

Eco-Lógico

Revista de divulgación científica

Hecho en INECOL

Desde metabolómica
hasta lobos y cícadas

TRIVIAS Y ARTE

¿Máscaras en la
naturaleza?

CIENCIA HOY

Monos, cacerolitas de
mar y frijoles

JÓVENES CIENTÍFICOS

Aves e incendios

AÑO 2
Vol. 2 No. 4
Octubre- diciembre
Invierno 2021

Eco-Lógico

Año 2 / volumen 2/ número 4 / octubre - diciembre
(invierno) 2021

Instituto de Ecología, A.C.

Dr. Miguel Rubio Godoy (Director General), Dr. Víctor Bandala Muñoz (Secretario Académico), Dr. Mario Favila (Secretario de Posgrado), M.C. Alberto Rísquez Valdepeña (Secretario Técnico), L.A. Rubey Baza Román (Director de Administración y Finanzas)

Responsables y Coordinadores Generales:

María Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G. García-Franco; Coordinación de recepción de contribuciones: eco-logico_MS@inecol.mx; Coordinación de revisión de contenido, estilo y redacción: eco-logico_Rev@inecol.mx; Coordinación de diseño y formación: M. Luisa Martínez, Debora Lithgow, José G. García-Franco, Vinisa Romero; Apoyo informático: Secretaría Técnica; Distribución general: Oficina de Enlace con la Sociedad; Consejo de Editores Asociados y Colaboradores: Carlos Fragoso, Janaina García, Jaime Aguirre, Carla Gutiérrez, Imelda Martínez, Frédérique Reverchon, Ana Martínez, Juan B. Gallego Fernández, Francisca Vidal.

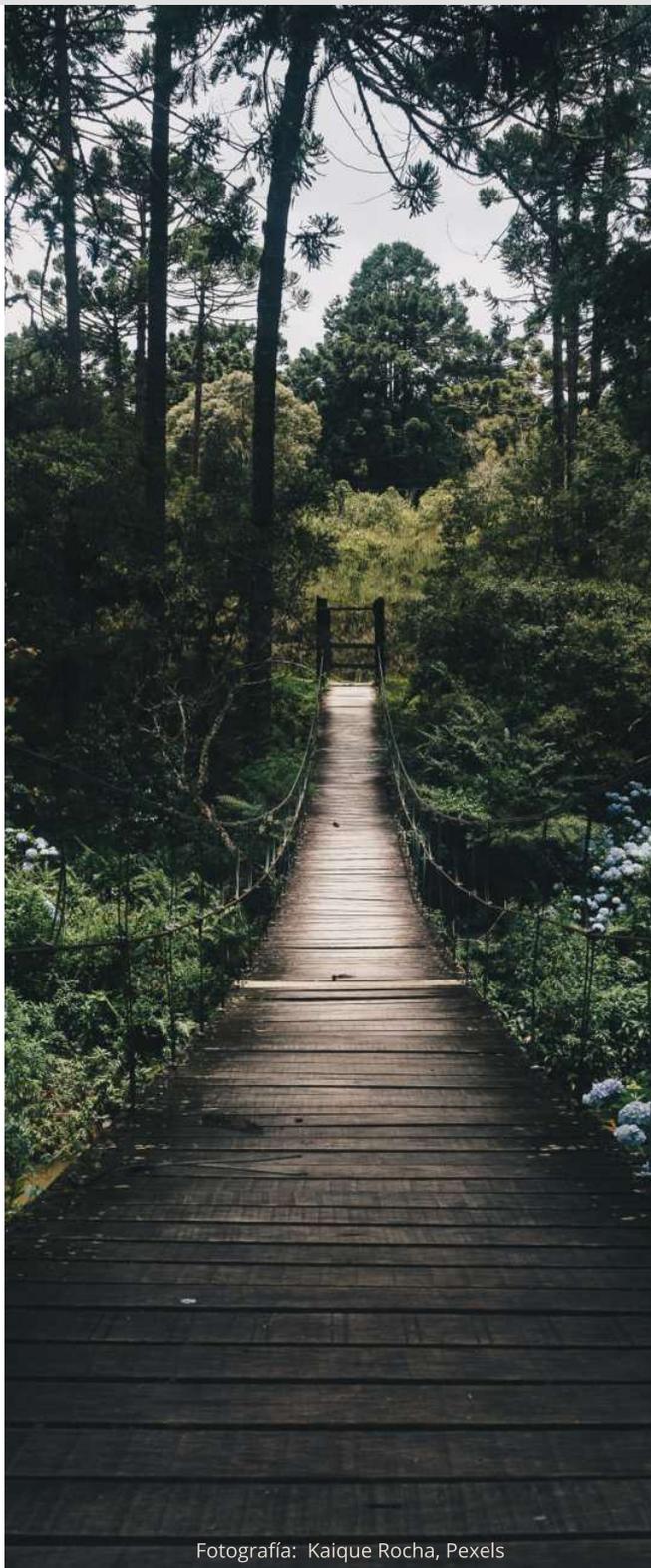
Eco-Lógico, año 2, volumen 2, No. 4, octubre - diciembre (invierno) 2021, es una publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, Tel. (228) 842-1800,

<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 electrónico en trámite, 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, 16 de diciembre de 2021.

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 dirígala a eco-logico_MS@inecol.mx.

Fotografía de portada: Araña *Mecaphesa dubia* sobre flor de *Palafoxia lindenii*. Fotografía: Dulce Rodríguez-Morales



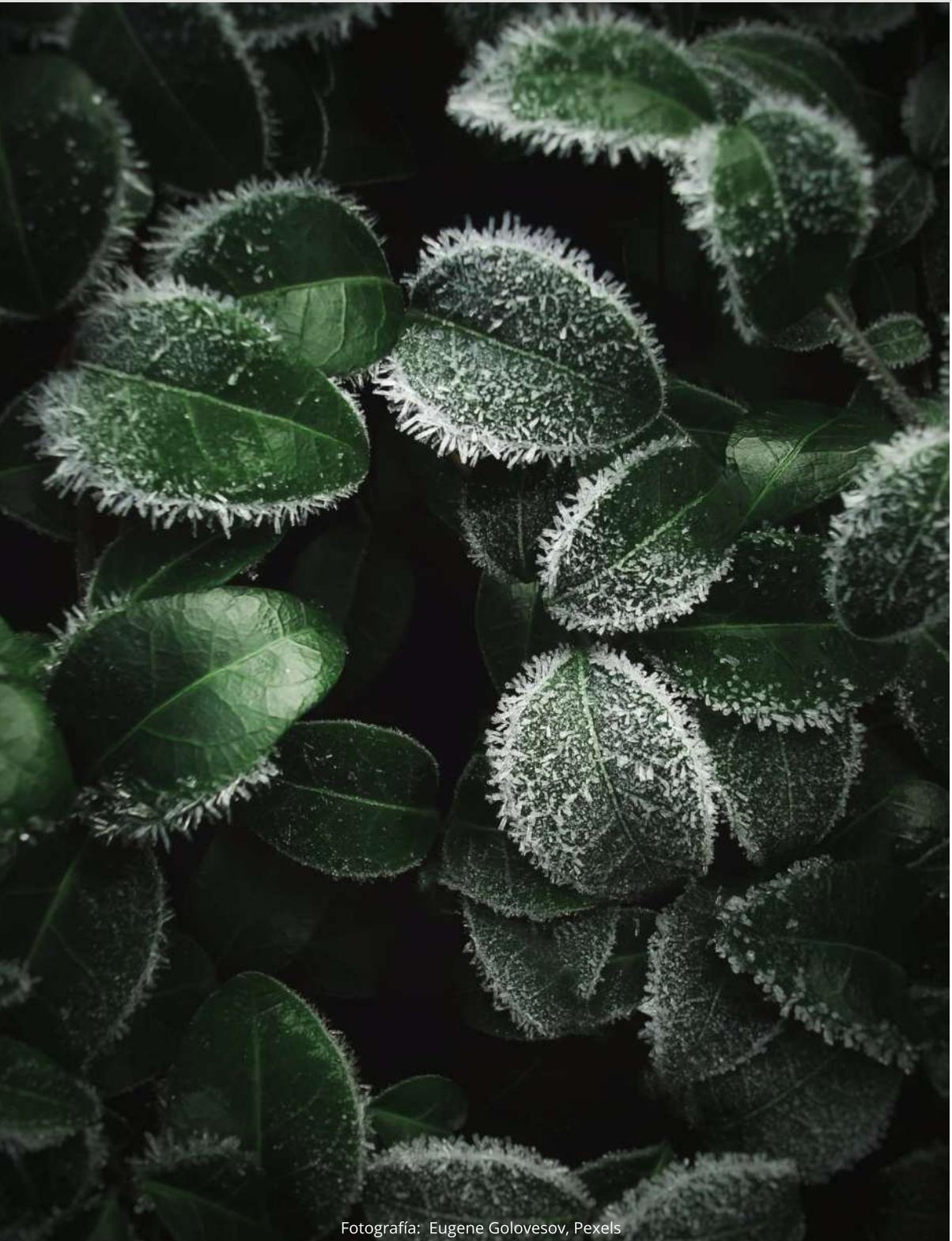
Fotografía: Kaique Rocha, Pexels

PRESENTACIÓN

Eco-Lógico es la revista de 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. Por medio de **Eco-Lógico** comunicamos 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 la institución.

Con este número concluimos ya el segundo año de **Eco-Lógico** cubriendo, como siempre, una gran diversidad de temas. **En la sección "Hecho en el INECOL"** se presenta un estudio sobre una especie de cícada, planta en existencia sobre el planeta desde hace millones de años, y que recientemente fue re-descubierta. **También se describen los trabajos que hace el INECOL** para la conservación y protección del lobo gris mexicano, así como el análisis de compuestos químicos que se relacionan, por ejemplo, con el aroma del café. A continuación, **en "Ciencia Hoy"**, los artículos abordan a otra especie milenaria, la cacerolita de mar; la importancia de la percepción del sabor amargo por los monos, así como la diversidad de los frijoles en el continente americano. **Por otro lado, los "Jóvenes Científicos"** nos muestran la diversidad de aves en las montañas de Oaxaca, los conflictos de la definición de especie, y el impacto del fuego en los invertebrados de un bosque. Por último, **se presentan tres retos:** ¿hay máscaras en la naturaleza? ¿qué tanto sabes sobre murciélagos? y, ¿qué tanto sabes sobre la degradación de los ecosistemas? **El número concluye con una divertida anécdota sobre un "Biólogo asustado"** en la selva de Los Tuxtlas **y unas hermosas fotografías** capturadas por un joven artista. **¡Felicitamos a los estudiantes** que obtuvieron su grado entre el 21 de septiembre y el 17 de diciembre! Es un gran logro, ¡especialmente en las circunstancias tan complejas que estamos viviendo! Finalmente, se presentan tres avisos, dos tratan sobre **convocatorias abiertas (posgrado INECOL y Congreso de Ecología)**, y en el último **les contamos con mucha emoción sobre el premio que obtuvo una investigadora del INECOL.**

El Comité Editorial



Fotografía: Eugene Golovesov, Pexels

CONTENIDO

HECHO EN EL INECOL

- LA CÍCADA DORADA DE OAXACA
Andrew P. Vovides P. 7
- ¿POR QUÉ EL INECOL TIENE LOBOS MEXICANOS?
Luis M. García Fera, Miguel Rubio Godoy y Alberto Risquez Valdepeña P. 13
- METABOLÓMICA: ¡UNA DISCIPLINA EMERGENTE!
José Antonio Guerrero Analco y Juan Luis Monribot Villanueva P. 21

CIENCIA HOY

- EL CHASQUIDO DE LA QUITINA
Antonio Lazcano Araujo P. 29
- LA IMPORTANCIA DE LA PERCEPCIÓN DEL SABOR AMARGO EN LOS PRIMATES
Carlos Eduardo Ramírez Torres y Laura Teresa Hernández-Salazar P. 35
- ¿FRIJOLES NEGROS O PERUANOS? UN TAQUITO DE HISTORIA
Vania Jiménez-Lobato, Carina Gutiérrez Flores P. 41

JÓVENES CIENTÍFICOS

- LAS TIERRAS ALTAS DE OAXACA: EL PARAÍSO ANCESTRAL DE LAS AVES
Omar Suárez García, Erwin López Osorio y Matthias Rös P. 51
- ¿QUÉ ES UNA ESPECIE?
Fabián Augusto Aldaba Núñez, Jesús Eduardo Quintero Melecio P. 59
- ¿FUEGO AMIGO?: EL CASO DE LOS ARTRÓPODOS TERRESTRES
Daniel Cadena Zamudio, Betsabé Ruiz Guerra, María Luisa Castillo, Ismael Guzmán Valdivieso, Norma Tolama Nava, German Flores Garnica, Roger Guevara Hernández P. 65

TRIVIAS Y ARTE

- ¿QUÉ TANTO SABES SOBRE LOS MURCIÉLAGOS?
Vinicio Sosa Fernández P. 73
- ¿QUÉ TANTO SABES SOBRE LA ECOLOGÍA HUMANA: LA TRANSFORMACIÓN DE ECOSISTEMAS NATURALES?
Rogelio Macías Ordóñez P. 77
- BIOTRIVIA: ¡ENMASCARADAS EN LAS FLORES!
Dulce Rodríguez Morales P. 81
- BELLEZA: PERFECTAMENTE IMPERFECTA
Méndez Farías P. 85

DE BATAS Y BOTAS

- BIÓLOGO ESPANTADO
Javier Laborde P. 91

ECONOTICIAS

- INVITACIÓN
Sociedad Científica Ecológica de México P. 97
- CONVOCATORIA
Maestría y Doctorado P. 97
- ORGULLO INECOL
Premio ANUIES 2021 P. 98
- GRADUADOS
22 de septiembre - 17 de diciembre 2021 P. 100



Hecho en el INECOL

INECOL. Fotografía: Vinisa Romero



LA CÍCADA DORADA DE OAXACA

Andrew P. Vovides

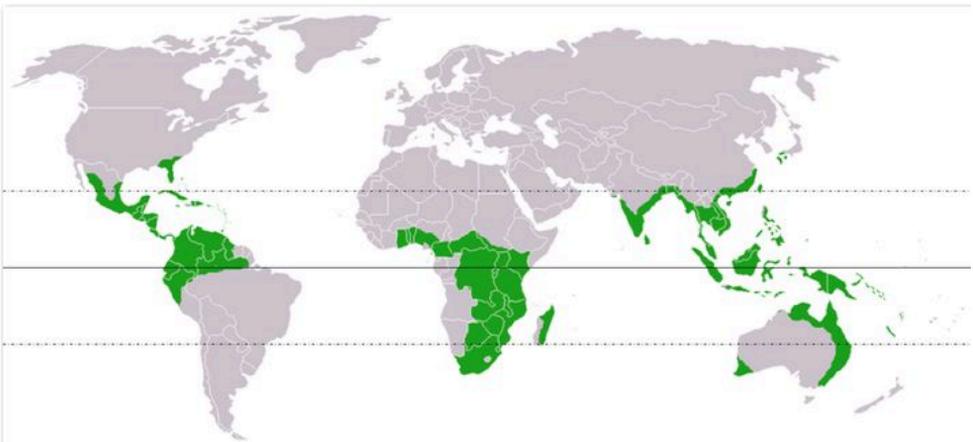
Red de Biología Evolutiva, INECOL

andrew.vovides@inecol.mx

Hoja joven de *Ceratozamia aurantiaca*. Fotografía: Miguel Angel Pérez-Farrera

***Ceratozamia* de la familia Zamiaceae (Cycadales) pertenece al grupo de gimnospermas (plantas con semillas desnudas sin las capas del ovario que forma un fruto).** Este grupo incluye a las coníferas como los pinos, abetos, alerces y cipreses. Las cicadas tienen rasgos morfológicos y anatómicos ancestrales conocidos en fósiles de hace unos 280 millones de años, durante el Pérmico. Tuvieron su auge formando parte importante de la flora mundial durante el Jurásico, o 'La Era del los Dinosaurios y Cicadas' que comenzó hace aproximadamente 200 millones de años y acabó hace 145 millones de años.

Las cicadas, actualmente están clasificadas en dos familias: Cycadaceae y Zamiaceae. La familia Cycadaceae se conoce únicamente en el viejo mundo, o sea en Asia, el este de África, Australia, Oceanía y Japón. Solo consiste de un género, *Cycas*. La familia Zamiaceae es la más grande y comprende nueve géneros, los cuales se distribuyen en África, Australia, y es la única familia en el continente americano, con distribución desde Georgia y Florida en EUA hasta Bolivia en Sudamérica, en Centroamérica y el Caribe. El género *Ceratozamia* fue descrito por el botánico francés Brongniart en 1846 con la especie *C. mexicana* colectada por Ghiesbreght en la región de El Mirador, Veracruz, en las barrancas cerca del rancho de los Sartorius



Géneros en AMÉRICA: *Ceratozamia*; *Dioon*; *Microcycas* (Cuba); *Zamia*. Géneros en AFRICA: *Cycas*; *Encephalartos*; *Stangeria*. Géneros en ASIA, OCEANIA: *Cycas*; (*Cycas Bowenia*, *Lepidozamia* y *Macrozamia* en Australia). Elaboración propia.

El género *Ceratozamia* es endémico a Mesoamérica y se conoce en la vertiente del Pacífico desde Guerrero hasta Guatemala, y en el Golfo de México desde Tamaulipas hasta Honduras.

El término Mesoamérica, fue introducido por el Dr. Jerzy Rzedowski en 1991, y corresponde con una amplia región con afinidades biológicas que abarca desde México hasta la región de los lagos en el norte de Nicaragua. El nombre del género se deriva del griego κέραζ (keras) que alude a los dos agujones en forma de cuernos que sobresalen de la cara de la escama polínica y de la escama de semillas de los estróbilos o conos (Fig. 1)

El género *Ceratozamia* se encuentra desde selvas tropicales hasta bosques de niebla, bosques de pino y encino, y encinares. **Son plantas de sombra, por lo tanto, ocupan el sotobosque y rara vez están expuestas a ambientes soleados.**

Ceratozamia presenta complejos de especies, es decir especies relacionadas morfológicamente y geográficamente.

