



SOCIEDAD CIENTÍFICA  
MEXICANA DE ECOLOGÍA

Publicación mensual / ISSN-e:2022-en trámite

**BOLETÍN** de la SCME

Volumen 2 / Número 7 / agosto 2022



# CONTENIDO

## **P. 4** SOBRE LA PUBLICACIÓN

- **Información general y comité editorial**

## **P. 6** AVISOS

- **Proceso de elección para el nuevo Consejo Directivo de la SCME 2022-2024**  
Convocatoria y envío de propuestas
- **Conferencias de agosto**  
Segundo ciclo de conferencias de ecología para estudiantes de secundaria y preparatoria
- **Conferencias de septiembre**  
Segundo ciclo de conferencias de ecología para estudiantes de secundaria y preparatoria

## CONTRIBUCIONES SOBRE ECOLOGÍA DE LAS INTERACCIONES BIÓTICAS

### **P. 12** • **Editorial: Ecología de las interacciones bióticas**

Germán Ávila Sákar

### **P. 14** • **Interacciones bióticas**

Alberto Búrquez

### **P. 22** • **Más allá de las rosas: las gesneriáceas y sus polinizadores**

Erandi Ramírez Aguirre

### **P. 30** • **Atracción fatal: los aromas de las plantas carnívoras**

Eduardo Cuevas y Yesenia Martínez Díaz

### **P. 36** • **Interacción entre chapulines silvestres y un hongo utilizado como bioinsecticida**

Silvina Monge Rodríguez, Eleonor Cortés López, Renata Cao de la Fuente, Carla Garza Lombó, Carlos Enrique Chávez Solís, Zenón Cano-Santana, Iván Castellanos-Vargas

### **P. 48** • **Los conejos: arquitectos de la naturaleza**

Georgina Fortis-Fernández, Yury Glebskiy y Zenón Cano-Santana

### **P. 58** • **Las plantas parásitas y sus hospederos: una interacción compleja y menospreciada**

Mónica E. Queijeiro-Bolaños, Israel G. Carrillo-Ángeles y Zenón Cano-Santana

### **P. 68** • **Biodiversidades vemos, interacciones no sabemos**

Eduardo Mendoza Ramírez

### **P. 74** • **El Desierto Chihuahuense, un escenario de múltiples interacciones entre especies**

Angela A. Camargo Sanabria y Jesús A. Fernández

## **P. 84** **NORMAS EDITORIALES**

- **Información para autores**

## **P. 88** **MEMBRESÍA**

- **Beneficios para socios**

Da click sobre la página que deseas leer o descargar



**BOLETÍN** de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología  
Órgano oficial de difusión de la SCME



El *Boletín de la SCME* es el órgano oficial de difusión de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología (SCME). Es, también, el vehículo principal de la disseminación del conocimiento ecológico de la SCME hacia todo público interesado y servirá como medio de intercambio de descubrimientos, ideas e inquietudes sobre ecología, particularmente enfocándose en la actividad científica que se realiza en México.

El *Boletín de la SCME* es una publicación de divulgación sobre la ciencia de la ecología y temas afines. Los contenidos publicados en el *Boletín* son de absoluta responsabilidad de los autores y no comprometen al Comité Editorial ni a la Sociedad Científica Mexicana de Ecología. Con diez números por año, el *Boletín de la SCME* es editado y publicado por la Sociedad Científica Mexicana de Ecología ([scme.mx](https://scme.mx)). Se autoriza la reproducción parcial o total del trabajo citando apropiadamente la(s) fuente(s) y autor(es) respectivos.

Este boletín está impulsado por el Programa de Fortalecimiento de Actividades Vinculadas con la Promoción, Difusión y Divulgación de las Humanidades, Ciencias, Tecnologías y la innovación para Academias y Sociedades Científicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

**BOLETIN DE LA SCME**, año 2, No. 7, agosto 2022, es una publicación mensual editada por la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, con domicilio en calle Cipreses, carretera federal México-Cuernavaca, No. 23.5, Colonia San Andrés Totoltepec, C.P. 14400, Tlalpan. Tel. (55) 56229005, Página web: <https://scme.mx/boletin-de-la-scme/> Editor responsable: **Germán Ávila Sákar**. Reserva de Derechos al Usos Exclusivo No. **04-2022-070717032400-102**, ISSN: en trámite; ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de actualización de este Número, Vinisa Romero, calle Cipreses, carretera federal México-Cuernavaca, No. 23.5, Colonia San Andrés Totoltepec, C.P. 14400, Tlalpan. Tel. (55) 56229005, fecha de última modificación, marzo 2023.

Publicación electrónica periódica de la  
**Sociedad Científica Mexicana de Ecología**

Año: 2022

Volumen: 2, Número: 7 · agosto

Diseño editorial: Comité Editorial

Asistente de diseño y página web: Vinisa Romero

Asistente Editorial: Franceli Macedo Santana

En portada: a) Tlacuache (*Didelphis virginiana*) en las inflorescencias de *Agave cupreata* en la región de Villa Madero, Michoacán. Fotografía: Rosario Arreola Gómez.

### Comité editorial

#### Editor-Jefe

Germán Ávila Sákar

#### Editoras y editores

Martha Bonilla Moheno

Ek del Val de Gortari

Arturo Flores Martínez

Mario González Espinosa

Miguel Martínez Ramos

Angelina Martínez Yrizar

Juan Jacobo Schmitter-Soto

Ileri Suazo Ortuño

### Consejo Directivo SCME 2020-2022

Ileri Suazo Ortuño

Miguel Martínez Ramos

Ek del Val de Gortari

Mayra Gavito Pardo

Julieta Benítez Malvido

Miguel Equihua Zamora

Karina Mariela Figueroa Mora



Regresar al índice

## AVISOS

## Proceso de elección para el nuevo Consejo Directivo de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología 2022-2024

Estimada membresía, después de haber concluido el proceso de elección para conformar la Comisión de Elección encargada de recibir las propuestas del nuevo Presidente(a) y Vicepresidente(a) de la SCME fueron designados como parte de dicha comisión el Dr. Eduardo Mendoza Ramírez, la Dra. Clementina González Zaragoza y la Dra. Martha Bonilla Moheno. La Comisión de Elección recibirá las propuestas para Presidente y Vicepresidente, entre el 1 y el 30 de octubre de 2022. Cada fórmula propuesta deberá contener el nombre de un candidato o candidata a la Presidencia y el nombre de un candidato o candidata a la Vicepresidencia de la Sociedad.

El envío de propuestas para Presidente y Vicepresidente se recibirán a través del correo electrónico [soc.mex.ecol@gmail.com](mailto:soc.mex.ecol@gmail.com)

Convocatoria: <https://scme.mx/>



Segundo ciclo de conferencias de ecología para estudiantes de secundaria y preparatoria

### CONFERENCIAS DE AGOSTO 2022

10:00 - 11:00 HRS



¿Cómo afecta el cambio climático a los insectos?

Dra. Mariana Abarca Zama



¿Cómo las semillas se mueven y los animales les ayudan?

Dra. Ellen Andresen



Si no puedes conectarte en vivo, el video está disponible en:



Segundo ciclo de conferencias de ecología para estudiantes de secundaria y preparatoria

### CONFERENCIAS DE SEPTIEMBRE 2022

10:00 - 11:00 HRS



¿Qué pueden hacer los animales para vivir en un mundo más caliente?

Dra. Ángela Andrea Camargo Sanabria



¿Frijoles negros o bayos? origen y diversidad de los frijoles

Dra. Vania Jiménez Lobato



¿Cómo podemos apoyar el buen manejo de los bosques?

Dra. Patricia Gerez Fernández



La simbiosis en el mundo marino

Dra. Ariadna Esmeralda Ávila García



Si no puedes conectarte en vivo, el video está disponible en:



Regresar al índice

**CONTRIBUCIONES SOBRE ECOLOGÍA  
DE LAS INTERACCIONES BIÓTICAS**

## EDITORIAL

## Ecología de las interacciones bióticas

Germán Ávila Sákar

Department of Biology, The University of Winnipeg, Manitoba, Canada

Las interacciones entre organismos son parte de la vida y ocurren porque al menos uno de los organismos involucrados en una interacción se beneficia o resulta perjudicado en términos de supervivencia (e.g., mediante la obtención de alimento) o reproducción – los dos componentes de la adecuación de los individuos. La ecología de las interacciones bióticas se enfoca en el estudio de las interacciones entre organismos que determinan su distribución y abundancia. Las interacciones entre organismos de la misma especie son objeto de estudio de la ecología de poblaciones y de la conducta. El estudio de las interacciones entre individuos de diferentes especies incluye los enfoques poblacional, de comunidades y evolutivo.

A pesar de lo mucho que se ha descubierto y el nivel de detalle que conocemos sobre ciertas interacciones, los procesos que las generan, su persistencia en diferentes ambientes y su repetida evolución en diversos linajes, quedan vacíos de conocimiento importantes. La colección de contribuciones que aquí se presenta ilustra la variedad de estudios y el tipo de preguntas que se hacen en este campo del conocimiento.

Para comenzar, Búrquez presenta una excelente introducción al tema de las interacciones bióticas para luego enfocarse en las interacciones entre especies. Considerando pares de especies, las interacciones pueden visualizarse en un plano dado por el continuo entre dos extremos del resultado de la interacción para cada especie. Dependiendo del grado de beneficio o perjuicio para cada especie, la interacción puede ser “más mutualista” o “más comensalista” o “más de depredación”. Además, esto puede cambiar con el tiempo, lo que resalta la perspectiva dinámica y evolutiva en los estudios de las interacciones bióticas.

