓ LA COLA

Juan M. Díaz-García y Adriana Sandoval Comte P. 120

LA MARAVILLA DE PINTAR FLORES

Homenaje a Ma. Luisa Villa Bores por Bertamari Rodríguez Villa y Lorenzo Rodríguez Villa P. 124

DE BATAS Y BOTAS

ZUMBIDOS

José G. García-Franco P. 130

ECONOTICIAS

EVENTOS INECOL, CONVOCATORIAS Y CURSOS-TALLERES

P. 136

- Graduados periodo diciembre 2022-marzo 2023
- Foro: Es hora de participar en la restauración y conservación de los humedales de Veracruz
- Conmemoración del día internacional de la mujer y la niña en la ciencia
 - Visita del Gobernador de Veracruz al INECOL
- Presentación del libro: Acerca del concepto de la diversidad y patrimonio biocultural de los pueblos
 - Simposio: eFloraMex
- Taller virtual: Hacia un modelo de información para el monitoreo, manejo y conservación de la polinización por abejas nativas en México
 - XXIV Festival Aves y Humedales
 - Convocatoria para estudiantes de bachillerato
- Diplomado: Restauración de ecosistemas y servicios ambientales originarios y comunidad equiparable
- Los lobos mexicanos son nuestros japoya su conservación

CIFRAS DE LA REVISTA

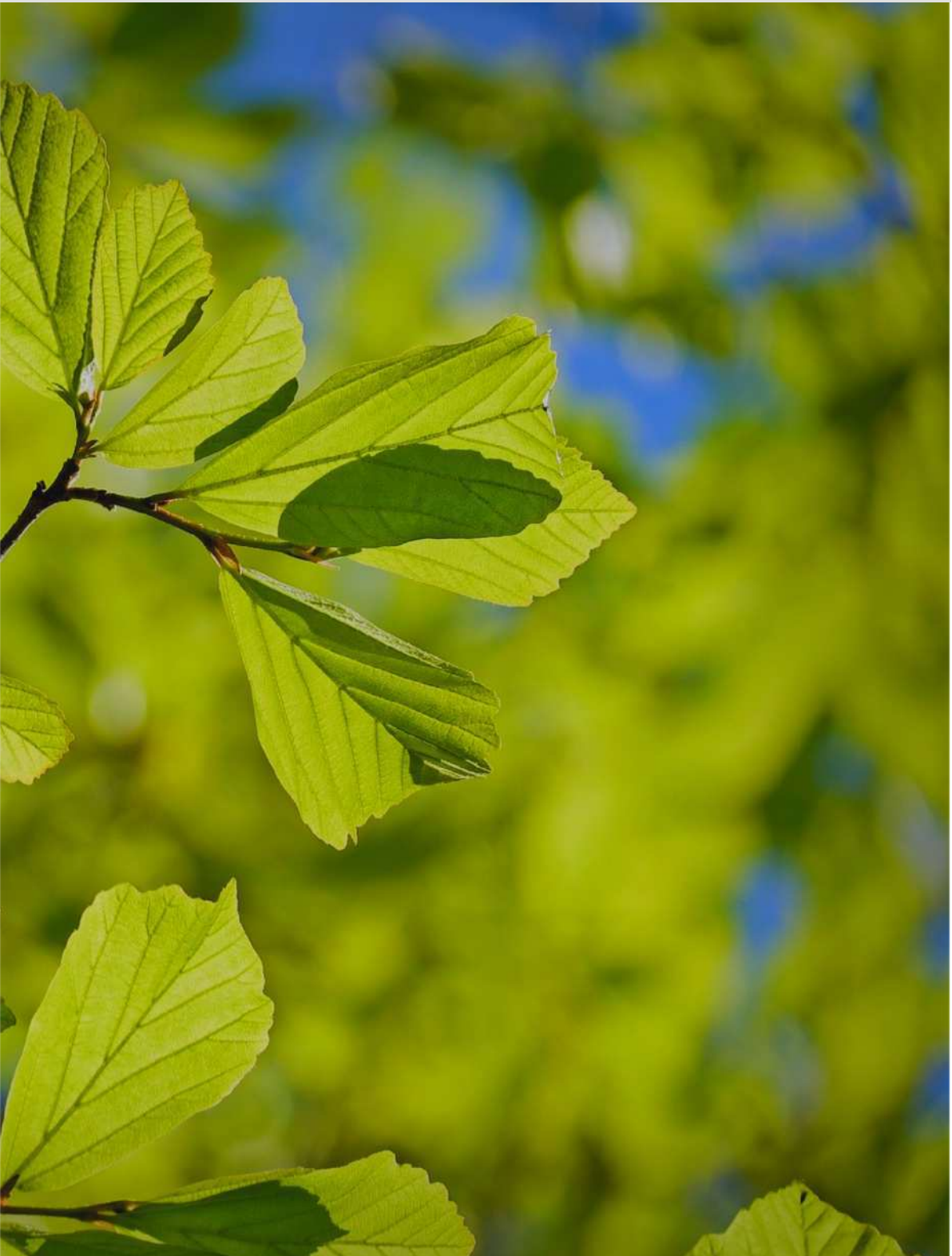
Estadísticas de Eco-Lógico en el mundo P. 150

CONTENIDO

Fotografía: Couleur, Pixabay

Hecho en INECOL

Fotografía: Coleur, Pixabay



MUJERES INECOL

M. Luisa Martínez*

Red de Ecología Funcional, INECOL

Debora Lithgow

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

José G. García-Franco

Red de Ecología Funcional, INECOL

* marisa.martinez@inecol.mx

De paseo en el trabajo de mamá. Fotografía: jameswheeler, Pixabay

El **Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia** se celebra el 11 de febrero. Como todos los Días Internacionales, **tiene tres objetivos principales: la sensibilización sobre la existencia de un problema relevante para nuestra sociedad; la búsqueda de soluciones a este problema y la celebración de los logros de la humanidad en la resolución de este.**

El Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia se estableció por acuerdo de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015 con el fin de promover la igualdad de género y lograr el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia para las mujeres y las niñas. **La celebración reconoce el papel clave que desempeñan las mujeres en la comunidad científica y tecnológica mundial.** Además, busca fomentar la movilización de la voluntad de los gobiernos y sus recursos para promover el acceso y la participación de las mujeres y las niñas en la ciencia.

Desde la proclamación de esta fecha conmemorativa, **cada año el Instituto de Ecología A.C. (INECOL) realiza diversas actividades para fomentar la carrera científica en las niñas y jóvenes, además de reconocer la labor de las mujeres científicas.** Algunas de las actividades realizadas en 2023 se pueden ver en la sección de Econoticias de este número. Además, en este artículo de Eco-Lógico buscamos sumarnos a la celebración a través de una breve introspección sobre las investigadoras, técnicas académicas, estudiantes y personal administrativo de nuestra institución.



Las investigadoras, técnicas académicas, estudiantes y personal administrativo INECOL desempeña su trabajo y prácticas en: campo, laboratorio, salones y oficinas.

Fotografías: Pixabay e INECOL

En el INECOL trabajan 48 investigadoras que representan el 41 % de todos los investigadores de la institución (Figura 1). Este porcentaje es mayor a las cifras reportadas por las Naciones Unidas, ya que, en el mundo, las mujeres tan solo representan el 33 % de todos los investigadores.



Figura 1. Las investigadoras del INECOL. Fotos de la página web del INECOL, con algunas aportadas por las investigadoras mismas. Click para ampliar

¿Cuánta información científica han producido las investigadoras del INECOL en los últimos 30 años?

Para contestar esta pregunta realizamos un breve análisis consultando una base de datos internacional donde se incluye un gran porcentaje de las publicaciones científicas que se realizan a nivel mundial. Esta base de datos se denomina Red de Ciencia (Web of Science en inglés). Así, obtuvimos todos los artículos científicos que se han realizado en el INECOL y que se encuentran incluidos en la Red de Ciencia. En la búsqueda nos enfocamos en las publicaciones donde los autores indicaron que el INECOL era la institución en la que trabajaban. Esto se conoce como Institución de Adscripción. Después buscamos a las autoras y analizamos la información obtenida para cada una.

Los resultados son interesantes. Encontramos 37 investigadoras del INECOL, que representan el 34% del total de autores adscritos al Instituto. Ellas han participado como autoras en 1,480 artículos científicos registrados en la Red de Ciencia.

Otro elemento importante que se suele utilizar en el análisis de la productividad científica es el impacto que tienen las publicaciones. Una de las maneras para medir este impacto, que no es la única y es perfectible, se conoce como “citas a los trabajos” y se obtiene contando cuántas veces un artículo es mencionado por los autores de otros artículos. Por ejemplo, un artículo donde se aborda un tema que genera mucho interés en la comunidad científica puede volverse muy popular. Entonces, muchas personas que investigan sobre el mismo tema mencionan este artículo en sus trabajos, reconociendo indirectamente su importancia. **En el caso de las investigadoras del INECOL, encontramos que sus publicaciones han sido mencionadas en otros 30,000 trabajos.** Esto quiere decir que, en promedio, cada publicación de las investigadoras del INECOL ha sido citada, y con esto reconocida, más de veinte veces. Las investigadoras más citadas suman más de 2,500 citas cada una.

Aunque las citas a los trabajos se utilizan como una medida del impacto de los hallazgos científicos, es importante reconocer que existe una gran diferencia entre las disciplinas. Así, las publicaciones enfocadas en medicina y salud, como estudios de cáncer, SIDA, o COVID-19, tienen muchas más citas que las enfocadas en la descripción de nuevas especies de plantas o animales, por ejemplo. Lo anterior no significa que unos temas sean más importantes que otros. Más bien, implica que hay más personas estudiando unos temas, como investigaciones médicas, que otros. Pero sin duda, **¡la generación de conocimiento es de gran relevancia, independientemente del tema que se trate! El conocimiento permite que mejore la sociedad, ya que con él podemos tomar mejores decisiones.**

Por último, exploramos los temas abordados en las 1,480 publicaciones firmadas por las investigadoras del INECOL (Figura 2). El 16 % de los trabajos se enfocan en las Ciencias Vegetales y otro 16% en Ecología, y el 15 % trata sobre las Ciencias Ambientales. Otros temas abordados frecuentemente por las investigadoras del INECOL son la Entomología (el estudio de los insectos) que sumó un 10 % de las publicaciones, la Zoología (el estudio de los animales) que representa el 9 % de los trabajos y la Biología de la Conservación con un 7 %. Curiosamente, encontramos temas que hasta el momento sólo son explorados por las investigadoras, y otros temas que sólo son explorados por los investigadores del INECOL. Las investigadoras del INECOL tienen publicaciones sobre Matemáticas aplicadas, Bioquímica y Antropología, los cuales no son tratados por nuestros investigadores. En cambio, los investigadores han publicado sobre Medicina Tropical, Biología Celular y Virología, lo cual, por el momento, no ha sido abordado por las investigadoras.



Figura 2. Los temas de investigación de los artículos científicos donde firman las investigadoras del INECOL. Las palabras más grandes indican los temas abordados con mayor frecuencia. Elaboración propia con datos de la Red de Ciencia (Web of Science). Click para ampliar

Las investigadoras también participan activamente en el posgrado del INECOL. Por ejemplo, en 2022, nueve fueron coordinadoras de cursos, representando el 22% de todos los cursos coordinados. También colaboraron con investigadoras mujeres en la coordinación de seis cursos (15%) y en otros cinco con investigadores hombres (12%). En total, las investigadoras del INECOL participaron en la coordinación del 49% de los cursos impartidos en el posgrado del INECOL en 2022.

Además de las investigadoras, es importante resaltar que también contamos con personal Técnico Académico. Su labor invaluable es apoyar las diferentes actividades que se realizan en el INECOL tanto en la investigación, docencia, los laboratorios, en el posgrado y en las actividades de vinculación con la sociedad. El INECOL cuenta con 43 Técnicas Académicas que representan el 40% de todo el personal técnico (Figura 3).



Figura 3. Las Técnicas Académicas del INECOL. Fotos de la página web del INECOL, con algunas aportadas por las Técnicas Académicas. Click para ampliar

Por último, y no por ello menos importantes, en el posgrado del INECOL **tenemos una participación importante de jóvenes científicas. Ellas representan el 56% de la población estudiantil del instituto**, y trabajan en temas tan diversos como sus contrapartes investigadores e investigadoras.

Antes de concluir, **es relevante mencionar también al personal de apoyo, administrativo y de intendencia, donde la participación de las mujeres también es notable**. Su soporte en el funcionamiento y logística del INECOL es fundamental para el buen desempeño de las labores científicas que se llevan a cabo en el instituto.

En resumen, nuestro breve análisis muestra que las investigadoras, técnicas académicas, mujeres estudiantes y todo el personal de apoyo del INECOL son una gran fuerza que ha contribuido con la investigación científica en México y en el mundo. **Esperamos que visibilizar su arduo trabajo logre alentar a las niñas y mujeres jóvenes para que estudien ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Las felicitamos a todas y reconocemos su gran labor.**



Niñas con interés en la ciencia. Fotografía, Monstera, Pexels

Agradecimientos:

Agradecemos al personal de Recursos Humanos y del posgrado por la información que nos aportaron sobre las científicas del INECOL.

Para saber más:

•Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia: [Click aquí](#)

•El INECOL conmemora el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Página 140 de este número. [Click aquí](#)

Fotografía: Yan Krukau, Pexels

EL CICLO DEL AGUA, ¿ES COMO LO PINTAMOS?

Susana Alvarado Barrientos*

Red de Ecología Funcional, INECOL

susana.alvarado@inecol.mx



Fotografía: Quang Nguyen Vinh, Pexels

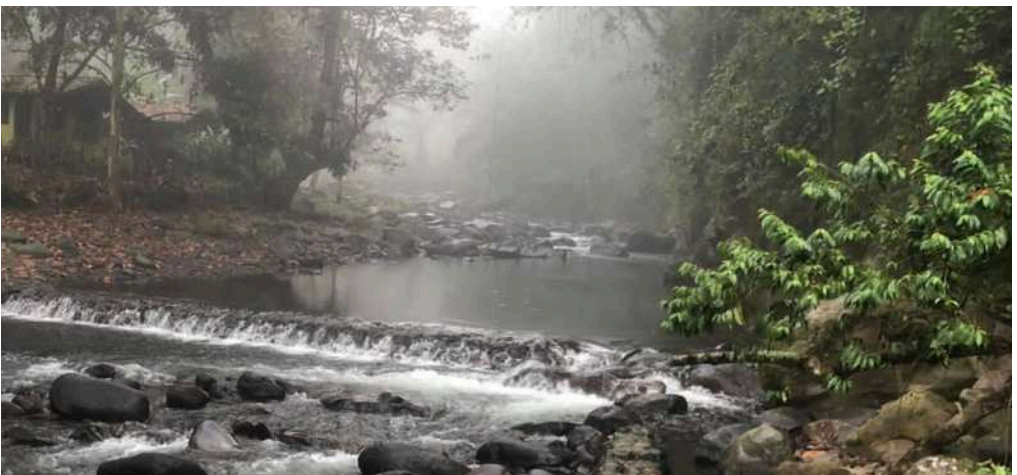
***"La gotita sube y baja,
baja y sube"***

El Chorrillo, Cri-Cri

Desde pequeños aprendemos sobre el ciclo del agua, o hidrológico, reconociendo la vital importancia de la sustancia más destacable del planeta. Este compuesto de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, H_2O , se encuentra en forma líquida, sólida o gaseosa en todos los rincones de la Tierra, incluso donde no la vemos: dentro de los seres vivos, el suelo, y las rocas.

Todas las personas convivimos con el agua por lo que no sorprende que las ideas sobre el origen y la circulación de esta sustancia en el paisaje hayan sido discutidas por milenios. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIX cuando se obtuvieron pruebas cuantificables de los procesos que hacen posible la circulación del agua. Ahora también tenemos evidencia que el volumen de agua que existe actualmente en la Tierra es prácticamente el mismo desde que se terminó de formar el planeta. Pero, **la cantidad de agua disponible para uno u otro uso es limitada, no infinita**. A pesar de que el estudio de las propiedades, distribución y circulación del agua es el ámbito de la hidrología, es cada vez más importante que todos comprendamos mejor los procesos tanto naturales como sociales por los cuales es posible tener agua donde y cuando la necesitamos.

El ciclo hidrológico describe los procesos (cuantificados como flujos) y vías por las cuales el agua se mueve entre distintos reservorios (o almacenes) del paisaje: el océano, capas de hielo, roca, suelo-vegetación (o más generalmente la biósfera) y la atmósfera. Los procesos o flujos tienen nombres quizá complicados de pronunciar, como "evapotranspiración", pero en esencia son elegantemente simples al ser accionados primordialmente por dos fuerzas naturales: la gravedad y la energía solar.



Río en Bosque Mesófilo. Fotografía: Camila Alvarado Girón

La idea de cómo circula el agua en el paisaje se ha construido y comunicado utilizando ilustraciones que simplifican e idealizan el ciclo hidrológico en cierto territorio. Estos diagramas representan e influyen en la comprensión que tienen las personas sobre el ciclo del agua en un contexto socio-cultural específico.

Generalmente describimos y representamos al ciclo hidrológico de la siguiente manera (Figura 1): el agua del océano y de la superficie terrestre (cuerpos de agua, suelo, vegetación, ciudades, etc.) se evapora. El vapor es transportado por la circulación del viento, una parte se condensa formando nubes y eventualmente precipita en forma de lluvia, nieve o granizo sobre los continentes o el océano. Luego, el agua sobre la superficie terrestre puede tomar varios caminos: se almacena en cuerpos de agua como lagos o en el suelo o rocas, escurre por la superficie en forma de arroyos y ríos, se infiltra al suelo y fluye a través de él y de las rocas, sale de nuevo a la superficie en manantiales o en las profundidades del océano, es evaporada desde cualquier superficie, o es absorbida del suelo por la raíces de la vegetación para ser transpirada a través de las hojas y regresar a la atmósfera de nuevo en forma de vapor.

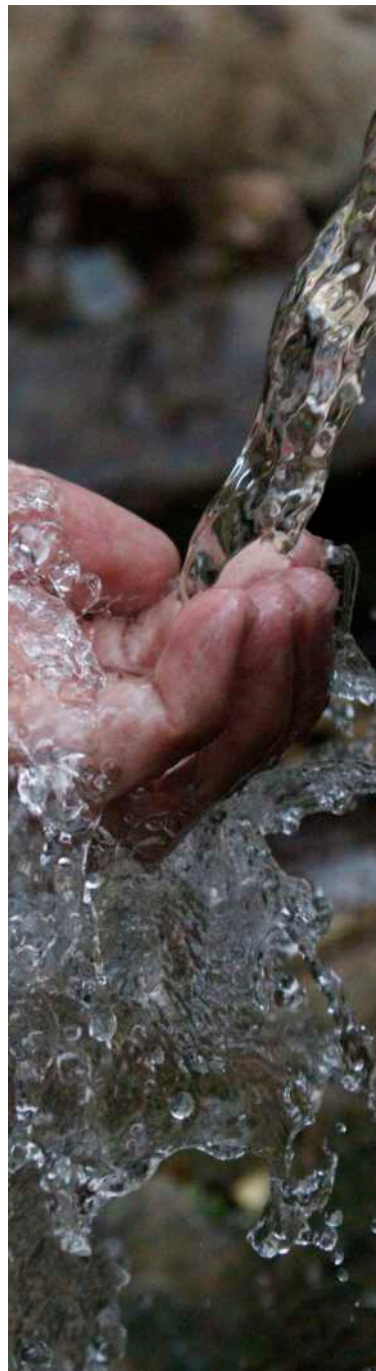
Así, como lo hemos aprendido en la escuela, parece que la circulación del agua ocurre sin que podamos hacer mucho al respecto, pero, **¿será que tenemos los humanos un papel activo en el ciclo?**



Figura 1. El ciclo natural del agua sin el efecto de los humanos, representando los flujos o procesos (flechas azules) que mueven el agua entre distintos reservorios o almacenes. Ilustración: John Evans y Howard Periman. Click en la imagen para ampliar

La ocurrencia y calidad del agua, en cierto lugar y momento, pocas veces es analizada considerando a los humanos y nuestras actividades. Por muchos años hemos utilizado diagramas que no representan realmente cómo se mueve el agua en el Antropoceno, la era actual en la cual los humanos afectamos todos los sistemas de la Tierra. Por ejemplo, cuando dedicamos un territorio para uno u otro fin como bosque, o cultivo, o un fraccionamiento, **afectamos uno de los mayores flujos de agua –la evapotranspiración continental,** que es el agua que retorna a la atmósfera en forma de vapor desde los continentes. Además, **la calidad del agua se modifica dependiendo de qué tantos sedimentos o contaminantes liberamos desde ese territorio. La forma en que usamos el suelo también afecta su capacidad de infiltración** y, por ende, qué tanto se recarga el reservorio subterráneo, del cual dependemos cada vez más. Y, **al alterar el clima globalmente emitiendo gases de efecto invernadero en mayor cantidad que los procesos naturales, estamos intensificando al ciclo hidrológico (p. ej. tormentas más fuertes y sequías más prolongadas).**

Considerando la importancia vital del agua y la gravedad de los problemas ambientales, sociales y económicos que están vinculados a la escasez, exceso, o mala calidad del agua, surgió la necesidad de extender el concepto del ciclo hidrológico y mejorar su representación gráfica. Así, surge **el ciclo hidrosocial** que describe **los procesos socio-naturales mediante los cuales el agua y la sociedad se modifican mutuamente a través del espacio y el tiempo.** Con este concepto nacen también representaciones más adecuadas del ciclo incluyendo los usos humanos como el “agua verde” (lluvia destinada a la producción agropecuaria de temporal), “agua azul” (para consumo doméstico e industrial o agropecuario, obtenida de cualquier fuente superficial -río, laguna, etc.- o subterránea) y “agua gris” (usada para transportar la contaminación y la basura que generamos). De esta forma el énfasis no sólo se hace en para qué utilizamos el agua los humanos sino de dónde se obtiene, es decir, qué reservorio o qué flujo del ciclo es afectado.