En los años 1980s y '90s se hablaba de una *Ceratozamia* en la región de la presa Miguel Alemán. Expediciones para buscarla en los noventa resultaron sin éxito y se pensaba perdida por la inundación del embalse de la presa. Se describía como parecida a la palma bola, *Zamia furfuracea*, de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, con hojas muy coriáceas como las de la *Zamia* y de un color anaranjado-dorado. Se trata de *Ceratozamia aurantiaca* (Fig. 2) una nueva especie descrita por Miguel Ángel Pérez-Farrera y colaboradores.



Figura 1. *Ceratozamia aurantiaca*, escamas bicornudas del megasporofilo. Fotografía: Miguel Ángel Pérez-Farrera



Figura 2. *Ceratozamia aurantiaca*, hábito de planta con hojas color anaranjadas. Fotografía: Miguel Ángel Pérez-Farrera



Figura 3. *Ceratozamia aurantiaca*, detalle de tronco y peciolas con aguijones. Fotografía: Miguel Ángel Pérez-Farrera

Esta especie es endémica de las selvas tropicales kársticas de las tierras bajas de las montañas de la Sierra Norte de Oaxaca, es decir, crece exclusivamente en esta región, que forma parte de un refugio florístico del Cenozoico. Aquí se albergaron elementos de flora muy antiguos los cuales sobrevivieron las últimas glaciaciones del Pleistoceno que terminaron hace 11,000 años aproximadamente.

Ceratozamia aurantiaca forma parte del complejo de especies de *C. robusta*, que comparte características de tronco robusto y erguido, con hojas grandes y largas, armadas de aguijones en los peciolas (Fig. 3).

Sin embargo, tanto **las hojas nuevas emergentes y los conos femeninos de *C. aurantiaca* son de color anaranjado y tiene peciolas más cortos, por lo que se distingue fácilmente de otras especies**

El complejo de especies de *C. robusta* ha sido considerado uno de los grupos taxonómicamente más difíciles del género. Las plantas que pertenecen a este complejo de especies son fácilmente reconocidas por sus troncos robustos, conos grandes y hojas grandes. El creciente y mayor interés por las cícadas a finales del siglo XX condujo al descubrimiento de poblaciones de *C. robusta* en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, así como en Guatemala, Honduras y Belice. Aunque todas las poblaciones de estas regiones comparten un conjunto de características morfológicas, fue previamente observado un alto nivel de variación entre las poblaciones de *C. robusta*, y esto sólo se ha examinado cuidadosamente en los últimos años.

La nueva especie se distingue fácilmente de otras especies del género por el color naranja de sus hojas emergentes, un rasgo único en el género. Además, *C. aurantiaca* se distingue de sus congéneres más cercanos *C. subroseophylla* y *C. robusta* por tener peciolo significativamente más cortos, un espaciado más amplio entre las hojas, así como el color naranja de sus conos (Fig. 4), sus hojas emergentes y maduras.

El reconocimiento taxonómico de esta especie representa un paso hacia la clarificación de la delimitación de especies en el complejo taxonómico *Ceratozamia robusta*.



Figura 4. *Ceratozamia aurantiaca*, cono femenino de color anaranjado.
Fotografía: José García González

Para saber más:

- Brongniart AT. 1846. Note sur un nouveau genre de Cycadées du Mexique. Annales des Sciences Naturelles, Partie Botanique series 5:5-9.
- Pérez-Farrera MA, Gutiérrez-Ortega JS, Haynes JL, Chemnick J, Salas-Morales SH, Calonje M, Vovides AP. 2021. *Ceratozamia aurantiaca* (Zamiaceae): A new cycad species from the northern rainforests of Oaxaca, Mexico. Taxonomy 1: 243–255.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana 14: 3–21.

¿POR QUÉ EL INECOL TIENE LOBOS MEXICANOS?

Luis M. García Feria*

Conservación y Manejo de Fauna - Enlace Durango. Secretaría Técnica

Miguel Rubio Godoy

Dirección General

Alberto Risquez Valdepeña

Secretaría Técnica

*luis.garcia@inecol.mx

Ejemplar de lobo mexicano en la UMA Estación Biológica Piedra Herrada.
Fotografía: Juan A. Guerra

El Instituto de Ecología A.C. (INECOL) ha sido generador y partícipe de estudios ecológicos y estrategias aplicadas a la conservación de la vida silvestre desde 1974. Nuestra Estación Biológica "Piedra Herrada", en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, ha sido la base para diversos estudios ecológicos que, entre otros logros, apuntalaron la creación de la Reserva en 1977. Ahí, **el Instituto ha contribuido a la conservación y, sobre todo, recuperación del lobo mexicano.**



Figura 1. Estación Biológica Piedra Herrada, Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango. Fotografías: Luis M. García Feria

¿Qué tienen de especial los lobos mexicanos?

Es la subespecie más pequeña de lobo gris y la que se encuentra en mayor peligro de extinción. Su linaje desarrolló una fuerte diferenciación genética, morfológica y conductual de otros lobos grises. Habitaba preferentemente bosques templados de pinos, encinos, táscate, y pastizales que se distribuían naturalmente desde el suroeste de Estados Unidos (Arizona, Nuevo México y Texas), y prácticamente todo el Altiplano Mexicano. Esta distribución comprendía la meseta central ubicada entre las Sierras Madre Oriental y Occidental, y el eje Neovolcánico, hasta la parte montañosa central de Oaxaca.

Aunque en los registros históricos se reporta que los lobos eran escasos, fueron muy perseguidos por el gobierno estadounidense y los ganaderos de ambos países, llevándolos casi a su extinción en los años 1980. Actualmente solo se le encuentra en estado silvestre en el Área de Población Experimental de Lobos Mexicanos (MWEPA) en los estados de Arizona y Nuevo México, y en la Reserva de la Biosfera de Janos y las Áreas de Protección de Flora y Fauna de Papigochi, Campo Verde y Tutuaca entre Chihuahua y Sonora.

Recuperación del lobo mexicano

El lobo mexicano fue una de las especies más afectadas por el programa de control de depredadores del gobierno norteamericano:

y para 1942, no se registró ninguna población en el suroeste de los Estados Unidos (EUA). A partir de 1971, el Servicio de Caza y Pesca de EUA comenzó a buscarlos en estado silvestre, y en 1976 lo incluyó en su Acta de Especies Amenazadas. Para la búsqueda, contrató a Roy McBride, famoso trampero que años antes había trabajado para eliminarlos. Llegó a capturar vivos únicamente a cinco lobos en la zona montañosa de Durango; y en 1980 reportó que no encontró ningún ejemplar en Chihuahua y Durango.

Tres de estos lobos capturados, designados como el linaje "McBride", lograron ser parte de la estrategia de reproducción en cautiverio dirigida por el Equipo para la Recuperación del Lobo Mexicano conformado en 1979. Aunque en ese tiempo en México aún existían algunos lobos, los ganaderos se propusieron eliminarlos utilizando el infame compuesto químico 1080 (monofluoroacetato de sodio), y para 1982, la especie se reportó como extinta en el país.

El programa de reproducción de lobos en México inició en 1987 con cuatro parejas de lobos del linaje McBride originarios de EUA.

Aunque ya se contaba con algunos ejemplares en el zoológico San Juan de Aragón (ZSJA), estos no fueron considerados en el programa debido a su origen desconocido. Los lobos del linaje "Aragón" estuvieron reproduciéndose desde 1978 hasta 1993, pero **en 1981 dos de las camadas, una conformada por dos hembras (Pitusa y Estepa) y la otra por tres machos (Goofy, Sasquash y Duranguense), fueron donadas al INECOL y trasladadas a la Estación Biológica Piedra Herrada en La Michilía, desde entonces varios ejemplares han estado a cargo del instituto.**



Figura 2. Lobos mexicanos en la Estación de Piedra Herrada en los 1980's y letrero informativo del programa de recuperación. Fotografías: Lobos: Sonia Gallina, Letrero: Luis M. García Feria. [Click aquí para ampliar imágenes.](#)

Los lobos del INECOL

Con apoyo del Ejido San Juan de Michis y el Rancho El Temazcal se construyeron tres albergues adyacentes a la Estación Biológica. En uno de ellos, de 1.4 hectáreas, se recibieron a los cinco lobos del linaje Aragón, donde por 13 años se estuvieron realizando observaciones de gran importancia sobre su comportamiento. Más tarde, en 1994, se recibió una pareja del linaje McBride (Xóchitl y Rontu) para tratar de lograr su reproducción, obteniéndose cinco camadas (2, 2, 2, 4 y 5 lobos); en 1999, uno de los hijos de esta pareja se reprodujo con una hembra (Gringa, proveniente del Parque Zoológico de Alameda en Alamogordo, Nuevo México) obteniéndose dos camadas más (7 y 4 lobos). Su padre, Rontu, murió ese año y la hembra Xóchitl hizo pareja con el macho Chihuahua proveniente del Rancho Los Encinos, Chihuahua, produciendo dos camadas (4 y 7 lobos). **Con los animales nacidos en La Michilía se logró obtener valiosa información sobre la subespecie;** por ejemplo, aspectos reproductivos, del crecimiento de los lobeznos, del comportamiento e interacciones sociales en la manada, vocalizaciones, conducta de caza, fisiología.



Manada de lobos en las instalaciones de preliberación en la UMA Estación Biológica Piedra Herrada. Fotografía: Luis M. García Fera



Lobo Gris Mexicano

Desde 1981, el Instituto de Ecología, A. C., ha participado en el Programa de Recuperación del Lobo Gris Mexicano, una especie en crítico peligro de extinción.

La Estación Biológica "Piedra Herrada" junto con el apoyo de los propietarios del Rancho "El Temazcal" construyó éste encierro de pre-liberación para realizar los esfuerzos de conservación de esta especie.

 **INCOL**
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

 **CONANP**
CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA Y ENERGÍA RENOVABLES

 **SEMARNAT**
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA

 **LA MICHILIA**
SECRETARÍA DE ECONOMÍA

 **CONACYT**
CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Letrero informativo del programa en la UMA Estación Biológica Piedra Herrada. Letreros: Gina Gallo; Fotografías: Luis M. García Feria

Desde que llegaron los primeros lobos a la Estación Biológica Piedra Herrada en 1981, el INECOL se ha hecho cargo de 77 ejemplares, unos han muerto por enfermedad, accidentes o por la edad, otros han sido trasladados a otras instituciones para su reproducción, unos pocos han sido elegidos para su integración a la vida silvestre. Actualmente resguardamos ocho lobos, de los cuales seis son hembras. En 2004, las instalaciones fueron registradas como Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), que, por sus características, son consideradas por el Programa de Recuperación como instalaciones de preliberación.

Aquí se rehabilita conductualmente a los lobos y se hace enriquecimiento de su alimentación para la adaptación a las condiciones ambientales naturales y lograr su liberación. **Año con año se realiza la reunión binacional México - Estados Unidos del Programa de Supervivencia, donde se evalúan y eligen cuáles lobos serán trasladados o intercambiados entre instituciones para su reproducción, preliberación y/o liberación.** De acuerdo con esas recomendaciones, el número de lobos en cada institución es variable.

En México, con cifras a octubre de este año, participan 25 instituciones para cuidar y reproducir un total de 143 ejemplares. Además, entre 40 y 45 lobos mexicanos se encuentran en vida silvestre entre los estados de Sonora y Chihuahua. Seis de los lobos que se han liberado en la Sierra Madre Occidental han estado en las instalaciones del INECOL en La Michilía.

Siendo parte de esta estrategia binacional de conservación de la biodiversidad de México y del mundo, llevada a cabo en una de las Reservas de la Biosfera que el Instituto de Ecología, A.C. contribuyó a fundar, con mucho gusto el 11 de octubre del presente año (2021) **nos sumamos a la celebración de los diez años de la primera reintroducción del lobo mexicano en nuestro país. Es un orgullo para el INECOL llevar casi medio siglo contribuyendo de manera directa y concreta al estudio y conservación de la enorme riqueza natural de México y el lobo mexicano es un ejemplo exitoso de ello.**



Lobo Gris Mexicano

Desde 1981, el Instituto de Ecología, A.C. ha participado en el Programa de Recuperación del **Lobo Gris Mexicano**, una especie en crítico peligro de extinción.

La Estación Biológica "Piedra Herrada" junto con el apoyo del Ejido San Juan de Michis estableció este encierro de pre-liberación en pro de la conservación de esta especie.

INECOL
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA

LA MICHLÍA
ESTACIÓN BIOLÓGICA "PIEDRA HERRADA"

CONACYT

Letrero informativo del programa en la UMA Estación Biológica Piedra Herrada. Letreros:
Gina Gallo; Fotografías: Luis M. García Feria



Figura 4. Diferentes ejemplares de lobo mexicano en la UMA Estación Biológica Piedra Herrada. Fotografías: 1, 4, 5, 6, Luis M. García Feria; 2, 3, 7, Miguel Rubio; 8, Juan A. Guerra



Para saber más.

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. [Click aquí.](#)
- Lobos en el INECOL. [Click aquí.](#)
- Del INECOL hacia la libertad. [Click aquí.](#)

Lobo gris mexicano en la UMA Estación Biológica Piedra Herrada.
Fotografía: Luis M. García Feria

METABOLÓMICA: ¡UNA DISCIPLINA EMERGENTE!

José Antonio Guerrero Analco*

Laboratorio de Química de Productos Naturales,
Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

Juan Luis Monribot Villanueva

Laboratorio de Química de Productos Naturales,
Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL

* joseantonio.guerrero@inecol.mx

Todos los seres vivos estamos constituidos por compuestos químicos orgánicos llamados metabolitos. Algunos son esenciales para la vida y se conocen como metabolitos primarios. Otros metabolitos aparentemente no son esenciales y se conocen como metabolitos secundarios ya que se producen a partir de los primarios. Sin embargo, también son importantes porque permiten al organismo adaptarse a su entorno y competir por nutrientes. Algunos de estos compuestos en las plantas son los alcaloides (p. ej. la cafeína, que inhibe el crecimiento de microbios), los fenoles (p. ej. los flavonoides que dan el color a las flores y frutos protegiendo a la planta de la radiación solar), los terpenos (presentes en las esencias y que sirven como atrayentes de polinizadores y repelentes de insectos herbívoros), entre otros. **La combinación de los metabolitos primarios y secundarios constituye el “metaboloma” de una célula, de un tejido, de un órgano, o bien de un organismo completo.**



Figura 1. En una taza de café podemos encontrar hasta miles de metabolitos distintos, aquí representados por puntos en color verde. Algunos de estos metabolitos son los responsables del aroma, sabor y del efecto estimulante de esta bebida. Imagen creada por Mauricio Fabian Monribot-Villanueva. [Da click aquí para ampliar imagen.](#)

La metabolómica es la disciplina que estudia a todos los metabolitos presentes en un sistema biológico y la concentración en que estos se encuentran, para así conocer su función. Un ejemplo de la complejidad de los metabolomas es la taza de café que muchos consumimos todos los días.

La Figura 1 ejemplifica con puntos y rayas verdes todos los compuestos químicos que hay en los granos de café que son extraídos cuando preparamos esta bebida. **En algo tan común como una taza de café podemos encontrar hasta miles de compuestos distintos, algunos de ellos relacionados con su color, aroma y sabor.**

El tipo y cantidad de los metabolitos presentes en la taza de café se ven influenciados por el entorno de donde los granos se obtuvieron, y esto lo vemos claramente en la Figura 2.

Aquí se muestran en un mapa de calor todos los metabolitos presentes en granos de café que provienen de cuatro municipios distintos del Estado de Veracruz (Coatepec, Huatusco, Ixhuatlán del Café, y Zongolica). En esta figura cada línea corresponde potencialmente a un compuesto químico diferente y el color nos indica la cantidad del metabolito.

De esta forma, podemos hacer comparaciones generales de qué tanto se parece una muestra a otra, e identificar cuáles son metabolitos únicos en un determinado municipio. Así, la metabolómica es una disciplina que en un inicio no se guía por una hipótesis, ya que todos los metabolitos pueden ser responsables de la propiedad biológica de interés hasta que estos "metabolitos distintivos" sean identificados. En el caso del café quizás podemos hablar de compuestos responsables del aroma o del sabor.

Para el humano, el estudio comparativo de los compuestos químicos presentes en determinados tipos de muestras se utiliza desde épocas remotas con aplicaciones en medicina para la detección de enfermedades.

El caso más conocido es la "Rueda de la orina" del médico alemán Ullrich Pinder publicada en 1506 en el *Epiphanie medicorum*. En este trabajo se presentaban características de la orina como el olor, color y sabor las cuales estaban asociadas a la presencia de infecciones comunes de la época y también a diabetes mellitus (Figura 3).

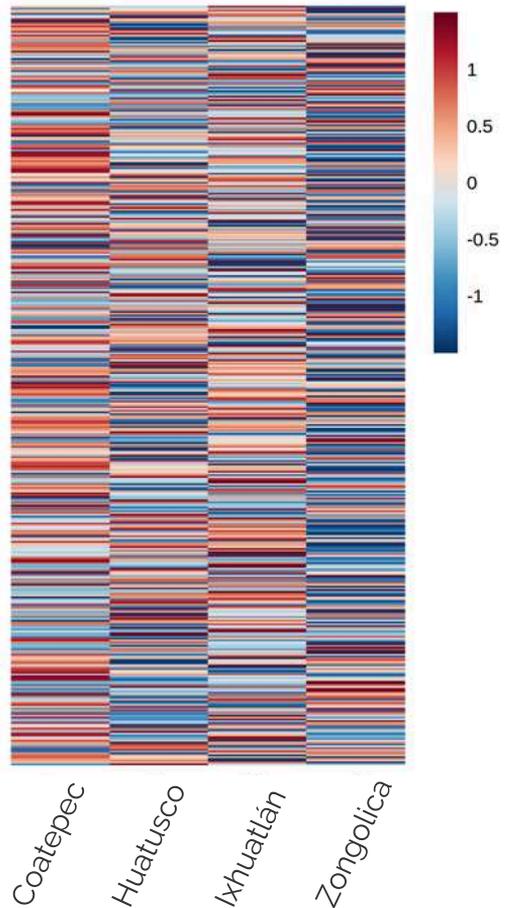


Figura 2. Mapa de calor (en inglés "heat map") que muestra los metabolitos en forma de líneas de colores en muestras de cafés de diferentes municipios del Estado de Veracruz. En una escala de colores se muestra la intensidad de cada metabolito entre las muestras, en rojo el que está en mayor concentración y en azul el de menor concentración. Imagen creada por Juan L. Monribot-Villanueva utilizando la plataforma de acceso libre de Metaboanalyst. Da click aquí para ampliar imagen.