La contribución de Ramírez introduce el tema de la polinización y presenta ejemplos de su estudio en una familia de plantas bastante desconocida (Gesneriaceae), excepto para algunos entusiastas de las plantas de ornato. Cuevas y Martínez presentan un problema que podría presentarse en las plantas carnívoras: cómo atraer polinizadores sin que estos caigan en sus hojas-trampa y se conviertan en su alimento. La respuesta tiene que ver con detalles de la producción y emanación de compuestos orgánicos volátiles, algunos de los cuales los humanos detectamos como olores.

Un par de artículos tratan de parasitismo. Castellanos y colaboradores presentan un estudio del parasitismo de chapulines silvestres por hongos que, entre otras cosas, contribuye a explorar las especies de hongos que podrían usarse como control biológico de chapulines en campos agrícolas. Más adelante, Quejeiro-Bolaños y colaboradores presentan una interacción menos conocida: el parasitismo de unas plantas por otras. Las plantas parásitas parecen especializarse en atacar tallos o raíces y algunas no han perdido su capacidad fotosintética. Los autores aclaran algunos malos entendidos sobre los muérdagos y nos ayudan a entender estas interacciones en un contexto más amplio que incluye artrópodos y aves.

Las últimas tres contribuciones incluyen perspectivas de comunidad, ecosistemas o hasta global en el estudio de las interacciones bióticas. En su contribución, Fortis-Fernández y colaboradores argumentan que los conejos deben considerarse “arquitectos de la naturaleza”, ya que su alto consumo de tejido vegetal afecta importantemente los ecosistemas donde habitan. Dichos efectos se deben tanto a la remoción de tejido fotosintético como contribución al reciclaje de nutrientes mediado por la defecación del material no digerido. Los autores enfatizan la importancia de las perspectivas poblacional y ecosistémica y presentan en detalle un caso de estudio en el Pedregal de San Ángel.

Mendoza llama nuestra atención a la pérdida de interacciones que se da con la extinción de especies. Contrasta los avances en ciertas áreas del conocimiento de la biodiversidad con lo poco que se conoce de otros aspectos, desde el número de especies en el planeta hasta las interacciones que se dan entre las especies de una comunidad.

Por último, Camargo y Fernández presentan una revisión bibliográfica sobre las interacciones entre mamíferos en el Desierto Chihuahuense. Los autores resaltan la gran biodiversidad de los desiertos, y en particular, la alta diversidad de mamíferos de este desierto. En su revisión, los autores encontraron que la depredación es crucial en la estructuración de las comunidades de zonas áridas.

Los temas y las perspectivas abordadas en esta colección temática constituyen un botón de muestra de la investigación y el conocimiento sobre interacciones bióticas que se ha generado en México. Espero que la lectura de estas contribuciones motive a nuestro público lector a indagar más sobre el tema.


[Regresar al índice](#)



1. Sitio de alta densidad de pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*) en el Desierto Sonorense. Fotografía: Alberto Búrquez

# Interacciones bióticas

Alberto Búrquez

Instituto de Ecología, Estación Regional Noroeste del Instituto de Geología, UNAM - Campus Hermosillo, Hermosillo, Sonora

## Resumen

Se presenta una breve revisión de todas las posibles relaciones entre pares de especies: desde las de carácter antagonista que reducen la fecundidad y la sobrevivencia de las especies interactuantes, hasta las mutualistas donde una y otra especie resultan beneficiadas. El estudio de las interacciones poblacionales es el punto de unión entre el caso más simple donde se considera solamente una especie (interacción intraespecífica) y la comunidad biológica más sencilla (interacción interespecífica entre dos especies); todo ello en un contexto de biología evolutiva. Se destaca que las interacciones bióticas no son categorías inmutables sino patrones que están en continuo cambio. Los procesos evolutivos eventualmente determinan el sentido y la magnitud de las interacciones.

## Palabras clave

comensalismo, competencia, depredación, herbivoría, mutualismo, parasitismo

Los organismos existen en un contexto de interacciones tanto con sus congéneres (para reproducirse, protegerse, socializar) como con individuos de otras especies (para alimentarse o usar el espacio). Las interacciones entre organismos de diferentes especies se han clasificado en seis tipos según sus efectos en la densidad y/o fecundidad de las especies interactuantes (Tabla 1). Estos dos parámetros poblacionales determinan si una población crece, se mantiene estable o decrece a través del tiempo.

**Tabla 1.** Tipos de interacciones bióticas entre dos especies. El símbolo + indica una interacción positiva, el - una negativa, y el 0 ausencia de interacción detectable.

Especie A	Especie B	Resultado	Interacción
+	+	Ambas especies ganan	<b>Mutualismo</b>
-	-	Ambas especies pierden	<b>Competencia</b>
+	-	Una especie gana y la otra pierde	<b>Depredación</b> (depredación sensu stricto, parasitismo, herbivorismo)
+	-	Una especie gana y la otra pierde	<b>Parasitismo</b>
+	0	Una especie gana y la otra es neutral	<b>Comensalismo</b>
-	0	Una especie pierde y la otra es neutral	<b>Amensalismo</b>

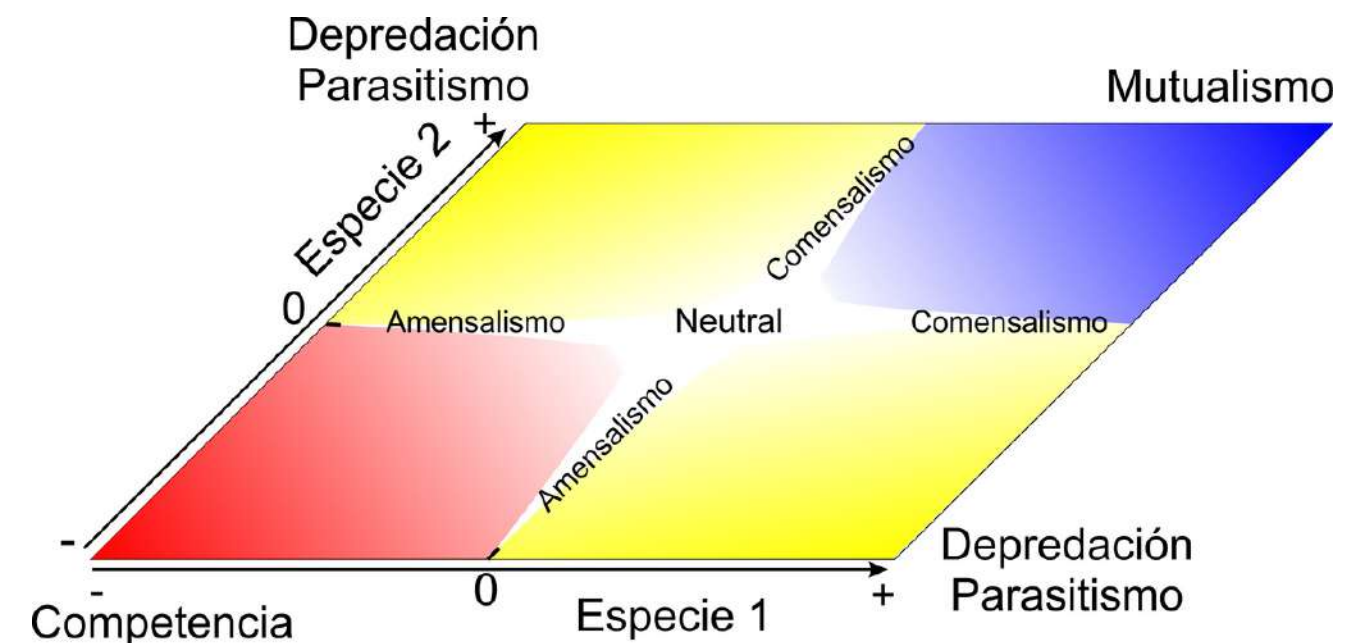


Las interacciones bióticas son el elemento central de la teoría ecológica moderna, pueden darse entre individuos de una sola población (**intra-específicas**), o entre individuos de diferentes especies (**inter-específicas**). La competencia intraespecífica está directamente asociada con la densidad de la población. Esto ocasiona que el crecimiento poblacional sea exponencial a bajas densidades y nulo a altas densidades produciendo lo que se conoce como crecimiento logístico. En contraste, en las interacciones interespecíficas, se producen cambios evolutivos recíprocos entre las especies que en algunos casos producen auténticos microcosmos (como en el tracto digestivo de muchos animales). En este breve ensayo nos referiremos sólo a las interacciones interespecíficas.

Las interacciones entre dos especies van desde la cooperación hasta la competencia. En el primer caso, las especies presentan mayor supervivencia y reproducción en presencia de la otra especie; el segundo caso es lo opuesto. Algunas interacciones son fácilmente identificables. Aquellas entre los polinizadores y las flores son ejemplos paradigmáticos. Los polinizadores derivan un beneficio de las flores (obtienen néctar y polen), y las plantas usan a los polinizadores como vectores de sus gametos (transfieren el polen de una flor a otra). Otras interacciones, como la depredación, representan una relación trófica o alimenticia. Por ejemplo, los leones ganan alimento (y adecuación) al capturar una presa que, al morir, no puede dejar descendencia – interacción descrita por el poeta inglés Alfred Tennyson como “la naturaleza, roja en dientes y garras” (*Nature, red in tooth and claw*). El parasitismo es más sutil pues, en éste, el depredador no mata (necesaria o inmediatamente) a las presas. El huésped (el parásito), deriva un beneficio tomando pequeñas porciones del hospedero (la especie parasitada). El parasitismo y la herbivoría son análogos; las vacas sólo comen pequeñas porciones de cada planta. En este sentido, al igual que los ectoparásitos (como los hematófagos), la mayoría de los herbívoros son generalistas que se alimentan de muchas especies de plantas. Sin embargo, existen casos de estrecha dependencia. Los pandas sólo comen bambú, los koalas, hojas de eucalipto, y muchas especies de insectos tienen relaciones tróficas muy estrechas con algunas plantas. Una obligada dependencia es común entre los endoparásitos que requieren de hospederos específicos—los hospederos primarios—con los que han coevolucionado por residir en su interior al menos durante una porción de su ciclo vital. Los hospederos secundarios pueden albergar al parásito como un vector comensal (los plasmodios y los mosquitos *Anopheles*) o como un parásito accidental (los nemátodos de peces pueden producir un cuadro agudo de parasitosis en humanos).