Fotografía: Samad Deldar,
Pexels

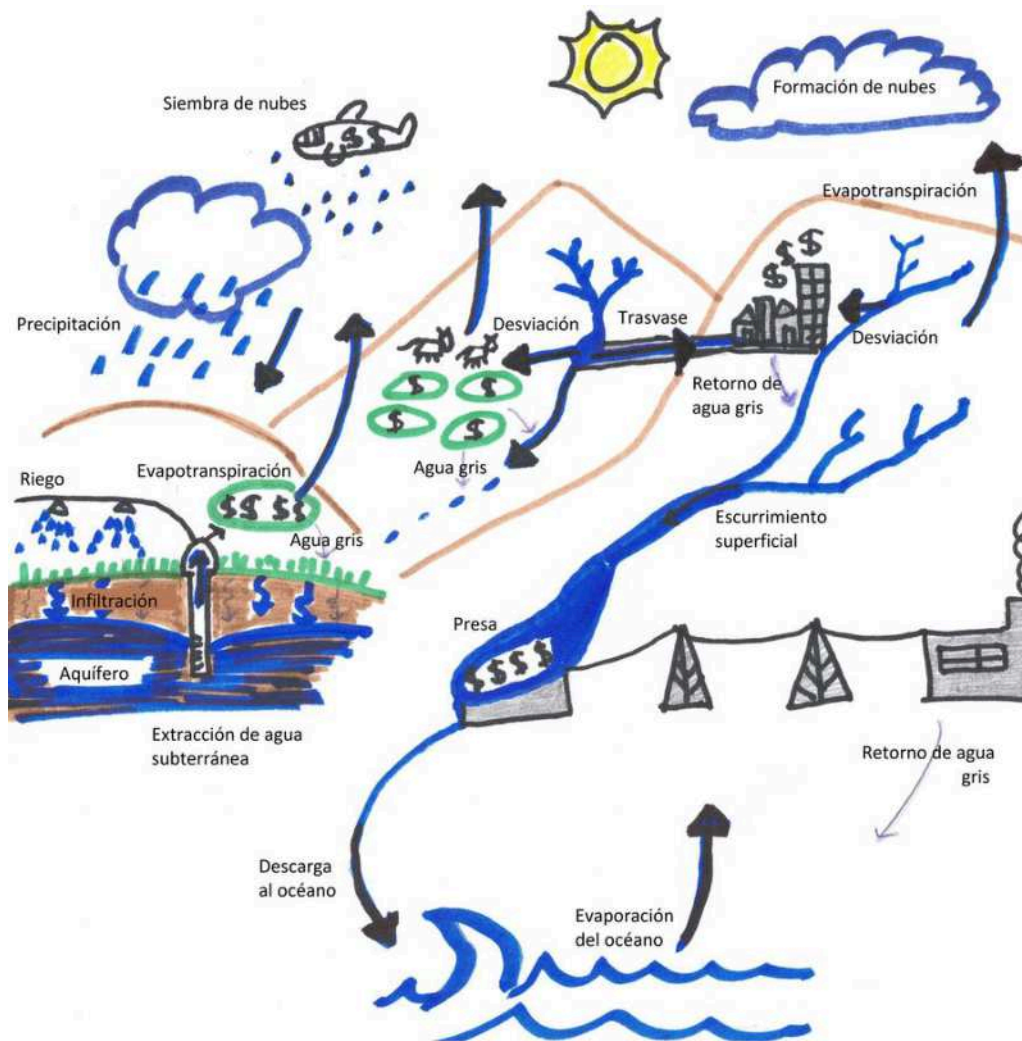


Figura 2. Representación del ciclo del agua como ocurre actualmente (en el Antropoceno): el agua fluyendo hacia intereses económicos y políticos. Elaboración propia basada en la idea original de Kate Ely

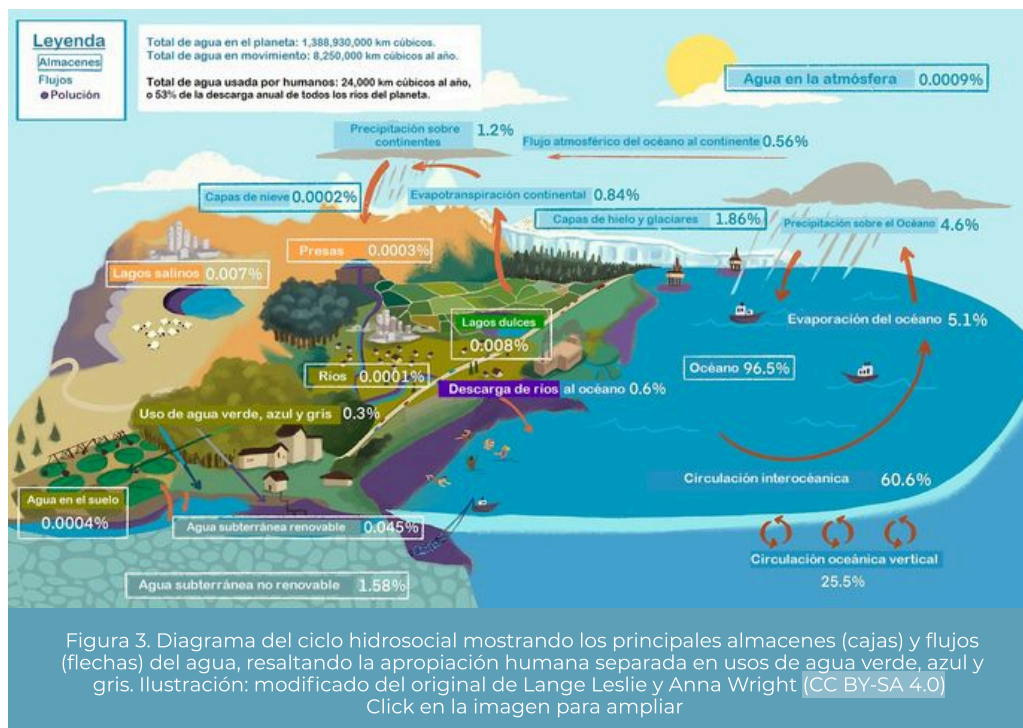
Se espera que estos cambios en la manera de representar el ciclo del agua sean más útiles en la construcción de conocimiento y gestión sustentable de los recursos naturales. Estos cambios de paradigma resaltan que: (1) **las fuerzas naturales ya no son suficientes para explicar el movimiento ni la calidad del agua en el Antropoceno;** y (2) **no se puede ignorar que muchas veces el agua se mueve por fuerzas políticas y económicas,** incluso en contra de la gravedad. Por ejemplo, cuando un río se trasvasa de su cuenca natural a través de obras hidráulicas hacia otra cuenca para satisfacer la demanda de agua de personas, cultivos o industrias.



El uso que damos al territorio afecta la calidad y cantidad de agua disponible.
Fotografía: Gabriela Vázquez Hurtado

Los diagramas de ciclo hidrosocial (p. ej. Figura 3) nos ayudan a comprender la magnitud de los impactos de los humanos sobre el agua. Por ejemplo, el volumen total de la apropiación de agua por los humanos a nivel global se estima en $24,000 \text{ km}^3$ al año ($\pm 20\%$), esto es 24,000,000,000,000,000 litros o 960 millones de piscinas olímpicas. La demanda anual de agua azul ronda los $4,500 \text{ km}^3$ lo cual indica que estamos peligrosamente muy cerca de rebasar la cantidad de agua dulce disponible sustentablemente, estimada conservadoramente en $5,000 \text{ km}^3$.

El concepto del ciclo hidrosocial y los nuevos diagramas por sí solos no resolverán los problemas que creamos al no considerar integralmente los efectos de nuestras actividades sobre la cantidad y calidad del agua disponible. Sin embargo, son cimientos para la reflexión y toma de conciencia, ambas necesarias para la acción colectiva en pro de sistemas humanos sustentables que beneficien a todos los seres vivos. Con esta visión, el INECOL participa en varios proyectos de investigación e incidencia relacionados al agua apoyados por el CONACYT.



[Ir al índice](#)**Para saber más:**

- Abbott BW, Bishop K, Zarnetske J.P. *et al.* 2019 Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions. *Nature Geosciences* 12, 533–540. [Click aquí](#)
- Ducombe J. 2022. Este no es el ciclo del agua que conociste en tu infancia. *EOS*. [Click aquí](#)
- Larsen N. 2022. Nuevas pistas para desvelar el verdadero origen del agua en la Tierra. [Click aquí](#)
- Linton J, Budds J. 2014. El ciclo hidrosocial: definición y movilización de un enfoque dialéctico-relacional al agua. *Geoforum* 57, 170-180. [Click aquí](#)
- VIDEO: Para aprender más sobre el ciclo del agua examinándolo desde tu casa. [Click aquí](#)



Te invitamos a divertirte jugando
¿Qué tanto sabes sobre el ciclo del agua?
en [página 100](#) de este número



Fotografía: Geralt, Pixabay

PLANTAS QUE SAZONAN NUESTRA COMIDA COTIDIANA, AHÍ ESTÁ EL DETALLE

Maite Lascurain*

Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Sergio Avendaño

Profesional Independiente

Edelmira Linares

Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM

Robert Bye

Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM

*maite.lascurain@inecol.mx



Salsa de guaje. Fotografía: Helio M. García

El estudio de la alimentación de cualquier país es una tarea de gran magnitud y la dimensión de los sabores que proporcionan las plantas a la comida, es quizá uno de los más complicados de apreciar. **En México perdura la raíz prehispánica** de la cocina proveniente de las diversas culturas mesoamericanas y aridoamericanas. Sin embargo, **con los aportes gastronómicos del extranjero y su evolución permanente se ha enriquecido nuestra actual cocina tradicional y cotidiana.** Por ejemplo, el empleo de condimentos vegetales como el cilantro, canela, pimienta, clavo y ajo, entre otras numerosas especies de plantas, ahora son indispensables y han aportado sabores que actualmente se identifican con la comida mexicana.



(A) Laurel (*Litsea glaucescens*). Fotografía: M. Lascurain; (B) Preparación del tejate en Oaxaca Fotografía: R. Bye y E. Linares; (C) Maguey (*Agave americana*). Fotografía: S. Avendaño

Desde 2016, un grupo de investigadores nos dimos a la tarea de reunir información de la diversidad de plantas de origen americano utilizadas en México como condimento y de las formas de preparación y consumo. Posteriormente, la información fue organizada a partir de nuestras observaciones, complementada con bibliografía, consulta a la “Base de Datos Etnobotánicas de Plantas Útiles de México” del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de ejemplares de herbario de las colecciones MEXU (en la UNAM, Ciudad de México) y XAL (en el Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz). Como resultado se catalogaron 256 especies, 218 de origen silvestre, y de ellas 50 endémicas de México. Las hierbas fueron las plantas más mencionadas (118) y la parte de la planta más común fue la hoja (145). Después de este análisis y dada la diversidad de las especies condimentarias utilizadas en la cocina mexicana, propusimos una clasificación que comprende tres grandes grupos: aditivos, materiales y consumidos en crudo (Figura 1).

Clasificación de las plantas condimentarias usadas como aditivos



Figura 1. Clasificación de las plantas condimentarias utilizadas como aditivos.

tivos, materiales y consumo en crudo en la cocina mexicana



Cilantros
Anises
Oréganos Laureles
Ajos

Chepiles
Xonacates
Pápalos
Xocoyoles
Guajes o huajes
Chiles

Son parte de las siguientes formas de preparación:

- bebidas
- cocimiento de elotes y chayotes
- confitería
- esquiate
- guisos
- repostería
- salsas
- tortillas



Lascurain-Rangel, M., Avendaño-Reyes, S., Tan, R., Caballero, J., Cortés-Zárraga, L., Linares-Mazarí, E., Bye-Boettler, R., López-Binnquist, C. y de Ávila, A. (2022). Plantas americanas utilizadas como condimento en la cocina mexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93, e933949-e933949



materiales y consumo en crudo en la cocina mexicana. Elaboración propia

Aditivos:

Se agregan directamente como ingredientes complementarios en el proceso de elaboración de los alimentos y también pueden ser incluidos como parte de una mezcla de sabores, por ejemplo, las salsas, pipianes, moles o los llamados “recados” yucatecos. **Se dividen en aquellos condimentos que: a) aportan color y sabores salado o dulce; b) otros con muy diversos usos**, por ejemplo, las vainillas (*Vanilla planifolia* y *V. pompona*) y el cacahuete (*Arachis hypogaea*); **y c) los que constituyen un “complejo”, definido como un grupo de plantas que comparten olor y sabor**, que pueden o no pertenecer a la misma familia botánica. A partir de esta propuesta se organizaron dos subgrupos de aditivos, el primero corresponde a condimentos cuyos nombres comunes provienen de Europa y Asia. Algunos ejemplos incluyen: cilantro (*Coriandrum sativum*), laurel (*Laurus nobilis*), anís (*Pimpinella anisum*), orégano (*Origanum vulgare*) y ajo (*Allium sativum*). Aquí englobamos al laurel mexicano (*Litsea glaucescens*), varias especies de género *Peperomia*, conocidos como najashuio, el orégano mexicano (*Lippia graveolens*), etc.



Condimentos para el pozole verde. Fotografía: Edelmira Linares

El segundo subgrupo se clasifica por el nombre común proveniente de alguna lengua originaria, propia de Mesoamérica, como: chepiles, xonacates, pápalos, xocooyoles, guajes o huajes y chiles, tal es el caso de los géneros *Leucaena*, *Porophyllum*, *Allium*, etc. (Figura 2). **De las 256 especies de plantas registradas, tres cuartas partes corresponden a aditivos con formas de preparación que incluyen: guisos, bebidas, confitería, repostería, salsas, tortillas, esquiate y cocimiento de elotes y chayotes.** Esta clase destaca por el número de especies utilizadas en forma de guisos 131 (51.17 %) y bebidas 67 (26.17 %).

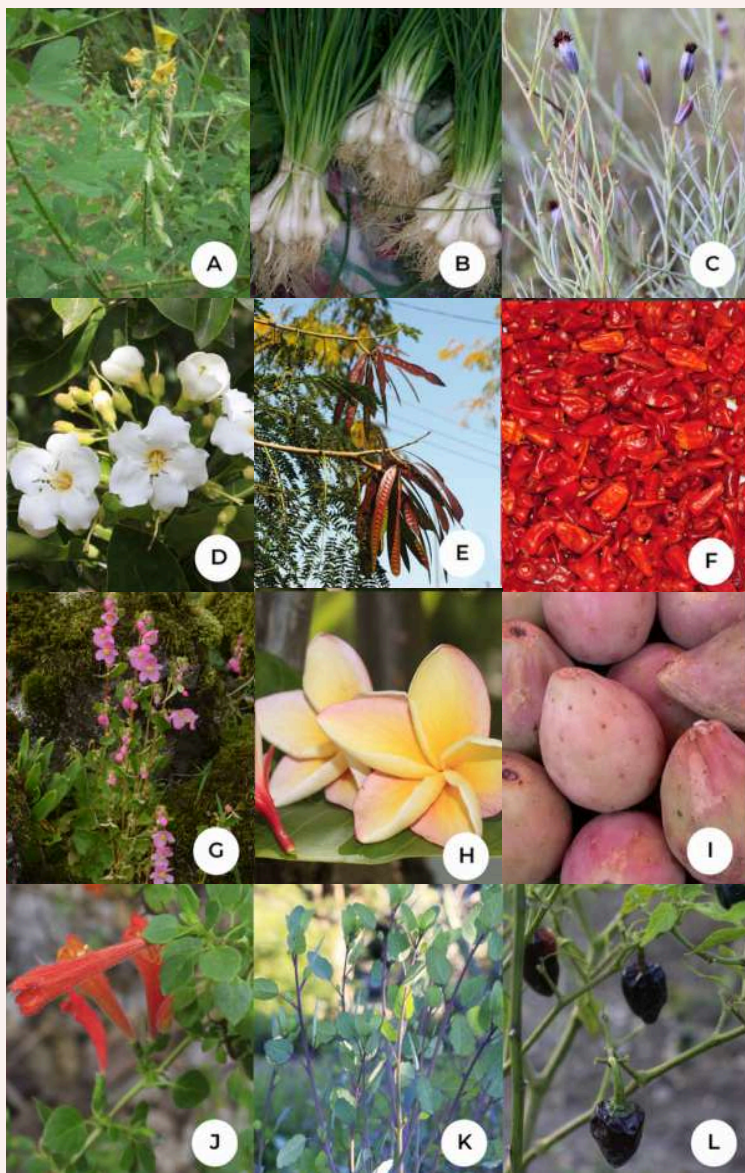


Figura 2. Ejemplos de nombres comunes provenientes de lenguas originarias. A) Chepiles (*Crotalaria longirostrata*); B) xonacates (*Allium kunthii*); C) pipicha (*Porophyllum linaria*); D) guixuba (*Borreria huanita*); E) guajes o huajes (*Leucaena leucocephala*); F) chile comapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*); G) xocoyol (*Begonia gracilis*); H) guiechachi (*Plumeria rubra*); I) xonocoxtle (*Opuntia joconostle*); J) chepito (*Clinopodium mexicanum*); K) papaloquelite (*Porophyllum macrocephalum*); L) chilhuacle (*Capsicum annuum* var. *annuum*). Fotografías: (A), (B), (I) R. Bye y E. Linares; (C), (D), (H), (J), (K), (L) G. Martínez Guerra; (E) S. Avendaño y M. Lascaraín; (F), (G) S. Avendaño. Click para ampliar

Materiales vegetales.

No se consumen de forma directa, pero otorgan sabor a guisos y platillos especiales. Se dividen en cuatro grupos que se refieren a la función de: i) envolver alimentos (en ocasiones también empleados como contenedores); ii) envoltura de tamales; iii) cubrimiento de hornos (ramas y hojas); y iv) leña (referida algunas veces como madera). Incluimos en este grupo 66 especies (25.78 %), donde destaca el uso de varias partes de los agaves y del maíz. Una forma de preparación es el ahumado con leña, ramas y hojas de plantas específicas que proporcionan sabor y aroma a los alimentos cocinados en hornos bajo tierra, como la barbacoa y la cochinita pibil o cuando el alimento es cocinado sobre una parrilla.

Condimentos consumidos en crudo.

Dichas plantas acompañan y/o complementan los alimentos y se incluyen 42 especies (16.4 %). Como ejemplos, mencionamos especies como los guajes (*Leucaena* spp.), los pápalos y los conocidos como pipicha, chepiche y pipitza (*Porophyllum* spp.) utilizados con frecuencia en la región mesoamericana, así como los chiles (*Capsicum* spp.). Estos últimos son probablemente los más importantes y consumidos de esa manera.



(A) Las hojas de plátano o maíz son un material vegetal ya que funcionan para envolver tamales. Fotografía: Jorgerom, Pixabay. (B) El chile habanero es un condimento consumido en crudo. Fotografía: Lars H Knudsen, Pexels

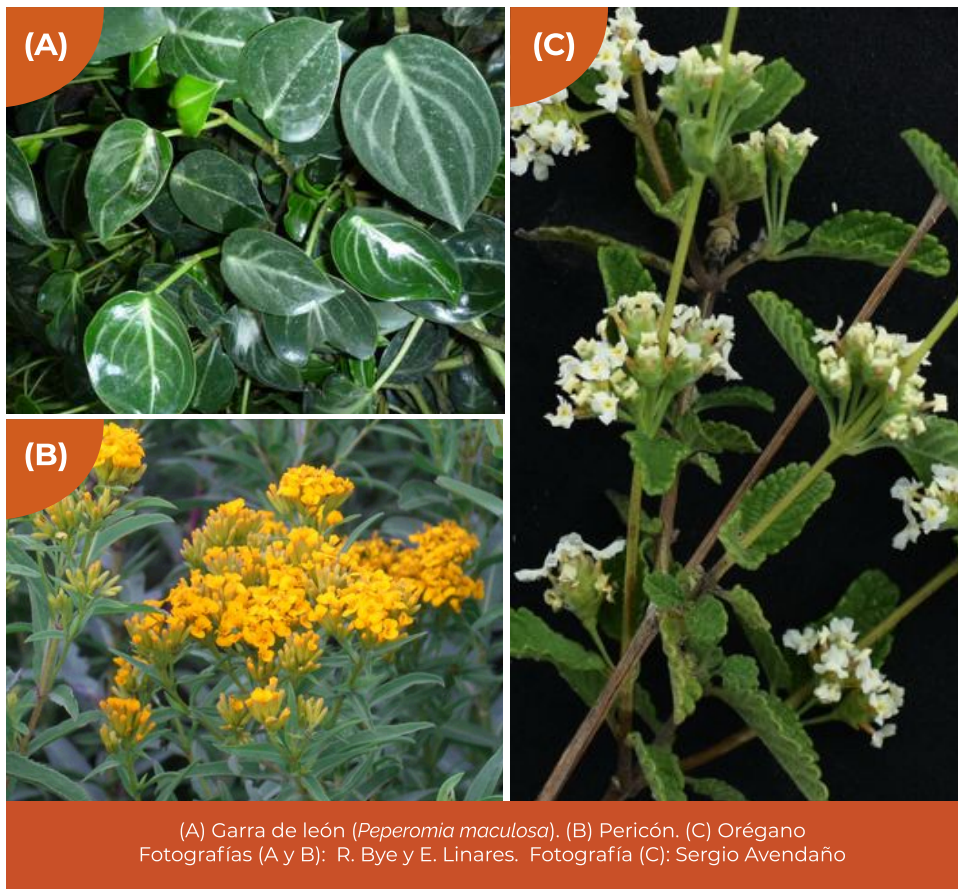


Las plantas condimentarias pueden utilizarse enteras, en partes, solas, mezcladas, molidas, frescas (tiernas) y/o secas, en el caso de la madera como agente ahumador. En México, la preparación de condimentos para su empleo en la cocina requiere de una gran diversidad de métodos y a veces de la combinación de varios. Los métodos de preparación dependen —entre otras cosas— de la especie, de la parte de la planta a usar, de la región cultural y geográfica, de la receta personal y de la presentación comercial. Así, **hay especies que deben ser fermentadas, deshidratadas y trituradas para obtener un mejor efecto**, como es el caso de la semilla de mamey o pixtle (*Pouteria sapota*). **También, el fuego y el tiempo para el cocinado son importantes, ya que los procesos de tostar, tatamar, ahumar y carbonizar proveen distintos sabores a los alimentos.**



Cemita de Huejotzingo, Puebla. Fotografía: Edelmira Linares

Es indudable que la pérdida de conocimiento de especies alimenticias obedece a varias razones, como: el cambio de gustos y dietas, la introducción de exóticas que desplazan a las nativas, la destrucción del hábitat, la modificación de las técnicas agrícolas que promueven el crecimiento y la urbanización progresiva. En México, un factor determinante ha sido la expansión de la caña de azúcar, que sustituyó a endulzantes ancestrales, como las mieles silvestres y las obtenidas de los magueyes.



Este estudio es una muestra de la vasta diversidad vegetal y cultural relacionada con el uso y aprovechamiento de las plantas condimentarias en la cocina mexicana. La información que se presenta es arropada por el conocimiento tradicional y de los sistemas productivos. Es innegable que **las plantas utilizadas como condimento afirman la identidad alimentaria y delimitan la pertenencia culinaria a un bagaje biocultural. Actualmente este corre el riesgo de perderse debido a la degradación ambiental y otros factores que atentan contra el conocimiento tradicional, las fuentes de alimentación y la biodiversidad en su conjunto.**



Agradecimientos

Con profundo afecto recordamos a nuestro amigo y colega Javier Caballero Nieto quien acompañó este estudio desde sus inicios con interesantes y cruciales aportaciones, y que desgraciadamente no logró ver el resultado final, que descanse en paz.