Este tipo de aproximaciones ya no son necesarias afortunadamente, ya que, a finales de la década de los 60's se desarrollaron métodos de separación y detección de metabolitos basados en cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, los cuales son instrumentos útiles para identificar muchos compuestos químicos. Estas tecnologías se desarrollaron gracias a los trabajos de Linus Pauling (en 1971) y Chuck Sweely (en 1978), siendo este último considerado como pionero en el estudio de perfiles químicos en fluidos biológicos.

Actualmente, se cuentan con poderosos instrumentos de análisis que permiten la separación de metabolomas muy complejos. **Sin embargo, a pesar de estos avances, en la actualidad no se cuenta con una técnica universal que sea capaz de detectar todos los metabolitos. Esto se debe a la complejidad que existe con este tipo de compuestos. A continuación, se describen con mayor detalle los retos**



Figura 3. Diagnóstico de enfermedades a través del color, olor y sabor de la orina. Imagen creada por Mauricio Fabian Monribot-Villanueva utilizando como base La "Rueda de la Orina" del médico alemán Ullrich Pinder publicada en 1506.

1) Numérico. Los metabolitos existen en diferentes órdenes de magnitud que van desde las decenas hasta los miles, dependiendo de la naturaleza del sistema biológico. Por ejemplo, no es lo mismo el metaboloma de una planta (con 5,000 a 30,000 metabolitos) al de una levadura (con menos de 5,000).

2) Diversidad química. Sólo en plantas se cuenta con reportes de más de 200,000 metabolitos diferentes y muchos de estos completamente desconocidos. Por ello, no existe mucha información de referencia que facilite la identificación de cada metabolito.

3) Dinámica. El metaboloma cambia constantemente en respuesta al ambiente, depende de la edad, etapa de desarrollo, estado de salud y de factores ambientales (luz, agua, etc.), e interacciones con otros organismos.

4) Técnico. Al igual que no existe una tecnología universal para el análisis de todos los metabolitos, tampoco existe un método general de obtención, ya que las condiciones ideales para extraer y detectar unos, pueden favorecer la degradación o interferencia de otros.

Otra aplicación importante de la metabolómica es cuando se comparan distintas muestras, por ejemplo, dos cafés preparados con granos de distintas regiones. En este caso se realizan análisis metabolómicos comparativos. Es decir, se comparan dos o más metabolomas de manera simultánea mediante el empleo de herramientas estadísticas. En la Figura 4 se muestra la comparación de los metabolomas de los cafés de las mismas regiones antes mencionadas, utilizando una herramienta estadística que se llama análisis de componentes principales, con la cual se agrupan aquellos cafés que son más parecidos químicamente.

En la Figura 4 podemos ver que los cafés de Coatepec e Ixhuatlán del Café son más parecidos químicamente, mientras que los cafés de Zongolica y Huatusco son los más diferentes. ¿Estas diferencias químicas contribuyen en la calidad del café? Para contestar esta pregunta se requiere de estudios complementarios en donde catadores entrenados determinen la calidad, y entonces sí, se podrían buscar compuestos químicos distintivos que contribuyan en determinar qué tan bueno o no es un café.

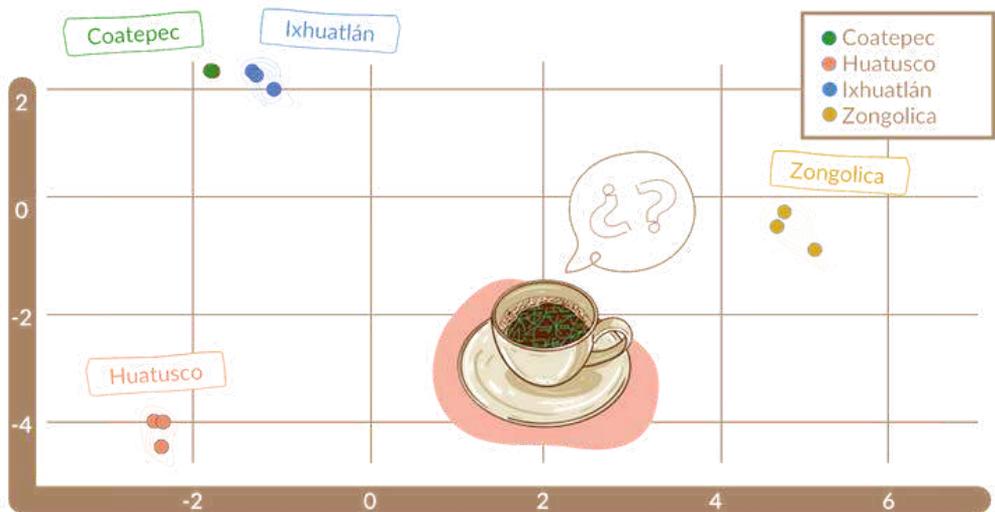


Figura 4. Comparación por análisis de componentes principales de la composición química de muestras de cafés preparados con granos de diferentes municipios del Estado de Veracruz. En círculos de diferentes colores se muestran las muestras de las diferentes regiones. Entre más cercanos estén las muestras en sí, indica que son más parecidos químicamente. Estos análisis pueden ayudar a determinar metabolitos distintivos asociados a la calidad del café (Imagen creada por Juan L. Monribot-Villanueva). Da click aquí para ampliar gráfica.

En el Laboratorio de Química de Productos Naturales del INECOL, se realiza investigación multidisciplinar en proyectos con impacto en los sectores agroforestal y salud pública, identificando metabolitos de utilidad para el manejo de plagas y la prolongación de la vida de anaquel de frutales.

Además, estamos interesados en identificar metabolitos con propiedades medicinales o funcionales en alimentos, que puedan ser de utilidad para tratar enfermedades como diabetes, obesidad, e infecciones. Para esto, se hace uso de la metabolómica y equipamiento especializado que gracias a los apoyos obtenidos del CONACyT se han podido mantener operando desde su arranque en el 2016.

Agradecimientos:

Proyecto CONACyT No. 316998 del “Programa Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología y Vinculación con los Sectores Social, Público y Privado”.

Para saber más:

- Nicholson JK, Lindon JC. 2008. Metabonomics. Nature 455: 1054-56.
- Gates SC, Sweeley CC. 1978. Quantitative metabolic profiling based on gas chromatography. Clinical Chemistry 24:1663-73.
- Patti GJ, Yanes O, Siuzdak G. 2012. Metabolomics: the apogee of the omic trilogy. Nature Reviews - Molecular Cell Biology 13: 263-69.
- Metaboanalyst. [Click aquí.](#)



Ciencia Hoy

Fotografía: RODNAE Productions, Pexels



EL CHASQUIDO DE LA QUITINA

Antonio Lazcano Araujo

Facultad de Ciencias, UNAM.

alar@ciencias.unam.mx

Texto leído el sábado 9 de Octubre en el Seminario de la Cultura Mexicana en la inauguración de la exposición de Brian Nissen *Limulus*: el fósil viviente.



Cacerolita de mar. Fotografía: NadineDoerle, Pixabay

Hace diez años Richard Fortey, el célebre paleontólogo del Museo de Historia Natural de Londres, publicó su libro *Horse shoe crabs and velvet worms (Cangrejos herradura y gusanos de terciopelo)*, que comenzaba, como escribió Dwight Garner en el *New York Times*, "como deberían hacerlo todos los libros serios de ciencia, con una orgía." Lo que mas gustó a Garner fue la descripción que hizo Fortey del apareamiento anual de cangrejos herradura, o cazuelitas de mar como las llamamos en México, en donde miles y miles de machos se agolpan frenéticamente a la luz de la luna y el choque de sus caparazones de quitina produce un chasquido incesante mientras se empujan tratando de fecundar la estela de huevecillos que las hembras van depositando en las arenas de la bahía de Delaware.

"Estaba allí", escribió Fortey "con mi cuaderno de notas y el corazón palpitante". Es fácil comprender su emoción, porque estaba atestiguando un ritual reproductivo que se ha repetido con precisión calendárica desde hace 450 millones de años, cuando los cangrejos herradura aparecieron en los mares del Ordovícico. A pesar de su nombre casero, las cacerolitas de mar son parientes inofensivos de las arañas y escorpiones, y han atestiguado en forma silenciosa la extinción de los trilobites, el surgimiento y el fin de los dinosaurios, el origen de los primates, las grandes glaciaciones y la ruptura de continentes ya desaparecidos. Junto con los celacantos, las esponjas, las cucarachas y los ornitorrincos, las cacerolitas del mar son, como afirmó Fortey, especies que el tiempo olvidó.



Inauguración de la exposición de Brian Nissen *Limulus*: el fósil viviente. De izquierda a derecha: Montserrat Pecanins, Javier Garcíadiego, Arnaldo Coen, Antonio Lazcano Araujo, Brian Nissen (el artista) y Felipe Leal. Fotografía: Celia Chávez de García Terrés

Sé por mis amigos del INECOL que en Yucatán los cangrejos herradura se llaman mesh, pero ignoro si aparecen en la iconografía maya. La distribución biogeográfica de las pocas especies que existen explica su ausencia en los bestiarios medievales. Gracias a los estudios de Marlise Rijks, una joven historiadora del arte de la Universidad de Gante, sabemos que los viajes comerciales y de exploración de los europeos fueron los que llevaron los primeros ejemplares de cangrejos herradura a Europa, lo que explica su aparición hasta los siglos XVII en la pintura flamenca, en donde fueron retratados en las paredes de los gabinetes de curiosidades de los naturalistas.



Exposición de Brian Nissen Limulus: el fósil viviente. Fotografía: Brian Nissen

No tardaron en brincar de allí a las páginas del *Systema Naturae* de Linneo, la máxima distinción a la que puede aspirar una especie biológica, en donde ya bautizadas como *Limulus polyphemus* ocuparon su lugar con los artrópodos. **El análisis anatómico de las cacerolitas explica su nombre y apellido.** Hijos del limo, poseen diez ojos, muchos de ellos arreglados en hileras, que les permiten ver en luz visible y ultravioleta, pero como los ojos mas grandes parecen estar medio cerrados, ven al mundo en forma oblicua y de reojo.

Como contó hace años Dalia Ventura, dos de sus ojos están tan cerca uno del otro que parecen ser uno solo, como el de Polifemo, el ciclope de la Odisea que atrapó para su mala suerte a los marineros de Ulises.



Exposición de Brian Nissen *Limulus: el fósil viviente*. Fotografía: Brian Nissen

Ya con nombre y apellido consagrados por la taxonomía, los cangrejos herradura ocuparon un lugar de prestigio en las ciencias naturales, y en el siglo XIX se consagraron en la iconografía científica. Alcanzaron las mayores alturas iconográficas en los dibujos de Ernst Haeckel, el célebre seguidor de Darwin, que los pintó en blanco y negro de frente, por arriba, de lado, boca arriba y boca abajo, con dibujos tan espléndidos que ahora se reproducen en camisetas, tazas, termos, mochilas y bolsas para el mandado. Como corresponde a un linaje tan antiguo y venerable, son de sangre azul, no porque su caparazón esté adornado con blasones aristocráticos sino porque su sangre no tiene ni hemoglobina ni hierro, sino hemocianina y cobre, que se aglutina y frena las toxinas de bacterias y virus.

En diciembre de 1869 Anton Dorn, el zoólogo polaco que se había formado al lado de Haeckel, le escribió a Charles Darwin pidiendo su ayuda para obtener del Acuario de Londres o de los Jardines de Liverpool ejemplares de hembras de *Limulus* con huevecillos. Unos días más tarde Darwin le contestó contándole que "el director de los Jardines Zoológicos me informa que por ahora solo tienen un ejemplar viejo de *Limulus*, y que cuando tuvieron ejemplares de ambos sexos nunca vieron huevecillos." "Lo que más le conviene", agregó Darwin, "es dirigirse a algún zoólogo que trabaje en las playas de los EEUU".



Exposición de Brian Nissen *Limulus*: el fósil
viviente. Fotografía: Brian Nissen



Exposición de Brian Nissen *Limulus*: el fósil viviente. Fotografía: Brian Nissen

Fue precisamente en las playas de Martha's Vineyard en donde Brian Nissen observó por primera vez a los cangrejos herradura moviéndose en la arena con la pereza de una especie de 450 millones de años de antigüedad. Donde los biólogos vieron pedipalpos, ojos compuestos, prosomas, opistosomas y caparazones de quitina, Brian imaginó brazales, grebas, sobrevestas y otras partes de una armadura medieval, y rápidamente las transformó en una obsesión estética. "No sabía", dijo alguna vez Brian, "que un animal tan antiguo iba a convertirse en materia de trabajo. La idea me vino al trabajar con cerámica". Al moldear la arcilla en el torno, fragmentó la anatomía milenaria y transformó las poblaciones de los cangrejos herradura en una zoología fantástica hecha de fragmentos de metal, láminas esmaltadas, cerámica y cartones flexibles que se fueron alejando cada vez más de las páginas de los libros de biología. Los *Limulus* de Brian Nissen han transitado del detalle anatómico a la abstracción de formas geométricas que hace caso omiso del rigor implacable de la selección natural. Usando la alquimia del arte, Brian se ha convertido en un hechicero que transforma las leyes de la Naturaleza haciendo mariposas de obsidiana y transmutando a los organismos marinos en pinturas, collages y esculturas. Privilegio del artista que desbarata la geometría del Génesis y la rehace con una imaginación que, lo confieso abiertamente, muchos científicos envidiamos.

LA IMPORTANCIA DE LA PERCEPCIÓN DEL SABOR AMARGO EN LOS PRIMATES

Carlos Eduardo Ramírez Torres*

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

Laura Teresa Hernández-Salazar

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

*neri3838@gmail.com



Monos. Fotografía: Aditya Sahoo, Pexels

En condiciones naturales, los primates, al igual que los demás seres vivos, están expuestos a diferentes presiones provenientes de su entorno, por ejemplo, durante la alimentación. Éste es un proceso encaminado a la ganancia de energía y de nutrientes que permiten mantener el adecuado funcionamiento del organismo (Figura 1).

Sin embargo, **durante el proceso de selección de alimento, los primates se exponen al consumo de sustancias tóxicas que las plantas producen para defenderse de los herbívoros.** Estas sustancias se denominan metabolitos secundarios. Existen cerca de 12, 000 de estos compuestos químicos, de ellos, los taninos son los que están ampliamente distribuidos en las plantas.

Los metabolitos secundarios no están implicados directamente en el crecimiento de las plantas. Más bien, permiten a las plantas adaptarse al medio que las rodea, brindándoles, por ejemplo, protección contra la radiación ultravioleta, defensa contra parásitos y disuadiendo a los herbívoros. El consumo de metabolitos secundarios generalmente se asocia a efectos negativos en los animales, como la disminución en la absorción de nutrientes, en el crecimiento y la reproducción. **En altas concentraciones, estas sustancias, pueden generar daño al hígado, riñones e incluso, causar la muerte.**

Sin embargo, para algunos animales, el consumo de metabolitos secundarios en bajas concentraciones puede ser benéfico, al funcionar como desparasitantes y repelentes. Incluso, existen reportes que han mostrado que el consumo de taninos es una buena fuente de antioxidantes y que favorecen la producción de leche en hembras lactantes.



Figura 1. Mono aullador (*Alouatta palliata*) sosteniendo su alimento. Fotografía: Erandi S. Hernández-Arriaga

Los metabolitos secundarios se caracterizan por generar un sabor amargo y astringente, provocando una sensación de sequedad en la boca. **La percepción gustativa depende de receptores específicos que se encuentran en la lengua, y cuando entran en contacto con los estímulos amargos activan proteínas dentro de las células.** Así, se genera una serie de reacciones químicas que ocasionan cambios eléctricos en los nervios. Esta información viaja a la corteza gustativa (en el cerebro), en donde se hace su interpretación y se genera una respuesta de aceptación o rechazo al alimento. En los primates, la capacidad de percibir estímulos amargos astringentes se ha mantenido a lo largo de su evolución.

Diversos estudios han mostrado que **los primates (incluyendo al humano), pueden percibir la sensación gustativa amarga, y que esto es una respuesta adaptativa del organismo para detectar y evitar el consumo excesivo de sustancias potencialmente tóxicas.**

Por ejemplo, en primates de vida libre, como, orangutanes (*Pongo pygmaeu*), langures comunes (*Presbytis entellus*), monos aulladores (*Alouatta palliata*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*) se ha observado que evitan las partes vegetales con mayores concentraciones de taninos y que tienen un sabor amargo (Figura 2).