Al igual que la depredación y el parasitismo, las otras interacciones bióticas comprenden desde asociaciones muy específicas derivadas de una estrecha coevolución, hasta relaciones difusas y difíciles de caracterizar que incluyen relaciones entre plantas y animales, entre dos especies de animales, y entre plantas y plantas. El ciertos contextos espaciales y temporales,

lo que aparentemente son parasitismos resultan ser mutualismos, y estos pueden fácilmente transitar (evolutivamente) hacia la competencia o el parasitismo. Por ejemplo, en el Neotrópico, los tordos gigantes (*Molothrus oryzivorus*) ovipositan en los nidos de otros ictéridos, como las oropéndolas y caciques. Por esa razón, las oropéndolas son sumamente agresivas contra los tordos. La supervivencia de las crías de las aves parasitadas disminuye, pues incurren en costos de alimentación y desarrollo de las crías del tordo. Sin embargo, cuando las aves parasitadas presentan cargas elevadas de tórzalos (moscas que producen grandes ectoparásitos subcutáneos llamados “colmoyotes” en México), desaparece la agresividad y las camadas mixtas de oropéndola con tordos sobreviven mejor, ya que estos últimos mantienen limpio el nido, y devoran los huevecillos de tórzalo y cualquier larva que intente penetrar las crías. Este caso ejemplifica la naturaleza cambiante de las interacciones bióticas que, más que representar categorías absolutas o dicotómicas, evidencian un continuo de interacción que puede transitar en diferentes direcciones y que es la base de la estructura de las comunidades biológicas (Figura 1). Este continuo de variación, propuesto por Haskell hace más de 70 años, ha recibido poca difusión a pesar de su fuerza conceptual.



**Figura 1.** Continuo de interacciones bióticas en el círculo de interacciones de Haskell. Los ejes representan un continuo de interacción desde más negativo a neutro a más positivo. Entre más intenso el color, la fuerza de la interacción y su especificidad es mayor.

En un extremo del espectro están las relaciones competitivas entre organismos, que actúan de manera directa alterando la conducta o acceso a los recursos en el caso de la competencia por interferencia, o de manera indirecta al afectar recursos comunes en la competencia por explotación. El sombreado entre plantas que crecen contiguas en un bosque y buscan la luz alterando de manera recíproca los patrones de crecimiento es competencia por interferencia, al igual que los buitres que muestran una clara dominancia jerárquica relacionada con el tamaño de los individuos de las diferentes especies. Los casos de competencia por explotación son también numerosos; basten dos ejemplos: uno, cuando un oso pardo pesca un salmón en el río reduce la cantidad de alimento para otros osos de manera indirecta, y otro, cuando las plantas, absorben agua y nutrientes en el suelo, disminuyen la cantidad que otras plantas pueden usar aun cuando no haya contacto entre sus raíces.

El estudio de la competencia, tanto intra- como interespecífica, permitió el desarrollo de un corpus teórico y empírico sobre el cual descansan la ecología y genética de poblaciones actuales. Los primeros modelos cuantitativos de las interacciones bióticas fueron propuestos por Lotka y Volterra con sistemas de competencia y depredación. Después, Georgy Gause, basándose en una serie de experimentos elegantísimos, propuso que dos especies no pueden persistir si compiten por un recurso limitado. Estos modelos cumplen ya 100 años y siguen siendo un referente teórico-conceptual para el planteamiento de preguntas de investigación asociadas al crecimiento poblacional, a la riqueza de especies en comunidades biológicas, al nicho ecológico y a otros muchos aspectos ecológicos y evolutivos. Sin embargo, el enorme énfasis que se le dio a las interacciones competitivas como responsables de la estructura poblacional y de las comunidades biológicas pospuso la modelación de otras interacciones, quizá más complejas, entre las que destacan los mutualismos. Un modelo propuesto por Bertness y Callaway en los años 1990 postuló que las interacciones positivas serían más frecuentes en sistemas con un elevado control ambiental, como los desiertos o los ambientes alpinos y árticos. En cambio, en sistemas más benignos, las interacciones negativas como la competencia serían la regla. Este modelo (y otros más relacionados con los mutualismos) ha sido refinado y ha generado teoría y datos que han clarificado la evolución de las interacciones positivas entre organismos: desde las relaciones estrictas como el caso de las especies de *Yucca* y sus polinizadores, las polillas de las yucas, hasta las relaciones positivas entre las plantas nodriza que cobijan bajo su copa a otras especies de plantas (y animales) en microhábitats más apropiados para la germinación, reclutamiento, crecimiento y reproducción que las zonas abiertas.

Las interacciones bióticas representan una arena rica en dientes y garras. Los polinizadores pueden convertirse en tramposos, como los visitantes florales que roban néctar sin efectuar la polinización, y las plantas que atraen a los polinizadores sin ofrecerles recompensa, como las orquídeas del género *Ophris* cuyas flores son copias casi perfectas de las hembras con las que algunas abejas macho copulan sin ganar ningún beneficio. Muchas plantas entre las que destacan las *Stapelias*, engañan a las moscas al producir flores con olor a carroña. Las moscas llevan el polen de flor en flor sin recibir recompensas y además depositan huevecillos que no podrán desarrollarse en las flores. Ya que los mutualismos involucran recursos costosos, los tramposos pueden beneficiarse al no invertir tiempo y energía en mantener la relación y presentan una ventaja en términos de selección natural. Por ejemplo, en el complejo sistema de mutualismo de polinización *Yucca*-polillas, al emerger durante la primavera, las hembras adultas—a pesar de que no se alimentan—visitan las flores y recolectan polen con sus partes bucales. Después, deliberadamente vuelan a otra planta donde eligen las flores receptivas. Verifican si la flor reúne condiciones adecuadas y, de ser así, depositan algunos huevecillos en el ovario. Después, colocan en el estigma el polen recolectado asegurando que se producirán muchas semillas; una parte de las semillas serán consumidas por las larvas en desarrollo. Al llegar al estado de pupa, caen al suelo donde se entierran para iniciar el ciclo el siguiente año. Este mutualismo representa una oportunidad de aprovechamiento por polillas que no recolectan polen ni polinizan las flores: polillas tramposas. Este fenómeno puede llevar a la disolución del mutualismo. Como conclusión dejo al lector el fértil terreno de estudio de entender cómo se generan, cómo se mantienen y bajo qué circunstancias se disuelven las interacciones bióticas: un terreno con vertientes en todas las áreas de estudio de la ecología. Para otra contribución quedan temas de interacciones poblacionales de mayor envergadura como el fascinante caso del mimetismo, complejos casos de interacciones poblacionales que conjuntan estrategias adaptativas para evadir la depredación y la Teoría Endosimbiótica del origen de los organelos celulares y la evolución de los organismos eucariontes de Lynn Margulis: un trabajo cumbre del pensamiento evolutivo moderno.

### Agradecimientos

Agradezco a la Dra. Enriquena Bustamante por el apoyo logístico y a los miembros del comité editorial del Boletín por sus anotaciones y críticas al primer borrador de esta contribución.

## Literatura citada y lecturas recomendadas

- Althoff DM, Segreaves KA. 2016. Mutualism, the Evolutionary Ecology of. En: RM Kliman ed. *Encyclopedia of Evolutionary Biology*, 87-93. [doi.org/10.1016/B978-0-12-800049-6.00187-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800049-6.00187-6).
- Bertness MD, Callaway R. 1994. Positive interactions in communities. *Trends in Ecology & Evolution*, 9: 191-193. [doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90088-4](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90088-4).
- Bronstein, JL. 2015. The study of mutualism. En: JL Bronstein ed. p 3-19. *Mutualism*. Oxford University Press.
- Haskell, EF. 1949. A clarification of social science. *Main Currents in Modern Thought*, 7: 45-51.
- Jürgens A, Dötterl S, Meve U. 2006. The chemical nature of fetid floral odours in stapeliads (Apocynaceae-Asclepiadoideae-Ceropegieae). *New Phytologist*, 172: 452-468. [doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01845.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01845.x)
- Lang JM, Benbow ME. 2013. Species Interactions and Competition. *Nature Education Knowledge*, 4:8. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/species-interactions-and-competition-102131429/>
- Pellmyr O. 2003. Yuccas, Yucca Moths, and Coevolution: A Review. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 90:35-55. [doi.org/10.2307/3298524](https://doi.org/10.2307/3298524)

## ¿Quién escribe?



**Alberto Búrquez** obtuvo su doctorado en la Universidad de Cambridge y la maestría y licenciatura en la Facultad de Ciencias (UNAM). Actualmente realiza investigaciones sobre la dinámica espacial y temporal de los organismos, en especial aspectos de interacciones bióticas. Los proyectos de investigación en los que ha trabajado se enmarcan en dos áreas principales: 1) Dinámica de poblaciones, y 2) Conservación y restauración. En la primera aborda aspectos relacionados con la estructuración y diferenciación poblacional, incluyendo estrategias reproductivas, cambios numéricos y de estructura de tamaños, estructura genética y diferenciación geográfica de poblaciones, y el efecto de las especies invasoras en la dinámica de la comunidad. La segunda se relaciona con las trayectorias de recuperación de ambientes degradados, la información básica para la implementación de áreas de reserva y la valuación de servicios ecosistémicos. Además de técnicas tradicionales ecológicas y genéticas, incorpora el uso de cámaras trampa, imágenes en lapso, análisis geoestadísticos y de SIG e imágenes de drones en sus proyectos de investigación.