Para saber más:

·Se puede consultar el artículo de acceso libre, inmediato y gratuito:
Lascurain-Rangel M, Avendaño-Reyes S, Tan R, Caballero J, Cortés-Zárraga L, Linares-Mazari E, Bye-Boettler R, López-Binnqüist C, de Ávila A. 2022. Plantas americanas utilizadas como condimento en la cocina mexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 93, e933949-e933949

COOPERAR O NO COOPERAR, ESA ES LA CUESTIÓN

Ornela De Gasperin Quintero

Red de Ecoetología, INECOL, A. C.

ornela.degasperin@inecol.mx



Fotografía: Anish Roy, Pixabay

La cooperación es un fenómeno biológico que ha cautivado a la comunidad científica por siglos. **Los ejemplos clásicos de cooperación en la naturaleza son muy diversos e incluyen a las sociedades de abejas, hormigas, termitas, y avispas.** Estas sociedades pueden ser espectacularmente complejas, ya que pueden contener más de 20 millones de individuos, los cuales tienen distintas castas sociales. La casta obrera ayuda a su madre (en el caso de las hormigas, abejas, y avispas; Figura 1A), o a su padre y a su madre (en el caso de las termitas; Figura 1B), a reproducirse sin reproducirse la obrera misma. Otro ejemplo se observa en las suricatas, donde individuos ‘subordinados’ regalan su comida a los ‘dominantes’ (Figura 2). Incluso hay cooperación en los virus, los cuales bloquean las señales de alarma que intenta emitir la célula infectada para alertar a células vecinas. Esta conducta es costosa para el virus (si el virus emite esta señal, hace menos copias de sí mismo), pero beneficia a los virus vecinos, quienes logran infectar células vecinas porque éstas no lograron prepararse para la infección. Estos ejemplos nos muestran que **el mundo natural está lleno de casos en donde la cooperación es la regla y no la excepción.**



Desde el punto de vista de la biología evolutiva, la cooperación es cualquier conducta que le proporciona un beneficio a otro individuo (no al actor de la conducta), y que evolucionó al menos parcialmente por este beneficio. La evolución de estas conductas parece contradecir los principios básicos de la evolución. Si un gen hace que un individuo no se reproduzca y ayuda a otros a reproducirse, ¿cómo es que no desaparece este gen? **¿Cómo podemos unificar la presencia de estas conductas con una visión Darwiniana de la evolución, en donde las estrategias que maximizan la supervivencia y la reproducción de los individuos son favorecidas por la selección natural?**



Figura 2. Las suricatas viven en sociedades, en donde las subordinadas le regalan su comida a las dominantes. Fotografías: Wirestock, Freepik

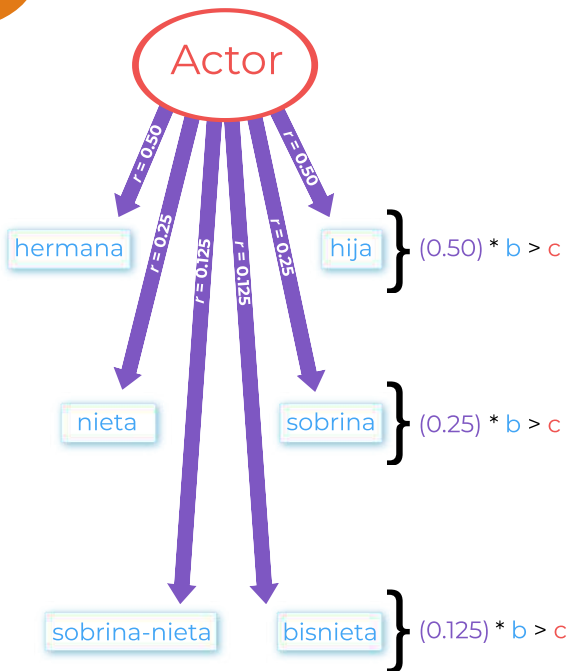
Este gran misterio de la cooperación lo resolvió William Hamilton, un biólogo británico. Hamilton fue el primero en describir cómo un individuo puede pasar copias de sus genes no sólo por descendencia directa (de padres y madres a hijos e hijas), sino también por descendencia indirecta (a través de la reproducción de parientes). Hamilton condensó esta idea en una fórmula tan elegante como sencilla que se conoce como la Regla de Hamilton (Figura 3A). En esta regla, Hamilton sintetizó cómo, los costos de ayudar a alguien pueden compensarse, siempre y cuando esa conducta vaya dirigida a un pariente; y siempre y cuando los beneficios para el pariente de recibir esta conducta sean más grandes que los costos para el actor (para el individuo ‘altruista’). Por ejemplo, si un padre o una madre comparte el 50% de sus genes con cada hija/o (el otro 50% viene del otro progenitor), una conducta ‘altruista’ de una madre hacia su hija será seleccionada (el gen que determina esa conducta se puede expandir en una población) si el beneficio para la hija es el doble de grande que el costo para la madre (Figura 3B). Utilizando esta regla, podemos predecir qué tan probable es que ocurra una conducta cooperativa, según el nivel de parentesco entre los individuos y los costos y los beneficios de dicha conducta. **Entre más pequeño el parentesco entre los organismos que interactúan, más grande debe de ser el beneficio de la conducta cooperativa para quien la recibe – o menos costosa para el actor, para que ésta se seleccione.**

(A)

$$r * b > c$$

r = parentesco; b = beneficio al pariente; c = costo al actor

(B)



El beneficio de una acción dirigida a una **hermana** o a una **hija** debe ser **dos** veces más grande que el **costo al actor**

El beneficio de una acción dirigida a una **sobrina** o una **nieta** debe ser **cuatro** veces más grande que el **costo al actor**

El beneficio de la acción a una **sobrina-nieta** o una **bisnieta** debe ser **ocho** veces más grande que el **costo al actor**

Figura 3. (A) La regla de Hamilton predice en qué situaciones se seleccionará el altruismo, y en qué situaciones no. El producto de la relación entre el parentesco y el beneficio de la conducta altruista para quien la recibe debe ser mayor que el costo de esa misma conducta para el actor. Diagrama: Ornela De Gasperin Quintero. (B) Ejemplos de distintos niveles de parentesco entre un 'actor' y sus parientes (individuos femeninos por practicidad). Elaboración propia

Tanto entre especies de hormigas como entre especies de aves, entre más alto el parentesco en el grupo social, más alto el nivel de cooperación. En hormigas, el nivel de parentesco es mayor cuando la colonia tiene una sola reina, y cuando ella se aparea con un solo macho. Y únicamente en estas especies evolucionó la esterilidad obligada de la casta obrera. En aves, el parentesco es mayor cuando hay bajos niveles de promiscuidad en la familia; es decir, cuando hay pocos huevos ‘extramaritales’ (Figura 4; A y B). Por ello en especies en donde hay menos promiscuidad suele haber más individuos ayudando a sus padres y madres a producir más crías que en especies con mayor promiscuidad. El hallazgo de resultados consistentes con la regla de Hamilton entre organismos tan distintos como hormigas y aves le da fortaleza a esta regla, ya que estos resultados no dependen de un sistema biológico específico, sino que reflejan un proceso biológico general.



Figura 4. Se han encontrado patrones consistentes con la regla de Hamilton tanto entre especies de hormigas, como entre especies de aves. (A) Una hembra y macho apareándose de la especie de hormiga *Formica selysi*. Fotografía: Ornela De Gasperin Quintero



Figura 4. (B) La presencia de huevos extramaritales (huevo rojo) reduce la probabilidad de que haya crías que se quedan a ayudar a su familia a cuidar de sus hermanos y hermanas.

Fotografía: Freepik

Además de explicar la variación en niveles de cooperación entre especies (como los ejemplos entre especies de hormigas y entre especies de aves), **la regla de Hamilton también nos ayuda a explicar la variación en niveles de cooperación entre individuos (células individuales) dentro de una misma población.** Por ejemplo, la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* (Figura 5) produce servicios comunes: algunas células secretan sustancias y enzimas que son costosas de producir de manera individual, pero que le ayudan a toda la colonia a colonizar un hospedero. Es decir, en este caso las bacterias producen sustancias que les representan un costo energético, pero que benefician a la colonia. ¿Por qué no hay bacterias que obtienen el beneficio de los servicios comunes producidos por otras bacterias, sin pagar el costo de secretarlas ellas? Estudios experimentales han encontrado que las bacterias producen este servicio común a la colonia de manera condicional, secretando esas enzimas sólo cuando los recursos son suficientes en el entorno y por lo tanto los costos son bajos. Además, si se reduce experimentalmente el parentesco entre miembros de una colonia, la conducta cooperativa se pierde.

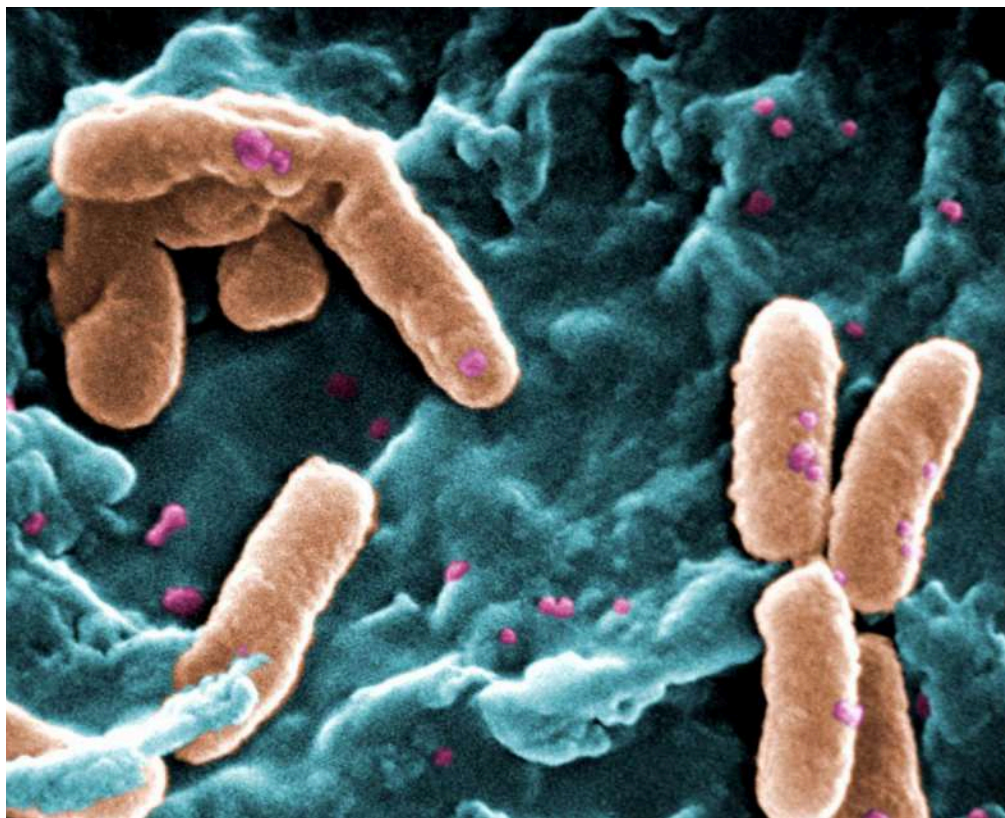


Figura 5. La bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, un sistema de estudio de cooperación.
Fotografía: Janice Haney Carr, USCDP, Pixno

La selección por parentesco de Hamilton es la idea más importante en el área de la biología evolutiva desde que Darwin publicó ‘El origen de las especies’ en 1859. Hamilton revolucionó nuestro conocimiento sobre la evolución y la selección natural, y nos ayudó a explicar en qué situaciones será beneficioso para un organismo cooperar, y en qué situaciones no.

Entonces, ¿cooperar o no cooperar? La cuestión depende de los costos, los beneficios, y del nivel de parentesco con quien se considere cooperar.

Para saber más:

•West SA, Griffin AS, Gardner A. 2007. Evolutionary explanations for cooperation. *Current Biology* 17, R661–R672.

•West SA, Cooper GA, Ghoul MB, Griffin AS. 2021. Ten recent insights for our understanding of cooperation. *Nature Ecology & Evolution* 5, 419–430. doi:10.1038/s41559-020-01384-x.

Fotografía: Wirestock en Freepik

AVES VERACRUZANAS: EL MULATO AZUL, EL TÍMIDO IMITADOR MEXICANO

Omar Suárez-García

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

Fernando González-García*

Red de Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

*fernando.gonzalez@inecol.mx



La versatilidad del canto del Mulato Azul (*Melanotis caerulescens*) es resultado de una combinación de cantos propios y de la imitación de cantos de otras aves. Fotografía: José Alberto Lobato García

Muy temprano, en una mañana del mes de junio, salimos a observar aves a un barrio de las periferias de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Como había llovido la noche anterior, la vegetación estaba llena de rocío y la neblina nos impedía ver más allá de cinco metros. Aunque no las vemos, sabemos que nos acompañan muchas aves porque escuchamos todos los cantos simultáneamente.

De entre todo este conjunto de aves, hay una especie que atrapa nuestra atención por la complejidad y peculiaridad de su canto. A este peculiar y escurridizo pájaro se le conoce con el nombre común de Mulato Azul (Figura 1). Su repertorio consiste en notas propias, así como también de la imitación de otros sonidos. **Este pájaro se caracteriza por incluir sonidos de otras aves y también sonidos emitidos por otros animales y aún los provenientes de maquinaria o dispositivos electrónicos, como alarmas de carro o celulares.** La imitación de cantos de otras aves, puede confundir al más experimentado profesional y/o observador de aves, pensando en el canto de otra ave, cuando en realidad se trata del Mulato Azul.



El Mulato Azul habita entre el denso estrato bajo de los bosques, desde donde emite su peculiar canto. Fotografía: Gilberto Cortéz Rodríguez

El Mulato Azul (*Melanotis caerulescens*), pertenece a la familia Mimidae, que también incluye a cenizos y cuiclaques (viejos conocidos de los observadores de aves). **Su nombre científico hace alusión a la coloración de su plumaje** donde *Melanotis* significa de oído negro (*melas* = negro; *otis* = oído) y *caerulescens* significa de color azulado. **El canto es rico y variado en notas y de características aflautadas** (Figura 2). Es interesante saber que, en muchas aves canoras, los machos que emiten cantos más complejos y que incluyen notas imitadas, son más atractivos para las hembras, por lo que aumenta su producción de crías. Es un caso particular de selección sexual. Es decir, la capacidad y habilidades que tiene un organismo para conseguir una pareja y copular con ella.



Figura 2. El Mulato Azul además de alimentarse de algunos frutos, también puede consumir insectos y hasta caracoles.

Fotografía: José Alberto Lobato García

El Mulato Azul habita exclusivamente en las zonas montañosas de México

(Figura 3), específicamente desde Sonora, y desde el sur de Tamaulipas hasta Oaxaca, incluyendo a Veracruz. Aunque con registros accidentales en el suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica. Es de hábitos más bien elusivos, solitarios, en parejas o a veces en grupos. **Vive principalmente en el sotobosque** (es decir, los arbustos y hierbas presentes en el estrato bajo de los bosques), corredores ribereños, parques y áreas verdes en zonas residenciales. Se ha observado que el factor que determina en mayor medida su presencia es la cobertura de vegetación arbustiva, probablemente porque ahí encuentra alimento, escondites para evitar a los depredadores y sitios para construir sus nidos. La nidada regularmente está compuesta de dos huevos de color azul turquesa.



Figura 3. La detección auditiva del Mulato Azul es más fácil que la detección visual, debido a su conducta sigilosa y de ocultarse muy bien entre la vegetación.

Fotografía: José Alberto Lobato García

Se sabe que el Mulato Azul se alimenta principalmente de insectos y frutos, aunque se ha reportado que también puede alimentarse de huevos de otras aves. Esta singular ave inicia su periodo de reproducción en abril y mayo, es decir, antes del periodo de lluvias, como lo hace un buen número de aves en la zona tropical. Los machos y las hembras del mulato son similares físicamente (**los especialistas dirían que la especie no presenta dimorfismo sexual**). La única manera de diferenciarlos, al menos durante la época reproductiva, es mediante la captura y observación minuciosa: las hembras presentan en su vientre un parche de incubación (es decir, una zona que pierde las plumas y se llena de vasos sanguíneos), mientras que los machos presentan una protuberancia en la misma zona ventral (técnicamente llamada protuberancia cloacal).

Nuestro tímido imitador enfrenta algunas amenazas como la conversión de zonas con vegetación en áreas cubiertas por asfalto, así como por su captura para su venta ilegal. En este sentido, el Mulato Azul es uno de los pájaros más apreciados por los traficantes de aves silvestres, debido a la belleza de su plumaje y lo extravagante de sus cantos. Lamentablemente, no existen estudios demográficos que permitan definir sus tasas de aprovechamiento. Debido a esta falta de conocimiento, no sabemos con exactitud la magnitud del impacto que la venta tiene en sus poblaciones locales.

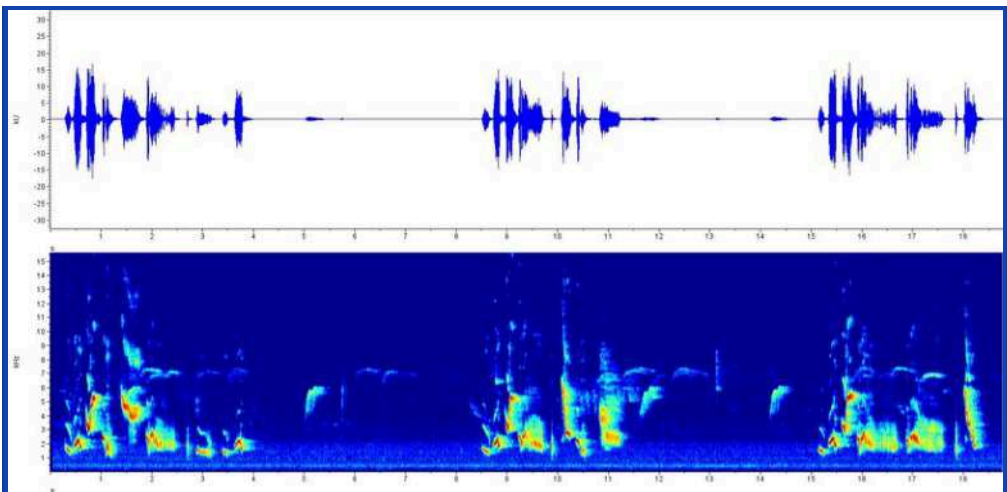


Figura 5. Visualización del canto de un Mulato Azul (*Melanotis caerulescens*). En el panel superior se muestra un oscilograma, que representa la intensidad de cada una de las notas en decibeles a lo largo del tiempo. En el panel inferior, el espectrograma o sonograma, que es la representación gráfica de las características estructurales del canto; este se lee de izquierda a derecha. En el eje horizontal se representa el tiempo (en segundos), y en el eje vertical la frecuencia (kHz). El color rojizo indica las notas más intensas del canto.

Fotografía: Fernando González-García

Para saber más:

•Howell SNG, Webb S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Central America. Oxford University Press. New York.

•Jobling JA. 1991. Dictionary of scientific bird names. Oxford University Press.

•Rodríguez-Parga LDLM, Contreras-Martínez S, Rost J, Gómez-Lamas JC. 2012. Seasonal abundance, reproductive phenology and site fidelity in riparian environments of the Blue Mockingbird (*Melanotis caerulescens*) in southwestern Jalisco. Revista Mexicana de Biodiversidad 83, 468-476.
[Click aquí](#)

•Searcy WA, Andersson M. 1986. Sexual selection and the evolution of song. Annual Review of Ecology and Systematics 17: 507-533.

•Vaseghi H, Soberanes-González CA, Rodríguez-Flores CI, Arizmendi MC. 2020. Blue Mockingbird (*Melanotis caerulescens*), version 1.0. In: Schulenberg TS. (Ed). Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. [Click aquí](#)

•Canto de un Mulato Azul: [Click aquí](#).

LA TECNOLOGÍA DE LA MADERA AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD

Raymundo Dávalos Sotelo*, Reyna Paula
Zárate Morales, Teófilo E. Salazar Chimal,
Sandra I. Salazar Lucas

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

*raymundo.davalos@inecol.mx

Fotografía: Foto-Rabe, Pixabay

El uso racional de los recursos naturales renovables implica la necesidad del procesamiento de los materiales que permita su utilización óptima y sin consecuencias serias sobre el ambiente. **Uno de los procesos esenciales para el buen uso de los recursos forestales maderables es el secado.** Los materiales de origen vegetal tienen agua en su interior, la cual es parte de los procesos fisiológicos cuando la planta está viva. Al cortar las plantas leñosas para su aprovechamiento, conservan una cantidad importante de agua que es preciso extraer para impedir que la madera, producto derivado de estas plantas, sea atacada por algunos organismos, como hongos e insectos. **Este proceso de secado puede llevarse a cabo de forma natural o artificial.** La forma natural es el secado al aire libre el cual representa una serie de ventajas, pero al mismo tiempo, tiene algunos inconvenientes (Figura 1).



Figura 1. Pila de secado al aire libre. Fotografía: Raymundo Dávalos Sotelo

La principal ventaja es su bajo costo de inversión pues lo único que requiere son unas cuantas piezas delgadas de madera, conocidas como separadores, para formar una pila que se deja a la acción del clima de la zona, con ciertos elementos adicionales como piezas para soporte y una cubierta para protegerla de la lluvia directa y el sol, que pueden provocar algunos daños al producto, afectando su calidad. El principal inconveniente de este tipo de secado es el largo tiempo necesario para completarse, el cual será de varias semanas o meses, dependiendo del tipo de madera, el grosor de las piezas, la ubicación de la pila y la época del año.



Fotografía: TheUjulala, Pixabay

Para reducir el tiempo de secado, se pueden utilizar algunos procedimientos más o menos tecnificados y más o menos costosos. **El proceso más eficaz, desde un punto de vista industrial, es el secado artificial en estufas con equipos especiales para controlar el proceso y que demanda la inyección de energía calorífica.** Con esta clase de estufas, el tiempo de secado se reduce a unos cuantos días, en vez de semanas. Hay dos inconvenientes fuertes con esta clase de procesos. Uno es el costo de inversión para un equipo de esta naturaleza que puede ser de varios millones de pesos y, el segundo inconveniente importante es el impacto ambiental por el uso de combustibles fósiles que se ocupan para el funcionamiento de la estufa. El primer elemento negativo, el costo, lo hace una barrera insuperable para muchas instalaciones modestas, con niveles de producción relativamente bajos.



Inauguración de estufa solar. Fotografía: Sandra I. Salazar Lucas

Tal es el caso de la gran mayoría de los aserraderos de México, los cuales venden la madera verde (como se conoce a la madera sin secar), con altos contenidos de humedad. Lo que obliga a los compradores a hacer el proceso de secado por ellos mismos, la mayoría de las veces al aire libre y casi sin control de algún tipo. Resulta evidente que en la cadena de valor para estos negocios de escala pequeña, los compradores también son usuarios que manejan volúmenes pequeños: carpinteros, artesanos, pequeños constructores, etc. Un problema adicional con el secado al aire libre es que una gran proporción de piezas resultan con defectos derivados del secado: grietas y rajaduras, distorsiones y manchado de la madera, entre los más comunes. El resultado final es que los pequeños productores terminan elaborando productos de calidad inferior y con desperdicios importantes que redundan en menores ganancias.