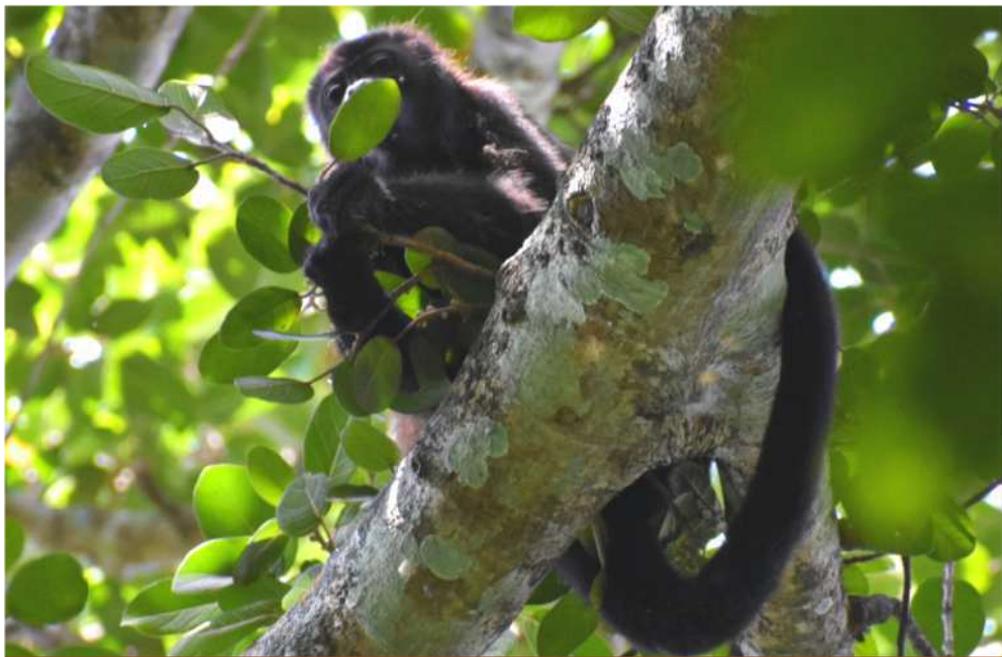


Figura 2. Mono aullador (*Alouatta palliata*) comiendo hojas.
Fotografía: Erandi S. Hernández-Arriaga



Figura 3. Mono araña (*Ateles geoffroyi*) tomando una solución amarga.
Fotografía: Daniela Carreón Bautista

En primates en cautiverio la respuesta al sabor amargo puede tolerarse en bajas concentraciones (Figura 3). Los taninos se encuentran en alimentos que regularmente son consumidos por humanos, por ejemplo, el té verde y negro, el vino o el café. Sin embargo, **la aceptación de estos alimentos requiere de una interacción constante, que permita al paladar acostumbrarse a la amargura o astringencia que provocan. Por lo anterior, se considera que el gusto hacia los taninos es aprendido.**

La tolerancia hacia el sabor amargo en los primates supone la presencia de algún mecanismo de defensa para evitar los efectos negativos de los metabolitos secundarios. Por ejemplo, las proteínas salivales interactúan con los metabolitos secundarios y/o tienen una microbiota intestinal capaz de degradar los compuestos tóxicos, como se ha mostrado en colobos negros (*Colobus satanas*), gorilas de montaña (*Gorilla beringei*) y monos de la hoja (*Presbytis johnii*). Estos primates no parecen verse afectados por la presencia de metabolitos secundarios en su alimento. Sin embargo, **a pesar de que algunas especies de primates llegan a contar con defensas, el sabor amargo provocado por los metabolitos secundarios sigue influyendo en la elección de su alimento.**



Figura 4. Cría de monos araña (*Ateles geoffroyi*) probando frutos maduros.
Fotografía: Daniela Carreón Bautista

La percepción del sabor amargo, genera “muecas” características de desagrado, y tal y como se ha documentado en humanos, se ha observado en lémures mangosta (*Eulemures mongoz*), tities comunes (*Callithrix jacchus jacchuse*), tities de pinceles negros (*Callithrix jacchus penicillat*), tamarino midas (*Saguinus midas nige*), tities cabeza blanca (*Saguinus oedipus oedipus*), marikinás norteños (*Aotus trivirgatu*), monos ardilla comunes (*Saimiri sciureus*), monos araña (*Ateles geoffroyi*), cercopitecos de nariz blanca (*Cercopithecus nictitans stampfli*), magabeys grises (*Cercocebus atys atys*), macacos Rhesus (*Macaca mulatta*), orangutanes (*Pongo pygmaeu*) y chimpancés (*Pan troglodytes*). Así, **estudios recientes sugieren que las expresiones faciales características a estímulos dulces o amargos, podrían ser parte de una comunicación honesta a nivel de individuos de una misma especie, para indicar al grupo la calidad nutricional del alimento (Figura 4).**

El sabor amargo es una alerta que mantiene a los primates vigilantes de los elementos que conforman su dieta, gracias a los procesos fisiológicos que les permiten asegurar su alimentación adecuada. **El desarrollo de respuestas internas (p.ej. salivales y microbiota) y externas (p.ej. como las expresiones faciales) los protegen, ayudando a evitar el consumo de sustancias que les son dañinas.** Mientras tanto, las plantas deberán mantener activas sus defensas para evitar ser consumidas.

Agradecimientos:

Los autores agradecen al CONACYT la beca otorgada a CERT (No. 931446) para sus estudios de doctorado.

Para saber más:

•Carrai, V., Borgognini-Tarli, SM., Huffman, MA., Bardi, M. 2003. Increase in tannin consumption by sifaka (*Propithecus verreauxi verreauxi*) females during the birth season: a case for self-medication in prosimians? *Primates* 44(1):61–6. [Click aquí.](#)

•Espinosa-Gómez FC, Serio-Silva JC, Santiago-García JD, Sandoval-Castro CA, Hernández-Salazar LT, Mejía-Varas F, Ojeda-Chávez J, Chapman CA. 2018. Salivary tannin-binding proteins are a pervasive strategy used by the folivorous/frugivorous black howler monkey. *American Journal of Primatology* 80(2): e22737. [Click aquí.](#)

•Laska M, Rivas Bautista RM, Hernández Salazar LT. 2009. Gustatory responsiveness to six bitter tastants in three species of nonhuman primates. *Journal of Chemical Ecology* 35(5): 560–571. [Click aquí.](#)

•Pereira S, Henderson D, Hjelm M, Hård T, Hernandez Salazar LT, Laska M. 2021. Taste responsiveness of chimpanzees (*Pan troglodytes*) and black-handed spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) to eight substances tasting sweet to humans. *Physiology & Behavior* 238: 113470. [Click aquí.](#)

¿FRIJOLES NEGROS O PERUANOS? UN TAQUITO DE HISTORIA

Vania Jiménez-Lobato*

Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica - Campus Costa Grande. Escuela Superior de Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma de Guerrero. Cátedras CONACYT

Carina Gutiérrez Flores

Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica - Campus Costa Grande. Escuela Superior de Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma de Guerrero. Cátedras CONACYT

*vaniajimenez@uagro.mx

Diversidad de semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) encontradas en el estado de Guerrero, México. Fotografías: Fernando Severiano-Galeana y Vania Jiménez Lobato

La domesticación es el proceso con el cual los humanos modificamos a las especies silvestres para seleccionar rasgos que nos permitan obtener beneficios de ellas en ambientes más controlados. A la fecha se registran 2,500 especies de plantas domesticadas. Muchas de estas plantas se domesticaron y diversificaron en Mesoamérica. **Entre las plantas domesticadas en México están los frijoles (género *Phaseolus*)**. Los frijoles representan la leguminosa más importante en la dieta humana debido a sus propiedades nutritivas: poseen un alto contenido proteico (14-33% dependiendo de la variedad); aportan carbohidratos, vitaminas, minerales y son fuente de fibras y grasas.

En los registros taxonómicos existen cerca de 150 especies de frijoles en el mundo, de las cuales 70 están en el continente americano. De éstas, entre 50-58 se encuentran en México y casi la mitad son endémicas de este país. De las 58 especies mexicanas, solo cinco se han domesticado y están distribuidas en regiones específicas, con excepción del frijol común *P. vulgaris* que se distribuye en toda la República y se consume a nivel mundial. Haciendo historia veamos en dónde y cómo se originó.



Cosecha de frijol. Fotografía: Ricardo Ortiz, Pexels

De acuerdo con los tiempos estimados de diversificación y a las relaciones de ancestría-descendencia, el frijol común se originó hace 4-6 millones de años en México. Sin embargo, los estudios realizados con datos moleculares revelan que su domesticación comenzó hace apenas 8,000 años.

Los principales cambios de las especies cultivadas con respecto a las silvestres incluyen gigantismo de la semilla, eliminación de los mecanismos de dispersión, pérdida de la latencia de las semillas (esto es que pueden germinar en cualquier momento), cambios en la forma de crecimiento de bejuco a arbusto y, tiempos de floración más reducidos. De acuerdo con este conjunto de rasgos denominado síndrome de domesticación, se identifican dos grandes acervos genéticos, el Mesoamericano y el Andino.



Flores de frijol común (*Phaseolus vulgaris*): flor blanca de variedad Huapinol y flor rosa de variedad Amapa. Fotografías: Fernando Severiano-Galeana y Vania Jiménez Lobato

En el acervo Mesoamericano, diferentes estudios coinciden con que México es el centro de origen y domesticación de *P. vulgaris*, en concreto, se proponen las regiones del Río Lerma-Santiago, en Jalisco-Guanajuato y/o el valle de Oaxaca. En estas zonas se registra la mayor diversidad genética de la especie y se encuentran las semillas de frijol más cercanas a los tipos ancestrales. **En este acervo se han identificado cuatro subgrupos que difieren en sus adaptaciones ecológicas, rasgos morfológicos, ámbito de distribución geográfica y niveles de diversidad genética (Tabla 1). ¿Te has preguntado de dónde vienen los frijoles que tú te comes?**

Tabla 1. Principales grupos de diversidad genética, y tamaño y peso del grano de algunas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en Mesoamérica y los Andes.

* Número de genes y de sus diferentes variantes dentro de cada grupo.

Región	Subgrupo	Tamaño (mm) / peso de grano (gr)	Nivel de diversidad genética*	Algunas variedades
Mesoamérica	1. Colima, Durango, Jalisco Michoacán, Oaxaca, Puebla Zacatecas	Mediano (7-9) / peso mediano (7.7)	Mediana	Negro Jamapa, Negro Tacaná
	2. Estado de México, Guerrero, Morelos, Nayarit, Puebla	Grande (9-12) / pesado (9.8)	Alta	Flor de mayo, Flor de junio y variedades silvestres
	3. Guanajuato a Costa Rica (mezcla de variedades silvestres + y domesticadas)	Mediano (7-9) / poco pesado (5.6)	Más alta	Ayocote Negro, Cuarenteño, Frijol Gordo, Negro San Luis, Pinto Centauro, Pinto Saltillo
	4. Chiapas, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras	Pequeño (6-7) / poco pesado (4.8)	Baja	Ayocote morado, Frijol azufrado, Mantequilla, Negro Jamapa, San Francisco, Sangre de Toro, Vaquita
Andina	1. Ecuador y Norte de Perú	Grandes (9-12) / poco pesado (9.7)	Alta	Bayo bolón, Poroto
	2. Argentina, Brasil y Bolivia (mezcla de variedades silvestres andinas)	Grandes (9-12) / pesado (12.1)	Baja	Bayo jaspeado, Bayo pinto, Calima, Frijol rosado, Gloriabamba

La formación del acervo andino sugiere que ocurrió a partir del acervo Mesoamericano, cuando éste aún no se domesticaba hace 165,000 años, y luego ocurrió una domesticación paralela en ambas regiones. En los Andes se identifican dos subgrupos diferenciados morfológicamente. **Existen dos hipótesis que explican su formación: La primera sugiere que estos grupos se formaron por dos eventos de migración independientes.** La primera migración se atribuye a las aves que transportaban semillas por la ruta migratoria que atraviesa el corredor andino, dando origen a la variedad Inca. Miles de años después, una segunda migración de nuevas semillas llegó y se domesticó entre Perú, Argentina y Bolivia, formando el segundo grupo (Figura 1-Hipótesis I). **La segunda hipótesis sugiere que la primera migración ocurrió antes de los eventos glaciales hace 11 mil años, a través del canal de Panamá,** y que durante las glaciaciones, la región Amotape-Huancabamba ubicada entre Ecuador y Perú, sirvió como refugio a esta población. Después del periodo glacial, estas semillas se domesticaron, generando el grupo Inca. Años después algunas de estas semillas migraron al sur y se domesticaron entre Perú, Bolivia y Argentina (Figura 1-Hipótesis II). **Cualquiera que sea la hipótesis real, lo que sí sabemos es que el acervo andino proviene del acervo mesoamericano y su domesticación ocurrió al mismo tiempo en las dos regiones.**

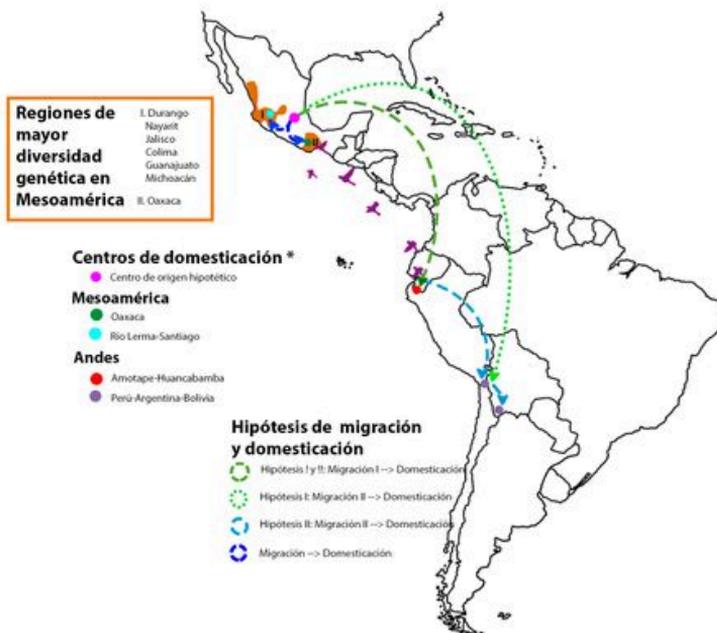


Figura 1. Regiones de mayor diversidad genética, centro de origen y domesticación, y dos hipótesis de migración y domesticación del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en mesoamérica y los Andes. Elaboración: Fernando Severiano-Galeana y Vania Jiménez Lobato. [Click aquí para ampliar fotografía.](#)



Frijoles a granel. Fotografía: Digital Buggu, Pexels

La amplitud de condiciones ambientales en donde crecen los frijoles, distribuidos desde México hasta Argentina, está asociada con la múltiple gama de formas, colores, tamaños y sabores, así como con la alta variación genética que explican las 98 variedades hasta ahora registradas.

La extensa distribución y diversidad contrastan con lo esperado por su forma de reproducción que es predominantemente autógama, es decir, las flores se autofecundan con el polen de la misma flor. Con este tipo de reproducción se esperaría que la diversidad genética del frijol fuera baja, ya que la recombinación genética con otros individuos en cada generación es poca o nula; sin embargo, observamos lo contrario.

Por otro lado, esta forma de reproducción también genera que en las poblaciones aisladas se acumulen diferencias genéticas entre ellas, ya que al autofecundarse no hay dispersión de polen ni ocurre intercambio de genes entre individuos de diferentes poblaciones. Y en efecto, se ha estimado que las poblaciones de *P. vulgaris* presentan una alta diferenciación genética tanto local como regional con poco flujo génico entre ellas.

Es decir que, el amplio rango de distribución y la gran diversidad morfológica y genética del frijol común, son en gran medida resultado de la selección artificial mantenida por los campesinos en cada localidad desde hace miles de años, a la vez que sugieren la presencia de diferentes variedades genéticas adaptadas a una gran amplitud de condiciones climáticas y de cultivo.

Estudios recientes sobre las bases genéticas de la adaptación en el frijol estiman que casi el 16% de todo su material genético, o genoma, presenta señales de selección. Es decir, que muestran modificaciones en los genes relacionadas con procesos de selección y adaptación.

Algunas de las adaptaciones se relacionan con la tolerancia al frío, la resistencia a la sequía o salinidad, modificación en los tiempos de floración, y tamaño y peso de la semilla, entre otros. **Proteger y conservar esta diversidad a través de consumir frijoles cultivados en nuestra región, es tarea de todos.**

Además de apoyar y fortalecer el cultivo tradicional y a los campesinos que año con año selecciona los frijoles mejor adaptados a cada localidad y permiten echarnos un taquito de frijoles pintos, bayos, negros y ¿por qué no? peruanos.



Agricultor cuidando sembradío. Fotografía: yassineexo, Pixabay

Agradecimientos:

Agradecemos la colaboración de la Dra. Martha Lopezaraiza Mikel, Dr. Rogelio Cruz Reyes y Dr. Orlando Hernández Cristóbal, así como al Mtro. Fernando Severiano-Galeana y los servicios sociales Sara Inés Martínez Espinosa y Sergio Rodríguez Romero. Proyecto financiado por el Programa de Ciencia de Frontera 2019 – CONACYT (514851).

Para saber más:

- Frijol Mexicano. [Click aquí.](#)
- Frijol silvestre: *Phaseolus vulgaris*. [Click aquí.](#)
- El frijol se originó en Mesoamerica. [Click aquí.](#)

Jóvenes Científicos

Fotografía: Chokniti Khongchum, Pexels



LAS TIERRAS ALTAS DE OAXACA: EL PARAÍSO ANCESTRAL DE LAS AVES

Omar Suárez García*

CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional

Erwin López Osorio

CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional

Matthias Rös

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

* osuarezg1500@alumno.ipn.mx



Picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*), ave residente todo el año cuyo melodioso canto se escucha por las mañanas en los bosques montañosos de Oaxaca. Fotografía: Omar Suárez García

Las montañas: el complejo hogar de las aves

México es un país de montañas, pues se calcula que entre el 45% y el 55% de su superficie total presenta estas formaciones geológicas. Ejemplo de ello son las tierras altas de Oaxaca las cuales forman parte de un complejo montañoso muy extenso: la Sierra Madre del Sur.

Este conjunto de cerros se extiende por los estados de Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, ocupando una superficie de aproximadamente $56,729 \text{ km}^2$, y cuyo origen data de hace más de 500 millones de años. Las tierras altas de Oaxaca se encuentran en la porción más oriental de la Sierra Madre del Sur, y en ellas se distinguen tres regiones conocidas localmente como Sierra Norte, Sierra Sur y la Mixteca (Figura 1).

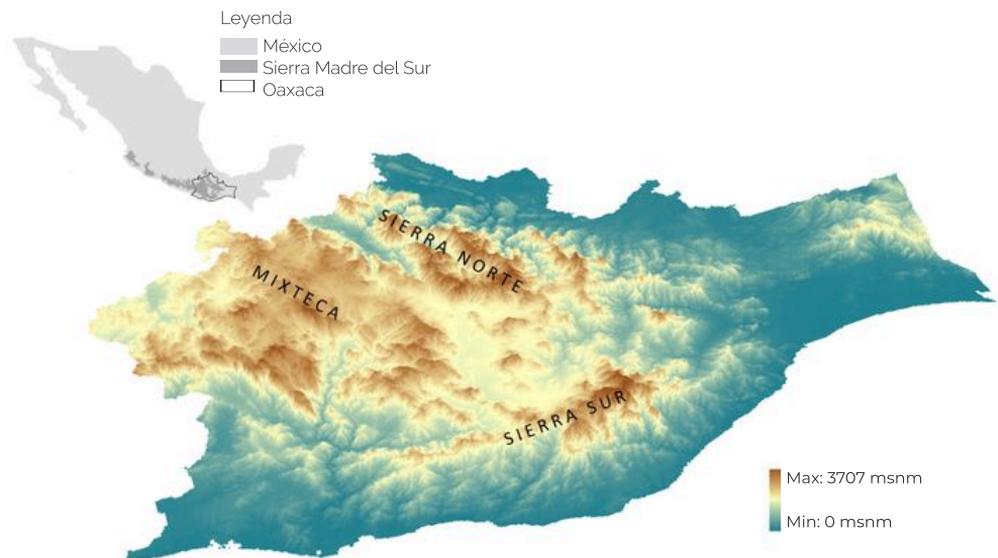


Figura 1. Imagen en donde se aprecia la ubicación de Oaxaca y de la Sierra Madre del Sur en el mapa pequeño, mientras que en el mapa grande se puede observar la orografía del estado, así como la localización de las tres regiones que presentan zonas altas. Las unidades son metros sobre el nivel del mar. Mapa: Matthias Rös

Aves endémicas: solo aquí y en ningún otro lugar

Las especies endémicas son aquellas que viven exclusivamente en un lugar específico. Por ejemplo, podemos hablar de especies endémicas de un país (el mulato azul *Melanotis caerulescens* es endémico de México), de una región fisiográfica (el carpintero del Balsas *Melanerpes hypopolylus* es endémico de la Depresión del Balsas, una región cálida y semihúmeda en los estados del centro y sur de México), o de un ecosistema (el pavón cornudo *Oreophasis derbianus* es endémico del bosque de niebla centroamericano). **Las montañas de México son el hogar de numerosas especies de aves de distribución restringida**, por lo que algunas de dichas zonas son consideradas como Áreas de Aves Endémicas. Es decir, **son sitios importantes a nivel mundial por el número de aves endémicas que albergan**. Ahí, gracias a procesos evolutivos como la selección natural y la selección sexual, algunas especies de aves se han diferenciado lo suficiente genéticamente de sus especies antecesoras para ser consideradas especies distintas. Este fenómeno es conocido como especiación, o el proceso de formación de nuevas especies biológicas.