✉ [montijo@unam.mx](mailto:montijo@unam.mx)



Visita de colibrí a flor de *Drymonia strigosa* en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas. Fotografía (cámara trampa): Erandi Ramírez Aguirre

## Más allá de las rosas: las gesneriáceas y sus polinizadores

Erandi Ramírez Aguirre  
Xalapa, Veracruz

### Resumen

Entre las plantas con flores, la familia Gesneriaceae comprende unas 3000 especies, de las cuales 118 se encuentran en México. Esta familia es muy diversa en el hábito de la planta y en la forma, color, olor y tamaño de las flores. A su vez, la diversidad floral está altamente asociada con los animales que las polinizan. Me enfocaré en especies de los géneros *Moussonia*, *Drymonia* y *Achimenes*, que representan tres hábitos diferentes y distribuidos en diferentes ambientes altitudinales, pero todos con niveles de perturbación bajos a moderados. Los principales polinizadores de estas especies son colibríes, abejas y mariposas y dependen de ellos para su reproducción. Por esto, la presencia de gesneriáceas puede servir como indicador del estado de conservación de los ecosistemas donde habitan. Estas plantas dependen de los polinizadores para reproducirse, por lo que la conservación de sus hábitats y por lo tanto de los animales que las polinizan es crucial para que éstas puedan persistir.

### Palabras clave

conservación, diversidad floral, Gesneriaceae, polinización

### Introducción

Más allá de su belleza, las flores son los órganos que permiten la reproducción sexual de las plantas que las producen (las angiospermas). En muchas especies, la polinización –el proceso de transferencia de polen de una flor a otra que eventualmente permite la fecundación– requiere de animales: los polinizadores. Generalmente, la polinización ocurre de manera no intencional mientras los polinizadores se alimentan del néctar o polen producido en las flores.

La familia Gesneriaceae, que incluye a especies ornamentales como las violetas africanas y gloxinias, tiene abejas, mariposas, pollillas, murciélagos y aves como polinizadores. Las gesneriáceas pueden ser hierbas, arbustos o epífitas, y tienen flores de una gran variedad de colores, tamaños y formas que se relacionan con los animales que las polinizan. Las especies de esta familia habitan principalmente en los trópicos de todos los continentes, tanto en sitios conservados como en sitios moderadamente perturbados por las actividades humanas. Varias especies han sido propagadas con pedacitos de hojas u otras estructuras (propagación vegetativa, no sexual) con fines ornamentales en Europa y Estados Unidos. Sin embargo, su reproducción en la naturaleza ha sido muy poco estudiada. En México habitan alrededor de 118 especies, repartidas en 26 géneros y son un grupo poco estudiado en el país (Cruz-Córdoba *et al.* 2021).



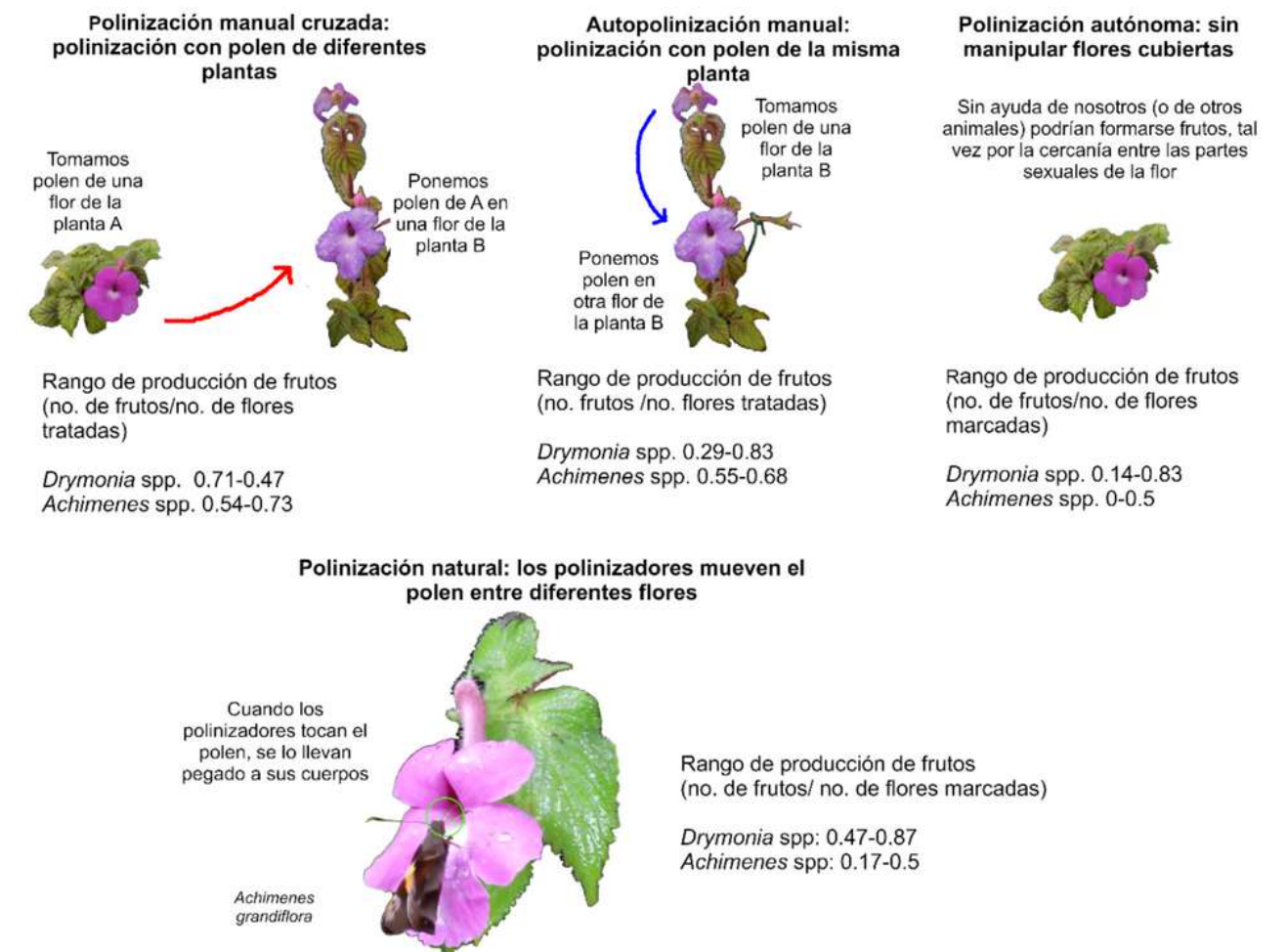
Los polinizadores tienen muchos tamaños

Los biólogos que estudiamos las gesneriáceas hemos descubierto que, en general, estas plantas producen más frutos y semillas que a su vez producen plántulas vigorosas cuando son polinizadas por animales que cuando estos no intervienen. Además, hemos encontrado que la mayoría de las gesneriáceas conocidas, son polinizadas por un solo tipo de polinizador. Entonces, la reproducción sexual a través de los polinizadores parece más importante para las gesneriáceas en la naturaleza. Esta contribución resume el trabajo que he realizado a lo largo de ocho años para entender las interacciones planta-polinizador en los géneros *Moussonia* (1 especie, Ramírez-Aguirre, 2011), *Drymonia* (2 especies, Ramírez-Aguirre et al. 2016) y *Achimenes* (21 especies, Ramírez-Aguirre et al. 2019; Ramírez-Aguirre 2020).

Me enfocaré en algunas especies de los géneros *Moussonia*, *Drymonia* y *Achimenes* que son nativas de México. Estas especies habitan en bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, selva alta perennifolia y bosque de pino-encino de toda la república. El orden en que menciono estos tipos de vegetación, representa una variación altitudinal de cero hasta los 3400 m.s.n.m., aunque las especies aquí estudiadas se encuentran entre 100 y 1800 m.s.n.m.. Las *Moussonia* son arbustos que se encuentran en laderas dentro de bosques o en los cortes de montaña de algunas carreteras. Las *Achimenes* son hierbas que podemos encontrar en las laderas de cuencas de ríos y sobre rocas, en lugares húmedos y sombreados. Las *Achimenes* crecen en grupitos de plantas más o menos compactos. Las especies de *Drymonia* son epífitas que crecen sobre árboles de la selva alta, por ejemplo el palo blanco (*Guarea* sp.) o el laurelillo (*Nectandra salicifolia*). Las *Drymonia* pueden crecer muy grandes y con muchas flores sobre las ramas y troncos de los árboles, lo cual atrae a aves e insectos.

### Métodos

Para conocer cómo ocurre la polinización en las gesneriáceas, realicé observaciones de los polinizadores de las plantas por al menos seis horas y en algunos casos, hasta 60, dependiendo de las condiciones de seguridad de las localidades donde habitan (existen grupos de narcotráfico y de caza o extracción ilegal de fauna y flora que están armados). Tanto en invernadero como en la naturaleza, realicé experimentos de polinización manual (entre individuos y dentro de individuos) en flores que cubría para excluir a sus polinizadores naturales, y de polinización autónoma (polinización sin manipulación; Figura 1).