Un sector numeroso en México es el de las empresas comunitarias que, en su inmensa mayoría, están ubicadas en el medio rural, tienen bajos niveles de tecnología en los equipos y procesos que emplean y manejan volúmenes de producción y venta de pequeños a moderados. **Su capacidad de inversión no les permite adquirir equipos costosos**, de alta tecnología. Aún si lo pudieran hacer, la recuperación de los recursos invertidos en tal clase de medios tecnificados sería punto menos que imposible por los bajos niveles de producción que manejan.



Para estas empresas, principalmente formadas y manejadas por ejidos y comunidades con recursos escasos, se hace necesario contar con formas y técnicas de producción accesibles y al mismo tiempo eficaces. El secado solar de la madera es una de esas formas que representa ventajas contra los dos métodos descritos. Es más rápido que el secado al aire libre, reduciendo los tiempos de secado a la mitad y, a la vez, logra productos con menores defectos. Con respecto al secado en estufas convencionales tecnificadas y costosas, tiene dos ventajas significativas. En primer lugar, tiene un costo varias veces menor y, en segundo, no causa impactos ambientales al no consumir combustibles fósiles y generar gases o residuos tóxicos. La única energía adicional a la del sol que requieren es una pequeña cantidad de energía eléctrica para mover los extractores que proporcionan las corrientes de aire dentro de la estufa. Estas corrientes de aire permiten que la madera se seque de manera más rápida que al aire libre y con muy pocos defectos.



El secado solar es una técnica de secado accesible para las empresas formadas en ejidos. Fotografía: LionMountain, Pixabay

Consciente de esta necesidad, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha incluido desde hace varios años en sus programas de apoyo a las comunidades la transferencia de tecnología, que es donde se unen los esfuerzos de instituciones académicas con los beneficiarios de los programas, ejidos y comunidades. **En el Instituto de Ecología, A. C. (INECOL) promovemos la adopción por parte de las comunidades rurales, de tecnologías baratas, eficientes y amigables con el ambiente como el secado solar.** Desde 2019 se ha apoyado a varios ejidos y organizaciones sociales dedicadas al manejo y aprovechamiento de los recursos forestales de tres entidades de la República Mexicana: Veracruz, Puebla y Guerrero (Figuras 2, 3 y 4).



Figura 2. Capacitación en armado de pilas de secado.
Fotografía: Raymundo Dávalos Sotelo



Figura 3. Capacitación sobre el uso de equipos de medición de humedad.
Fotografía: Raymundo Dávalos Sotelo



Figura 4. Ejidatarios con madera secada en estufa solar.

Fotografía: Raymundo Dávalos Sotelo

Los ejidos beneficiados con los apoyos de CONAFOR y la asistencia técnica del INECOL han podido elevar su nivel tecnológico y, por consiguiente, sus ganancias de una manera positiva, de bajo costo y de bajo impacto ambiental. Con este tipo de relaciones entre comunidades y académicos, se fortalecen los habitantes de esas comunidades y las instituciones cumplen con su deber moral y ético de prestarle apoyo a los sectores más necesitados.



Para saber más:

- Fuentes-Salinas M, Luna-Sánchez D, Osorio-Suárez J, & Corona-Islas J. 2003. Construcción y validación de un secador solar para madera aserrada. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 9(2), 171-176.
- Martínez-Pinillos Cueto E. 1997. Diseño y ensayo de un secador solar para madera. Madera y Bosques, 3(2), 13-28. doi:10.21829/myb.1997.32137.
- Salas Garita C, Moya Roque R, & Córdoba Foglia R. 2008. Diseño y construcción de un secador solar para madera. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 5(14), 30-55.

Estufa de secado solar Fotografía: Raymundo Dávalos Sotelo

Ciencia hoy

Fotografía: Leon Macapagal, Pexels



TURISMO Y MANEJO DE LAS PLAYAS Y DUNAS COSTERAS EN SISAL, YUCATÁN

Yari Tatiana Meza Osorio

Escuela Nacional de Estudios Superiores de Morelia, UNAM

Gabriela Mendoza González*

Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS),
Instituto de Ecología, ENES-Mérida, UNAM

*gabriela.mendoza@ieciologia.unam.mx

Península de Yucatán desde un avión. Fotografía: Vinisa Romero

En la costa del Estado de Yucatán existen ecosistemas únicos y altamente sensibles a los cambios naturales y antropogénicos. Uno de esos son las dunas costeras que se forman cuando la arena en movimiento choca con obstáculos en la playa, se precipita y se acumula alrededor de ellos, generando montículos. Aquí crece un tipo de vegetación especializada a estos ambientes extremadamente secos, con movimiento de arena y brisa marina, llamada vegetación dunar. Al crecer en zona de marea, **las dunas actúan como barrera contra tormentas y vientos, evitando a su vez las inundaciones.** Esta protección es de especial importancia para la Península de Yucatán que, **por su régimen de lluvias en invierno y su cercanía al mar, está altamente expuesta a frentes fríos y ciclones tropicales, los cuales pueden derivar en huracanes.** La vulnerabilidad costera es mayor si se toma en cuenta que la mayoría de los poblados de la Península no cuentan con la capacidad para desarrollar soluciones de adaptación e implementar acciones para responder a los impactos del cambio climático.

Sisal es un puerto pesquero ubicado al noroeste de la Península de Yucatán y su zona habitada se encuentra sobre una “Isla de barrera”: una porción de tierra que divide al mar de la ciénega (Figura 1). El bajo relieve y la cercanía al mar ponen a la localidad en riesgo latente por inundaciones en caso de la presencia de huracanes, como ocurrió en 1988 con el huracán Gilberto. En ésta como en las demás costas del Estado de Yucatán, **uno de los factores que más ha incidido en la erosión de playas desde 1990 ha sido el desarrollo de viviendas turísticas sobre las dunas costeras.**



Figura 1. Vista aérea del puerto pesquero Sisal. Fotografía: Luz Ángela Ramírez



Fotografía: Tatiana Meza

El turismo de sol y playa en Sisal comenzó aproximadamente en 1988, aunque desde 1960 llegaban extranjeros por la cacería de patos migratorios de diciembre a marzo (Figura 2). **El Gobierno del estado impulsó el ecoturismo desde el año 2007 diversificando así la oferta turística.** De acuerdo con las perspectivas de los pobladores de Sisal, desde 2018 comenzó la inversión en turismo y el desarrollo inmobiliario por y para personas externas a la localidad. La mancha urbana creció hacia el oriente y el poniente del área poblada. **A finales de 2021 la población local percibió un aumento en la afluencia de visitantes, después de tres eventos de promoción gubernamental como destino turístico: las designaciones como Pueblo Mágico y como Playa Platino en el 2020 y el tianguis turístico en la ciudad de Mérida en el 2021.**

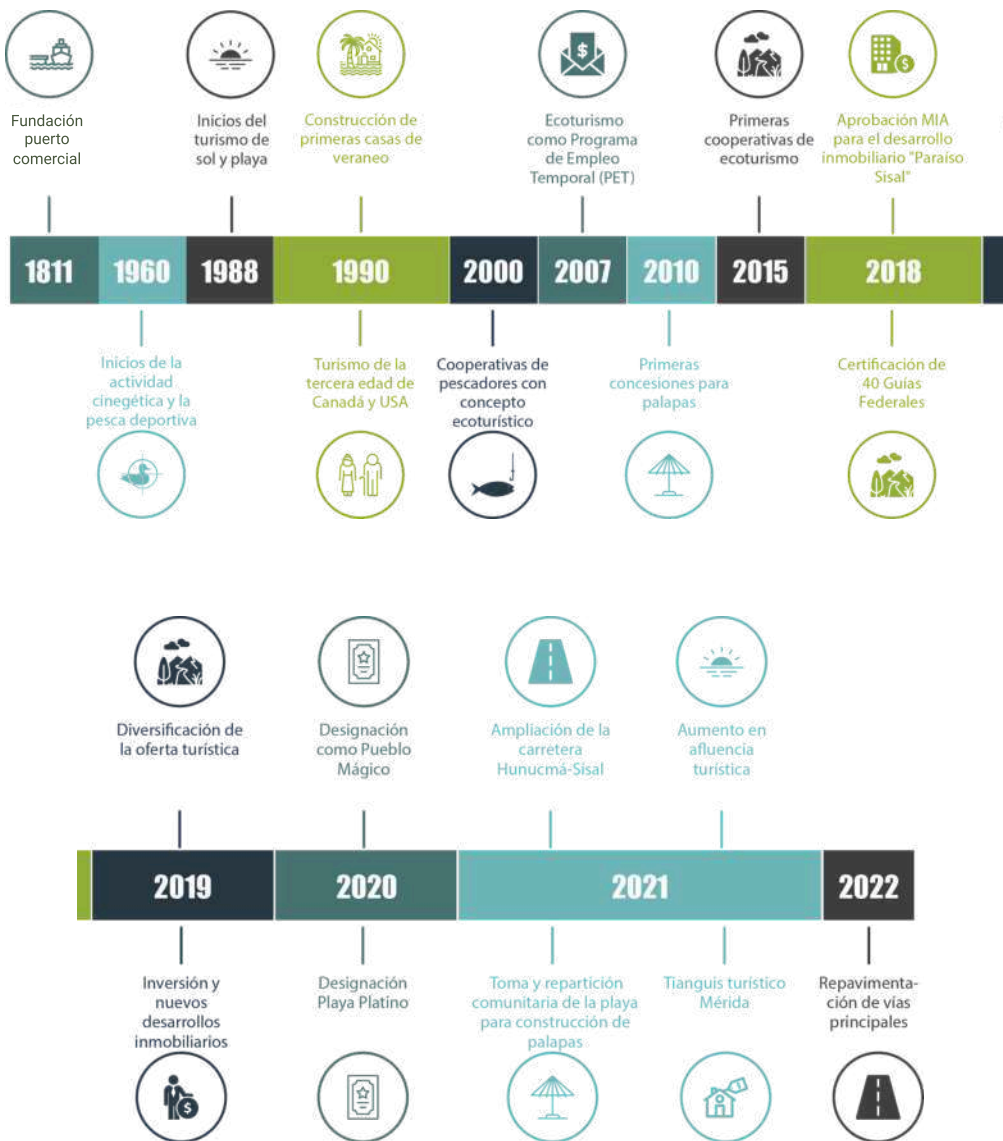


Figura 2. Línea del tiempo del turismo en Sisal según las percepciones e informaciones de los entrevistados, contrastadas con revisión documental. Elaboración propia

El nombramiento de Sisal como Pueblo Mágico fue parte de una política de gobierno que tiene el propósito de impulsar el turismo con enfoque de sostenibilidad en la región. Sin embargo, en principio este no fue bien recibido por los pobladores locales y las autoridades locales, quienes en 2021 realizaron distintas jornadas de protesta solicitando la revocatoria del certificado (Figura 3).



Figura 3. Mural semi borrado en Sisal en el que aún se alcanza a leer: “Nuestra lucha es por la vida. No al Pueblo Mágico”. Fotografía: Tatiana Meza

Entre septiembre de 2021 y abril de 2022 se indagaron las perspectivas de prestadores de servicios turísticos de la localidad (guías ecoturísticos, restauranteros, palaperos, hoteleros y hosteleros), actores del gobierno local y municipal e inversionistas del sector turístico, acerca del turismo y la conservación de las playas y dunas en Sisal en el contexto de nombramiento como Pueblo Mágico. De acuerdo con las respuestas obtenidas, **el turismo desarrollado históricamente en Sisal pasó de ser exclusivamente costero, y principalmente local y restringido a las temporadas vacacionales y fines de semana, a uno más especializado dirigido a un público local, nacional y extranjero que busca actividades para realizar en cualquier época del año.** Al turismo de sol y playa y gastronómico vigentes, se sumaron diferentes actividades ecoturísticas en playas, ciénaga, manglares y petenes, así como recorridos en bicicletas y cuatrimotos por el poblado, deportes acuáticos de vela, visita a monumentos y asistencia a festividades religiosas (Figura 4).



Figura 4. Festividad del Cristo Negro, en el que se realiza una peregrinación con recorridos en lancha cerca de la playa. Fotografía: Tatiana Meza

La comunidad local visualiza al turismo como un beneficio que asocia con un impacto socioeconómico positivo al complementar sus ingresos obtenidos de la pesca y demás actividades económicas tradicionales. Por esta razón muestra interés en capacitarse en aspectos específicos de la cadena turística, como hablar inglés y participar en hotelería y gastronomía. **Por otro lado, teme a la privatización, contaminación, deterioro de ecosistemas y pérdida de tierras, autonomía y seguridad.**

Este temor nace con la exclusión de la población local del proceso de nombramiento de "Pueblo Mágico", al que consideran como una estrategia para la especulación inmobiliaria que puso en marcha un proyecto de desarrollo sin tomar en cuenta sus necesidades e intereses. Lo anterior deja en desventaja a los pobladores frente a grandes inversionistas del turismo y desarrolladores inmobiliarios externos. El aumento en la afluencia del turismo en Sisal llega en un momento en el cual no se cuenta con el equipamiento ni la infraestructura para garantizar el bienestar tanto de habitantes como de visitantes. Además, para los pobladores locales, sus generaciones sucesivas e inmigrantes asentados en Sisal, es imposible extenderse territorialmente sobre la franja costera que hoy pertenece a extranjeros jubilados y a inmobiliarias, por lo que han optado por ocupar el borde de la laguna y ganar espacio para construir a través del relleno del humedal con basura.

Todo esto motivó la toma comunitaria de las playas de Sisal en 2021 para la construcción de palapas como acto de protesta por las concesiones otorgadas para el uso y aprovechamiento de playas, así como la venta de terrenos ganados al mar a personas no locales. Este acto de resistencia no solo fue el medio para exigir sus derechos, fue el fin en sí mismo al permitirles organizarse, construir y movilizar una identidad colectiva y demostrarse su propia fuerza y poder, algo que también viene ocurriendo con el grupo de guías ecoturísticos y el liderazgo comunitario de playa platino.

Este capital social y el hecho de compartir la religión, lazos familiares y haber enfrentado retos y conflictos, son elementos que pueden ser aprovechados para la implementación de un turismo local que proteja sus ecosistemas y encamine un desarrollo liderado por ellos y para ellos, consolidando redes que les permita alcanzar objetivos de bienestar colectivo.

Agradecimientos:

Al proyecto de Problemas Nacionales CONACYT No. 2017-01-4660: *"Geomorfología costera verde: Un enfoque transdisciplinario como línea base para la solución de problemas socio-ecológicos en el litoral"*. Al posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca 2021-000018-02NACF-25370y a todas las personas participantes en este estudio.

Para saber más:

- Jouault S. 2014. El turismo solidario: Definición y perspectivas en comunidades de Yucatán. In Fraga J, Khafash L, Villalobos-Zapata G. (Coordinadores), Turismo y Sustentabilidad en la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche, CINVESTAV-unidad Mérida, pp. 173–186. [Click aquí](#)
- López-Maldonado YC. 2011. El Interés de Habitantes de Sisal, Yucatán en el desarrollo de la comunidad como centro turístico a través del uso y manejo del patrimonio cultural y natural. Tesis de Maestría, Cinvestav-Instituto Politécnico Nacional. [Click aquí](#)
- Mendoza-González G, Paredes-Chi A, Méndez-Funes D, Giraldo M, Torres-Irineo E. 2021. Perceptions and Social Values Regarding the Ecosystem Services of Beaches and Coastal Dunes in Yucatán, Mexico. Sustainability 13(3592), 1–24. [Click aquí](#)
- Santoyo-Palacios A.B. 2017. *Esbozo monográfico de Sisal, Yucatán*. Reporte Técnico. LANRESC. México. [Click aquí](#)



Fotografía: Juan Carlos Aguirre

¿QUÉ ES LA DEGRADACIÓN DEL SUELO? Y ¿POR QUÉ DEBERÍA PREOCUPARNOS?

Daniel Alejandro García López

Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Libres

daniel.gl@libres.tecnm.mx



Fotografía: Daniel Alejandro García López

A veces se nos motiva demasiado en fijar nuestra vista hacia lo alto, hacia lo que hay más allá de este mundo. De hecho, está muy de moda pensar en embarcarnos en viajes espaciales fuera de nuestro planeta para colonizar nuevos territorios porque pareciera que nuestro mundo está llegando a su fecha de expiración. De manera similar a todo lo que consumimos hoy en día, pensamos que es posible desechar y conseguir un planeta nuevo. Sin embargo, remplazar un planeta no es nada sencillo o al menos, hasta donde sabemos, nunca se ha hecho. Quizá ya es tiempo de también enfocar nuestra mirada en lo que tenemos debajo de nuestros pies, y no me refiero al cemento de la ciudad o el piso de la casa, si no de lo que existió mucho antes, debajo de todo lo creado por nuestros antepasados. Así es, me refiero al suelo.

El suelo es más que la tierra o el polvo que termina dentro de nuestros ojos cada vez que sopla un fuerte viento. Se trata de una pequeña capa, en ocasiones de algunos centímetros o de un par de metros, que forma parte de la superficie de nuestro planeta y es responsable de sostener toda la vida terrestre que conocemos. Se trata de una increíble estructura, compuesta por minerales y materia orgánica que en las cantidades adecuadas forma una mezcla compleja con la propiedad de sostener una gran diversidad de organismos. No es de sorprender que **los suelos albergan el 25% de toda la biodiversidad del planeta, o que en un gramo de suelo podemos encontrar hasta más de un millón de microorganismos...** así es, ¡existe mucha vida debajo de nuestros pies!



Fotografía: Daniel Alejandro García López

Y no todo termina ahí. Además, el suelo también nos proporciona muchos beneficios que a veces ni siquiera percibimos fácilmente, los cuales son conocidos también como **servicios ecosistémicos**. **Quizá el más fácil de percibir es la producción de alimentos**, pero ten por seguro que existe una gran cantidad de servicios que recibimos de los suelos cuando se encuentran sanos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Algunos de los servicios ecosistémicos que provee un suelo sano.

Servicios ecosistémicos que proveen los suelos

- Soporte físico para el desarrollo de las plantas:** reciclaje, retención y aporte de nutrientes, así como de agua.
- Hábitat de la biodiversidad:** lugar donde se desarrollan organismos que aportan en la formación de materia orgánica y otros materiales complejos.
- Regulación del clima:** mediante la retención del dióxido de carbono (CO₂) atmosférico y liberación de oxígeno.
- Filtrado y purificación del agua y aire:** atenuación de la actividad de contaminantes, intercambio de gases y aerosoles atmosféricos, almacenamiento y disposición del agua que se infiltra.
- Provisión** de alimento, combustible, fibra, agua, recursos minerales, materiales para la construcción.
- Servicios culturales:** como preservación de sitios históricos y arqueológicos, identidad del paisaje y significado espiritual.

Lamentablemente, a pesar de su enorme importancia, **hoy día nuestros suelos se degradan rápidamente y tenemos riesgo de perderlos**. Y si piensas que conseguir suelo nuevo es fácil, déjame decirte que **la formación natural de una capa de suelo de tan solo un centímetro puede tardar de cientos a miles de años, por lo cual perder nuestros suelos es un lujo que no podemos permitirnos**. Y ni hablar de pensar en otros planetas como marte o satélites como la luna donde ni siquiera existen las condiciones para formar suelos. Por lo tanto, hablamos de un recurso que debemos cuidar porque es bastante escaso.

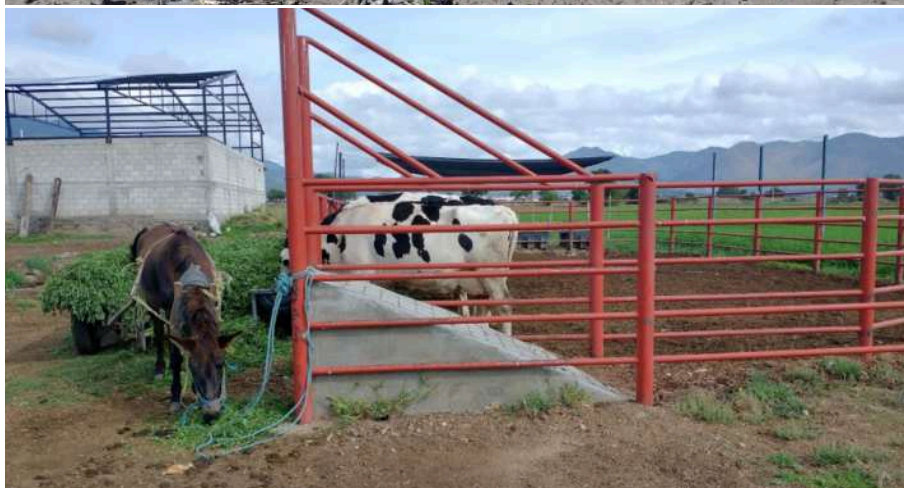
¿Qué es eso de la degradación de los suelos? La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en Inglés) nos dice que es el **“cambio en la salud del suelo resultado en la disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios a sus beneficiarios”**. Es decir, **los suelos degradados pierden la capacidad de sostener vida y por lo tanto dejan de brindarnos servicios ecosistémicos**. Se estima que a nivel mundial se pierde una superficie de suelo equivalente a un campo de fútbol cada 5 segundos. Tan solo en México, se estima que entre 45% y 60% de todos nuestros suelos ya presentan algún grado de degradación. Esto es muy preocupante porque pone en riesgo nuestra capacidad de producir alimentos y responder a los efectos del cambio climático.



Fotografía: Daniel Alejandro García López

Quizá te preguntes, **¿por qué se degradan los suelos?** Y te adelantaré que en parte sucede de manera natural, por la erosión del viento y el agua. Si alguna vez has visto imágenes del gran cañón en Estados Unidos o el cañón del Sumidero en Chiapas, entenderás a lo que me refiero. Pero **desafortunadamente el ritmo al que perdemos suelos hoy día no se explica de manera natural, y como tal vez estés adelantando, mucho tenemos que ver nosotros**.

En la actualidad, la degradación de suelos es ocasionada principalmente por actividades humanas, las más importantes son los cambios en el uso del suelo asociadas a la agricultura, la ganadería, la deforestación y el desarrollo urbano e industrial. Se estima que en México cerca del 77.4% de la superficie de suelo degradado es debido a actividades agrícolas y pecuarias de sobrepastoreo, 16.4% debido a la deforestación y pérdida de la vegetación, y finalmente el resto de la superficie degradada (6.2%) se debe a la urbanización y por estragos que causan las actividades industriales.



Entre las principales actividades que degradan el suelo encontramos la agricultura intensiva y la ganadería. Fotografías: Daniel Alejandro García López



Tristemente, la mayoría de las prácticas que usamos para producir alimentos exigen demasiado de nuestros suelos y les estamos generando daños considerables. Además, como sabrás, el mundo en que vivimos tiene más personas que nunca en la historia y para el 2050 podríamos llegar a la increíble cifra de 10,000 millones. Para poder alimentarnos a todos, **la producción de alimentos cada vez se ha vuelto más intensiva con técnicas como el monocultivo que hace uso de fertilizantes y pesticidas de origen químico, así como maquinaria pesada para la labranza.**

Como imaginarás es necesario detener la degradación del suelo, adoptando formas responsables de producción de alimentos como una agricultura ecológica y de bajo impacto que tenga mayor respeto al suelo, así como una ganadería responsable que minimice sus efectos negativos. Desafortunadamente, el cuidado y gestión del suelo en las agendas públicas ha sido insuficiente para mitigar los efectos negativos existentes, y las acciones ambientales en su mayoría están enfocadas en la protección o ampliación de la vegetación, pero no en la protección del suelo.