Algunas de las especies endémicas de zonas altas de México y Centroamérica que viven en las montañas de Oaxaca son el Chipe Cejas Blancas (*Oreothlypis superciliosa*, Figura 2) y el Chipe de cejas doradas (*Basileuterus belli*, Figura 3). Entre las especies endémicas que debido a su riesgo de extinción están incluidas en la Lista Roja de especies amenazadas a nivel mundial (IUCN Red List, por su nombre en inglés) podemos mencionar a la chara de garganta blanca (*Cyanolyca mirabilis*), a la chara enana (*Cyanolyca nanus*) y al colibrí miahuatleco (*Eupherusa cyanophrys*), de las cuales además se sabe poco sobre su biología básica.



Figura 2. Chipe de cejas blancas (*Oreothlypis superciliosa*), ave común que se reproduce en los bosques de coníferas de México. Fotografía: Omar Suárez García



Figura 3. Chipe de cejas doradas (*Basileuterus belli*), ave que prefiere vivir y anidar en sitios con abundantes arbustos y hierbas. Fotografía: Omar Suárez García



Figura 4. Chipe de corona negra (*Cardellina pusilla*), pequeña ave migratoria común en todo tipo de ambientes montañosos en México. Fotografía: Omar Suárez García

Migración: la doble vida de las aves

En sentido ecológico, la migración es el movimiento cíclico y estacional que realizan las aves (y en general muchos animales) en respuesta a cambios en las condiciones climáticas, y que es regulada por sus características fisiológicas y de conducta.

No todas las aves son migratorias, pero existen teorías científicas que dicen que todas las poblaciones de aves, aún las que permanecen todo el tiempo en un solo lugar, tienen el potencial para desarrollar hábitos migratorios. La evolución de la migración es un tema complejo, pero en esencia **es este potencial migratorio y las fluctuaciones climáticas a lo largo del tiempo (usualmente millones de años) el que ha permitido a las aves evolucionar para moverse regularmente a través de grandes distancias entre las áreas en donde anidan y las zonas en donde llegan para vivir cuando no se reproducen.**

Entre las aves migratorias norteamericanas que llegan a las montañas de Oaxaca se encuentran el Chipe de corona negra (*Cardellina pusilla*, Figura 4) y la Tángara capucha roja (*Piranga ludoviciana*).

Por su parte, el zumbador mexicano (*Selasphorus heloisa*) es una especie que migra a las tierras altas de las montañas de Oaxaca para reproducirse en invierno, mientras que cuando no se reproduce vive en altitudes menores de dichas montañas.

Paisaje: el espacio físico en el que viven las aves

Formalmente, llamamos paisaje a un área determinada con clima, rocas, y una historia biogeográfica y de uso humano particular. En otras palabras, paisaje es el conjunto de coberturas de suelo, por ejemplo, bosques, parcelas de cultivo, ciudades, entre otras, que encontramos en un lugar delimitado en el tiempo y en el espacio (Figura 5).

El paisaje puede ser modificado tanto por fuerzas naturales como por actividades humanas. Dichas modificaciones pueden tener efectos tanto positivos como negativos sobre las aves. Por ejemplo, aquellas aves que necesitan de la presencia de árboles (como algunos chipes, Figura 6) son sensibles a la deforestación, mientras que especies que dependen de áreas abiertas para subsistir (como el junco ojilumbre *Junco phaeonotus*, Figura 7) se benefician de la transformación de los bosques en parcelas agrícolas.



Figura 5. Paisaje típico en la Sierra Norte de Oaxaca, en donde los bosques del lugar y las áreas de cultivo coinciden en el mismo espacio, lo que posibilita la existencia de diferentes especies de aves. Fotografía: Erwin López Osorio



Figura 6. Pavito alas negras (*Myioborus miniatus*), especie común que se alimenta de invertebrados en los bosques de coníferas de Oaxaca. Fotografía: Omar Suárez García



Figura 7. Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*), pequeña ave común en zonas abiertas (p. ej. campos agrícolas y pastizales) de las tierras altas de Oaxaca. Fotografía: Erwin López Osorio

¿Y si las aves de la sierra desaparecieran?

Las aves de las regiones tropicales y de zonas altas enfrentan diferentes amenazas, la mayoría relacionadas con las actividades humanas intensivas. En primer lugar, la deforestación o pérdida de bosques, ha provocado que muchas aves pierdan sus hábitats, ya sea por la explotación irracional de madera, por la apertura de terrenos para la agricultura y ganadería de gran escala, o para la expansión de las ciudades.

Una amenaza importante es el cambio climático debido a la emisión humana de gases de efecto invernadero. Esta emisión ha provocado un aumento de las temperaturas mundiales y con ello una mayor variación en la cantidad de lluvias anuales, lo que ha tenido consecuencias negativas en la reproducción de las aves, ya que sus fuentes de alimento (frutas, semillas, hojas, invertebrados) dependen de la disponibilidad de agua.

Una esperanza para las aves y sus montañas

Las comunidades rurales en Oaxaca se caracterizan por sus fuertes vínculos colectivos. En este estado es regular la tenencia comunal de la tierra, así como la organización de asambleas para tomar decisiones y el trabajo colectivo no pagado o tequio. Es de este modo que la gente de los pueblos ha logrado controlar, administrar y aprovechar sus territorios y sus recursos, y lo han hecho tan bien que, a pesar de tener solo seis Áreas Naturales Protegidas federales (ANP´s), **Oaxaca es uno de los tres estados más biodiversos de México, y ostenta el primer lugar en riqueza de aves, con alrededor de 736 especies.**



Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*), especie montañosa que sufre por la captura ilegal debido a que es muy apreciada como ave de ornato por su hermoso canto de notas metálicas. Fotografía: Omar Suárez García



Agradecimientos:

A las comunidades de la Sierra Norte y Sierra Sur de Oaxaca por permitirnos realizar nuestras investigaciones en sus territorios, y a la fundación norteamericana Idea Wild por sus donaciones materiales para nuestro proyecto científico. Al CONACYT por las becas de posgrado otorgadas a OSG y ELO.

Para saber más:

- Prum RO. 2017. The evolution of beauty: How Darwin's forgotten theory of mate choice shapes the animal world-and us. Anchor.
- Sarukhán J. 2017. Las musas de Darwin. Fondo de Cultura Económica.
- Suárez-García O, Rös M. 2019. Los cantos que persisten: las aves en campos agrícolas. Especies 28(2): 6-15.
- Canto de un pavito de alas negras. [Click aquí.](#)
- Canto de un clarín jilguero. [Click aquí.](#)

Colibrí garganta azul (*Lampornis clemenciae*), una de las especies de colibríes más grandes en las tierras altas de Oaxaca. Fotografía: Omar Suárez García

¿QUÉ ES UNA ESPECIE?

Fabián Augusto Aldaba Núñez*

Posgrado del INECOL,
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano

Jesús Eduardo Quintero Melecio**

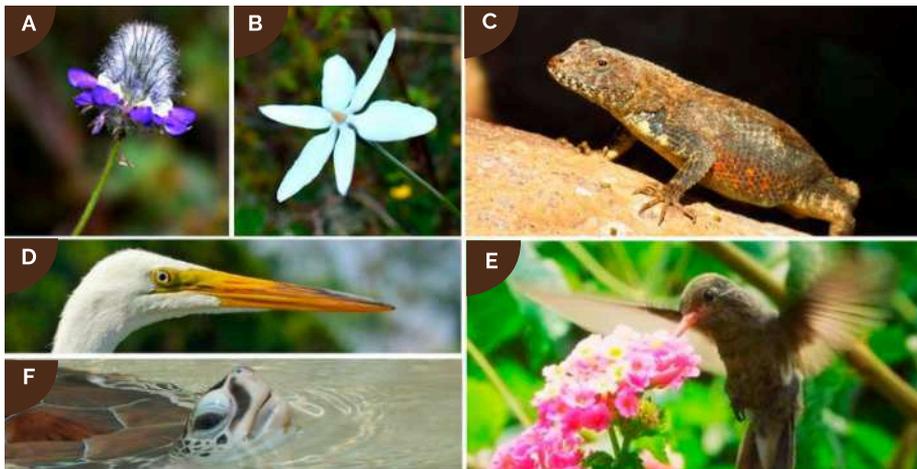
Universidad Autónoma de Sinaloa

* fabian.aldaba@outlook.com

** xenarthro16@gmail.com

La palabra especie tiene un uso muy común y se da por sentado su significado. Podría pensarse que sólo se trata del nombre de las plantas o animales. Pero en la realidad, existen varios o muchos conceptos respecto a qué es una especie. Detrás de una especie se supone que hay evidencia para etiquetar a varios organismos bajo un mismo nombre. Sin embargo, cada concepto se basa en evidencias distintas para definir a las especies, por lo que estos conceptos suelen ser incompatibles entre sí. Y aunque los mariscos, por ejemplo, saben igual con o sin un nombre, **la concepción de especie define nuestra forma de ver a los seres vivos**. Aún así se estima que en la tierra viven 50 millones de especies. Entonces ¿por qué es tan complicado definir a las especies?

La especie es la unidad básica de estudio para los biólogos, como los números para los matemáticos, o los elementos para los químicos. Suena irónico, pero ¿cómo podemos hablar de plantas y animales si no hay consenso sobre qué es una especie? Saber dónde comienza y dónde termina una especie debería ser claro, considerando que hay millones de seres vivos en la Tierra.



Variedad de seres vivos: A) Escobilla (*Dalea* sp.), hierba de la familia Fabaceae (junto con las legumbres o leguminosas, la jicama, el tamarindo, entre otras). B) Estrellita (*Milla biflora*), planta de la familia Asparagaceae (que incluye también agaves, sotosoles y yucas). Fotografías A y B: Fabián Augusto Aldaba Núñez. C) El género *Sceloporus* es un grupo de lagartijas en las cuales no se ha logrado entender el número de especies debido a la incongruencia entre la variación genética y morfológica. Fotografía: Jesús Eduardo Quintero Melecio. D) Garza blanca o garceta grande (*Ardea alba*) es una especie de ave pelecaniforme de la familia Ardeidae. Es una de las garzas más ampliamente distribuidas por el mundo. E) Colibrí, forma parte de la segunda familia de aves más grande del mundo ya que cuenta con más de 340 especies. ¿sabías que son los únicos que pueden volar hacia atrás y hacia abajo?. F) Tortuga marina, siete de las ocho especies anidan en playas Mexicanas. Fotografías D, E y F: Vinisa Romero

Concisamente hay cuatro conceptos de especie que son los más empleados: el concepto morfológico (Cain 1954), el evolutivo (Simpson 1961), el biológico (Mayr 1963) y el filogenético (Henning 1966).

Bajo el concepto morfológico, una especie es un grupo de individuos con formas similares. Animales del mismo color, plantas con el mismo tipo de hoja. Pero estos grupos pueden ser diferentes según las características con las que se agrupan. Podemos agruparlos en función del color de flor, pero estos grupos serán diferentes si consideramos la forma de las hojas. Es subjetivo **¿qué característica en común es la que realmente reúne a los individuos de una misma especie?** Usualmente las estructuras florales definen a las especies de plantas, pero no podemos tener el mismo criterio para los animales. Además, el ambiente puede cambiar la morfología, y esta variación inducida no siempre se hereda. Después, los estudios moleculares demostraron que el ADN y la morfología evolucionan a distinta velocidad.

Según el concepto evolutivo, la especie es un grupo de organismos que habitan el mismo espacio al mismo tiempo, y que además comparten un rumbo evolutivo.

Bajo el concepto biológico, una especie es un grupo de individuos aislados reproductivamente, es decir que no pueden cruzarse con individuos de otro grupo. Pero a veces la reproducción simplemente no ocurre porque los individuos viven en lugares diferentes, o no se pueden comunicar, o cortejan en fechas diferentes, siendo que pueden tener viabilidad reproductiva. Además ¿qué pasa con las especies de reproducción asexual, como las plantas que se reproducen por fragmentos de ramas?, ¿Dónde empezaría y terminaría la especie si no podemos saber quién puede reproducirse con quién?

El concepto filogenético propone a la especie como un grupo de organismos que comparten ancestría común. Es decir que portan linajes heredados de un mismo ancestro.



Representantes de A) Asteraceae y B) Orchidaceae, las dos familias de plantas con mayor número de especies, poco más 30 mil cada una. Fotografías: Fabián Augusto Aldaba Núñez

Esta diversidad de conceptos complica el problema. Todos se pueden aplicar, pero no coinciden en el mismo número y límites de especies. Cada concepto termina etiquetando a los individuos de forma distinta, por tanto, no son compatibles.

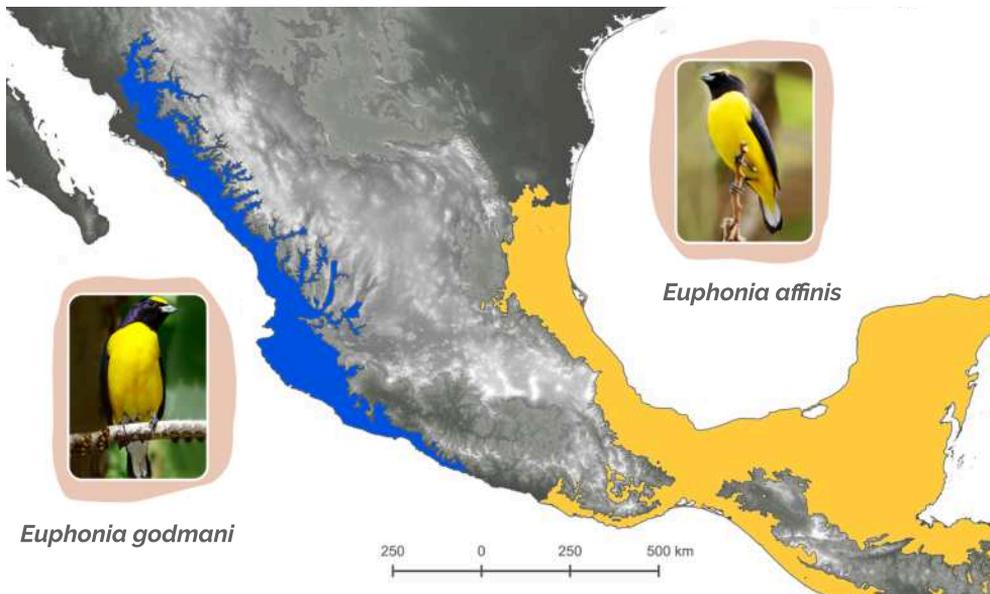
Hace 20 años, De Queiroz señaló que los conceptos de especie se basan en diferentes fases del proceso de especiación, cuando hay divergencia y surgen las especies. Estas fases son: 1) diferenciación genética (concepto filogenético), 2) adaptación a un hábitat (ecológico), 3) cambios morfológicos (morfológico) y 4) aislamiento reproductivo (biológico). Estas fases no suceden en el mismo orden, ni simultáneamente, y por esto, De Queiroz indica que estos conceptos son incompatibles. También, notó que varios de estos se basan en rangos de diferenciación, como lo hacía Linneo para describir rocas y minerales. Pero las especies se deben definir de acuerdo con propiedades únicas e inherentes a los seres vivos, como lo son la reproducción y formación de linajes.



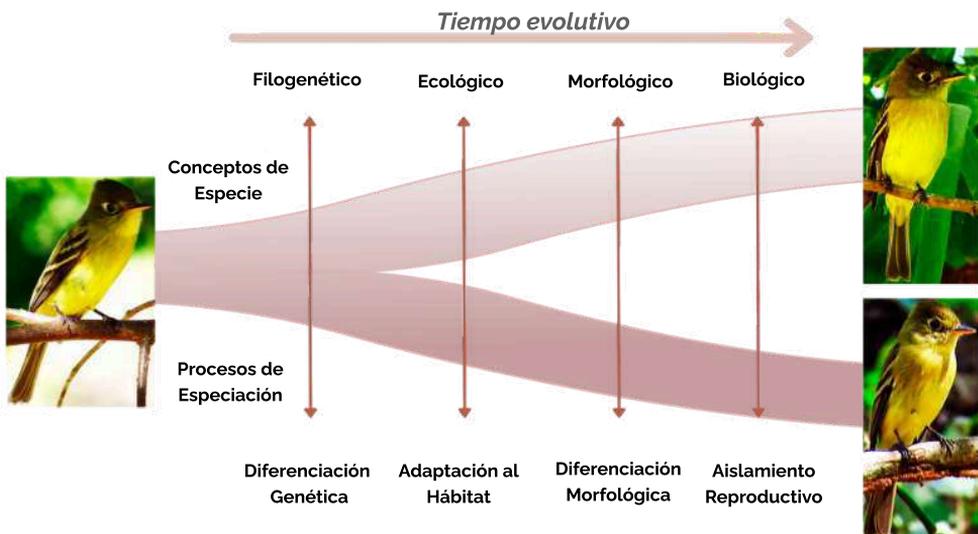
Encinos o robles (*Quercus* sp.) este género cuenta con cerca de 400 especies, muchas de ellas con gran variación morfológica y difíciles de definir de manera tradicional. Fotografía: Jesús Eduardo Quintero Melecio

Según De Queiroz la especie es un linaje de individuos que evolucionan conjuntamente. La variación genética identifica el linaje de los individuos, y se sugiere que las otras fases del proceso de especiación sean usados como criterios secundarios para verificar la evolución conjunta de los individuos. Entonces, De Queiroz propone los linajes como condición, pero para que estos sean considerados especies, necesariamente se debe probar que sus individuos llevan un mismo rumbo evolutivo.