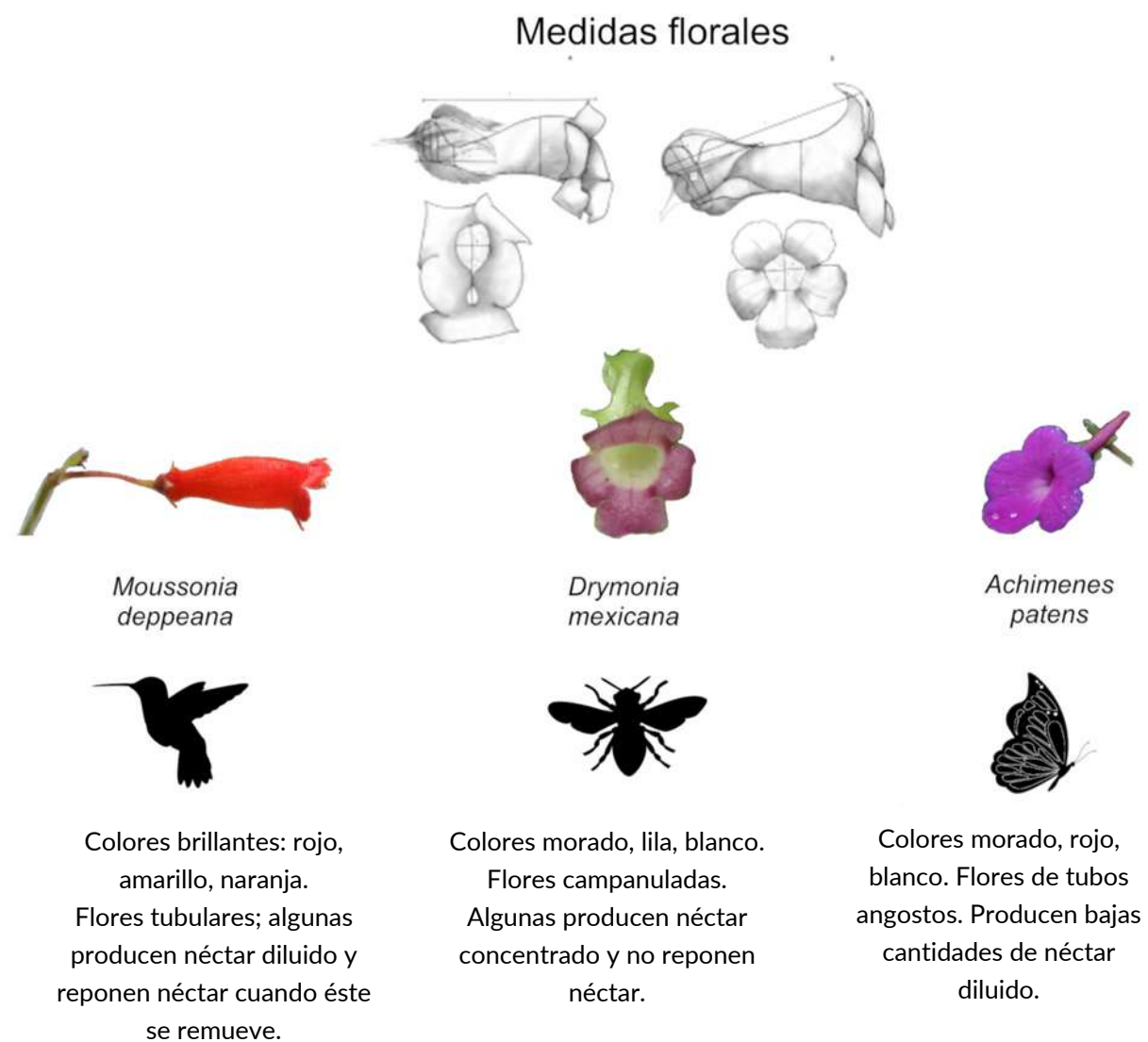


**Figura 1.** Tratamientos de polinización manual y los resultados generales en las especies estudiadas.

Esperé a la producción de frutos y semillas y los comparé con la producción de frutos y semillas que se producen naturalmente (para las que se pudo). Además, realicé mediciones de la corola (largo, ancho, apertura, etc.) y de la cantidad de néctar, así como el contenido de azúcar en éste para entender la relación entre los tipos de polinizadores observados y las características florales de cada especie. Los lugares de estudio fueron: Área Natural Protegida (ANP) La Martinica, Banderilla, Veracruz (*Moussonia deppeana*); Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas, Reserva Ecológica Privada y Criadero de Especies Amenazadas La Otra Opción, A.C., en la región de Los Tuxtlas, Veracruz (*Drymonia strigosa* y *D. mexicana*); diferentes estados de la república mexicana (*Achimenes* spp.).

## Resultados y conclusiones

Encontré que ciertos animales polinizan flores de gesneriáceas con ciertas características. Esto es, los colibríes polinizan flores tubulares y de colores brillantes; las abejas polinizan flores anchas blancas o moradas; las mariposas polinizan flores angostas y moradas o rojas (Figura 2). Cuando ciertos animales polinizan sólo cierto tipo de flores, hablamos de especialización de la polinización. La especialización de la polinización implica que cuando esos polinizadores visitan esas flores será muy probable que las plantas desarrollen frutos y semillas, mientras que, si otros animales visitan esas mismas flores, es muy posible que no se produzcan frutos ni semillas.



**Figura 2.** Tres gesneriáceas mexicanas, sus polinizadores principales y sus características florales generales. Se muestra una especie por tipo de polinizador observado.

Con los experimentos de polinización manual encontré que la mayoría de las especies produjeron más semillas y frutos al polinizar manualmente sus flores con polen de otros individuos, que cuando no las polinicé, y generalmente produjeron más frutos y semillas que en la naturaleza (Figura 2). Esto sugiere que las especies de gesneriáceas que estudié, se reproducen más cuando sus polinizadores (o yo) transferimos polen de una planta a otra. Sin embargo, en la naturaleza son visitadas por sus polinizadores con poca frecuencia, por lo que cada visita es muy importante para reproducirse. Si cada visita ayuda a la reproducción pero son pocas visitas, entonces, si faltara algún polinizador, estas plantas no podrían reproducirse adecuadamente, ¡y hasta podrían extinguirse!

La dependencia de la reproducción de estas especies de ciertos polinizadores y la distribución de estas plantas en hábitats poco perturbados sugiere que las gesneriáceas serían más susceptibles a cambios drásticos, como la tala de árboles para campos de cultivo y ganadería, la extracción de rocas o minerales y la expansión de las áreas urbanas. Para los animales que las polinizan (abejas, mariposas y colibríes) estas especies son una fuente de alimentación, y también para los animales que roban sus flores, como las abejas meliponinas, quienes producen miel virgen. Además algunas de estas plantas son de importancia etnobotánica. Por ejemplo, *Moussonia deppeana* ha sido utilizada en la medicina tradicional como remedio para la tos y también contiene compuestos químicos con potencial farmacológico (Jiménez-Arellanes *et al.* 2013).

Concluyo que la conservación de los ambientes donde habitan estas especies, implicará la permanencia no sólo de las gesneriáceas, sino también de los animales que las polinizan, de los animales que las roban, del conocimiento etnobotánico y potencial farmacológico de éstas y otras plantas vecinas. Sería interesante utilizar algunas gesneriáceas en jardines de polinizadores y parques que tengan las condiciones ambientales en las que se desarrollan naturalmente y así favorecer su polinización y su propagación, mientras se aprovecha el servicio estético que brindan.

## Literatura citada

- Cruz-Córdoba S, Ramírez-Roa A, Burelo-Ramos C. 2021. Gesneriaceae, una familia poco estudiada en México: riqueza y taxonomía en el estado de Tabasco. *Botanical Sciences*, 99: 910-937.
- Jiménez-Arellanes M, Yépez-Mulía L, Luna-Herrera J, Gutiérrez-Rebolledo G, García-Rodríguez R. 2013. Actividad antimicrobiana y antiprotozoaria de *Moussonia deppeana* (Schldl and Cham) Hanst. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 44: 34-35.
- Ramírez-Aguirre E. 2011. Integración floral de *Moussonia deppeana* (Schlechtend and Cham) Hanst y su relación con rasgos de néctar y éxito reproductivo. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Ramírez-Aguirre E, Martén-Rodríguez S, Quesada-Ávila G, Quesada M, Martínez-Díaz Y, Oyama K, Espinosa-García J. 2019. Reproductive isolation among three sympatric *Achimenes* species: pre- and post-pollination components. *American Journal of Botany*, 106: 1021-1031.
- Ramírez-Aguirre E, Martén-Rodríguez S, Ornelas JF. 2016. Floral variation, nectar production, and reproductive success of two *Drymonia* (Gesneriaceae) species with mixed pollination syndromes. *International Journal of Plant Sciences*, 177: 469-480.

## ¿Quién escribe?



**Erandi Ramírez Aguirre** es Bióloga por la Universidad Veracruzana, Maestra en Ciencias por el INECOL A.C. y Doctora en Ciencias por la UNAM. Durante su carrera académica se ha interesado por el estudio de la ecología y particularmente por el proceso de polinización. Estudia la polinización como una interacción con consecuencias evolutivas en las características de las flores. También le interesan otras interacciones bióticas, su evolución y sus implicaciones fenotípicas. Además es una ilustradora científica incipiente.

✉ [eraramag@gmail.com](mailto:eraramag@gmail.com)



*Pinguicula moranensis*. Fotografía: A. Tavera.

## Atracción fatal: los aromas de las plantas carnívoras

Eduardo Cuevas y Yesenia Martínez Díaz

Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México

### Resumen

Las plantas con flores dependen en gran medida de insectos polinizadores para la producción de frutos y semillas. Las flores de muchas especies emiten diferentes aromas (compuestos volátiles orgánicos) que atraen polinizadores. En el caso de las plantas carnívoras, sus hojas (llamadas trampas) también emiten aromas atractivos para algunos insectos, pero en este caso, los insectos quedan atrapados y al ser digeridos por la planta, le proporcionan nutrientes que no pueden obtener del suelo. Se conoce poco sobre la emisión de aromas de las flores y trampas de las plantas carnívoras, y de la posible interferencia de unas con otras. En la planta carnívora *Pinguicula moranensis*, encontramos que tanto las trampas como las flores emiten aromas, pero el aroma de las trampas atrae a las moscas de la fruta (parientes más cercanos a las presas encontradas), mientras que las flores producen un aroma distinto que atrae especialmente a los polinizadores (mariposas diurnas). De esta manera, las plantas evitan que los polinizadores se conviertan en presas.