Fotografía: Daniel Alejandro García López

En conclusión, **es importante volver nuestra mirada a lo que tenemos debajo de nuestros pies y entender al suelo como un sistema vivo del cual dependemos y que no podemos perder. Necesitamos optar por alimentos producidos mediante una agricultura responsable** y ser conscientes de exigir a nuestros gobiernos la valoración del suelo como un recurso que debemos proteger. No olvidemos que vivimos en el único planeta que posee un suelo capaz de mantener la vida como la conocemos. Por eso, te invitamos a que valores el suelo donde te encuentras y aprendas más sobre uno de los recursos que quizá menos apreciamos, pero sin duda de los más valiosos que tenemos.



Es necesario promover nuevas formas de producción de alimentos como una agricultura ecológica de bajo impacto al suelo.
Fotografías: Daniel Alejandro García López

Agradecimientos:

Al Instituto Tecnológico Superior de Libres por apoyo en el proyecto “Tratamiento de residuos sólidos orgánicos mediante compostaje-lombricompostaje y su evaluación para mejorar suelos agrícolas” y a la Academia de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable por las facilidades brindadas.

Para saber más:

- Portal de Suelos de la FAO. [Click aquí](#)
- Sociedad Mexicana de la Ciencia del suelo A.C. [Click aquí](#)
- Informes sobre la situación del medio ambiente en México, Suelos. [Click aquí](#)
- Imprescindibles servicios ecosistémicos de los suelos. Ecofronteras. [Click aquí](#)

Fotografía: Meipakk, Pixabay

Jóvenes Científicos

Fotografía: Diego_torres, Pixabay



PADRES LAPA, CUIDANDO A SUS LAPITAS

LAPA: PAPAGAYO O GUACAMAYA VERDE-MILITAR

Selene Asiul Barba Bedolla*

Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Luis Felipe Mendoza Cuenca

Laboratorio de Ecología de la Conducta de la Facultad de
Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

*0700162d@umich.mx



Fotografía: AngieT oh, Pixabay

Las guacamayas forman parte de la familia de los psitácidos, en donde están incluidos los loros y los cotorros. Se reconocen por sus coloraciones llamativas y sus estruendosas vocalizaciones. **Es común observar adultos, pero raras ocasiones observamos a sus polluelos**, ya que se mantienen dentro de los nidos. Aquí aprenderemos cómo las guacamayas cuidan a sus polluelos.



En la naturaleza **las guacamayas realizan un gran esfuerzo para lograr el desarrollo de sus huevos y polluelos**. Pero bueno, contemos la historia desde el principio. Una vez que se forma una pareja, inicia el cortejo: la hembra y el macho constantemente se acicalan, y el macho alimenta a la hembra regurgitándole en el pico. Continúan periodos de cópulas frecuentes entre la pareja para iniciar la producción de los huevos. Después, viene la búsqueda de un nido, el cual puede ser el nido de otra ave donde logren entrar, el hueco en un árbol o la pared de algún cañón para anidar. Esta especie necesita por lo menos un orificio de 30 cm de ancho y 60 cm de profundidad, en donde colocan de 3 a 4 huevos, de un tamaño aproximado de 30 x 46 mm con un peso promedio de 29 gramos. La incubación de los huevos dura entre 26-28 días. Al salir el polluelo, el trabajo de los padres se incrementa. Además de alimentarlo, deben calentarlo, ya que estas hermosas criaturas de rara belleza durante sus primeros días de vida no ven, no escuchan y no producen calor. Por ello, las crías dependen completamente de sus padres. Entonces, la hembra cuida el mayor tiempo y el macho vigila, ya que, si la temperatura del nido es constante, los polluelos se desarrollan en menor tiempo y serán más sanos.

La temperatura necesaria durante la incubación de un huevo es cercana a los 24°C la cual puede variar 5°C. Los polluelos necesitan mantenerse a 26°C en promedio disminuyendo o aumentando solo de 5°-10°C. **La crianza de los polluelos dentro del nido dura 90 días en promedio, pero puede extenderse hasta 110 días, si las condiciones climáticas no son favorables y el alimento escasea.**

Durante nuestro trabajo de monitoreo de anidación de la guacamaya verde-militar (*Ara militaris*) en cajas nido dentro del Santuario de las Guacamayas (Cabo Corrientes, Jalisco, México), **observamos que los padres intercambian de manera equitativas las conductas de cuidado, alimentación y vigilancia de las crías.** En la noche ambos padres permanecen dentro del nido cuidando y manteniendo la temperatura de huevos y polluelos (Figura 1). En el día se pueden observar varias conductas de vigilancia. Por ejemplo, es posible observar a los adultos parados en la entrada del nido o sobre el mismo, vigilando el área de depredadores (Figura 2). Algunas veces, mientras el macho vigila la entrada, la hembra está dentro del nido calentando o alimentando a los polluelos. Sin embargo, también existen periodos del día en los que ambos padres están ausentes buscando alimento para sí mismos y para sus polluelos (Figura 3).



Figura 1. Madre de guacamaya verde dentro del nido dando calor y cuidado a una cría de 19 días de edad. Fotografía con cámara digital: Selene Barba y Luis Mendoza



Figura 2. Hembra de guacamaya adulta parada en la entrada del nido y macho parado sobre el nido, realizando ambos vigilancia de una cría que se encuentra dentro del nido.
Fotografía con cámara trampa: Selene Barba y Luis Mendoza



Figura 3. Pareja de guacamayas verdes saliendo del nido ubicado en un pino natural, después de alimentar a las crías. Fotografía con cámara trampa: Selene Barba y Luis Mendoza

En general, durante el periodo de incubación los adultos invierten el 80% de tiempo en conductas de cuidado parental (e.g. incubación de huevos y vigilancia del nido), mientras que durante el periodo de empollamiento disminuye el tiempo asignado a conductas de cuidado al 75% realizando conductas de empollamiento, alimentación y vigilancia de las crías para lograr su sobrevivencia. En ambas etapas, utilizan el tiempo restante (20-25%) en buscar alimento, cuidar su plumaje, cortejar a su pareja, jugar y delimitar territorios con otros adultos. El tiempo de cuidado a los polluelos es mayor antes de la sexta semana, **mientras los polluelos aún no tienen plumas y su termorregulación depende de los padres. Cuando las crías han desarrollado su plumaje ya tienen la capacidad de generar calor.**

En las guacamayas, el desarrollo del plumaje inicia con el plumón. El plumón es una pluma pequeña y esponjosa que se encuentra pegada al cuerpo principalmente en cuello, pecho, abdomen y que protege a las aves del frío. Posteriormente, se desarrollan las plumas de color. **Alrededor del día 70 comienzan a estirar y ejercitar sus alas para volar e inician la exploración del medio exterior (Figura 4).** Es entonces cuando salen a la entrada del nido durante algunos minutos (-10 minutos) y vuelven a refugiarse dentro del nido hasta estar listos para su primer vuelo (Figura 5).



Figura 4. Polluelos en desarrollo de 30 y 35 días de edad cubiertos de plumón, dentro de la caja nido. Fotografía con cámara digital: Selene Barba y Luis Mendoza



Figura 5. Cría de 90 días en la entrada del nido a pocos días de salir a realizar su primer vuelo. La cría es vigilada por los padres fuera del nido para estimularlo a salir. Fotografía con cámara trampa: Selene Barba y Luis Mendoza

Es notable que cuando los padres regresan a los nidos para alimentar a los polluelos su buche es prominente por la cantidad de frutos, semillas, botones de flores y otros alimentos con los que nutren a las crías; y al salir del nido es de tamaño normal. El tiempo promedio de alimentación por cría es de 2 minutos. Cuando los polluelos están más desarrollados los padres pueden ausentarse o mantenerse fuera de los nidos hasta 3 horas, y los polluelos vocalizan constantemente al escuchar a los padres fuera de los nidos. Una vez que salen del nido los volantones (como se les conoce a las crías que salen del nido practicando sus primeros vuelos), el registro con anillos de identificación en los polluelos ha permitido saber que **los padres continúan cuidando a las crías hasta los 3-4 años de edad, alimentándolos, y cuidando su plumaje ayudándoles a eliminar parásitos y mantenerlo limpio**. Este cuidado extendido no impide que los papás puedan incubar o criar otras crías, las temporadas siguientes aun cuando polluelos juveniles siguen bajo su cuidado.

Existe una gran relación de la crianza con la cantidad de recursos disponibles, la llegada de depredadores, y la ocurrencia de desastres naturales (huracanes, ciclones, fuertes lluvias o vientos, etc.). Si alguno de estos se presenta, el éxito de los polluelos y su condición corporal será menor, así como la de los padres. Sin embargo, las inclemencias climáticas no son los eventos que más amenazan a la guacamaya verde-militar. Esta ave **es una especie en peligro de desaparecer y extinguirse, debido a la destrucción de sus hábitats y la extracción de las crías para su venta como mascotas en el mercado negro. Recordemos ¡Si NO hay comprador NO habrá vendedor!, ¡si NO hay demanda NO habrá oferta!**

A partir del 2008 existe una ley que los protege, no se puede comprar ni vender ningún loro, cotorro o guacamaya mexicano (NOM-059 SEMARNAT y CITES I). Pero aun así ocasionalmente nuestra soledad, nos hace pensar que necesitamos un ser dependiente de nosotros, que repita lo que queremos oír... ¿pero tienen la culpa los loros, cotorros y guacamayas de nuestros vacíos? O bien, se busca un adorno colorido dentro de una jaula en nuestra sala como se acostumbra en México y otros países.



Ara militaris saliendo del nido en busca de alimento para sus crías.
Fotografía con cámara trampa: Selene Barba y Luis Mendoza

Sabías que....¿Los padres llegan a esperar a sus crías hasta más de dos meses cuando son robados? mejor sigamos ejemplos como en la India, en donde es ilegal mantener aves voladoras enjauladas.

¡Dejémoslas libres y ayudemos a conservar su hábitat!



Agradecimientos:

Se agradece al Santuario de las Guacamayas por abrirnos las puertas y poder trabajar en equipo por la conservación de la especie. Al CEMBAB A.C. que me permitió conocer a las niñas y generar conocimiento científico para la conservación de estos hermosos seres "las aves"; a la Dra. Dulce Rodríguez Morales por sus comentarios para este artículo y a las guacamayas verdes por enseñarnos tanto conocimiento y que siempre serán más hermosas volando. Beca CONACYT 2020-2022 (Selene Barba, Beca de maestría).

Para saber más:

- Blancas-Calva E, Blancas-Hernández JC, Castro Torreblanca M. 2016. Una población reproductora de guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Sierra de Tecpan, Guerrero, México. Tlamati 7(3):55-59. [Click aquí](#)
- Barba-Bedolla SA, Mendoza-Cuenca L. 2017. Cuidado materno y estabilidad térmica durante la anidación en *Phaethornis longirostris* (ermitaño cola larga). Huitzil. Revista Mexicana de Ornitología. 18(1): 123-130. [Click aquí](#)
- Íñigo-Elías E. 1999. Las guacamayas verde y esmeralda en México. Biodiversitas 25:7-11. [Click aquí](#)

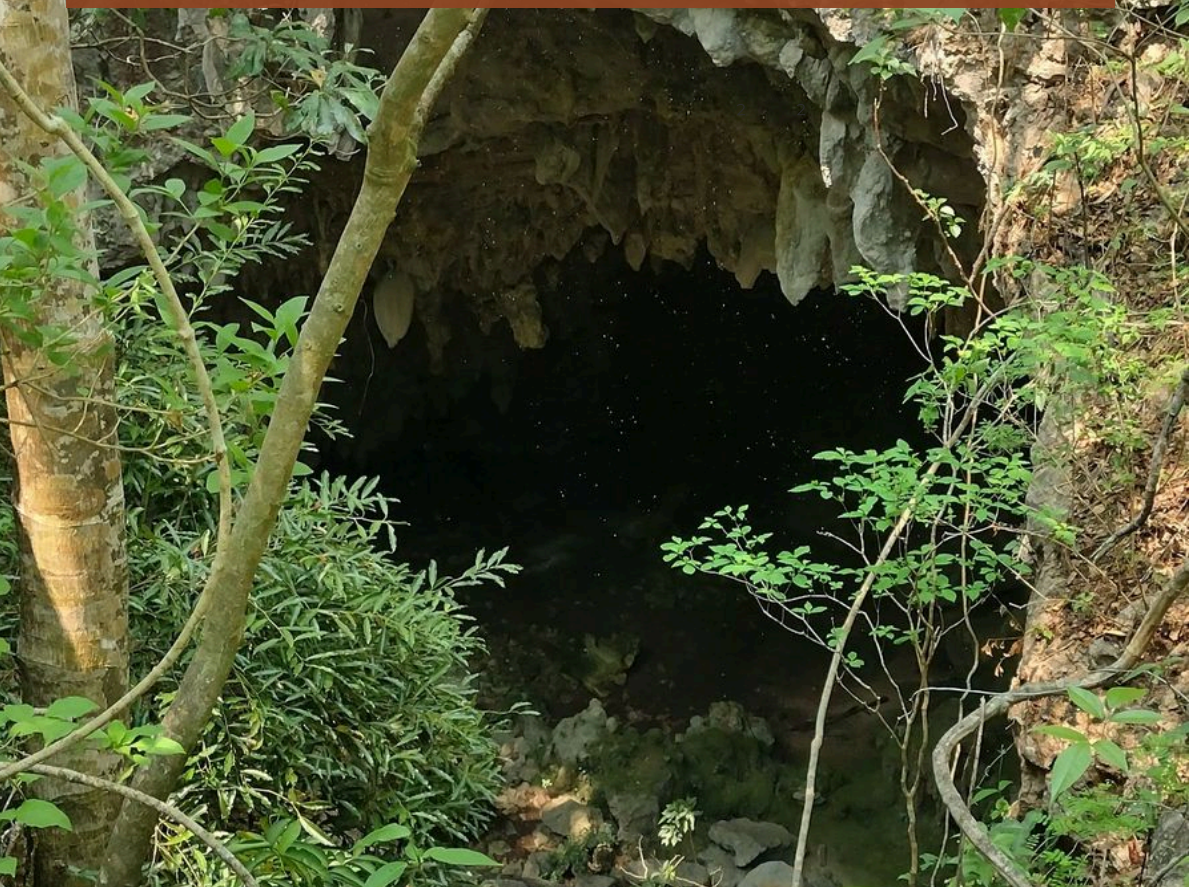
Pareja de guacamayas fuera del nido. Fotografía: Luis Felipe Mendoza Cuenca

MURCIÉLAGOS, CUEVAS Y CONSERVACIÓN

Jhonnatan Enrique González Figueroa

Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales, UNICACH

*jhonnatan.gonzalez@e.unicach.mx



Entrada de una cueva en Chiapas. Fotografía: Jhonnatan González

Los murciélagos son los únicos mamíferos capaces de volar. Debido a ello, han colonizado gran parte del mundo, identificándose en la actualidad 1,447 especies a nivel mundial. **Los murciélagos presentes en el trópico pueden usar una variedad de refugios que van desde huecos de árboles, grietas, casas, puentes, minas abandonadas y cuevas (Figura 1).** Estas últimas, constituyen uno de los principales lugares de refugio para un gran número de especies de murciélagos en el mundo, y en México, de las 138 especies registradas, 60 hacen uso de las cuevas.



Figura 1. Colonia de *Artibeus jamaicensis*. Pequeña colonia de murciélagos en el techo de una cueva. Fotografía: Jhonnatan González

El clima es un factor que influye en la selección del refugio, por ejemplo, la temperatura y humedad en las cuevas de las regiones tropicales y subtropicales son más estables que en las cuevas de regiones templadas. Esta estabilidad puede generar un ahorro de energía para los murciélagos, ya que **las variaciones de temperatura pueden afectar la termorregulación, el consumo energético, e influir en el desarrollo de los embriones, lactancia, el cuidado parental y en las interacciones entre los individuos.** Los requisitos para la selección de sitios de percha en el interior de las cuevas pueden variar entre especies, y dentro de éstas, pueden depender del sexo, la edad, el estado reproductivo y el uso que se le da al refugio. Por ello, muchas especies de murciélagos son muy sensibles a los cambios climáticos en el interior de las cuevas.

Existen distintos tipos de cuevas de acuerdo con el material geológico que las conforma, por ejemplo: arenisca, tubos de lava, cuevas de glaciares, etc. Sin embargo, las cuevas kársticas son las más comunes en gran parte del mundo (Figura 2). Las cuevas han sido usadas desde la antigüedad, por el *Homo erectus* hace 500,000-250,000 años; y por los *Homo sapiens* durante el Paleolítico superior (30,000 a.C. al 12,000 a.C), por lo que llegaron a jugar un papel muy importante en las religiones y mitos de muchas civilizaciones antiguas como la maya.



Figura 2. Baatara Pothole. Entrada de una cueva cerca de Siria. Fotografía: Harout Tanielian

Hoy en día, muchos pueblos siguen haciendo uso de las cuevas para: la extracción del guano de los murciélagos como fertilizante; el uso de ríos subterráneos para la obtención de agua; incluso como un espacio de recreación y, desafortunadamente, como vertederos de basura. **El mal uso de las cuevas es preocupante porque son ecosistemas muy frágiles e importantes, ya que son el refugio y hogar de muchas especies además de los murciélagos.** También, estas formaciones proveen otros beneficios porque recargan los mantos acuíferos y capturan CO₂. Por ello, **es de suma importancia comenzar a crear propuestas de conservación para las cuevas de relevancia ecológica, sobre todo de aquellas que se encuentran fuera de las Áreas Naturales Protegidas.**

Las visitas humanas al interior de las cuevas, y la actividad antrópica en el paisaje circundante, afectan su microclima, provocando que muchas especies de murciélagos abandonen estos refugios y que disminuya la diversidad de artrópodos en las mismas. Por esto, la Asociación Americana de Mastozoólogos, una agrupación de expertos en mamíferos, ha reconocido la necesidad de regular las actividades en y alrededor de las cuevas.

Una propuesta de manejo es clasificar las cuevas de acuerdo con la intensidad de visitas humanas recomendadas en: rojas, amarillas y verdes. Las *rojas*, son aquellas cuevas que no deben ser visitadas por las personas continuamente o sólo durante algunas épocas del año; las *amarillas*, son aquellas cuevas que podrían ser visitadas con ciertos protocolos o únicamente en algunas secciones y las *verdes*, si pueden ser visitadas sin restricciones.

En México han existido trabajos que buscan la conservación de las cuevas: se han hecho revisiones bibliográficas en donde se examinan algunas características de las especies que habitan en las cuevas, y también se ha analizado el estado de conservación para poder priorizar aquellas cuevas en las que deberían implementarse esfuerzos de conservación. En estas investigaciones **se ha encontrado que la propia ubicación de una cueva determina la urgencia de restringir la entrada a las personas y que debe ponerse especial atención en aquellas que albergan especies en peligro de extinción o que son usadas por murciélagos durante su hibernación.**



Cueva de la Boca. Entrada del Santuario Cueva de la Boca, en Nuevo León.

Fotografía: [Canal del Congreso](#)

En 2018, en México se decretó una cueva como santuario; la “Cueva de la Boca” en el estado de Nuevo León. Esta cueva es un refugio para alrededor de cinco millones de murciélagos de al menos seis especies. Cinco de estas son conocidas porque ayudan a controlar plagas y una a polinizar distintas especies de plantas. **Además, existen actividades que no son de carácter científico, pero que buscan rescatar y conservar las cuevas,** como el proyecto “*Recuperando la oscuridad*” por el grupo espeleológico CAVE en San Luis Potosí (Figura 3). **En este proyecto se realizó una limpieza de las distintas cuevas presentes en la Sierra de Álvarez y se buscó la concientización de las comunidades acerca de las consecuencias de usar las cuevas como vertederos de basura.**



Figura 3. Recuperando la oscuridad. Imagen de la limpieza de una cueva en San Luis Potosí por parte del grupo espeleológico CAVE. Fotografía: CAVE Grupo espeleológico

En Chiapas, se ha decretado una Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC), “Las Grutas de Monte Cristo” que se compone de un pequeño conjunto de cinco cuevas, donde existen distintas especies de murciélagos. Con ello podemos notar que la sociedad comienza a preocuparse por la conservación de las cuevas y de los distintos ecosistemas. **Desde diversas instituciones científicas y en equipo con las comunidades y el gobierno, se realizan esfuerzos para proponer herramientas y generar información necesaria para desarrollar propuestas de conservación.**

Para saber más:

•Hoffmann A, Palacios-Vargas JC, Morales-Malacara JB. 1986. Manual de bioespeleología. Universidad Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México. DF. ISBN 968-837-406-7. [Click aquí](#)

•Morales-Malacara JB. 2015. Las Cuevas, el Hombre, otros habitantes y la historia de la Bioespeleología en México (Primera parte). [Click aquí](#)

•Siles L. 2002. Algunos patrones de uso por murciélagos en las cavernas del Repechon (Parque Nacional Carrasco Cochabamba). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia. [Click aquí](#)

•Torres Flores JW, López-Wilchis R, Soto A. 2012. Dinámica poblacional, selección de sitios de percha y patrones reproductivos de algunos murciélagos cavernícolas en el oeste de México. Biología Tropical. 60 (3). 1369-1389. [Click aquí](#)

UNAS MOLÉCULAS EXCLUSIVAS DE LOS HONGOS: LAS PROTEÍNAS CFEM

Edgar David Carrillo Hernández

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Nohemí Carreras Villaseñor

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Javier Plasencia de la Parra

Departamento de Bioquímica, UNAM

Eric Edmundo Hernández Domínguez*

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Investigador por México-CONACyT

Diana Sánchez Rangel**

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Investigador por México-CONACyT

*eric.hernandez@inecol.mx

**diana.sanchez@inecol.mx

Las plantas pueden ser infectadas por hongos que provocan enfermedades lo que afecta su crecimiento y productividad.

Los hongos con esta capacidad se denominan fitopatógenos y emplean una diversidad de estrategias para infectar, colonizar y causar daño en las plantas hospederas. Los hongos *Magnaporthe oryzae*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum* y especies de la familia Botryosphaeriaceae son algunos ejemplos de hongos fitopatógenos que son estudiados por la importancia económica y ecológica de sus plantas hospederas.

Neofusicoccum parvum es un hongo fitopatógeno miembro de la familia Botryosphaeriaceae con una distribución geográfica amplia y con un gran número de especies vegetales hospederas en las que comúnmente suele hallarse de forma endófito (Figura 1). Esto significa que **el hongo sobrevive dentro de los tejidos de la planta sin generar ningún síntoma de enfermedad hasta encontrar las condiciones indicadas para desarrollar su mecanismo de patogenicidad y dañar a las plantas**. Las plantas hospederas de *N. parvum* son principalmente de tipo leñoso, es decir aquellas que en su tronco produce madera, tales como el mango (*Mangifera indica*), el durazno (*Prunus persica*), el eucalipto (*Eucalyptus* spp.) y la uva (*Vitis vinifera*), entre otras especies.