Lo anterior utiliza como evidencia un criterio secundario, como puede ser 1) que cada linaje presente una forma particular, 2) la adaptación diferencial en el hábitat de cada linaje, o 3) que solo se pueden reproducir dentro del mismo linaje. Cuando todos los individuos del linaje compartan al menos uno de estos tres criterios, podrá nombrarse bajo un nombre particular de especie. A esto se le llama concepto unificado y sugiere que la especiación (surgimiento de nuevas especies) es un proceso paulatino y perpetuo, donde la variación morfológica, genética y/o ecológica, no están evolucionando paralelamente. Es decir, las fases del proceso de especiación no están ocurriendo simultáneamente a la divergencia genética, como lo suponían los conceptos anteriores. Por tanto no siempre se pueden distinguir grupos de individuos debido a las distintas fuentes de variación.



Euphonia gargantinea, especie cuyas poblaciones occidentales (*Euphonia godmani*) y orientales (*Euphonia affinis*) presentan una profunda divergencia genética, lucen parecidas, pero viven en hábitats diferentes, considerándose así distintas especies. Realización y fotografías: Aurelio Molina Hernández y Juan Ramón Manjarrez

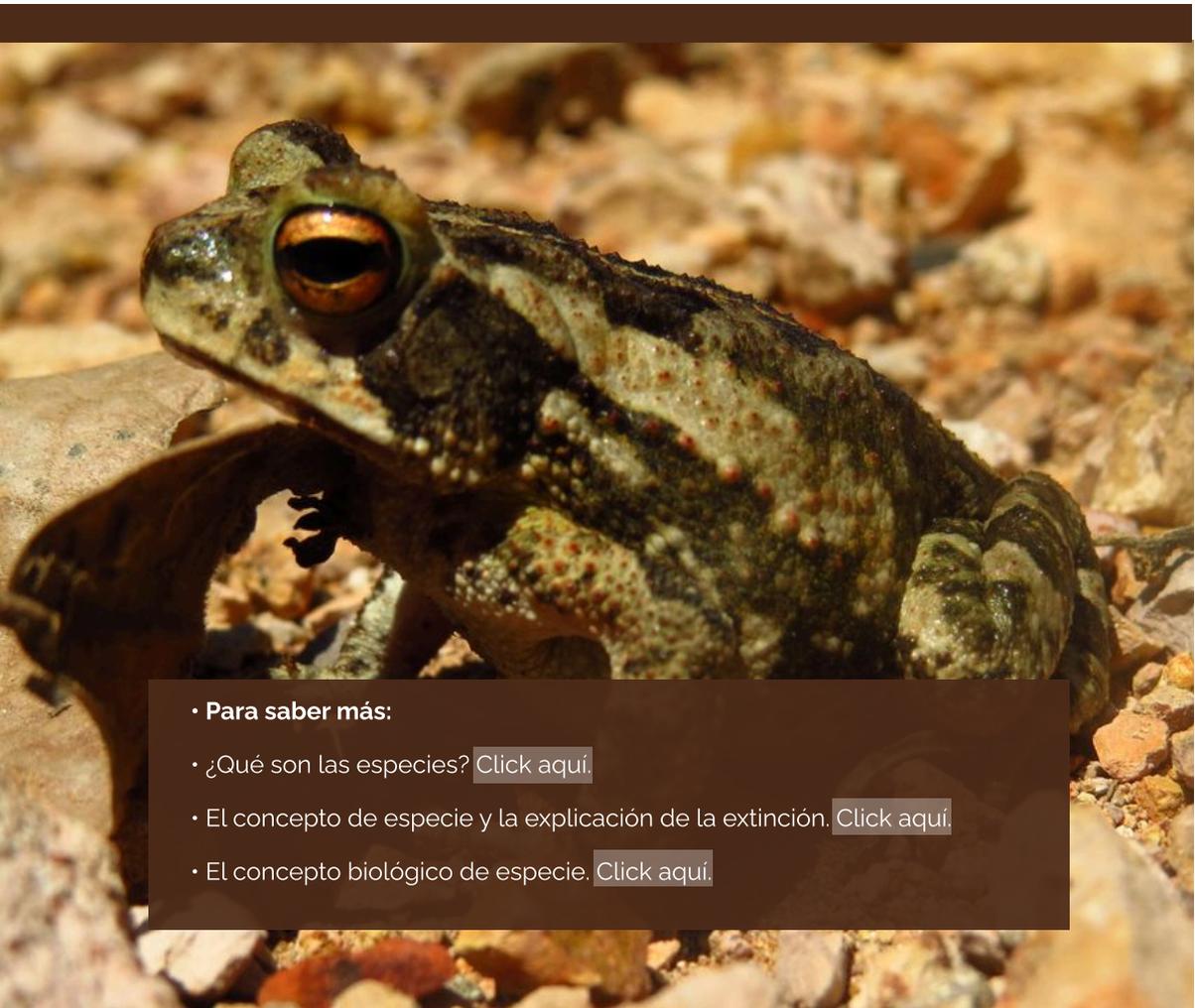


Representación gráfica del concepto unificado de De Queiroz mostrando las cuatro fases de la especiación y los diferentes conceptos de especie aplicables a cada una. Realización y fotografías: Fabián Augusto Aldaba Núñez y Jesús Eduardo Quintero Metecio

Aun así ¿cuál va a ser el criterio secundario a emplear? ¿Ecológico? ¿Morfológico? Esto lo deben decidir los especialistas del grupo, quienes pueden tener opiniones distintas.

La definición de especie sigue discutiéndose, surgen conceptos nuevos. Siempre habrá un gran espectro de variación en los seres vivos y es difícil saber exactamente dónde comienzan y dónde terminan las especies.

Sin embargo, es necesario poder nombrar, contar y saber dónde están las especies, aunque los procesos naturales son complejos y no ocurren de la misma forma que los conceptualizamos. Algo similar ocurre con los colores, tenemos una paleta básica, pero están en un espectro continuo. Así sucede con las especies.



• Para saber más:

- ¿Qué son las especies? [Click aquí.](#)
- El concepto de especie y la explicación de la extinción. [Click aquí.](#)
- El concepto biológico de especie. [Click aquí.](#)

Sapito pinto de Mazatlán (*Incilius mazatlanensis*), anfibio endémico de las costas del pacífico en México.
Fotografía: Jesús Eduardo Quintero Melecio

¿FUEGO AMIGO?: EL CASO DE LOS ARTRÓPODOS TERRESTRES

Daniel Cadena Zamudio*

Red de Biología Evolutiva, INECOL

Betsabé Ruiz Guerra

Red de Interacciones Multitróficas, INECOL

María Luisa Castillo

Red de Biología Evolutiva, INECOL

Ismael Guzmán Valdivieso

Red de Biología Evolutiva, INECOL

Norma Tolama Nava

Red de Biología Evolutiva, INECOL

German Flores Garnica

Ecología del fuego, INIFAP

Roger Guevara Hernández**

Red de Biología Evolutiva, INECOL

*daniel.cadena@posgrado.ecologia.edu.mx

**roger.guevara@inecol.mx

Los incendios forestales en general se perciben como eventos catastróficos. Son fuerzas destructivas que pueden resultar de causas naturales (como rayos), accidentes causados por humanos (como cigarrillos, fogatas y quemas agrícolas) o actos intencionales. Sin duda el fuego es un elemento que puede eliminar gran parte de la cobertura vegetal y la vida presente en ella. Sin embargo, los incendios forestales por causas naturales son un fenómeno que ha acompañado a la proliferación de las plantas en el ambiente terrestre desde hace aproximadamente 400 millones de años (Figura 1). **El fuego juega un papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad y de procesos ecológicos que ocurren en diferentes tipos de vegetación como los matorrales y bosques templados.**

En particular, la estructura y dinámica de los bosques de pinos se determinan por los incendios forestales dado que,

1) muchas especies de coníferas requieren del fuego para la dispersión y germinación de las semillas, y 2) existen diversas especies leñosas con tallos y raíces capaces de tolerar el fuego y rebrotar después de un incendio. Ambos procesos contribuyen a una rápida regeneración del bosque, lo que permite albergar una alta diversidad biológica a través de las diferentes etapas sucesionales del bosque distribuidas a lo largo y ancho del paisaje.

Si bien, el fuego puede ser catastrófico, también es un promotor de la diversidad biológica a escala local y global en el corto, mediano y largo plazo.



Figura 1. Incendio forestal en el Bosque la Primavera., Jalisco, México.
Fotografía: Refugio Ramón Leyva



Figura 2. Modelo conceptual que describe los efectos de la severidad de incendio forestal en la comunidad de artrópodos terrestres. (A) La severidad del incendio afecta a la comunidad vegetal que indirectamente se refleja en la reducción de recursos y refugios disponibles para los artrópodos. (B) Mortalidad directa de la comunidad de artrópodos. (C) La regeneración de la vegetación está influenciada por la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes que realiza la comunidad de artrópodos terrestres. Elaboración: Daniel Cadena

En las últimas décadas la frecuencia e intensidad de los incendios forestales ha incrementado de manera considerable debido principalmente al aumento de la temperatura a nivel global, y por las altas tasas de deforestación, lo que ha propiciado eventos catastróficos en todo el mundo. **En México, los incendios forestales son la tercera causa de pérdida de biodiversidad sólo después de la deforestación y el cambio de uso del suelo.** Los incendios forestales se pueden caracterizar a partir de seis componentes: 1) la intensidad (calor generado por el fuego por unidad de tiempo), 2) el tamaño (superficie total afectada), 3) la extensión vertical (estratos afectados), 4) la extensión horizontal (dispersión del fuego a nivel del suelo), 5) la frecuencia (registro desde el último incendio) y 6) la estación del año en que ocurre. Además, diversos factores ambientales como la humedad, topografía, viento y temperatura determinan el comportamiento de estos componentes

Por tanto, cada incendio cuenta con un conjunto único de propiedades que lo caracterizan espacial y temporalmente. **Un aspecto relevante de incendios forestales es la distinción entre intensidad y severidad.** La primera se manifiesta como la cantidad de energía térmica liberada por el fuego que puede oscilar de 100 a 200 °C, mientras que la segunda se refiere al daño o impacto del incendio sobre la biota, la cual a menudo es cuantificada como la biomasa consumida por el fuego. El impacto de los incendios forestales sobre la biodiversidad y estructura de las comunidades a diferentes escalas temporales y espaciales ha sido estudiado en diversos grupos que incluyen plantas, aves, reptiles y pequeños mamíferos. Sin embargo, un grupo poco explorado desde esta perspectiva son los artrópodos terrestres. Los artrópodos constituyen el grupo más numeroso y diverso dentro de los animales, e incluye invertebrados tales como los insectos, arañas, crustáceos y ácaros, entre muchos otros.

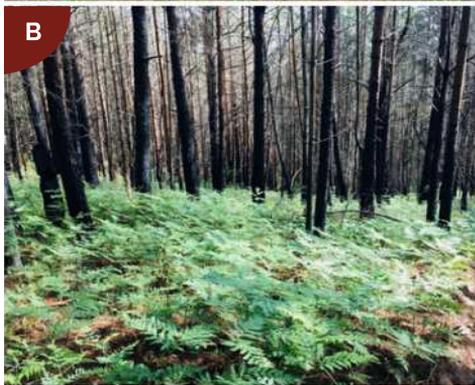


Figura 3. Diferentes niveles de severidad del incendio forestal registrado en el bosque de pino de San Juan del Monte, Veracruz, México. A) Bosque de pino sin daños por el fuego, B) severidad moderada, se caracteriza por tener árboles con pequeñas fracciones de copas verdes-amarillas con los tallos quemados pero el sotobosque en gran parte intacto dominado por helechos (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), C) severidad alta, áreas totalmente destruidas en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, con depósitos de ceniza blanca y materia orgánica carbonizada a varios centímetros de profundidad. Fotografías: Daniel Cadena

Los artrópodos destacan por su contribución en procesos fundamentales tales como la descomposición de la materia orgánica, el reciclado de nutrientes, y el mantenimiento de la estructura y textura del suelo en los ecosistemas forestales. En general, los incendios pueden afectar a los artrópodos por medio de mortalidad directa, o indirectamente por la reducción de alimento y refugios disponibles (Figura 2). Estos efectos dependen del grupo en cuestión, así como del grado de perturbación (severidad y frecuencia).

En el laboratorio de evolución de las interacciones bióticas del INECOL estamos estudiando los efectos de un incendio forestal ocurrido en el año 2019 en el bosque templado de la reserva San Juan del Monte en Veracruz, México. En particular, evaluamos la abundancia, riqueza, diversidad de la comunidad de los artrópodos terrestres en dos niveles de severidad del incendio. Las zonas donde ocurrió un fuego de severidad moderada, se caracterizan por tener árboles con copas de color amarillo verdoso y tallos quemados en la base; mientras que, en las zonas con severidad de fuego alta, los daños registran áreas totalmente destruidas con árboles, arbustos y herbáceas carbonizadas. Para entender tales efectos, se consideró el bosque original, sin daños por fuego (Figura 3).

Hasta ahora hemos encontrado que los sitios con severidad moderada presentan un aumento de la abundancia de las especies saprófagas (las que se alimentan de materia orgánica muerta o en descomposición). A dos años del incendio, hay clara evidencia de que la diversidad en la comunidad de artrópodos terrestres está incrementando respecto a los valores previos al fuego (Figura 4). Aunado a esto, se observó que en la severidad moderada del incendio hubo un aumento en la abundancia de nuevos artrópodos, mientras que, en la severidad alta, la recuperación de la biodiversidad de artrópodos es considerablemente más lenta.

Estos resultados sugieren que en un incendio con severidad moderada las comunidades de artrópodos terrestres de este bosque presentan resiliencia ante el incendio.

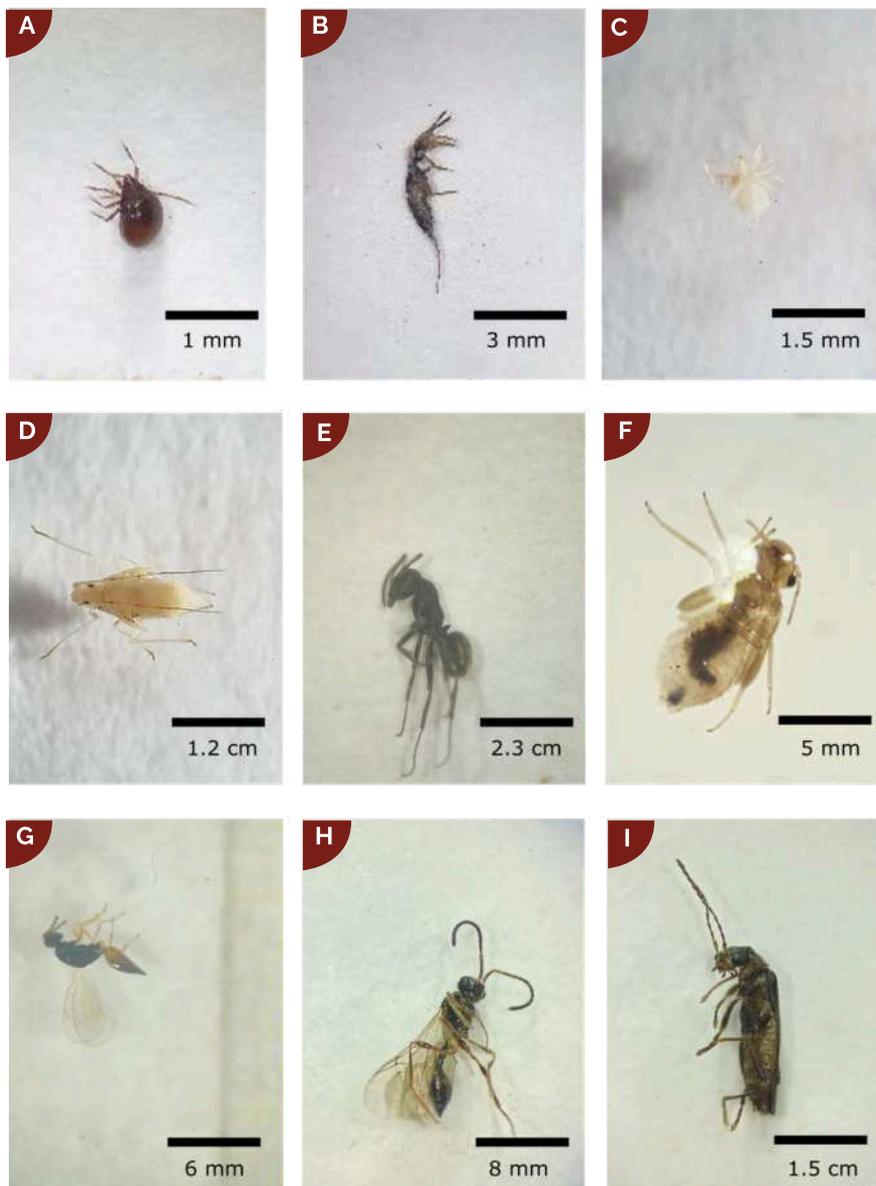


Figura 4. Diversidad de la comunidad de artrópodos terrestres a dos años del incendio en San Juan del Monte, Veracruz, México. Las morfoespecies registradas fueron: A) Acari15 (Saprófago), B) Collembola10 (Saprófago), C) Acari5 (Saprófago), D) Hemiptera24 (Herbívoro), E) Hymenoptera8 (Omnívoro), F) Psocoptera6 (Detritívoro), G) Hymenoptera13 (Parasitoide), H) Hymenoptera63 (Parasitoide), I) Coleoptera62 (Herbívoro). Fotografías: Daniel Cadena

En México tan solo en la última década se han reportado 83,301 de incendios que han afectado una superficie aproximada de 5,033,226 hectáreas. En el caso particular del estado de Veracruz en el periodo comprendido entre 2018 y 2019 se registró un incremento en la frecuencia de incendios de 160% debido a fogatas mal apagadas y la quema agrícola. Ante este panorama, **es urgente generar información que ayude a comprender los efectos de los incendios sobre diferentes grupos taxonómicos y sus repercusiones sobre diferentes procesos ecológicos que determinan el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.** Si bien el papel de los incendios forestales en la diversificación y mantenimiento de algunos ecosistemas es conocido, no es posible asumir que los componentes de estos sistemas están adaptados, ya que **ninguna especie está adaptada al fuego!** Más bien, las especies poseen un conjunto de características morfológicas y fisiológicas que les permiten responder favorablemente a fuegos de una severidad moderada. Una desviación de ese régimen puede tener un impacto devastador en los componentes del ecosistema.