### Palabras clave

aromas, atracción, polinizador, presas, trampas

Las plantas con flores constituyen el grupo más diverso del reino vegetal (con aproximadamente 300,000 especies a nivel mundial) y actualmente dominan todos los ecosistemas terrestres. Las plantas carnívoras son un pequeño grupo de ellas, con alrededor de 700 especies. A pesar de su reducido número, han llamado la atención de biólogos y amantes de las plantas en general, quizá por ser el único caso en donde los vegetales funcionan como depredadores y los animales como sus presas.

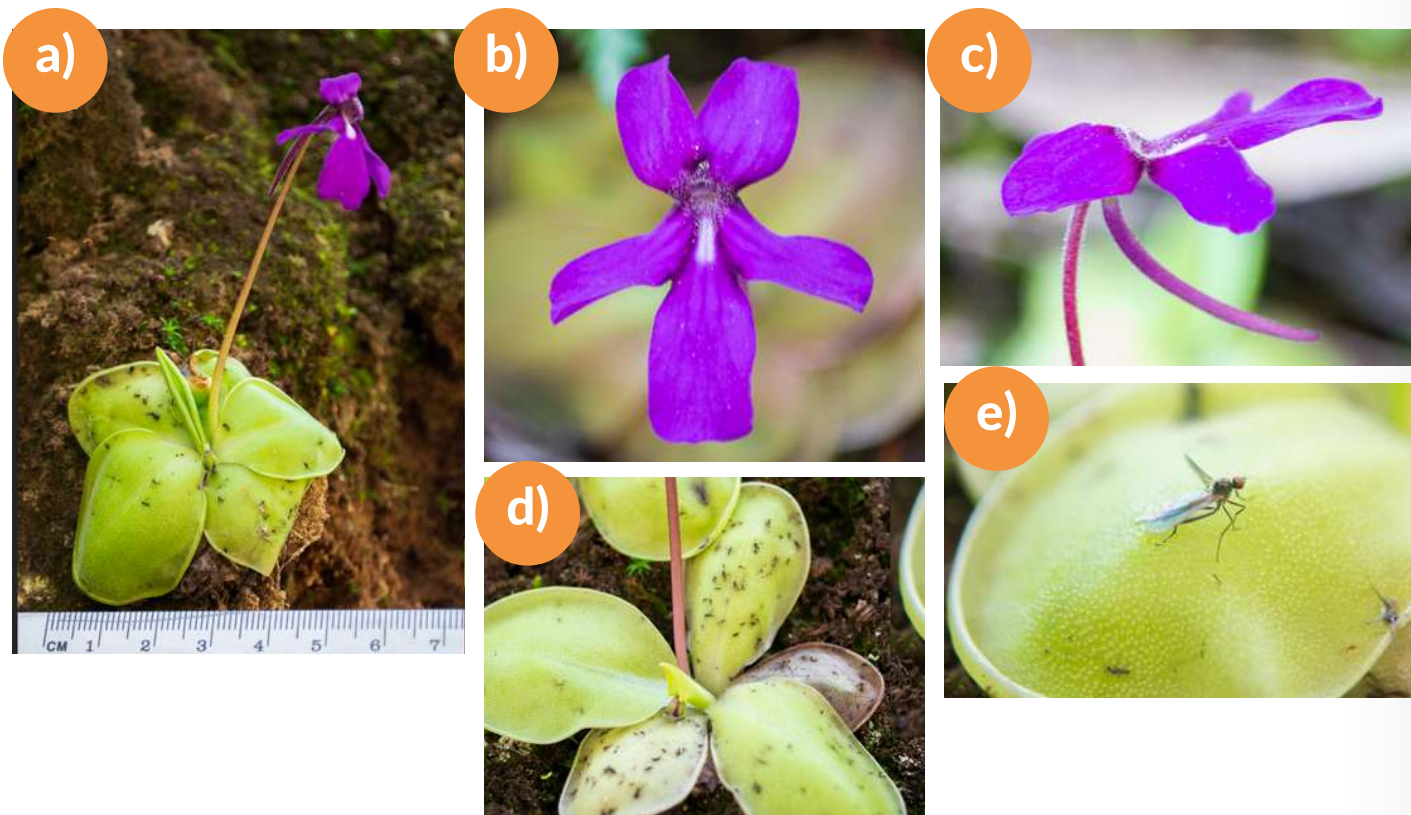
En las plantas carnívoras, las hojas se han modificado en trampas, las cuales al detectar a las presas se cierran rápidamente, o producen sustancias pegajosas que evitan que las presas escapen. También hay trampas donde las presas resbalan y quedan atrapadas. Una vez que las presas son atrapadas, estas plantas producen enzimas que desintegran o digieren a las presas y finalmente incorporan los nutrientes de las presas en su metabolismo. Las plantas carnívoras son un buen ejemplo de convergencia evolutiva, es decir, la evolución de formas y funciones similares bajo presiones selectiva similares en linajes de plantas que no están cercanamente emparentados entre sí (Ellison y Adamec 2018).

Las plantas carnívoras generalmente viven en lugares con suelos pobres en nutrientes, por lo que suelen tener poca competencia con otras plantas. El hábito carnívoro les permite compensar el déficit de nutrientes por medio de presas. Estas plantas, al igual que muchas de las plantas con flores, dependen de la visita de insectos polinizadores para la reproducción (García *et al.* 1994). Una cuestión muy interesante es que, en ocasiones, al atraer polinizadores a las flores y presas a las trampas se puede ocasionar un conflicto, pues algunos de los polinizadores podrían convertirse en presas. Una forma de evitar esta situación es separar espacialmente las flores de las trampas, otra es que se produzcan flores cuando las trampas no están activas, o que las flores y las trampas produzcan aromas específicos en cada tejido. En este artículo, presentamos el caso de *Pinguicula moranensis* para ilustrar la especificidad de aromas en flores y trampas.

Los aromas emitidos por las plantas proveen un mecanismo de comunicación con los animales; quizá el ejemplo más familiar es la atracción de polinizadores y la repulsión de herbívoros (Grajales-Conesa *et al.* 2011). Darwin propuso hace más de 150 años que las plantas carnívoras podrían producir aromas que ayuden en la captura de presas. Esta idea ha sido muy poco explorada en las plantas carnívoras.



El género *Pinguicula* es uno de los más diversos entre las plantas carnívoras con cerca de 100 especies en el mundo y cerca de 50 de ellas se encuentran en México. *Pinguicula moranensis* es una especie con flores guindas muy llamativas con un espolón largo donde se encuentra el néctar (Figura 1). Sus trampas tienen glándulas que producen una sustancia pegajosa llamada mucílago que ayuda a retener a las presas (Zamudio 2005) – en su mayoría, insectos del orden Diptera (moscas y mosquitos; Alcalá y Domínguez 2003; Montes-Villa 2021).



**Figura 1.** a) Vista general de *Pinguicula moranensis*, donde se observa la roseta y la flor sostenida por un largo pedúnculo con su espolón donde se encuentra el néctar, b) Vista frontal de una flor, c) Vista lateral donde se aprecia el espolón, d) “Hojas-trampa” donde se encuentran las glándulas con mucílago pegajoso, se pueden apreciar numerosas presas capturadas, e) acercamiento a una presa recién capturada. Fotografías: A. Tavera.

En nuestro grupo de trabajo del Laboratorio de Evolución de Sistemas Reproductivos en Plantas nos preguntamos si las flores y trampas de *P. moranensis* producen aromas que contribuyan a la atracción de polinizadores y presas, respectivamente. Para esto, realizamos el análisis de volátiles de ambos tejidos con un cromatógrafo de gases. Cabe mencionar que en el caso de *P. moranensis*, la producción de flores, ocurre de agosto a octubre y se traslapa con la presencia de las hojas-trampa, las cuales se presentan de junio a diciembre.

Encontramos que en las trampas se producen más compuestos volátiles (12 compuestos) que en las flores (seis compuestos). Algunos volátiles se producen tanto en las trampas como en las flores, pero también hay volátiles exclusivos en cada tejido. Después, quisimos saber si realmente el aroma floral era el responsable de atraer a las mariposas diurnas (únicos visitantes florales observados) y si el aroma de las trampas era responsable de atraer a la mosca de la fruta (parientes más cercanos a las presas encontradas). Para esto, realizamos bioensayos de olfatometría, es decir, expusimos a las mariposas a una elección dual, en donde tenían que elegir la fuente del aroma emitido por las flores o el control (sin fuente de aroma). De manera similar, las moscas de la fruta fueron expuestas a la fuente de aroma de las trampas y el control (sin fuente de aroma). Encontramos que las mariposas prefieren el aroma de las flores y las moscas de la fruta prefieren el aroma de las trampas. Por lo tanto, en *P. moranensis* las flores producen volátiles específicos que atraen polinizadores y las trampas producen volátiles particulares que participan en la atracción de presas, y de esta manera se evita que los polinizadores se conviertan en presas.

Así, nuestro trabajo muestra que los compuestos volátiles juegan un papel importante en la atracción de presas sin afectar la atracción de polinizadores en *P. moranensis*. Sin embargo, la posible interferencia de la atracción de polinizadores por la atracción de presas ha sido escasamente explorada. Esperamos que nuestros resultados, motiven otras investigaciones donde se explore la función de los volátiles en otras especies de plantas carnívoras para entender los diferentes mecanismos que han permitido la persistencia de estas plantas en ambientes hostiles.