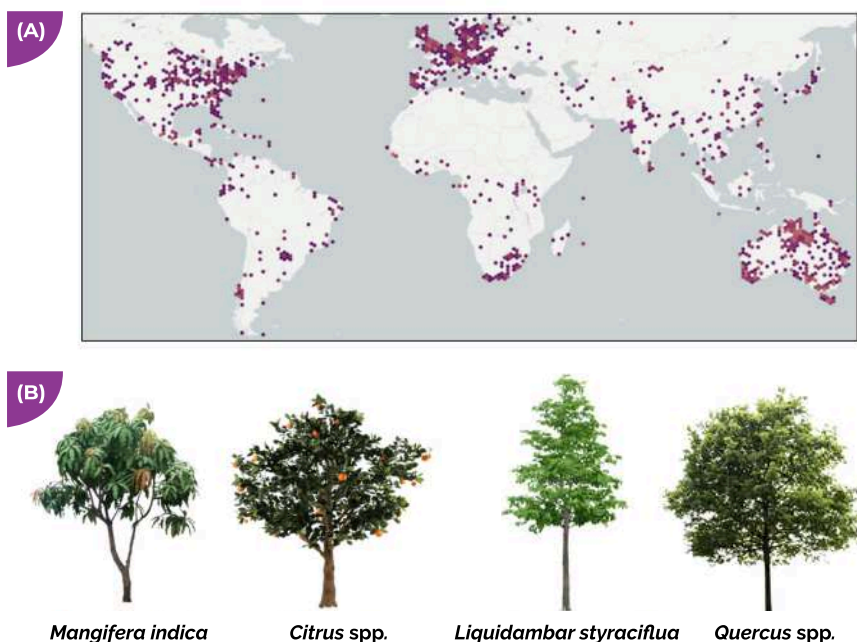


Figura 1. La familia Botryosphaeriaceae comprende varios géneros de hongos fitopatógenos con una extensa distribución geográfica (A) y debido a esta característica cuenta con un amplio número de posibles hospederos (B). (Ilustraciones: A) Global Biodiversity Information Facility (GBIF); B) FreePNG, PNGEGG y PNGWING)

El hongo provoca en estas plantas diversos problemas fitosanitarios que van desde muerte progresiva lenta y lesiones similares a llagas o úlceras denominadas canchros, hasta la pudrición del fruto. Estos problemas sanitarios repercuten en la productividad de los cultivos de las especies afectadas, y por ejemplo en la uva ocasiona pérdidas que superan los 18 mil millones de dólares a nivel mundial. Además de atacar cultivos agrícolas, *N. parvum* también puede infectar especies forestales nativas e introducidas, lo cual diversifica su nicho ecológico, es decir varía su estrategia para sobrevivir. Recientemente, un trabajo realizado en el INECOL reportó la presencia de *N. parvum* en hojas con síntomas de enfermedad proveniente del árbol de *Liquidambar styraciflua*, una especie dominante del bosque de niebla que se desarrolla en las montañas (Figura 2).

Control

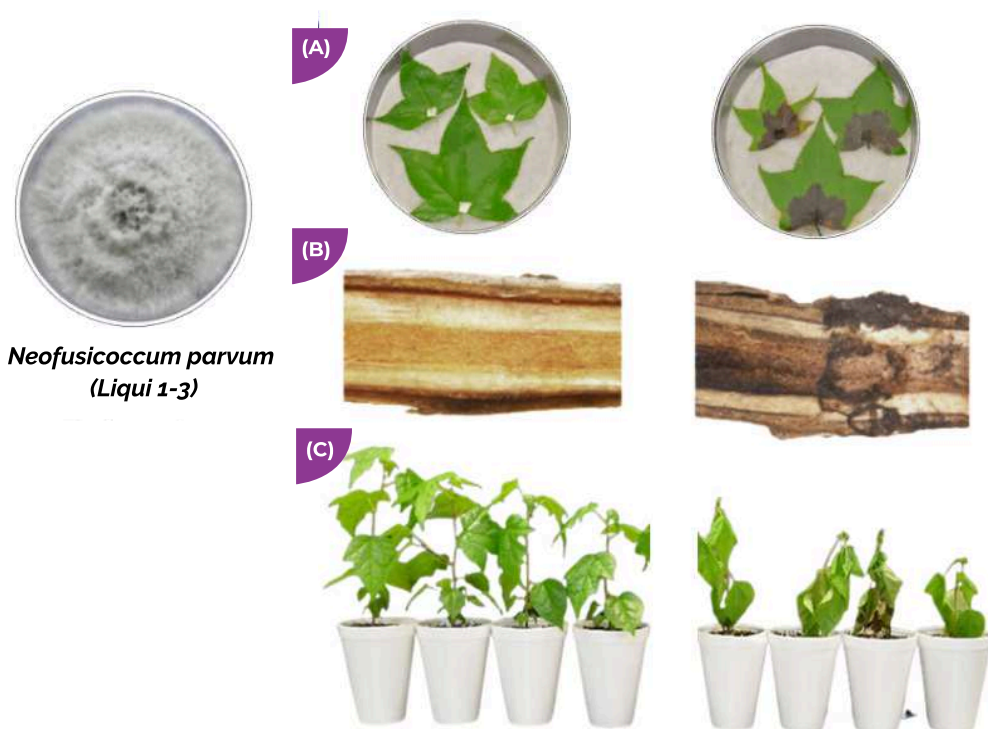
L. styraciflua + *N. parvum*

Figura 2. Sistemas de infección (patosistemas) para estudiar la interacción entre *Neofusicoccum parvum* y *Liquidambar styraciflua*. (A) Hojas de plantas de *L. styraciflua* infectadas con *N. parvum* después de 6 días de infección (dpi); (B) Tallos de *L. styraciflua* infectados y no infectados con *N. parvum* después de 7 dpi, (C) Plántulas de *L. styraciflua* infectadas con esporas de *N. parvum* a los 20 días después de la infección. Fotografías: José Benjamín Rodríguez, Luis Alberto Martínez y Rebeca Vázquez

Una de las inquietudes científicas que surge es conocer los mecanismos moleculares que le permiten a este hongo infectar y causar un daño tan extenso en el tejido de muchas plantas afectadas. Algunos de estos mecanismos ya se conocen e incluso se han caracterizado las moléculas responsables. Por ejemplo, se ha descubierto que estos hongos producen compuestos fitotóxicos como la melleína y terremutina, los cuales son sustancias capaces de inducir necrosis (muerte) en los tejidos de algunas especies vegetales como uva, manzana, tomate y diversos cítricos. También, estos hongos sintetizan algunas proteínas que impulsan la ruptura de estructuras esenciales de las plantas como la pared celular. Asimismo, se han identificado otras proteínas extracelulares inductoras de etileno (hormona vegetal relacionada en múltiples procesos tales como defensa) provocando la muerte del tejido en plantas de tomate. Sin embargo, aún existen muchas moléculas por descubrir y conocer su función específica en el proceso de infección de este hongo.



Fotografía: Eva Bronzini, Pexels

Una estrategia que exploramos en el proyecto de Edgar Carrillo, estudiante de maestría del posgrado del INECOL fue estudiar unas proteínas llamadas **CFEM** (por sus siglas en inglés, Common in Fungal Extracellular Membrane, lo que en español significa, que son proteínas comunes en la membrana extracelular del hongo) de *N. parvum* durante la interacción con *Liquidambar styraciflua*. Uno de los motivos para investigar estas proteínas es que son exclusivas de hongos.



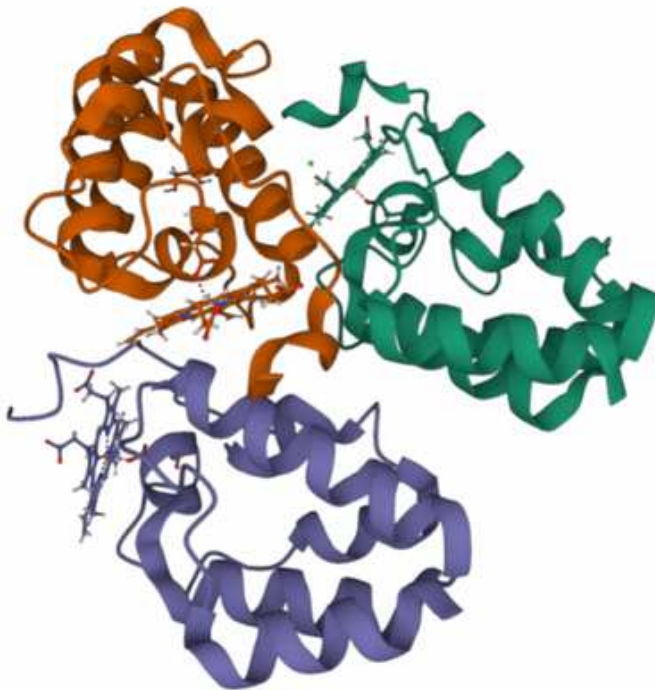
Fotografía: Edgar Carrillo

Características de las proteínas con dominio CFEM

Las proteínas son moléculas grandes conformadas por moléculas más pequeñas denominadas aminoácidos y uno de ellos se llama cisteína y se caracteriza por contener azufre. **Las proteínas CFEM poseen una región pequeña de aproximadamente 60 aminoácidos de los cuales ocho son el aminoácido cisteína.** Diversos autores determinaron que el número de proteínas CFEM en especies de hongos fitopatógenos es significativamente mayor en comparación con aquellos que no causan daño. Por ejemplo, *Magnaporthe grisea*, un hongo que infecta la planta de arroz contiene 20 proteínas con dominio CFEM, mientras que la levadura *Saccharomyces cerevisiae* presenta solo una proteína CFEM.

Estudio de proteínas CFEM en el hongo *N. parvum*

En un estudio previo, nuestro grupo de trabajo determinó que *N. parvum* es un hongo que tiene la capacidad de provocar la muerte de diferentes tejidos de *Liquidambar styraciflua* y que una proteína CFEM podría estar relacionada con este proceso. Durante el trabajo de maestría identificamos que el genoma de *N. parvum* contiene 12 genes que codifican para proteínas CFEM mismas que fueron analizadas por sus características bioquímicas. **Se clasificaron en tres diferentes grupos de proteínas con diferentes funciones potenciales: 1) formación de estructuras de infección que permiten al hongo acceder a la célula de la planta hospedera; 2) inducción del sistema de defensa y 3) la muerte celular en el hospedero.** Finalmente se demostró que las moléculas (los mRNAs mensajeros del hongo) encargadas de producir a las proteínas CFEM aumentan durante el proceso de infección de *L. styraciflua* por *N. parvum*.



Estructura cristalizada de la proteína CFEM Csa2 de *Candida albicans*.
Fotografía: Protein Data Bank, PDB (DOI: 10.2210/pdb4Y7S/pdb)

En este momento nuestra investigación plantea que las proteínas CFEM de *N. parvum* son importantes en el proceso de infección del árbol *L. styraciflua*. Por ello, **continuamos investigando su función haciendo uso de otras herramientas moleculares para identificar funciones específicas** y así poder proponer un mecanismo de acción para las proteínas CFEM de *N. parvum* (Figura 3).

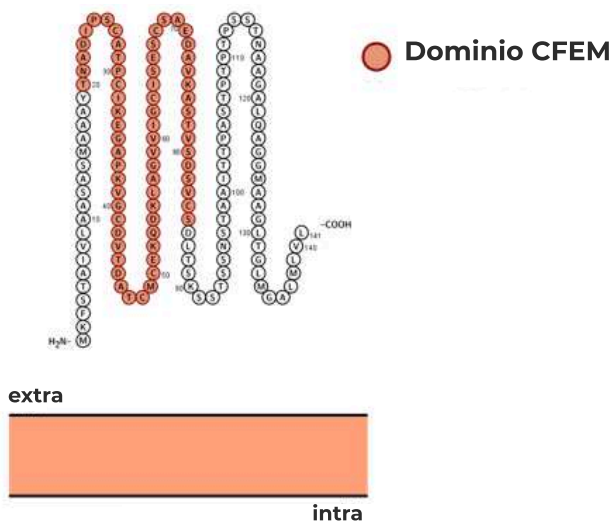
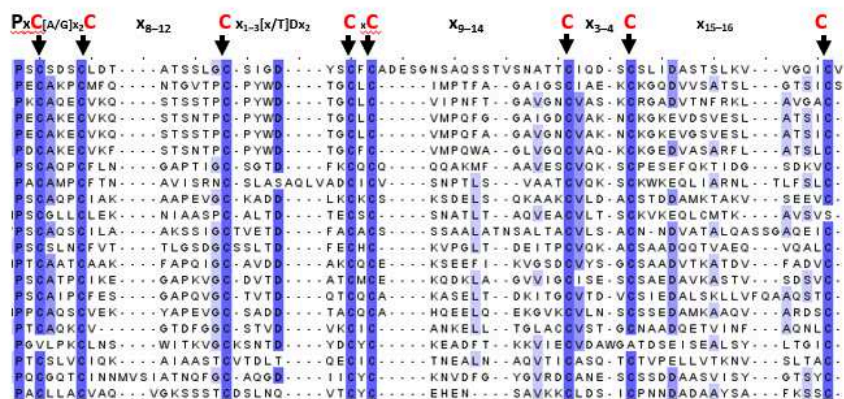


Figura 3. Representación de la proteoforma de una proteína CFEM de *Neofusicoccum parvum*. En la parte superior se pueden observar el alineamiento con las ocho cisteínas conservadas de una proteína con dominio CFEM (marcadas en azul y flechas negras). Ilustraciones: Edgar Carrillo

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de posgrado (1513831830) concedida a Edgar David Carrillo Hernández a través del Programa de Becas Nacionales 2020 y por la beca otorgada a la Dra. Nohemí Carreras a través del programa Estancias Posdoctorales por México 2022. Este proyecto fue financiado con recursos fiscales del INECOL; 20047/ 90001 Dra. Diana Sánchez Rangel y 20047/ 90008 Dr. Eric Edmundo Hernández Domínguez. Dr. Javier Plasencia agradece el apoyo de DGAPA-PAPIIT IN217720.

Para saber más:

•Carrillo-Hernández E. 2022. Identificación y análisis bioinformático de proteínas con dominio CFEM de *Neofusicoccum parvum* y evaluación de la expresión de sus mRNAs durante la interacción con *Liquidambar styraciflua*; Tesis de Maestría. Secretaría de Posgrado. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.

•Vázquez-Avendaño R, Rodríguez-Haas JB, Velázquez-Delgado H, Rosas-Saito GH, Hernández-Domínguez EE, Sánchez-Rangel D. 2021. Insights of the *Neofusicoccum parvum*-*Liquidambar styraciflua* Interaction and Identification of New Cysteine-Rich Proteins in Both Species. *Journal of Fungi* 7(12), 1027.

[Click aquí](#)

•Zhang ZN, Wu Q, Zhang GH, Zhu YY, Murphy ZL, Liu Z, Zou CG. 2015. Systematic analyses reveal uniqueness and origin of the CFEM domain in fungi. *Scientific Reports* 5, 13032. [Click aquí](#)

•Vázquez-Avendaño R. 2018. Estudio de la respuesta generada en el tejido foliar de *Liquidambar styraciflua* ante la infección de hongos patógenos. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Xalapa. Ver.

Trivias y Arte

Fotografía: Alexander Ant, Pexels

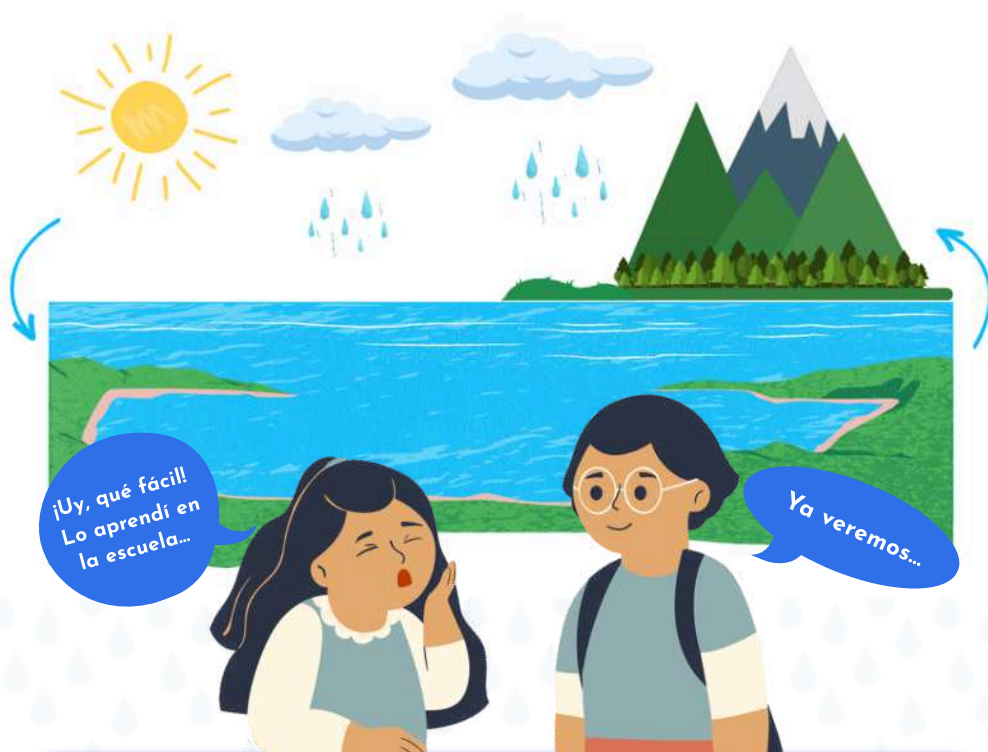


¿QUÉ TANTO SABES?

SOBRE...DEL CICLO DEL AGUA

Susana Alvarado Barrientos

Red de Ecología Funcional susana.alvarado@inecol.mx



Después de haber leído el artículo *El ciclo del agua*, ¿es como lo pintamos? (en página 10 de este mismo número) te invito a **resolver las siguientes adivinanzas** para que te diviertas al mismo tiempo que reflexionas sobre el papel que jugamos las personas y la vegetación en el ciclo del agua. **Recuerda que el ciclo hidrosocial describe los procesos sacionaturales mediante los cuales el agua y la sociedad se modifican mutuamente a través del espacio y el tiempo.**

1.

Parezco una nariz.
Si me cierras con aprecio,
el agua no desperdicio.
Consciente del valor y precio
del agua, serás muy feliz.



a) Presa b) Grifo c) Manguera

Respuesta 1

b) Grifo. Una enorme cantidad de agua potable se desperdicia por fugas. Con pequeñas acciones podemos contribuir a su conservación, como mantener todas las llaves de nuestro hogar en buenas condiciones para que no se desperdicie el agua. Estas acciones nacen de nuestra conciencia sobre el valor del agua para el bienestar de todos los seres vivos y el precio de tener agua potable en la comodidad de nuestra casa.

2.

Locomotora no soy
mas vapor al cielo doy,
siendo pieza importante
del ciclo permanente.
Bebo agua del suelo
y crezco hacia el cielo.



a) Chimenea b) Anfibio c) Árbol

Respuesta 2

c) Árbol. Las plantas absorben agua del suelo para vivir. También deben absorber dióxido de carbono de la atmósfera, así que abren poros en sus hojas (los estomas), y al hacerlo, devuelven agua en forma de vapor a la atmósfera. Este proceso se llama transpiración y es invisible. Los bosques, y entre ellos los tropicales, devuelven más agua a la atmósfera que cualquier otro tipo de vegetación. Así que, la deforestación reduce la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera, reduciendo a su vez, la probabilidad de que se forme lluvia. Por esta razón, los árboles, y en general todas las plantas, juegan un rol central en el ciclo del agua.

3.

Me apodaron negra o gris,
pero sigo siendo H₂O,
llena de desecho e infeliz.
Puedo ya no apestar,
si me dejaran de ignorar,
opciones hay para tratar,
e incluso reusar.



a) Aguas residuales b) Lluvia ácida c) Agua subterránea

Respuesta 3

a) Aguas residuales. Las personas intervenimos en casi todos los procesos del ciclo del agua, directa o indirectamente, afectando no sólo la cantidad de agua que hay un lugar, sino también su calidad a medida que pasa por nuestras casas y territorios. Lamentablemente la humanidad ha considerado a los cuerpos de agua (por ej. ríos y lagos) como vías para deshacernos de todos nuestros desechos (domésticos e industriales), contaminándola y reduciendo la cantidad de agua disponible para nuestros propios usos. Aún habiendo formas de prevenir producir aguas residuales y/o remediar la calidad del agua, seguimos ignorando el problema haciéndolo más grande cada vez.

4.

Aunque no es evidente
llevo corriente,
de hielo, agua y vapor,
así inspiro azul al pintor.



a) Nube b) Atmósfera c) Mar

Respuesta 4

b) Atmósfera. La atmósfera es el reservorio o almacén más pequeño de agua del planeta, es decir, que el agua (en forma de vapor o pequeñas gotitas o cristales) pasa un tiempo muy corto en el cielo, alrededor de 9 días. Las características de la atmósfera (temperatura, humedad y composición química), así como las de las nubes y la precipitación que puedan formar, depende en gran medida de lo que ocurre en la superficie de la Tierra, por ejemplo, todas las actividades de los humanos.

5.

Me formé en el cielo
de donde he de bajar.
Al bosque debes cuidar,
y no todo cementar,
permíteme al suelo infiltrar,
así podré en manantial,
salir a brillar.



a) Arroyo b) Semillas c) Lluvia

Respuesta 5

c) Lluvia. Al agua que cae del cielo la llamamos precipitación. Ésta puede ser como lluvia, granizo, nieve y neblina. Al caer absorbe todo tipo de contaminante de la atmósfera, así que una atmósfera limpia, genera precipitación limpia que podríamos utilizar directamente los humanos. Es necesario que la precipitación sea absorbida por el suelo para ser almacenada y filtrada por el mismo, recargando así manantiales de agua de buena calidad. De otra manera, durante la época de lluvias se pierde rápidamente al escurrir por todas las superficies y, eventualmente, los manantiales se agotarán durante la época seca.

¿Qué tal
te fue?

Tal vez debí
haber
estudiado
más



¿QUÉ TANTO SABES?

SOBRE...LOS HERBARIOS

Israel Acosta Rosado

Enrique César Crivelli*

José de Jesús Pale Pale

Gonzalo Castillo Campos

Herbario XAL, INECOL

Herbario XAL, INECOL

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

*enrique.cesar@inecol.mx

Un Herbario es una colección de plantas y hongos o partes de éstas que han sido secadas, identificadas y conservadas en condiciones especiales.

Los ejemplares de herbario incluyen mucha información valiosa de sí mismos. Cada ejemplar contiene el nombre de la especie, el nombre de la persona que colectó la planta o el hongo (colector), el lugar y fecha de la colección, algunas características propias de las muestras o ejemplares y del ambiente donde se le encontró, los nombres comunes con que se les reconocen, los usos locales que tiene, entre otros.