Agradecimientos

Este estudio contó con el apoyo del Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de Veracruz (8.8 · 2SO · 2020 ·) y el proyecto de investigación CONACYT de RG (10466) así como la beca CONACYT otorgada a DACZ (· 609138 ·).

Para saber más

- Cadena, Z.D.A., Flores, G.J.G., Lomelí, Z.M.E., Flores, R.A.G. 2022. Does the severity of a forest fire modify the composition, diversity and structure of temperate forests in Jalisco? Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 28(1), 461-478.
- Ferrenberg, S., Wickey, P., & Coop, J.D. 2019. Ground-dwelling arthropod community responses to recent and repeated wildfires in conifer forests of northern New Mexico, USA. Forests, 10(8): 667.
- Rodríguez-Trejo, D.A. 2014. Ecología del fuego. Su ecología, manejo e historia. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Semarnat, Programa de Prevención y Combate de Incendios Forestales, CONAFOR, CONANP, Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl, ANCF, AMPF. México. 891 p.



Trivias y Arte

Fotografía: Qimono, Pixabay



¿QUÉ TANTO SABES?



SOBRE...¡MURCIÉLAGOS!

Vinicio Sosa Fernández

Red de Ecología Funcional, INECOL. vinicio.sosa@inecol.mx



Después del orden de los roedores (Rodentia), **los murciélagos son el segundo orden (Chiroptera) más abundante de mamíferos sobre la Tierra.** Aunque la mayoría de la gente cree que son feos y malos, en realidad son bellísimos! (busca fotos en la internet y observa su variedad de formas, colores y diseños faciales). Además son muy útiles para el funcionamiento de los ecosistemas. **Los murciélagos son buenísimos dispersores de semillas de plantas** contribuyendo así a la regeneración natural de selvas, y también son muy efectivos polinizadores de plantas, muchas de ellas de importancia comercial, como el agave tequilero. **Además, sirven para controlar las poblaciones de muchos insectos que a veces son plagas de nuestros cultivos.** Conoce qué tanto sabes sobre ellos con las cinco preguntas a continuación:

1 ¿Cuántas especies de murciélagos habitan en México lindo y querido?

- (a) Nadie las ha contado
- (b) Más de dos mil
- (c) Cerca de 140

Respuesta

1. (c) Cerca de 140. En el mundo existen 927 especies de murciélagos, 15% de las cuales habitan en México. Todos los murciélagos de México tienen hábitos nocturnos. Y, que quede claro, NO son ratones viejos a los que les salen alas ni son mensajeros de Drácula o el Diablo.



Izquierda: Murciélago vampiro que habita en México (*Desmodus rotundus*). Fotografía: Arthur Tahara, Creative Commons. Derecha Murciélago en reposo (de cabeza). Fotografía: jochemy, Pixabay.

2 ¿Qué comen los murciélagos?

- (a) Sangre humana
- (b) Frutos, insectos, ranas, néctar de flores, sangre y pequeños vertebrados
- (c) Exclusivamente insectos



Murciélagos en Saint Martin. Fotografía: Mark Yokoyama, Creative Commons

3 ¿De qué están hechas sus alas?

- (a) De piel que forma una membrana entre los dedos de la mano
- (b) De pelos y escamas pegados a los huesos
- (c) De plumas pequeñísimas ahuecadas

Respuesta

2. (b) Frutos, insectos, ranas, néctar de flores, sangre y pequeños vertebrados. La mayoría de los murciélagos son insectívoros o frugívoros, pero algunos se han especializado en alimentarse de néctar de flores o bien de pequeños vertebrados como aves, otros murciélagos, ratones, ranas y hasta peces pequeños como los charales. Sólo tres especies se alimentan de sangre de mamíferos o aves. Estos se conocen como vampiros. Durante su alimentación "sangrienta" el vampiro común, *Desmodus rotundus*, puede transmitir al ganado (vacas, caballos, burros, cabras, borregos y cerdos) enfermedades como el derriengue, rabia paralítica o "mal de caderas", causando importantes pérdidas económicas

Respuesta

3. (a) De piel que forma una membrana entre los dedos de la mano. El ala de los murciélagos es una extraordinaria adaptación de su brazo y mano para el vuelo, la cual consiste en una membrana de piel casi sin pelo que se extiende desde el talón de las extremidades posteriores hasta los huesos de lo que serían los dedos de la mano (falanges). Estos delgados pero resistentes huesos le dan soporte y rigidez a las alas del murciélago mientras vuela y le permite plegarlas alrededor o por detrás del cuerpo, cuando está en reposo, en forma similar a las varillas de un paraguas. El nombre de Chiroptera que se le da al orden de los murciélagos, se origina en las palabras latinas Chiron = mano y Ptera = ala; o sea que quiere decir (traducción libre): mano alada o el que vuela con la mano.

4

¿Cómo podemos conservar las variadas especies de murciélagos de México y el planeta?

- (a) No se deberían conservar porque muerden a la gente
- (b) Colocando platos con insectos y frutas para que coman
- (c) No quemar ni destruir sus refugios naturales (árboles huecos y cuevas)



Fotografías de diferentes especies de murciélagos: Rene Riegal, Nils Bouilliard, David Clode, Unsplash y Josh More, Creative Commons

Respuesta

4. (c) Conservar los ambientes naturales y no quemar ni destruir sus refugios. Para asegurar su conservación y la de los importantes servicios ambientales que proveen, lo más fácil y efectivo es no destruir ni transformar los hábitats naturales (bosques, praderas, desiertos, etc.) y respetar sus refugios diurnos, es decir, los refugios donde pasan el día descansando o durmiendo. Estos pueden ser cuevas, minas abandonadas, troncos huecos, grietas en rocas, casas y bodegas abandonadas, puentes, etc. Recuerda que los murciélagos son como los de la Comisión Federal de Electricidad: ellos trabajan mientras nosotros dormimos. Los murciélagos, con su extraordinario sentido de ecolocación, una especie de radar que les permite localizar objetos, incluso en movimiento, y durante la noche, son capaces de encontrar su alimento por sí solos. Al igual que a muchos otros animales y plantas, la deforestación afecta profundamente la supervivencia de muchas especies de murciélagos.

5

¿Qué hago si en mi localidad hay vampiros que están atacando a mi ganado o gallinas?

- (a) Llama a Protección Civil, cierra tus ventanas y sella rendijas con masquiteip
- (b) Contacta al Organismo encargado de Salud Animal en tu estado
- (c) Salir a cazar a cuanto murciélagos encuentren por dos semanas.



Respuesta

5. Contacta al Organismo encargado de Salud Animal en tu estado. No es conveniente intentar controlar a los vampiros mediante métodos de exterminio. Lo mejor es llamar a personal especializado para identificar y eliminar a los vampiros, ya que los especialistas están capacitados y poseen el equipo adecuado para ese fin.

En [este sitio web](#) puedes encontrar más información al respecto.

Sin embargo, la manera más fácil, efectiva y económica de evitar que el ganado contraiga rabia paralítica es la prevención: existe vacuna contra esta enfermedad viral transmitida por el murciélagos vampiro. **¡Vacuna a tu ganado!**



**¡No nos mates
por favor!**



**Espejito espejito,
no seré el más bonito...
pero ayudo a polinizar
y tengo muchas plagas
por aniquilar**



Para saber más:

- Galindo J. 2020. No sabía: ¡los murciélagos son maravillosos!
Eco-Lógico 1(2): 119-123

[Click aquí](#)

Murciélago superior izquierda Amy Morffew, Creative Commons. Derecha superior, Rigel, Unsplash. Murciélago polinizador (inferior). Fotografía: NPGallery Digital Asset Management System

¿QUÉ TANTO SABES?

ECOLOGÍA HUMANA: TRANSFORMACIÓN DE ECOSISTEMAS NATURALES

Rogelio Macías Ordóñez

Red de Biología Evolutiva, INECOL · rogelio.macias@ineco.mx

Como cualquier otro ser vivo, los humanos formamos parte de los ecosistemas que habitamos; interactuamos con otras especies, y con nuestro entorno en general. Los efectos del medio sobre nosotros, y de nosotros sobre el medio, fueron por cientos de miles de años comparables a los de otros animales. Sin embargo, hoy día es innegable que **los efectos de nuestras actividades sobre los ecosistemas no tienen precedentes, en magnitud y velocidad, en la historia de la vida en la Tierra.**

1

¿Qué evento en la historia de la vida de nuestra especie en la Tierra se considera el detonador de una intensidad de transformación sin precedentes de los ecosistemas?

- a) Cuando aprendimos a utilizar el fuego.
- b) Cuando aprendimos a cultivar plantas y a domesticar animales.
- c) La "revolución industrial".

Respuesta

Respuesta: b) Cuando aprendimos a cultivar plantas y a domesticar animales.

Si bien hay registros de homínidos cercanos a nuestra especie (*Homo erectus*) manejando fuego hace más de un millón de años, el uso extenso e indiscutible del fuego por nuestra especie tiene al menos 300,000 años. El fuego sin duda nos da gran capacidad de transformación del medio, pero no hay ninguna evidencia de que su uso generara cambios profundos, permanentes y mucho menos globales en los ecosistemas, los cuales están expuestos a fuegos frecuentes aún sin la intervención de los seres humanos. La agricultura y la ganadería, sin embargo, surgidas hace entre 12,000 y 23,000 años según diferentes estimaciones, sí generaron transformaciones profundas y permanentes en los ecosistemas que habitamos. A partir del inicio de estas prácticas, se propició un cambio hacia costumbres sedentarias y, desde entonces, un incremento exponencial de la población humana. Cuando empezó el proceso de industrialización en Europa en el siglo XIX, grandes extensiones de ese continente, de Asia y de América ya se habían convertido a cultivos. Sin embargo, la mecanización industrializada de la agricultura en el último siglo aceleró mucho más la tasa de transformación de los ecosistemas naturales hacia zonas de cultivo



"El fuego, la agricultura, ganadería y la industrialización pueden ser agentes de transformación de ecosistemas naturales."

Imagen izquierda Kevin Monk, [AgWeb](#). Imagen derecha: Benita 5, Pixabay.

2

¿A qué velocidad aproximadamente transformamos ecosistemas naturales actualmente?

- a) 1 cancha de futbol cada 6 días
- b) 1 cancha de futbol cada 6 horas
- c) 1 cancha de futbol cada 6 segundos

¿Un partidito?



“La transformación de ecosistemas naturales se puede medir de muchas formas, una de ellas es la extensión de un campo de futbol.”

Campo de agricultura . Fotografía: Johannes Strötker, Pexels

Respuesta

Respuesta: c) 1 cancha de futbol cada 6 segundos.

Esta estimación se hizo a partir de fotos de satélite en 2019 solo para bosque tropical lluvioso; si incluyéramos destrucción de otros ecosistemas el área sería mayor. Haciendo los cálculos necesarios para ayudarnos a entender qué representa perder ecosistemas a esta velocidad podemos decir que cada año perdemos una extensión mayor que la de Bélgica (30, 689 km²) solo de bosques tropicales, y que en los últimos 50 años hemos reducido la extensión de estos bosques a menos de la mitad de los que teníamos originalmente. Si te llevó 10 minutos leer esta sección de trivia, en ese mismo tiempo se destruyó un área de bosque tropical equivalente a 100 campos de futbol.

3

¿Cuál es la actividad humana que más extensión de ecosistemas naturales transforma anualmente?

- a) El crecimiento de zonas urbanas.
- b) La agricultura y la ganadería.
- c) La minería y la extracción de hidrocarburos (petróleo, carbón, gas natural).

Respuesta

Respuesta: b) La agricultura y la ganadería.

La agricultura y la ganadería han transformado la mitad de la superficie habitable y cultivable, es decir, todas aquellas tierras que no están cubiertas por glaciares, roca expuesta o ecosistemas con condiciones climáticas extremas como desiertos muy secos o nieves perpetuas. Si bien hay grandes ciudades y cerca del 55% de los seres humanos habitan hoy en zonas urbanas, éstas representan apenas el 1% de la superficie habitable y cultivable del planeta, por lo que la urbanización no es un factor tan importante de transformación de ecosistemas naturales. La extracción minera y de hidrocarburos representa una fracción aún menor de la superficie terrestre, pero pueden tener importantes efectos contaminantes.



“La urbanización y la agricultura son agentes de transformación de ecosistemas naturales.”

Fotografía: Mateusz Sataciak, Pexels

La combustión de hidrocarburos para producir energía en menos de 100 años ha modificado las condiciones atmosféricas de forma probablemente irreversible ("cambio climático global"), pero no es una causa importante de pérdida de ecosistemas naturales. Sin embargo, las esperanzas de revertir los cambios climáticos resultado de su combustión recaen en gran medida en la capacidad de los ecosistemas naturales de capturar el carbono que hemos liberado a la atmósfera al quemar hidrocarburos. Por si fuera poco, el metano producido por las flatulencias de los millones de vacas que mantenemos para alimentarnos es otro importante gas responsable del cambio climático global.

4

¿A qué se destina la producción de la mayor parte de las áreas cultivadas en el planeta?

- a) A alimentarnos directamente.
- b) A alimentar ganado.
- c) A producción de biocombustibles.



"Una fracción de nuestros cultivos nos alimentan directamente, otra fracción alimenta a otros animales de los que a su vez nos alimentamos."

Ganado. Fotografías: Cottonbro, Pexels.

Respuesta

Respuesta: b) A alimentar ganado.

Si bien la producción de biocombustibles está en aumento, la proporción de áreas cultivadas con este propósito es aún muy baja. Pero, por otro lado, más de tres cuartas partes del área cultivada en el mundo se usa para alimentar ganado, ya sea como áreas de pastoreo, o para producir granos y forraje para alimentarlo. Sin embargo, este ganado nos suministra solo el 18% de las calorías y el 37% de las proteínas que consumimos en todo el mundo. Esto quiere decir que la mayor parte de las calorías (82%) y de las proteínas (63%) que consumimos la obtenemos directamente de las plantas que comemos, y que cultivamos en un área que ocupa menos de un cuarto del área total de los ecosistemas naturales que hemos destruido. El dominio del fuego hace cientos de miles de años nos permitió cocinar y así incorporar carne y otras fuentes de proteína animal a nuestra dieta, ya que ni nuestra dentadura ni nuestro aparato digestivo había evolucionado para procesar carne cruda. Sin embargo, hoy día, la tasa de consumo de proteína animal que sostenemos es tan alta que se ha convertido en el principal actor de destrucción de ecosistemas naturales.

5

¿La disminución de cuál de las siguientes actividades tendría el mayor beneficio para revertir el proceso de transformación de los ecosistemas naturales en el corto plazo?

- a) Reducir sensiblemente el consumo global de carne y otros productos animales.
- b) Reducir sensiblemente el uso de energía proveniente de la combustión de hidrocarburos.
- c) Evitar la tala ilegal y el tráfico de especies.



"El uso del fuego para cocinar nos permitió incorporar carne a nuestra dieta ya que ni nuestra dentadura ni nuestro aparato digestivo evolucionó para procesar carne cruda."

Grill y carne cruda. Fotografías: Алекке Блажин y Emre Vonal, Pexels.

Respuesta

Respuesta: a) Reducir sensiblemente el consumo global de carne y otros productos animales.

Reducir el uso de hidrocarburos como fuente de energía es indispensable para tratar de revertir el cambio climático, y este cambio puede tener efecto en la salud de los ecosistemas naturales. Por otro lado, la tala ilegal de áreas protegidas o el tráfico de especies también afecta a los ecosistemas naturales. Pero la magnitud del efecto de la agricultura dedicada a la producción de carne y otros productos animales es sin duda alguna la actividad que hoy día destruye más ecosistemas naturales. Por si fuera poco, y a pesar de lo que se podría creer, la proteína que recibimos de la carne y otros productos animales, como los lácteos y el huevo, no son nuestra principal fuente de proteína, y toda la proteína que recibimos de estos productos la sintetizaron antes las plantas con que luego alimentaron a los animales que consumimos. Para producir 1 gramo de proteína animal, se requieren 6 gramos de proteína vegetal, así que en el proceso de alimentar ganado para alimentarnos desperdiciamos 5 gramos de cada 6 gramos de proteínas producidas por plantas que cultivamos. Esto es preocupante si consideramos que para poder generar la proteína vegetal necesaria para alimentar al ganado hemos acabado con la mitad del área ocupada originalmente por ecosistemas naturales.



ACTÚA AHORA
COME MENOS CARNE

CADA GESTO A FAVOR DEL
MEDIOAMBIENTE CUENTA
¡REGISTRA EL TUYO HOY!

un.org/es/ActNow
#ActúaAhora



Para saber más:

- Hannah Ritchie y Max Roser (2013) "Land Use".
[Click aquí.](#)
- First evidence of farming in Mideast 23,000 years ago.
[Click aquí.](#)
- Hannah Ritchie y Max Roser (2018) "Urbanization".
[Click aquí.](#)

BIOTRIVIA

¡ENMASCARADAS DE LAS FLORES!

Dulce Rodríguez Morales

Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana

dulce.rodriguez.m@icloud.com



En la cultura popular mexicana la lucha libre es muy conocida, haciéndose notar incluso en la naturaleza. **Las siguientes imágenes bien podrían ser una máscara, parte del atuendo de un luchador; sin embargo, forman parte del cuerpo de:**

a) Una mariposa.

b) Una araña cangrejo

c) Un sapo



Respuesta:

b) Una araña cangrejo. Estos pequeños invertebrados pertenecientes a la familia Thomisidae (con 170 géneros), reciben este nombre común debido a su parecido anatómico con esos crustáceos y por la forma en que caminan rápidamente hacia los lados. Tienen los ojos arreglados en dos filas y los dos primeros pares de patas más robustas que las posteriores. No construyen telarañas para cazar insectos. En lugar de ello, **esperan pacientemente en la vegetación empleando una estrategia de acecho llamada "sienta y espera"**. Cazan principalmente en las flores, donde atrapan a los insectos que acuden a alimentarse de néctar y polen.