## Literatura citada

- Alcalá RE., Domínguez CA. 2003. Patterns of prey capture and prey availability among populations of the carnivorous plant *Pinguicula moranensis* (Lentibulariaceae) along an environmental gradient. *American Journal of Botany*, 90: 1341-1348.
- Ellison AM, Adamec L. 2018. Carnivorous plants: physiology, ecology, and evolution. Oxford University Press.
- García MB, Antor RJ, Villar L. 1994. Phenomorphology and reproductive biology of *Pinguicula longifolia* Ramond ex DC. subsp. *longifolia* (Lentibulariaceae), a carnivorous endemic plant of the Pyrenees. *Acta Botanica Gallica*, 141: 343-349.
- Grajales-Conesa J, Meléndez-Ramírez V, Cruz-López L. 2011. Aromas florales y su interacción con los insectos polinizadores. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1356-1367.
- Montes-Villa AD. 2021. Compuestos volátiles de hojas y flores y su relación con la atracción de presas y polinizadores en la planta carnívora *Pinguicula moranensis*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 39 p.
- Zamudio S. 2005. Flora del bajío y regiones adyacentes En: *Familia Lentibulariaceae*. Instituto de Ecología A.C., Centro regional del Bajío. Vol. 136.

## ¿Quién escribe?



**Eduardo Cuevas García** estudió Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde también concluyó sus estudios de posgrado. Realizó un posdoctorado en la Universidad de California en Santa Cruz y una estancia sabática en Sevilla, España. Es profesor-investigador en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana desde 2007. Sus líneas de investigación son: interacción planta-animal, evolución de sistemas reproductivos en plantas y aislamiento reproductivo.

✉ [\\_eduardo.cuevas@umich.mx](mailto:_eduardo.cuevas@umich.mx)



**Yesenia Martínez Díaz** es Doctora en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha realizado estancias posdoctorales en la Escuela Nacional de Estudios Superiores (UNAM, unidad Morelia) y en la Facultad de Biología (UMSNH). Su línea de investigación es ecología química de la interacción planta-animal.

✉ [yesenia.diaz@umich.mx](mailto:yesenia.diaz@umich.mx)

Este artículo fue corregido después de su publicación inicial. Véase: [correcciones, marzo 2023](#)



"Chapulín" *Phoetaliotes nebrascensis* en fase inicial de infestación fúngica. Fotografía: Demetrio Urias

## Interacción entre chapulines silvestres y un hongo utilizado como bioinsecticida

Silvina Monge Rodríguez<sup>1,2</sup>, Eleonor Cortés López<sup>2</sup>, Renata Cao de la Fuente<sup>2</sup>, Carla Garza Lombó<sup>2</sup>, Carlos Enrique Chávez Solís<sup>2</sup>, Zenón Cano-Santana<sup>1</sup>, Iván Castellanos-Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México

<sup>2</sup> Ecología I. Unidad de Enseñanza del Área de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

La humanidad ha hecho uso de interacciones bióticas importantes para salvaguardar la integridad de cultivos de importancia económica para el consumo nacional interno, así como para el comercio exterior. Los ortópteros son los insectos herbívoros más importantes en los pastizales templados, así como en los agroecosistemas que se establecen en las zonas tropicales del planeta. Con el afán de lograr un control poblacional "amigable" con el ambiente, se han diseñado estrategias encaminadas a favorecer la aplicación de bioinsecticidas, entre los que destacan los hongos entomopatógenos. No obstante, la movilización de algunas de sus esporas es involuntaria, y quedan a merced del viento y las corrientes de agua, pudiendo llegar a parcelas con vegetación nativa donde la interacción con los ortópteros silvestres es inevitable. En una nopalera natural cercana a Ezequiel Montes (Querétaro), se identificaron 14 especies de ortópteros, de las cuales

tres registraron mortalidad provocada por la parasitación con *Beauveria bassiana* (Cordycipitaceae). La mortalidad varió del 4.57% para *Syrbula admirabilis* (Gomphocerinae), hasta el 25.22% para *Phoetaliotes nebrascensis* (Melanoplinae). La información agrícola disponible sugiere la incursión de conidiosporas de *B. bassiana* en la comunidad vegetal natural del lugar, lo cual provoca la mortalidad de ortópteros silvestres, que usualmente evaden los cultivos.

### Palabras clave

*Beauveria bassiana*, bioinsecticida, chapulín, herbívoro, hongo, mortalidad, parasitismo

El parasitismo es una interacción biótica que se ha aplicado exitosamente para controlar poblaciones de ortópteros herbívoros (por ejemplo, chapulines) que atacan cultivos de importancia económica para México. Estos insectos son considerados, junto con los mamíferos, como los consumidores primarios más importantes en los pastizales templados (Otte 1981). Los ortópteros se distribuyen ampliamente en las zonas tropicales y templadas del planeta, en las cuales también se asientan los principales agroecosistemas tecnificados y monocultivos masivos proveedores de alimento para la humanidad.

El control poblacional de los ortópteros se ha centrado en el uso de dos tipos de bioinsecticidas: los entomopatógenos y los entomófagos. Los primeros infectan al insecto y se reproducen en él, hasta causarle la muerte y comprenden hongos, virus, bacterias, protozoarios y nemátodos (Shah y Pell 2003; Dara 2017). Por su parte, los entomófagos comprenden escarabajos, moscas y avispas parasitoides que consumen los huevos de varios ortópteros, pues son una etapa muy frágil y delicada en su ciclo de vida (El-Gammal *et al.* 1995; Danyk *et al.* 2005). Por ejemplo, algunos carábidos depredan directamente los huevos de ortópteros que desentierran en campos de cultivos de alfalfa en Tlaxcala.

En México, los comités estatales responsables de la sanidad vegetal e inocuidad de alimentos y cultivos agrícolas, organizan anualmente campañas fitosanitarias para el control de los ortópteros. Dichos comités fomentan el uso de hongos entomopatógenos entre los que desatacan: *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae*. Para asegurar una mortalidad del 95% en géneros con alta voracidad como como son: *Brachystola*, *Melanoplus* y *Sphenarium*, estandarizan la aspersión de estos agentes en concentración de  $1 \times 10^6$  esporas por mililitro en citrolina (CESAVEQ 2011). Sin embargo, las corrientes de agua y el viento pueden movilizar las esporas de manera que se incremente la probabilidad de afectar poblaciones de ortópteros silvestres que habitan en la vegetación natural y evitan los cultivos.

Este trabajo constituye el primer reporte de la interacción de hongos entomopatógenos con tres especies de ortópteros silvestres, que habitan la vegetación natural circundante a Ezequiel Montes, Querétaro; entrada principal a la Reserva de la Biósfera "Sierra Gorda".

Este trabajo permitió: 1) identificar las especies de ortópteros silvestres parasitados por un entomopatógeno; 2) calcular su mortalidad a causa de la interacción con éste y 3) confirmar la identidad taxonómica del hongo.

El trabajo de campo se realizó en un matorral carasicaule cercano a Ezequiel Montes, Querétaro (20°40'40"N y -99°53'21"O a 2000 m s.n.m.). Esta vegetación se desarrolla sobre suelos someros de laderas volcánicas, y es recurrente en suelos aluviales de gran antigüedad. En el estrato arbustivo dominan nopales: *Opuntia robusta*, *O. streptacantha*; garambullos: *Myrtillocactus geometrizans* y mezquites: *Prosopis laevigata*; en el estrato bajo domina el pasto sudafricano kikuyo (*Cenchrus* sp.). El sitio está rodeado por parcelas cultivadas con chile, frijol, maíz, tomate, avena y sorgo para forrajeo (CESAVEQ 2011). La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm; se registran entre 16 a 22°C de temperatura media anual, y el clima es subtropical con régimen de lluvias en verano.