Analicemos
esta especie



Toda esta información es muy útil para diversos fines, principalmente para estudios científicos y educativos.

Pero no se limita solo a eso y puede servir como inspiración artística mostrando formas interesantes que se encuentran en las partes macroscópicas y microscópicas de las plantas y hongos.

La información de los herbarios también puede ser usada en asuntos legales. Por ejemplo, sirve para identificar especies que se encuentran en escenas de crímenes y pueden dar pistas a los investigadores forenses.

Dato curioso:



La palabra Herbario procede del latín *herbarium*. Este término fue acuñado por Carlos Linneo en el siglo XVIII para describir a las colecciones de plantas.

Posteriormente, esta palabra fue popularizada por el botánico francés Joseph Pitton de Tournefort y actualmente se utiliza de un modo amplio para describir a cualquier colección de especímenes secos de planta u hongos preservados de forma permanente con fines de estudio.

Un buen ejemplar de herbario está constituido por las diversas partes de una planta o un hongo consideradas mínimas necesarias para su correcta identificación taxonómica como son: flores, frutos, hojas, raíz, cuerpo fructífero, etc.

Para ser incorporado dentro de la colección, cada ejemplar pasa por tres procesos indispensables: secado, montaje y fumigación



Estos procesos permiten asegurar su conservación por mucho tiempo. **Con las condiciones adecuadas, los ejemplares pueden permanecer en estado óptimo dentro de un herbario por centenares de años.**



Además de esta información, vamos a ver qué tanto sabes de estas interesantes colecciones de plantas y hongos. Te retamos con las siguientes preguntas y respuestas.

¡Comencemos!

1. ¿Cuándo fue establecida la primera colección botánica considerada como Herbario?

- a) Año 1551 b) Año 1750 c) Año 1900

Respuesta 1

a) El primer herbario del mundo fue preparado en Italia por Luca Ghini, profesor de Botánica en la Universidad de Bolonia (Alemania), quien en 1551 pegó plantas secas sobre papel para enviarlas por correo (Figura 1). Su método consistió en desecar las plantas mediante la presión ejercida entre pliegos de papel, permitiendo así la conservación de las muestras para su estudio posterior. Su técnica se difundió más tarde al resto de Europa y adquirió una gran importancia durante los siglos XVII y XVIII, época en que se realizaron exploraciones a territorios entonces desconocidos por los europeos, con el objeto de coleccionar la mayor cantidad posible de especies nuevas. Algunos años después en 1567, su alumno Ulises Aldrovandi fundó el primer herbario más o menos moderno que fue donado a la Universidad de Bolonia.



Figura 1: Lucca Ghini y su Herbario. Fuente: espores.org

2. ¿Sabes cuál es el herbario con mayor número de ejemplares en el mundo?

- a) El Herbario de la Universidad Veracruzana (México)
- b) El Herbario del Real Jardín Botánico de KEW (Inglaterra)
- c) El herbario del Instituto Botánico V.L. Komarov en San Petersburgo (Rusia)

Respuesta 2

c) De acuerdo con el directorio global de herbarios en línea (El *Index Herbariorum*), actualmente existen registrados en el mundo 4,490 herbarios (Figura 2). El primer lugar con ocho millones de ejemplares lo comparten: el herbario del Jardín Botánico del Instituto Botánico V.L. Kamarov (LE) en San Peterbusrgo, Rusia y el Herbario del Jardín Botánico de Nueva York (NY) (Bronx, Nueva York, Estados Unidos). Le siguen el del Museo Nacional de Historia Natural de Francia (P) (París, Francia) con aproximadamente seis millones y el herbario del Real Jardín Botánico de Kew (K) (Kew, Reino Unido). México cuenta con 82 herbarios y Veracruz con 6. De acuerdo con el número de ejemplares albergados dentro de sus respectivas colecciones, a nivel nacional los 5 Herbarios más grandes son los siguientes:

Colecciones de Herbarios con mayor número de ejemplares en México

Siglas	Institución	Ubicación	Número de ejemplares
MEXU	Universidad Nacional autónoma de México	México. Ciudad de México	1,600,000
ENCB	Instituto Politécnico Nacional	México. Ciudad de México	1,080,000
XAL	Instituto de Ecología A.C.	México. Veracruz. Xalapa.	350,000
IEB	Instituto de Ecología A.C.	México. Michoacán. Pátzcuaro.	245,000
IBUG	Universidad de Guadalajara	México. Jalisco. Zapopan	214,000

NYBG STEERE HERBARIUM

Home Discover Collections Science Digital Index Herbarium Virtual Herbarium News

Home > Index Herbarium > Herbarium List

Herbarium Code Search Name or Location Search Person Search

Institution: Country:

Important Collections: State/Province:

City:

SUBMIT **CLEAR**

Displaying 1 - 25 out of 4490 Object(s)

Sort by: Per Page:

Herbarium Code	Institution	Location
MNM	Museo Nacional de Historia Natural	Uruguay, Montevideo.
UNOP	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Brazil, Paraná, Cascavel.
POES	Forest Service, USDA	U.S.A. Oregon, Portland.

Figura 2. Index Herbariorum

3. ¿Cuáles son los ejemplares más valiosos dentro de un herbario?

- a) Los más viejos b) Los ejemplares TIPO c) Los mejor conservados

Respuesta 3

b) Aunque todos los ejemplares son importantes dentro de una colección científica independientemente del tiempo en el que fueron colectados y de su estado de conservación, los ejemplares TIPO tienen un alto valor científico, debido a que son únicos (Figura 3). Un ejemplar TIPO es aquel en el que se basa la descripción original de una nueva especie, considerando como base sus características morfológicas y anatómicas. Los ejemplares TIPO son la referencia principal de una especie para todo el mundo y deben encontrarse resguardados en condiciones especiales en los herbarios. Hay diferentes categorías de ejemplares TIPO, estas se diferencian por reglas dentro del código internacional de nomenclatura botánica. En términos sencillos, un HOLOTIPO es el ejemplar realmente original. El Herbario XAL del Instituto de Ecología A.C. tiene 81 ejemplares TIPO de plantas y 80 ejemplares TIPO de hongos.



Figura 3. *Agave gomez-pompaе* J. Sevilla #247 HOLOTIPO.
Fotografía: herbario XAL

4. ¿Cómo se realiza la colecta científica de una planta?

- a) **Se cortan unas hojas en buen estado y se les pone una etiqueta con un número romano.**
- b) **Se colectan todas las partes principales que caracterizan a la planta y se toma la mayor información de la planta y del medio donde habita.**
- c) **Se le toma una fotografía junto a la persona que la colecta con su licencia de manejo en la mano.**

Respuesta 4

b) Colectar un ejemplar de herbario es como una receta de cocina, se requiere seguir algunos pasos que se mencionan a continuación en el siguiente orden:

1. *Colecta.* Cortar una o varias partes de una planta madura que tenga las características principales de la planta a colectar. Esto incluye a las partes vegetativas que son la raíz (sin tierra), tallo y hojas, y las partes reproductoras que son las flores y frutos. En el caso de las hierbas se deben colectar completas y para los árboles solo se requiere una parte de este (rama con hojas, flores y fruto). Es aconsejable no colectar ejemplares muy jóvenes ni adultos infértiles, ya que se dificulta su identificación (Figura 4).

2. *Prensado.* Una vez colectado el ejemplar inmediatamente se procede al prensado utilizando una prensa botánica (Figura 5). Se coloca la planta en medio de un periódico procurando que las partes vegetativas (hojas) queden extendidas antes de aplicar presión. En el periódico se pone un número de referencia que es único para ese ejemplar.

3. *Toma de datos.* Consiste en anotar la mayor información de la planta y del medio donde habita como coordenadas geográficas, municipio o localidad, fecha de colecta, color de la flor y fruto, altura, si es una hierba, arbusto, árbol o bejuco, tipo de suelo, tipo de vegetación, si está bajo sombra o expuesta al sol, si vive cerca de un camino u orilla de río, nombre común, y otros datos que se consideren importantes. Esta información se relaciona con el número de referencia del ejemplar.

4. *Secado.* Posterior al prensado, el material se mete a una secadora para que pierda agua y preservarlo (Figura 6). El secado también mata a la mayoría de los insectos y hongos que pudieran llevar las partes vegetativas (tallos, hojas, flores, frutos) y causar daños a las muestras colectadas.



Figura 4. Colecta de ejemplar. Fotografía: Israel Acosta



Figura 5. Prensado. Fotografía: Olivia Palacios Wassenaar



Figura 6. Secado. Fotografía: Olivia Palacios Wassenaar

5. ¿Cómo es la presentación de las plantas en el herbario?

- a) **Envueltas en periódico para conservarlas mejor.**
- b) **Montadas en cartulinas con etiquetas de identificación taxonómica.**
- c) **Sueltas y con una etiqueta amarrada que contiene los datos de campo.**

Respuesta 5

b) Las plantas de los herbarios están montadas en cartulinas blancas en donde son fijadas las diferentes partes del ejemplar, así como la etiqueta de herbario que contiene el nombre científico, una breve descripción de las características del ejemplar y del hábitat en donde se localizó. Esta labor es casi un arte, que involucra una variedad de materiales y pasos para lograr un ejemplar de herbario con buenas características. Estos ejemplares son intercalados en orden alfabético dentro de la colección. El proceso es el siguiente:

1. *Identificación de material botánico.* El ejemplar debe estar correctamente identificado taxonómicamente, esta actividad se realiza consultando la literatura científica o por cotejo con especímenes previamente reconocidos (Figura 7). Generalmente, no se montan ejemplares sin estar previamente identificados.

2. *Montaje.* Consiste en fijar el ejemplar con sus diferentes partes con pegamento blanco, hilo de algodón y cinta especial (Figura 8). Cabe destacar que en la mayoría de los herbarios del mundo utilizan diferentes técnicas de montaje, de tal manera que el ejemplar pueda perdurar por mucho tiempo y soportar la manipulación al ser consultados en el herbario.

3. *Etiqueta de Herbario.* Montado del ejemplar, se le pega del lado derecho una etiqueta con toda la información relevante del mismo.

4. *Integración al herbario.* Debidamente montados, etiquetados e identificados. Se procede a la captura de la información del ejemplar en una base de datos y se le asigna un sello con su respectivo folio para ser localizado rápidamente (Figura 9). Finalmente, el ejemplar se ingresa a la colección siguiendo un orden por familia, género y especie.



Figura 7. Identificación de material botánico. Fotografía: Olivia Palacios Wassenaar



Figura 8. Montaje. Fotografía: Jesús Pale



Figura 9. Captura de información en base de datos.
Fotografía: Olivia Palacios Wassenaar

¿Cuál es tu
herbario favorito?



Para saber más:

Ir al índice

- Lot A, Chiang F (comp.). 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México: 142. [Click aquí](#)
- <http://ssweetgum.nybg.org/science/ih/herbarium-list> [Click aquí](#)
- Los hermanos Ambrosini y el jardín botánico de Bolonia. [Click aquí](#)

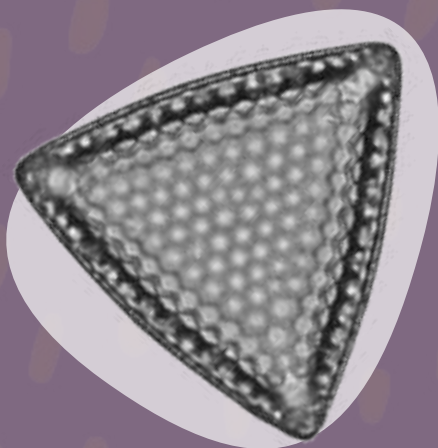
BIOTRIVIA

LAS FORMAS CAPRICIOSAS
DE LA NATURALEZA

Gabriela Vázquez* y M. Luisa Martínez

Red de Ecología Funcional, INECOL • *gabriela.vazquez@inecol.mx

La naturaleza se compone de varias formas como círculos, triángulos, estrellas, cuadrados y muchas más! Con el paso del tiempo vamos identificándolas como montañas, árboles, hojas, flores, animales e insectos. **Lo maravilloso de estas formas caprichosas y sorprendentes es que algunas las podemos identificar a simple vista y para otras es necesario usar alguna lupa o microscopio.** Vamos a jugar y descubramos... ¿sabes en qué parte de la naturaleza encontramos la siguiente imagen?



- a) Es una semilla
- b) Es un alga microscópica
- c) Es la escama de un pez

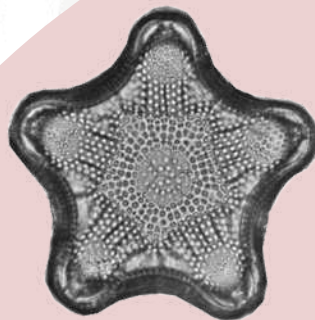
Entonces mi opción de plumilla para tocar guitarra... ¡descartada!



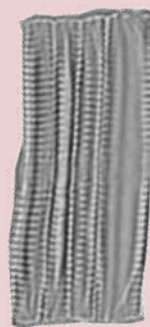
Respuesta

b) La foto muestra la imagen de un alga microscópica que pertenece a un grupo conocido como Diatomeas. Las diatomeas son organismos formados por una sola célula, por lo que se llaman unicelulares. Pueden estar solas, o bien agruparse para formar filamentos o cadenas de células (por ejemplo, *Aulacoseira* o *Fragilaria*, respectivamente). Algunas tienen forma de estrellas (*Triceratium*), otras parecen abanicos (*Licmophora*), e incluso algunas parecen bolillos minúsculos (*Cymbella turgidula*). También hay diatomeas de forma redonda (*Coscinodiscus*) o alargada (*Navicula*).

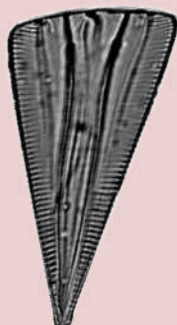
¡Así se ven!



Triceratium



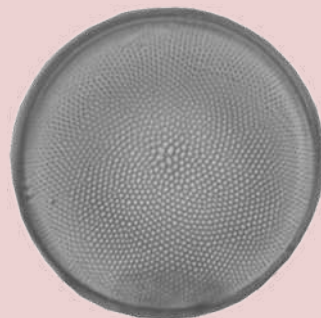
Fragilaria



Licmophora



Cymbella turgidula



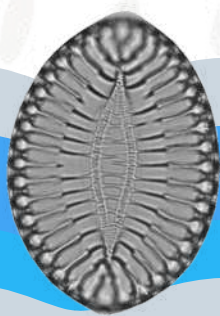
Coscinodiscus

Te explico más...

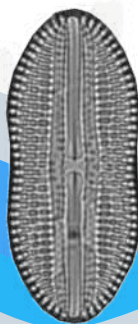


Las diatomeas son autótrofas, pues fijan el dióxido de carbono por fotosíntesis para producir materia orgánica, y son tan pequeñas que sólo se pueden observar con la ayuda de un microscopio (pueden medir de 0.01 a 0.2 mm). Es decir, **son más pequeñas que la punta de una aguja**. Estas algas microscópicas están rodeadas por una estructura rígida formada por sílice llamada frústulo, que está formado por dos partes que se conocen como valvas. Las valvas se ensamblan una sobre otra formando una especie de cajita.

Estas estructuras presentan en su pared celular ornamentaciones como poros que forman muchos tipos de dibujos simétricos. El tamaño y número de los poros, así como su distribución en la pared celular son muy importantes ya que permiten distinguir a una especie de otra.



Surirella



Diploneis

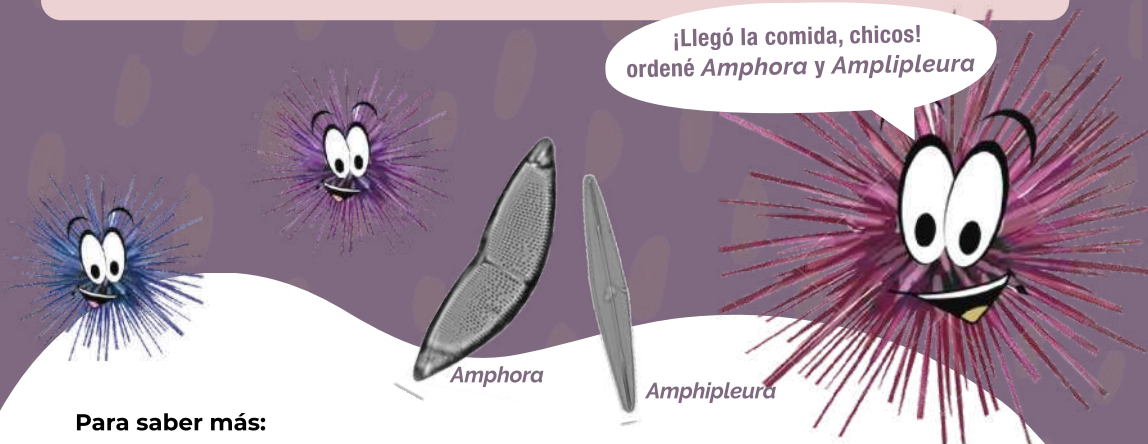


Podocystis

Las diatomeas pueden vivir en muchos ambientes tanto de agua dulce (lagos, ríos, arroyos), como marinos. **Se pueden encontrar libres en el agua del mar o de los lagos, o adheridas a diferentes sustratos como los sedimentos, las rocas, y plantas acuáticas.** Algunas habitan ambientes más terrestres pero húmedos como la hojarasca o el suelo y se conocen como subaéreas. También pueden vivir en los pequeños depósitos de agua que se forman entre las hojas de algunas plantas que crecen encima de los árboles (llamadas epífitas). **Otras diatomeas crecen adheridas a animales, en la piel de las ballenas y las plumas de algunas aves.**

Cuando las diatomeas mueren, permanece su pared celular, lo que impide que se descompongan al caer en el fondo de los lagos. Esto es muy importante pues las valvas pueden permanecer y al acumularse pueden formar un registro de las poblaciones a lo largo del tiempo. Gracias a las paredes celulares que permanecen en el fondo de los lagos, **podemos saber lo que ha pasado en los cuerpos de agua a lo largo de cientos o miles de años.** Por ejemplo, en Michoacán se encuentra el lago La Alberca de Tacámbaro, que es un lago relativamente profundo (tiene 28 m de profundidad) y que está ubicado en un cráter de volcán con paredes muy verticales. En este lago se encuentran muchas diatomeas vivas en la columna de agua, pero también en el sedimento del fondo, en donde se han depositado las valvas de las diatomeas que han muerto a lo largo del tiempo. En un periodo de 1988 a 2015, se encontraron grupos de diatomeas que se han asociado al calentamiento global que se ha registrado desde el año 2000.

Las diatomeas tienen una gran importancia ya que se han utilizado como alimento de diferentes organismos como moluscos, zooplancton y el erizo de mar, entre otros. Se han usado también en la elaboración de cosméticos como cremas exfoliantes e incluso en la industria farmacéutica por ejemplo en la elaboración de vacunas. Además, es famosa la tierra de diatomeas o diatomita, que son los restos de las diatomeas los cuales se utilizan como biofertilizantes, insecticidas, abrasivos e incluso para la fabricación de dinamita. Recientemente se han utilizado en nanotecnología.



Para saber más:

•Caballero M, Vázquez G. 2019. Lagos como sensores de cambio climático: el caso de La Alberca de Tacámbaro, Michoacán, México. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 22:1-8. [Click aquí](#)

•Lora-Vilchis C, López Fuerte FO, Pérez Rojas CA. 2020. Algas de cristal; diatomeas. Recursos Naturales y Sociedad 6 (1), 25-42. [Click aquí](#)

EL SAPO QUE PERDIÓ LA COLA

Juan M. Díaz-García*

Red de Ecología Funciona, INECOL (dirección actual: Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, Tlax.). *juanm.diazgarcia@gmail.com

Adriana Sandoval Comte

Red de Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL



Portada del cuento fanzine "El sapo que perdió la cola" escrito por Juan M. Díaz García y Adriana Sandoval Comte. Ilustración: Juan Tochtlí. Diseño: Diego Ávila

La palabra anfibio proviene del griego “*amphi*” (ambos) y “*bíos*” (vida), que en conjunto se traducen como “ambas vidas” o “en ambos medios”, **haciendo referencia a aquellos animales que pueden vivir tanto en la tierra como en el agua.**

El ejemplo más claro de esto, son la mayoría de especies de ranas, sapos y ajolotes que durante su ciclo de vida atraviesan un proceso de metamorfosis, en el que sus larvas son acuáticas y los individuos adultos son terrestres. Sin embargo, existen también otros anfibios que parecen no seguir las normas, ya que no dependen directamente de los ambientes acuáticos para poder reproducirse y sobrevivir, tal es el caso de algunas familias de ranas (Craugastoridae y Eleutherodactylidae) y un gran número de salamandras (Familia Plethodontidae). Estas ranas y salamandras viven y depositan sus huevos principalmente entre la hojarasca, dentro de cuevas o debajo de troncos caídos. En el interior de los huevos se desarrollan las larvas hasta formar pequeñas ranas o salamandras semejantes a la forma adulta. Los diversos modos de reproducción son solo una de las grandes diferencias que podemos encontrar entre los anfibios, algunas otras son la forma de sus cuerpos, el tipo de alimentación y el lugar donde habitan, entre otras.



Figura 4. Especies que inspiraron la historia del cuento “El sapo que perdió la cola”. Fotografía A): CONABIO. Fotografías B) C) y D): Juan M. Díaz García. Click para ampliar

Tomando como inspiración la gran diversidad de anfibios, los contrastes en la historia natural de las especies y sus distintas características, escribimos el cuento fanzine (publicación independiente, autogestionada y distribuida por los propios autores) de divulgación de la ciencia "El sapo que perdió la cola". **Este cuento relata la historia de Tito el sapito que a lo largo de su ciclo de vida convive con Mariana la rana y Leandra salamandra, dos especies de anfibios que son completamente diferentes a él y entre sí. El cuento se desarrolla dentro del bosque de niebla, un ecosistema importante para la conservación de los anfibios**, e incluye ilustraciones detalladas de varias especies de plantas, animales y hongos que forman parte del bosque y que acompañan las vidas de los anfibios. Te invitamos a leer el cuento en compañía de las infancias de tu alrededor, o de cualquier persona interesada en aventurarse en conocer la vida silvestre de los maravillosos anfibios, y en entender algunas de las principales amenazas y qué acciones podrían salvarlos de la extinción.

**Para leer el cuento da
click en el sapito**



**Imprime esta página
y colorea a Mariana la rana**



Ilustración de Mariana la rana, protagonista del cuento "El sapo que perdió la cola".

Ilustración: Juan Tochtli

La maravilla de pintar flores

Este es un homenaje a Ma. Luisa Villa Bores (1932-2015)
por Bertamarí Rodríguez Villa* y Lorenzo Rodríguez Villa.
*bemarovi@hotmail.com



Cada trazo es un momento de curiosidad,
curiosidad por entender las formas de la naturaleza
sus tonos, sus volúmenes, texturas...

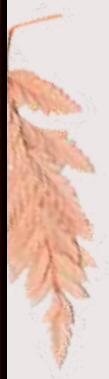
Plasmar algo tan perfecto como una flor, un árbol,
no es sencillo,
sin embargo, después de años de estudios
y de observación humilde
frente a la majestuosidad de la naturaleza
se puede lograr eso que nos falta a muchos hombres,
esa admiración por las manifestaciones de la tierra,
la parte sana y bella del mundo que nos rodea.