Muchas especies de estas arañas tiene la capacidad de mimetizarse con los colores de las flores, por lo que seleccionan flores con colores similares a los de su cuerpo. Excepcionalmente, algunas arañas pueden modificar el color de su cuerpo para hacerlo coincidir con el de las flores. Tal es el caso de *Mecaphesa dubia* que habita en diversas especies de plantas en las Costas del Golfo de México y presenta una gran diversidad de colores (polimorfismo), como se puede apreciar en las siguientes imágenes (Figuras 1-3)



Figura 1



Figura 2



Figura 3 (Figuras 1-3). Arañas *Mecaphesa dubia* sobre las flores de *Palafoxia lindeni* (clavelillo de playa) una planta que sólo crece en las playas del Golfo de México. Fotografías: Dulce Rodríguez-Morales

Las arañas cangrejo a pesar de habitar en las flores no tienen un efecto negativo en la polinización, ya que son depredadoras generalistas. Incluso, en algunas ocasiones se ha demostrado que pueden ayudar a controlar algunos insectos que dañan las flores, consumiendo los pétalos y a las estructuras reproductivas (anteras y estigmas)

Abeja capturada por una araña cangrejo en la playa de La Mancha, Veracruz Fotografía: Dulce Rodríguez-Morales



Esta araña es casi tan fuerte como yo. ¡No me gustaría ser su presa!



PARA SABER MÁS:

- *Mecaphesa dubia*. [Click aquí.](#)
- *Palafoxia lindenii*. [Click aquí.](#)
- World Spider Catalog. [Click aquí.](#)



Araña *Mecaphesa dubia* sobre las flores de *Palafoxia lindenii* (clavelillo de playa) una planta que sólo crece en las playas del Golfo de México. Fotografías: Dulce Rodríguez-Morales

BELLEZA: PERFECTAMENTE IMPERFECTA

Méndez Farías

pablomendezcontacto@gmail.com

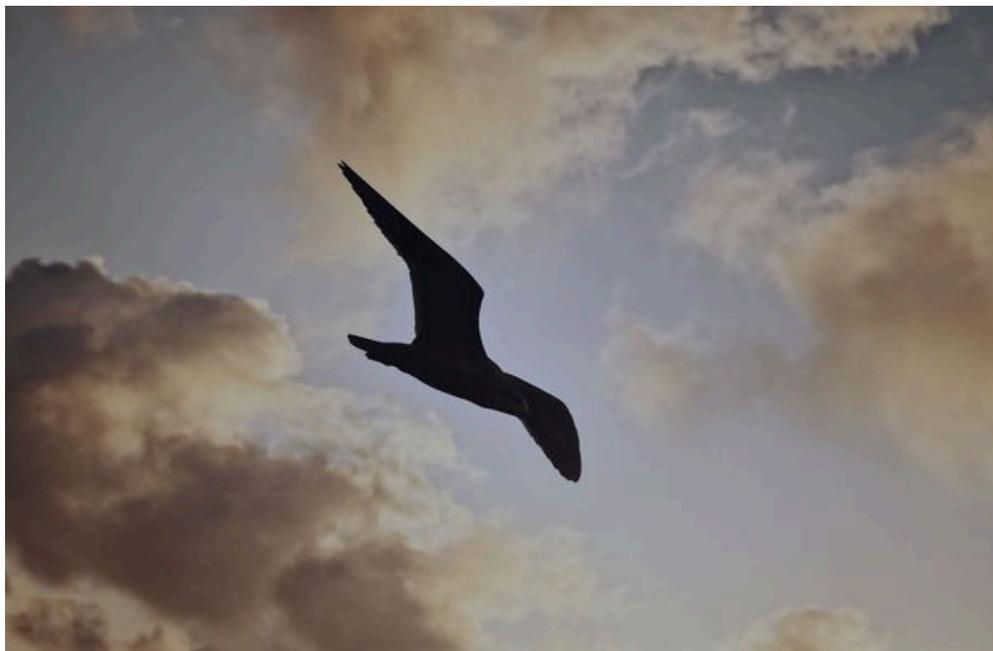


El dueño del muelle b/n. Fotografía: Méndez Farías

Con el transcurso de los años tras escuchar el repetido e incansable abrir y cerrar del obturador de la cámara, me fue necesario detenerme detrás del lente para averiguar qué trataba de transmitir con mis fotografías. **La belleza, la estética, lo imperfectamente perfecto que la vida nos otorga.**

Las personas y la naturaleza; dos antónimos que coexisten, mi mayor objeto de estudio hasta el momento; **retratar su pureza, su esencia, capturar su alma se ha convertido más que en una pasión, en una necesidad.**

Todo esto para crear una emoción, un vínculo con el cual todo aquel que vea mi trabajo, se pueda sentir de alguna manera identificado o atraído a ella, porque la belleza, es más fuerte que cualquier otro sentimiento.



Ave Renacentista.
Fotografía: Méndez Fariás



Cascada de Texolo
Fotografía: Méndez Fariás



Raíces.

Fotografía: Méndez Fariás



Gigantes.

Fotografía: Méndez Fariás



Adriana b/n.
Fotografía: Méndez Fariás

ANÉCDOTAS DE BOTAS Y BATAS

Fotografía p. 91 y 92, Andrew Neel, Pexels



Un biólogo espantado en Los Tuxtlas*

*a la memoria de Doña Mila, alvaradeña de finos albures, de muy buen humor, corazón y sazón, quien siempre hizo muy placenteras y nutritivas mis estancias en la Estación durante el trabajo de campo en Los Tuxtlas.

Javier Laborde · Red Ecología Vegetal, INECOL · javier.laborde@inecol.mx



Por fin había terminado de coleccionar las trampas en el potrero, pero ya era muy tarde y la noche se venía encima rápidamente. Saqué mi linterna de la mochila sobre la que tenía amarrados tres costales llenos con las trampas de hojarasca coleccionadas, que no pesaban pero sí estorbaban por voluminosos. Una vez en el camino, me faltaban 45 minutos más de caminata para llegar a la Estación de Biología Tropical, Los Tuxtlas. Tenía que apretar el paso si no quería quedarme sin cenar, pues la cocinera, Doña Mila cerraría el comedor a la hora indicada. **Al salir del potrero hacia el camino, tropecé y el golpe fundió el bulbo de mi linterna.** En ese entonces no había celulares y mi linterna era de esas con forma de tubo que había que sujetar con la mano.

A oscuras y abrumado por no saber cómo iba a regresar a ciegas, miré mi reloj prendiendo su lucecita para ver la hora, y noté con alivio que esa insignificante lucecita iluminó el piso a mi alrededor y comencé a caminar lo más rápido que pude, prendiéndola intermitentemente para no agotar la pila.

Escuché el ruido del río que más adelante cruzaba el camino, lo que me indicó que llevaba apenas una tercera parte del recorrido. Apreté el paso prendiendo con mayor frecuencia la lucecita, y a cada paso el sonido del agua proveniente del río era más fuerte.



Recordé entonces una conversación sobre chaneques con Sergio Guevara, mi director de tesis. **Con el mismo aplomo y seguridad con la que describía la dinámica ecológica de la selva, me habló de estos seres como espíritus traviesos que atraían a las personas hacia el interior de la selva para perderlas.** Tenían la estatura y cara de un niño y solían aparecer cerca de los ríos al anochecer. Agregó que tales relatos forman parte de la cosmogonía de los pobladores de las selvas mexicanas desde épocas prehispánicas. Justo al pasar por donde el río cruzaba por debajo del camino, el ruido del agua era muy fuerte y producía sonidos complejos. De pronto sentí un frío intenso en mi espalda que subía desde los omóplatos hacia la nuca erizándome los vellos.



Escuché entonces a mano derecha muy cerca, una voz de niño quien gritó fuerte y claramente mi nombre: "¡Javier!" lo que me dejó petrificado. Reaccioné a los pocos segundos y le grité al niño que se dejara de bromas y mejor me prestara una linterna para regresar a la estación, pues yo solo tenía la ridícula lucecita de mi reloj. Pensé o más bien deseé, que el artífice de la broma fuera el hijo de ocho años de Zeferino, ejidatario que nos permitía trabajar en su potrero. Pero no hubo respuesta, solamente el ruido del agua. Entonces me regañé por dejarme sugestionar y recuperé forzosamente la calma para seguir avanzando, convenciéndome de que el cansancio y la ansiedad fueron la causa de la alucinación auditiva en el ruidoso río. **Cinco pasos más adelante volví a escuchar con mayor claridad el grito: "¡Javier!" proveniente del mismo sitio, y unos segundos después se repitió dos veces: "¡Javier, Javier!", pero esta vez del lado izquierdo del camino y más cerca de mí.**

Inmediatamente, mi cuerpo reaccionó tomando el control; mis caderas, muslos y rodillas por sí solas se dieron a la carrera. Despairadamente corrí sin parar y sin cansancio, gracias a la adrenalina.

Después de un buen rato y varios tropezones, llegué a la entrada de la estación de la UNAM; todavía no sé cómo, pero lo logré. Entré y de un solo salto brinqué varios escalones de la escalera que subía al comedor, y me desplomé sobre ella acostándome sobre los costales, como si fueran un colchón. Boca arriba y con los ojos cerrados, escuché arriba de mí una voz familiar, la del vigilante nocturno de la estación, quien dijo: "Biólogo Laborde, por fin apareció. Doña Mila está molesta porque ya es tarde y si no llega usted ahorita al comedor, se tendrá que ir a dormir con la panza vacía". Abriendo mis ojos pregunté, "¿oiga pues qué hora es?" y me aclaró que en menos de tres minutos cerraba el comedor.

Más vale aquí corrió que aquí quedó



Está pálido, joven



Quedé estupefacto pues había logrado cubrir el recorrido en menos de 45 minutos, impulsado por el susto. El vigilante agregó, "Biólogo, trae la cara desencajada y más blanca que un pambazo, como si lo hubiera espantado un chaneque". A lo que respondí sin pensar, "¡que chaneque ni que ocho cuartos! Lo que sucedió es que se fundió mi linterna desde hace rato y me asustó la posibilidad de toparme a oscuras con asaltantes en el camino". Enseguida me incorporé de un salto y me despedí diciendo que tenía que correr para no hacer enojar más a Doña Mila y poder cenar. Por supuesto, mi respuesta no convenció al vigilante, quien en esos momentos estaba seguro de que yo era un Biólogo espantado!

Hasta la fecha, en mi cabeza coexiste un conflicto no resuelto. Uno de mis hemisferios cerebrales me dice que el cansancio por el extenuante trabajo de campo y la angustia de quedarme a oscuras sin linterna propiciaron que me sugestionara e imaginara la voz gritando mi nombre junto al río. Ésta es por supuesto la versión que quiero creer como científico. Sin embargo, **mi otro hemisferio me advierte que nunca más vuelva a caminar solo por la noche en Los Tuxtlas, ni en ninguna otra selva.** Pero además, me recuerda que si vuelvo a encontrarme en una situación similar, entonces debo quitarme la camisa para ponérmela al revés, ya que según los lugareños esto confunde y ahuyenta a los chaneques.

Lección aprendida, nunca repetida.



Ilustraciones elaboradas por Vinisa Romero con elementos obtenidos de canva.com

Sobre los chaneques

Figura 1. Chaneque de barro. En náhuatl son llamados "ohuican chaneque": los que habitan en lugares peligrosos. Se trata de seres que habitan las selvas, cuidan de los manantiales, árboles y animales. Suelen tener aspecto de niño y son espíritus traviesos.



Figura 1

Figura 2. Trono. Preclásico Temprano. Loma del Zapote. Potrero Nuevo, Ver. Museo de Antropología de Xalapa. Foto: Rafael Donez / Raíces.

Es probable que los dos personajes, de baja estatura que soportan la parte superior sean chaneques, que según los mitos mesoamericanos, habitaban en cuevas o en lugares selváticos o acuáticos, y eran ayudantes de Tláloc



Figura 2

ECONOTICIAS

Fotografía: Ono Kosuki, Pexels



Avisos



Invitación al VIII Congreso Mexicano de Ecología

VIII Congreso Mexicano de Ecología
Sociedad Científica Mexicana de Ecología



22-27 de mayo de 2022
Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México

Aportes para la Resiliencia Socioecológica



Comprender el origen y evolución de la biodiversidad y los ecosistemas que ésta conforma sigue siendo un gran desafío para los ecólogos. Además, los efectos antrópicos (sociales, culturales y económicos) añaden una enorme complejidad a la tarea urgente de conservación y restauración.

La reunión en Oaxaca, dará lugar a la participación de estudiantes y académicos, para abordar temas de investigación básica y aplicada en ecología, con énfasis en la resiliencia de los sistemas socioecológicos que emergen de la interacción de los seres humanos y la naturaleza. Esto es, sobre el conocimiento de la estructura, dinámica y funcionamiento de los ecosistemas, así como de la restauración, ordenamiento y aprovechamiento sustentable de estos, considerando los efectos de los factores sociales, culturales y económicos. Además de los enfoques tradicionales, serán bienvenidas las contribuciones transdisciplinarias.

La reunión ofrecerá un rico programa que incluirá conferencias magistrales, simposios, sesiones orales y de carteles, además de otras actividades como talleres, mesas redondas, presentaciones de libros, cursos para el desarrollo de capacidades, reuniones de comités y sesión plenaria. También habrá excursiones para visitar maravillosos ecosistemas naturales y económicos, manejados por pobladores, y diversos sitios arqueológicos. Tendremos actividades de divulgación para el público en general, tales como: conferencias, exposiciones de fotografías, cafés científicos y cine comentado sobre temas de ecología y sociedad.

Conoce más detalles en: <https://www.congresoecologia.org> y <https://scme.mx>



DA CLICK SOBRE LA LIGA



El Instituto de Ecología A.C. (INECOL) convoca a estudiantes y profesionistas interesados en participar en el proceso de selección 2022, para realizar estudios de Maestría o Doctorado en Ciencias con enfoques de investigación básica y aplicada en las áreas de Biodiversidad, Biotecnología, Conservación, Ecología, Evolución, Manejo de Recursos Naturales o Sistemática; con interés en estudios a Nivel Molecular, Individuos, Poblaciones, Comunidades, Ecosistemas y Paisajes.

Postúlate aquí



Con mucho orgullo les comunicamos que: la Dra. Fabiola López Barrera, investigadora de la Red de Ecología Funcional del INECOL, ha sido la ganadora del #PremioANUIES2021 en la modalidad de Innovación en la práctica docente de la Región Sur-Sureste.

Este premio reconoce su labor en la coordinación e impartición de cursos de posgrado, especialmente por la innovación de programas de formación de capacidades en línea con impacto en estudiantes de toda Iberoamérica. Las principales temáticas abordadas están relacionadas con la recuperación de los beneficios que proveen los ecosistemas y cómo restaurarlos por lo que en la Década de la Restauración es un tema de gran relevancia para México y el mundo. Muchas felicidades a la Dra. López-Barrera así como a todo el equipo de trabajo del INECOL - Instituto de Ecología, A.C. y la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas.

#OrgulloINECOL



**Premio ANUIES 2021 a la innovación
en la práctica docente**



A background image of a graduation ceremony at sunset. Silhouettes of graduates are seen from behind, many with their arms raised and caps tossed into the air. The sky is a mix of orange, yellow, and purple. A large, dark blue, scalloped-edged shape is centered over the image, containing the main title and dates.

ESTUDIANTES GRADUADOS EN INECOL

22 de septiembre
a 17 de diciembre, 2021

Graduados. Fotografía: Baim Hanif, Unsplash

¡MUCHAS FELICIDADES!

Díaz García, Juan Manuel

Doctorado en Ciencias

Tesis: Evaluación de tres grupos faunísticos como indicadores del éxito de la restauración del bosque de niebla

Directores: Dra. Fabiola López Barrera y Dr. Eduardo Octavio Pineda Arredondo

Sánchez Higuero, Lorena Elisa

Doctorado en Ciencias

Tesis: Funcionamiento ecohidrogeoquímico de humedales herbáceos del ANP Ciénega del Fuerte

Directores: Dra. María Elizabeth Hernández Alarcón y Dra. Patricia Moreno-Casasola Barceló

Pérez Landa, Irving David

Doctorado en Ciencias

Tesis: Aumento de la fotoestabilidad del insecticida spinosad a través de su encapsulación en polímeros biodegradables

Directores: Dr. Felipe Barrera Méndez y Dr. José Luis Olivares Romero



Couttolenc Brenis, Edgar

Doctorado en Ciencias

Tesis: Efecto del uso de portainjertos resistentes en injertos susceptibles de café (*Coffea arabica* L.) en respuesta a la infección de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)

Directores: Dr. Martín Mata Rosas y Dr. Alfonso Méndez Bravo

Teodosio Faustino, Isaac Azrael

Maestría en Ciencias

Tesis: Redes de interacciones ecológicas planta-ave: un enfoque multicapas

Director: Dr. Wesley Francisco Dáttilo Da Cruz



Saldivar Sánchez, Ángel Emmanuel

Maestría en Ciencias

Tesis: Estudio taxonómico de hongos de la familia Boletaceae (Boletales) asociados a relictos del encinar tropical en el centro de Veracruz, México

Director: Dra. Leticia Montoya Bello

Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:



117

Artículos



238

Autores



16, 291

Lectores



7

Números
publicados



44

Redes académicas e
instituciones externas
(13 INECOL, 31 externas)



36

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 ya nos leen



[Click aquí para ampliar imagen](#)

México, Colombia, Perú, Ecuador, EUA, Argentina, Costa Rica, Brasil, Guatemala, Chile, Venezuela, España, Bolivia, Panamá, Uruguay, Canadá, El Salvador, Francia, Honduras, Sudáfrica, Rep. Dominicana, Alemania, Finlandia, Paraguay, Australia, U.K., Bélgica, Cuba, Nicaragua, Israel, India, Italia, Luxemburgo, Mozambique, Países Bajos, Puerto Rico, Singapur

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE
Eco-Lógico

Fotografía: Pixabay.com, Pexels

Eco-Lógico, año 2, volumen 2, No. 4, octubre - diciembre (invierno) 2021, 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 electrónico en trámite, 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, 16 de diciembre de 2021.