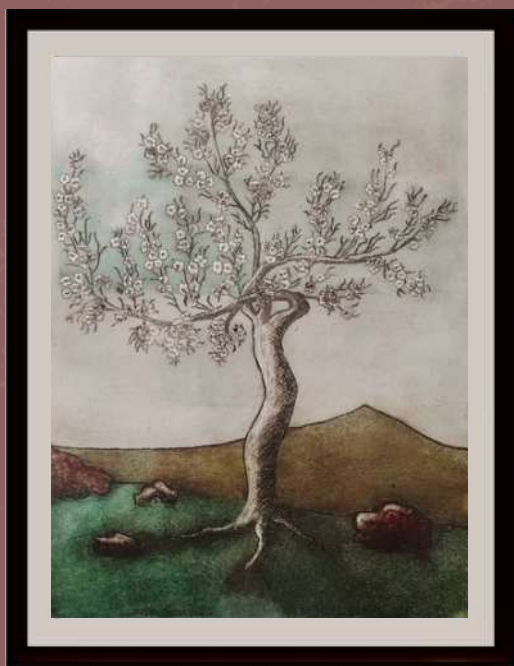
Comprendemos la lluvia como el llanto purificador de la tierra,
el llanto que renueva las flores del campo,
que hace crecer los árboles que Ma. Luisa Villa
nos regala en sus dulces cuadros,
como un tributo a la tierra madre.

Santiago Capella Rodríguez









ANÉCDOTAS DE BATAS Y BOTAS

Fotografía: Andrei Tanase, Pexels



ZUMBIDOS

José G. García Franco

Red de Ecología Funcional, INECOL
jose.garcia.franco@inecol.mx



Árbol en las dunas.
Fotografía: José G. García Franco

Cuando haces trabajo de campo en un mismo lugar, te acostumbras al sitio, sus veredas, plantas, colores, olores y sonidos. Pero a veces estos últimos se pueden confundir por lo que hay que estar siempre muy alertas. En la Estación Biológica La Mancha (Veracruz), siendo un sitio costero tropical, habitan una gran cantidad de insectos voladores, y también picadores. Entre ellos, los mosquitos son el pan de cada día, por lo que es común, al caminar despacio o detenerse, recibir la visita de estos amigos zumbadores. También, aunque no tan frecuente, se pueden observar enjambres de abejas que aparecen y desaparecen en algún árbol durante sus migraciones.

En una de las tantas salidas que he hecho a La Mancha, **estaba registrando el tamaño de los individuos de una bromelia terrestre (*Bromelia pinguin*).** Trabajaba en una población dentro de la selva caminando encorvado de una planta a otra y completamente concentrado en mis pensamientos, agachándome frecuentemente para hacer las mediciones que anotaba en una libreta. **De vez en cuando manoteaba cerca mi cara y cabeza, con la idea de “espantar” a los amigos zumbadores,** los mosquitos. Seguí con esa rutina de caminar, medir y manotear un buen tiempo, hasta que de repente, **empecé a notar que manoteaba más seguido y que los zumbidos habían cambiado de tono.**



Bromelia terrestre
Fotografía: José G. García Franco

Entonces, “regresé a la realidad”, y a mi mente llegó una llamada de alerta ¡¡ABEJAS!!

Inmediatamente levanté la cabeza y dirigí la mirada en la dirección de donde provenía el zumbido que ya sonaba con una gran intensidad. ¡Me quedé frío!, a un poco más de un metro estaba un enjambre de abejas en el tronco de un árbol y un gran número de ellas volaba en su alrededor y se me acercaban. **No me tomó ni medio segundo comprender que estaban enojadas por mi presencia.** Rápidamente me puse de pie y comencé a correr, iba haciendo a un lado la vegetación con las manos lo que provocaba gran movimiento de las ramas, y de repente mi pie se enredó con una raíz expuesta y caí de bruces.



Inmediatamente sentí cómo las abejas golpeaban mi cabeza y el rostro, pero más tarde en caer que en levantarme, aventar la mochila y la libreta, y continuar mi loca carrera. Era tal mi susto que **seguí corriendo hasta la playa pensando que si me seguían me metería al mar**. Afortunadamente no fue necesario el baño, las abejas no me siguieron hasta la playa y me quedé parado cerca del agua.



Cuando recobré el aliento y el ritmo cardíaco fui a la estación y **le conté al "Comandante", el jefe de la estación en ese tiempo**, lo que me había sucedido. Él se ofreció a acompañarme a buscar la mochila y la libreta, pero todo el camino **me fue regañando, diciendo que era mi culpa, por usar perfume, por los desodorantes y jabones, etc., etc., etc.**

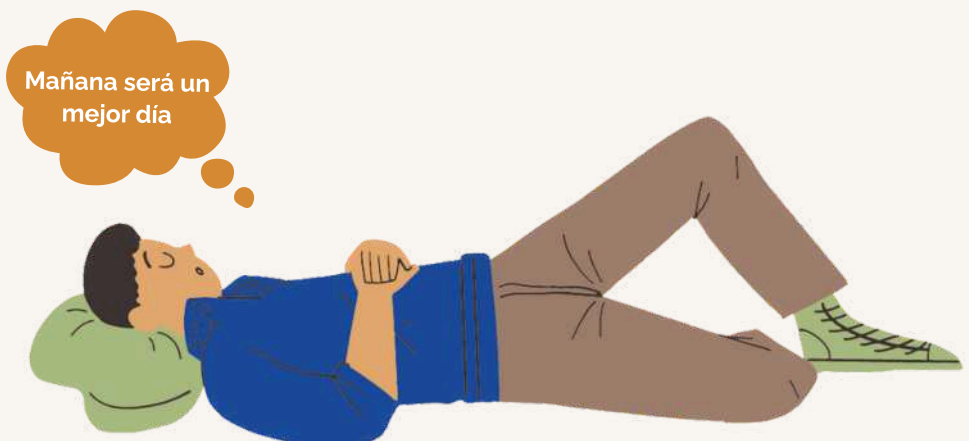


iChamaco distraído!

Ya en el sitio, un poco lejos le mostré dónde estaban la mochila y la libreta. **El comandante fue a buscarlas, y cuando las agarró un par de abejas lo picaron**, y rápido regresó donde yo estaba agazapado. Nuevamente me regañó, "Qué fue lo que les hiciste, están encabr@#Ø%".



Regresamos a la estación. Por ese día decidí suspender el trabajo, y me prometí estar más alerta en el campo, y sobre todo no confiarme y poner más atención a los zumbidos.



ECONOTICIAS

Fotografía: Pixabay Pixabay





GRADUADOS EN EL INECOL



DEL 17 DE DICIEMBRE 2022 - 22 DE MARZO 2023

Olea y Wagner, Katia Aimée **Maestría en Ciencias**

Tesis: Lluvia de semillas y efecto de borde dentro de la reserva El Zapotal en Tuxtla

Gutiérrez, Chiapas, México

Director: Dr. Francisco Javier Laborde Dovalí



Huerta Saavedra, Valeria **Maestría en Ciencias**

Tesis: Evaluación de la sostenibilidad en dos modelos de gestión y aprovechamiento forestal en el estado de Veracruz, México

Director: Dr. Héctor Armando Contreras Hernández



Álvarez Borla, Laura **Maestría en Ciencias**

Tesis: Interacción entre comunidades de murciélagos y ectoparásitos en paisajes perturbados con distintos usos del suelo en Yucatán, México

Directores: Dra. Sonia Antonieta Gallina Tessaro y Dr. Gerardo Suzán Azpiri

Medina Sauza, Regina María **Doctorado en Ciencias**

Tesis: Earthworm's abiotic and biotic influence at the root-soil interfaces of two coffee species

Directoras: Dra. Isabelle Francois Barois Boullard y Dra. Frédérique Lucienne Denise Reverchon



Esparza Estrada, Citlali Edith**Doctorado en Ciencias**

Tesis: Distribución, diversidad y evolución del nicho climático de las serpientes venenosas (Reptilia: Viperidae)

Director: Dr. Crisóforo Fabricio Villalobos Camacho

**Rodríguez Hernández, Karla Maryan****Doctorado en Ciencias**

Tesis: Diversidad genética, prevalencia e intensidad de infección de parásitos haemosporidios aviares en diferentes tipos de vegetación ubicados en distintas elevaciones del centro de Veracruz

Director: Dr. Diego Santiago Alarcón



Es hora de participar en la restauración y conservación de los humedales de Veracruz

Por: Dra. Elizabeth Hernández

En el marco del propósito de celebrar el Día de los Humedales el 2 de febrero de 2023, en la ciudad de Xalapa, Veracruz, el Instituto de Ecología A.C. (INECOL), en colaboración con la Secretaría del Medio Ambiente del Edo. de Veracruz, el H. Ayuntamiento de Xalapa, La Comisión Municipal de Aguas y Saneamiento de Xalapa (CMAS Xalapa), la Universidad Veracruzana, El Colegio de Veracruz y City Adapt, organizaron el foro “Es hora de participar en la restauración y conservación de los humedales de Veracruz”.



Develación de placa del "Molino de San Roque" y niños participando en el foro

Este evento fue parte de las actividades del proyecto “Rehabilitación de humedales urbanos con participación ciudadana para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, disminuir la temperatura ambiental y mitigar las inundaciones en Xalapa Veracruz” (PRONAI 316500 apoyado por el CONACYT). Si quieres leer la reseña de este foro, puedes acceder a este vínculo:

Lee aquí la reseña de este foro

EL INECOL CONMEMORA EL DÍA INTERNACIONAL DE LA MUJER Y LA NIÑA EN LA CIENCIA

Andrea Farias Escalera

Cluster Científico y Tecnológico Biomimic. INECOL
andrea.farias@inecol.mx

El 22 de diciembre de 2015, **la Asamblea General de las Naciones Unidas decidió establecer un Día Internacional anual para reconocer el importante papel que juegan las mujeres y las niñas en la ciencia y la tecnología.** El fin es conseguir su acceso y participación plena y equitativa en la ciencia, y además lograr su visibilidad, empoderamiento y la igualdad de género. Así se declara el **11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia**, como un recordatorio de que las mujeres y las niñas desempeñan un papel fundamental en las comunidades de ciencia y tecnología y que su participación debe fortalecerse. Se deben promover las acciones encaminadas a poner fin a los prejuicios sobre las niñas y mujeres como responsables de las labores domésticas y los cuidados familiares, y ofrecer actividades que amplíen y mejoren sus opciones de carrera y su desarrollo profesional a largo plazo. Así mismo, **empoderar su visión como promotoras del conocimiento e impulsoras de la innovación tecnológica de su país. Porque las mujeres también hacemos ciencia.**

Para sumar a estas acciones, el INECOL realizó su VI Encuentro Reflejos de la Ciencia entre investigadoras y 90 jóvenes de las escuelas de la región y público en general, el lunes 13 de febrero de 2023, de 10 a 12:30 horas, en el auditorio Gonzalo Halfter de la sede ubicada en Xalapa, Veracruz.

En el evento se presentó el libro que lleva el mismo nombre, "Reflejos de la Ciencia", y se tuvo el testimonio de seis de sus autoras investigadoras, mujeres dedicadas a la ciencia y la tecnología. Estas investigadoras compartieron con los asistentes parte del contenido integrado en el libro que contempla sus aportaciones, visión y relación con distintos campos científicos.

Así mismo, **mostraron cómo con su quehacer cotidiano contribuyen con el desarrollo del país; enfocándose primordialmente en lo que representa dedicarse a la ciencia en sus vidas y como mujeres mexicanas.** También se contó con la participación de 12 mujeres jóvenes que han asistido desde pequeñas en distintas actividades científico-tecnológicas dentro y fuera del INECOL. Ellas también son autoras del libro, y compartieron con el público los beneficios, ventajas y oportunidades que esto les ha otorgado en su formación personal, académica y/o profesional.



Si te lo perdiste,
lo puedes
[descargar aquí](#)



Mediante el Encuentro y el libro "Reflejos de la Ciencia" el INECOL busca, por un lado, reconocer y hacer visible el trabajo científico tecnológico de sus investigadoras. Por otro, pretende acercar a las niñas y jóvenes de la región a modelos científicos femeninos reales, que abatan los estereotipos o prejuicios de la profesión.

¡De visita en el INECOL!

El lunes 6 de marzo del 2023 el Gobernador del Estado de Veracruz Ing. Cuitláhuac García Jiménez junto con su equipo de trabajo el Lic. Evaristo Ovando Ramírez, titular de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca (SEDARPA), el Ing. Juan Carlos Contreras Bautista, de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y el Mtro. Darwin Mayorga Cruz del Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICYDET) visitaron las instalaciones del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL).



Lee aquí la nota completa que preparó el INECOL



Presentan: INECOL, INAH y CIESAS

Presentadores:

Dr. Hipólito Rodríguez Herrero
Dr. Armando Contreras Hernández
Dr. Javier Hirose López
Dr. Eckart Boege

Moderadora:

Andrea Farias Escalera



10 de Marzo



11:00 a 12:30h



**Auditorio del
Campus III**
(Modalidad híbrida)



inecolxalapa



www.inecol.mx

Presentación del libro

Acerca del concepto de la diversidad
y patrimonio biocultural de los pueblos
originarios y comunidad equiparable.



Presentación y venta

¡Adquiere tu libro!

Eventos en línea

SIMPOSIO 

Presentación del proyecto y del portal

eFloraMEX
la flora electrónica de México

Flujo de trabajo para tratamientos florísticos ■
Experiencias previas en plataforma EDIT ■

 **LIVE** /inecolxalapa

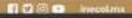
Viernes 24 de marzo de 2023, de 10:00 a 14:00 h

 **eFloraMEX**
Las plantas vasculares de México









2do TALLER VIRTUAL

Integration of Biodiversity Data for the Management and Conservation of Wild Bee-Plant Interactions in Mexico (2021 – 2023)



28 de marzo de 2023
(10:00 – 15:30 hrs)

“Hacia un modelo de información para el monitoreo, manejo y conservación de la polinización por abejas nativas en México”

Enlace de conexión: 

Inscripción: 







Biodiversity Information for Development

1 DE ABRIL DE 2023, 10:00 a 15:00 h, LA MANCHA, ACTOPAN, VERACRUZ

Festival

XXIV
AVES Y HUMEDALES

CHARLAS

RECORRIDOS

TALLERES

EXPOSICIONES

ACTIVIDADES
CULTURALES
Y DEPORTIVAS



Conoce aquí el programa



CONVOCATORIA

PARA ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

Programa de formación científica temprana

El Instituto de Ecología, A.C., a través del Centro de Reclutamiento de Nuevos Talentos y de Fomento a las Vocaciones Científicas y Tecnológicas entre Niños y Jóvenes” del Clúster Científico y Tecnológico BioMimic® convoca a Niños y Jóvenes a participar en el Programa de Formación Científica Temprana 2023. **Este programa tendrá una duración de tres meses**, del 30 de marzo al 12 de julio del año en curso, con actividades vespertinas de 2 horas y media (de 16:30 a 19:00 horas) los lunes y miércoles.

[Conoce aquí la convocatoria](#)[Descarga aquí el PDF](#)



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



10 ANIVERSARIO
2014-2023



Diplomado

Del 29 de mayo al
5 de noviembre de 2023



Cursos 2023



Estructura y dinámica del Diplomado

El Diplomado es totalmente en línea y cuenta con 19 lecciones y más de 30 estudios de caso distribuidos en cinco módulos, abarcando un período de 19 semanas. Cada uno de los módulos/cursos abarca diferentes temas, los cuales incluyen actividades y materiales de estudio que cubren de 10 a 14 horas a la semana con horario flexible. Si bien nuestro programa está diseñado de forma asincrónica, se realizará un conversatorio optativo cada viernes, con profesores, tutores y estudiantes. La plataforma educativa contiene además de las lecciones y estudios de caso, evaluaciones, foros, noticias, videos y vínculos a otras páginas de Internet para profundizar en los temas abordados en cada módulo. Al ser un programa modular, los estudiantes pueden optar por cursar los módulos de forma independiente.

Diplomado (205 horas)

FUNDAMENTOS DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Impacto humano en la biodiversidad y los servicios ambientales Degradación y resiliencia de los ecosistemas ¿Qué es la restauración ecológica? Escalas en la restauración Éxito de la restauración 29 de mayo al 2 de julio	RESTAURACIÓN DE BOSQUES Y SELVAS Paisajes forestales de Latinoamérica Técnicas de restauración de la vegetación Monitoreo y éxito de la restauración forestal 10 al 30 de julio	RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS, HUMEDALES Y ARRECIFES Restauración de: Dunas Manglares Humedales Arrecifes coralinos 7 de agosto al 3 de septiembre	RESTAURACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES Restauración de: Servicios ambientales en agroecosistemas Servicios hídricos y manejo integrado de cuencas Espacios afectados por la minería Espacios afectados por la infraestructura de carreteras 11 de septiembre al 8 de octubre	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIEDAD Filosofía y ética Actores sociales y procesos de restauración Políticas públicas y gobernanza 16 de octubre al 5 de noviembre
--	---	---	---	---

Para mayor información consulta el programa en extenso aquí:



O escribenos a: restauracion.ecologica@ecologia.edu.mx

¡APÓYANOS EN PIEDRA HERRADA!

**Los LOBOS son mexicanos
y son nuestros
¡APÓYALOS!**



en Piedra Herrada

INECOL
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

**Donativos para el Programa
de Lobo Mexicano:**

TITULAR: INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

BANCO: BBVA, S.A.

CUENTA: 0444103661

CLABE: 012840004441036612

Indicar en la referencia del depósito
"donativo lobo" para poder identificarlo.

*Donaciones libres de impuestos. Para solicitar factura:
enviar el comprobante de depósito y Constancia de
Situación Fiscal actualizada (no mayor a tres meses) a
carola.santiago@inecol.mx con copia a luis.garcia@inecol.mx

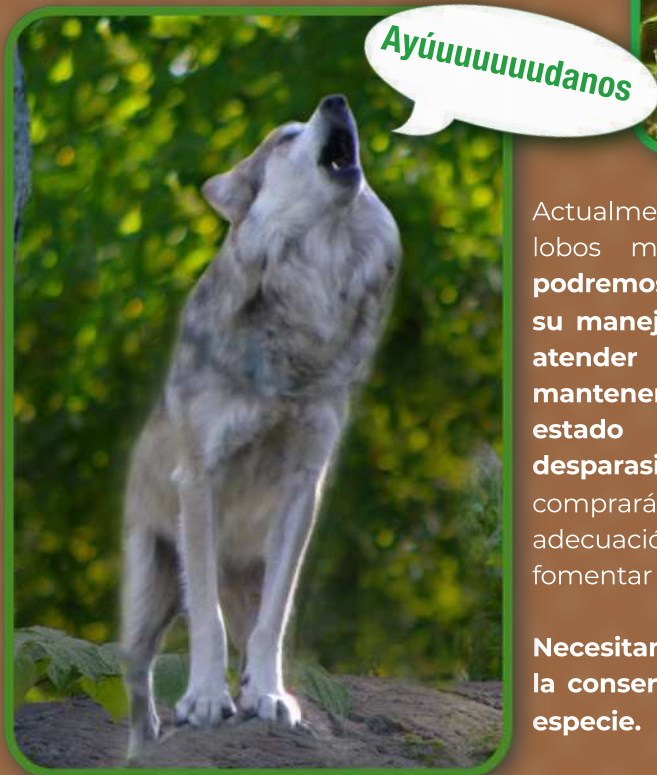
Estación Biológica Piedra Herrada, La Michilía



**Desde hace más de 40 años, el INECOL contribuye con la
conservación y recuperación del lobo mexicano en nuestra
Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)
"Estación Biológica Piedra Herrada", ubicada en la Reserva de la
Biosfera La Michilía, Durango, México.**

LOS LOBOS SON MEXICANOS SON NUESTROS

Las instalaciones de la UMA se consideran de preliberación por el Programa Binacional de Recuperación del lobo mexicano que se lleva a cabo entre México y Estados Unidos. **Aquí, los lobos se rehabilitan conductualmente, se enriquece su alimentación para que tengan una mejor adaptación a las condiciones naturales,** se evalúa su comportamiento y se mantienen las mejores condiciones de salud. El objetivo es desarrollar todo su potencial individual y de especie para lograr su liberación.



Actualmente resguardamos ocho lobos mexicanos. **Con tu apoyo podremos obtener materiales para su manejo (redes, bozales y jaulas), atender urgencias médicas y mantener su salud en el mejor estado con vacunas y desparasitantes.** También se comprarán materiales para la adecuación de sus albergues y fomentar su salud mental, entre otros.

Necesitamos de tu apoyo en pro de la conservación de esta majestuosa especie.

¡MUCHAS GRACIAS POR TU AYUDA!

Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:

**212**

Artículos
elaborados

**300**

Autores
(INECOL y externos)

**34,487**

Personas
alcanzadas

**12**

Números
publicados

**47**

Redes académicas e
instituciones externas
(12 INECOL, 37 externas)

**47**

Países donde se
consulta la revista

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

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

Países en donde nos leen:

De mayor a menor consulta

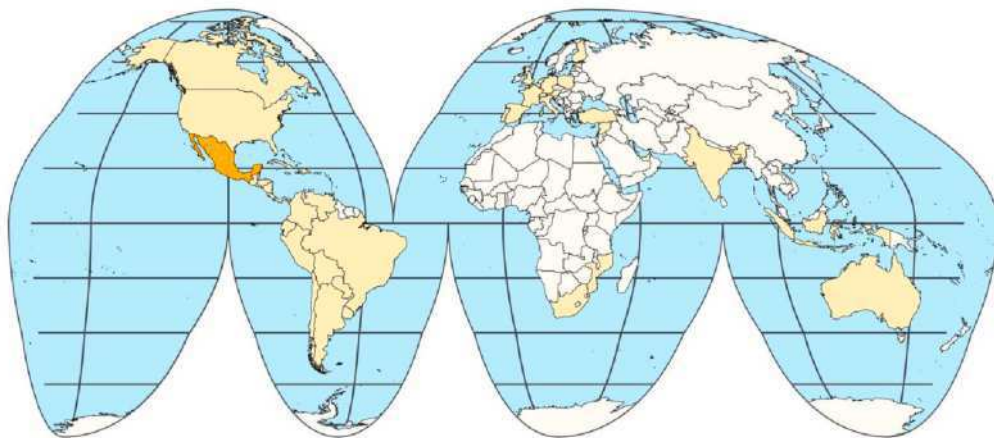


Ilustración: Sergio A. Cabrera Cruz, de la USP AE, INECOL

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

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE
Eco-Lógico

Fotografía: Vinisa Romero

Eco-Lógico, año 4, volumen 4, No. 1, enero - marzo (primavera) 2023, es una publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, Tel. (228) 842-1800, <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico>. Editor responsable: Ma. Luisa Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN 2954-3355, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: Debora Lithgow Serrano, carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P.91073, fecha de última modificación, 21 de marzo de 2023.