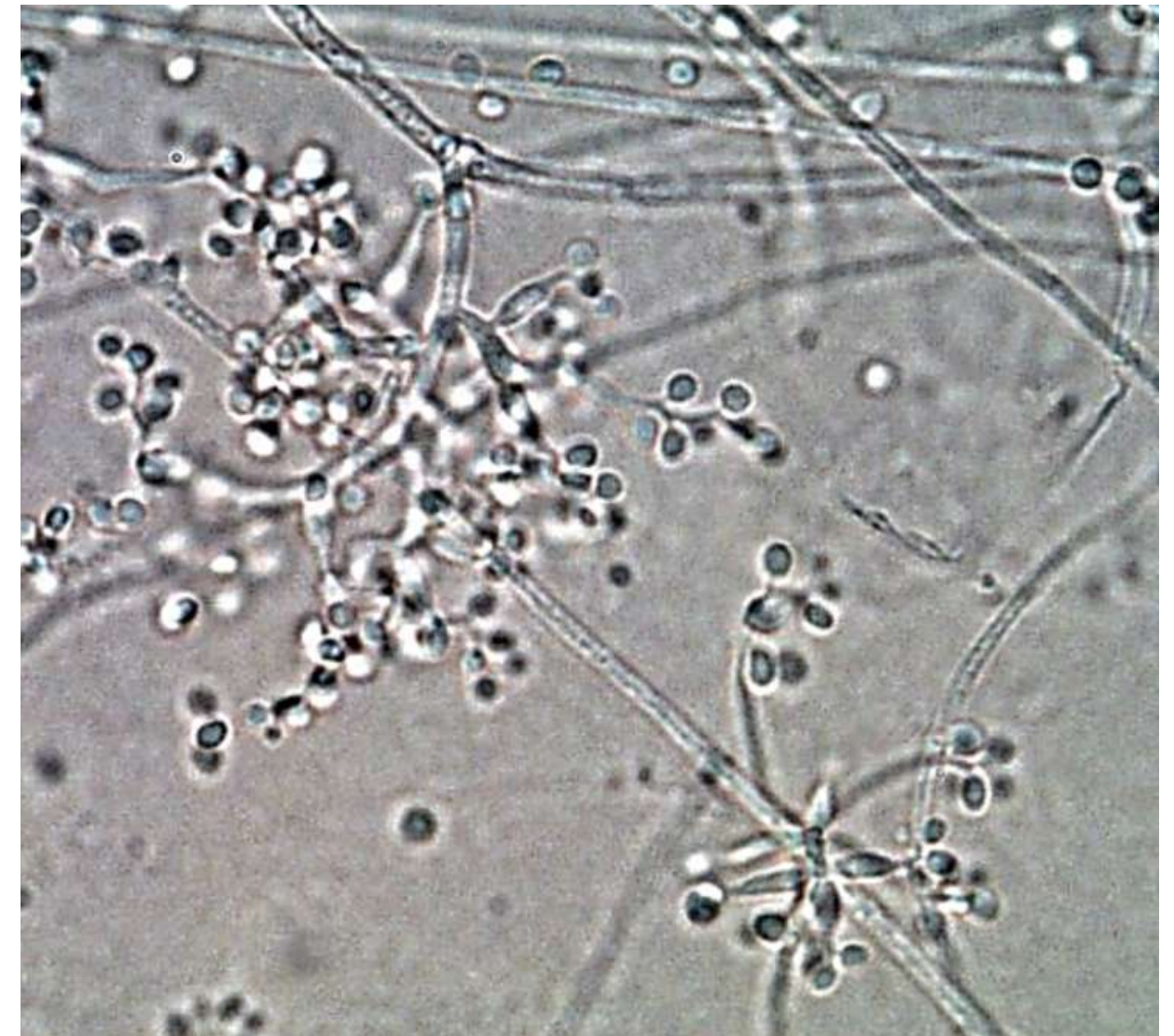
Entre septiembre y noviembre de 2007, se muestreó un área de 90 m<sup>2</sup> con una red de golpeo (red de lona con la cual se atrapan insectos al batirla sobre la vegetación herbácea). Se contó el número de ortópteros vivos y muertos, y se estimaron los tamaños poblacionales y el porcentaje de individuos muertos de cada especie.

Con el fin de determinar la especie de entomopatógeno, examinamos 25 ortópteros muertos. De estos, se aisló el hongo (técnica de Goettel e Inglis [1997]) y se cultivó por 10 días en agar estéril en ambiente controlado: a 25°C, 35% de humedad relativa y fotoperiodo de 12 horas de luz/oscuridad.

### Resultados

Se contabilizaron 262 ortópteros correspondientes a 14 especies, de las cuales únicamente tres registraron interacción parasitaria con un hongo entomopatógeno identificado como *Beauveria bassiana* (Cordycipitaceae; Figura 1).

En el campo se encontraron 44 ejemplares muertos por la parasitación de este hongo. Dos especies de la subfamilia Melanoplinae: *Phoetaliotes nebrascensis* y *Dactylotum bicolor*; y una de Gomphocerinae: *Syrbula admirabilis*. La especie más parasitada fue *P. nebrascensis* con 40 individuos (Figura 2); mientras que tanto en *S. admirabilis* como en *D. bicolor* sólo se encontraron dos individuos parasitados. La abundancia relativa de *P. nebrascensis* en la comunidad fue de 55% (n= 144); mientras que la de *S. admirabilis* fue 17% (n= 44) y la de *D. bicolor* de 6% (n= 14). Por su parte, la mortalidad de *P. nebrascensis* fue del 25%, para *D. bicolor* 13% y para *S. admirabilis* fue 5%.



**Figura 1.** Micromorfología en campo claro de *Beauveria bassiana* (Cordycipitaceae) ×100. Hongo entomopatógeno ascomiceto, mitospórico y anamorfo de amplio espectro, capaz de parasitar unas 700 especies de insectos, entre ellas varios ortópteros. Se pueden observar conidiosporas globosas, pequeñas y transparentes. Fotografía: Dra. Concepción Toriello Nájera

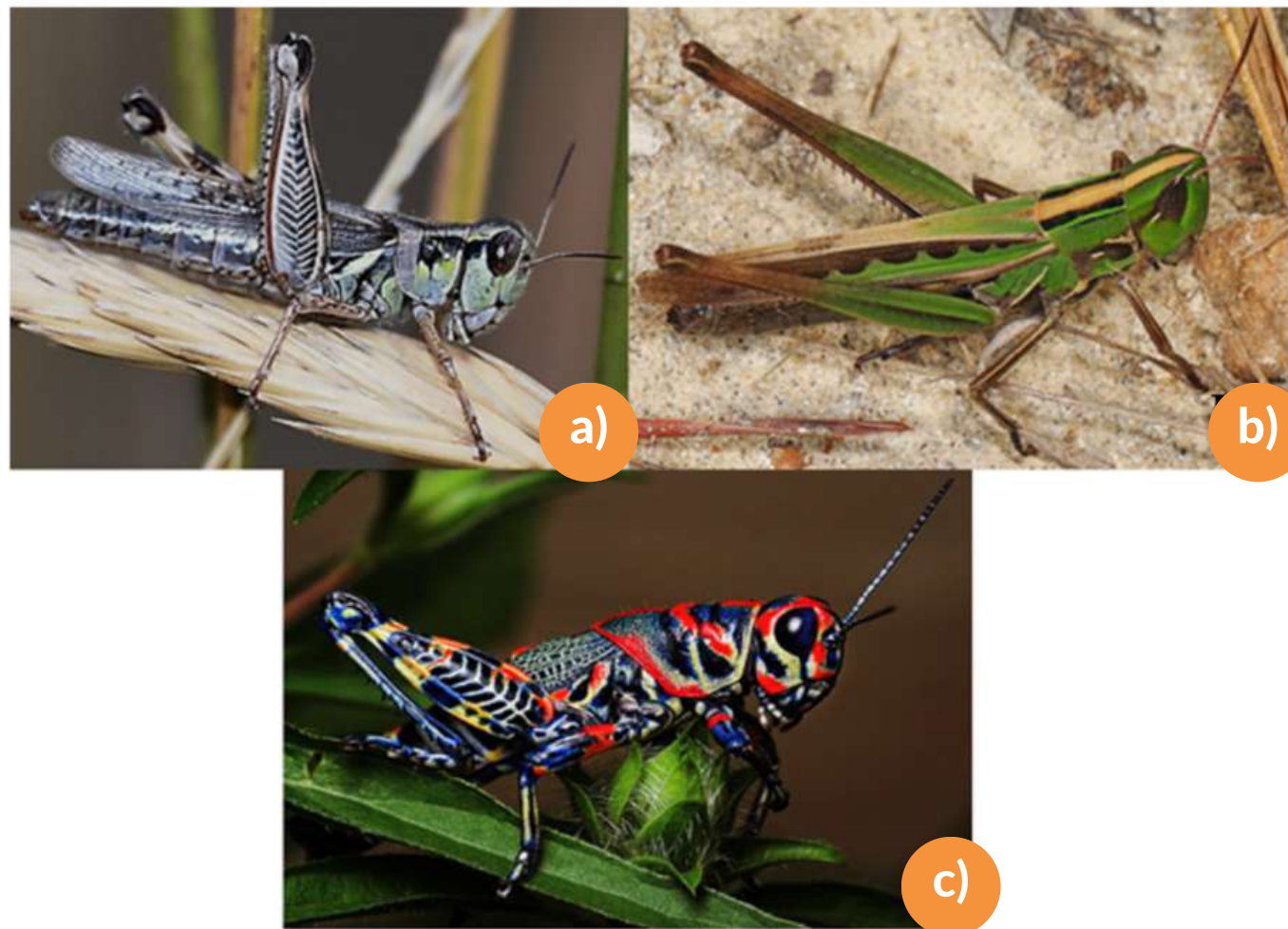


**Figura 2.** Aspecto blanquecino de *Phoetaliotes nebrascensis* (Orthoptera: Melanoplinae) parasitados por el hongo *B. bassiana* en Ezequiel Montes, Querétaro, México. Esta especie fue la de mayor abundancia y mortalidad causada por el entomopatógeno. Fotografía: Iván Castellanos-Vargas

### Discusión

*B. bassiana* crece naturalmente en el suelo y su capacidad patógena, le permite ser usado como insecticida biológico al parasitar unas 700 especies herbívoras, entre las que destacan: orugas, termitas, moscas blancas, áfidos, escarabajos, ortópteros y tisanópteros (El-Gammal *et al.* 1995; Shah y Pell 2003). En el campo provoca una enfermedad conocida como muscardina blanca; los hospederos se cubren por las hifas con conidiosporas, lo que les proporciona aspecto corporal blanquecino y pulverulento (Figura 2). Crecen rápido y forman conidios secos, ocasionalmente sinnemas. Los conidióforos se organizan en grupos compactos de células conidiógenas en patrón espacial de zigzag y producen conidiosporas pequeñas, globosas, lisas y transparentes (Figura 1) que se adhieren al exoesqueleto de sus hospederos gracias a sus paredes hidrófobas. Las conidiosporas germinan en condiciones ambientales favorables, desarrollan estructuras de penetración (haustorios); y gracias a sus herramientas enzimáticas (exoproteasas, endoproteasas, esterases, lipasas, quitinasas) penetran el cuerpo del hospedero (Boucias y Pendland 1991). Cuando alcanza el hemocele del insecto hospedero, desarrolla su cuerpo hifal y extiende su invasión en el interior (Dara 2017). La muerte del insecto puede producirse: 1) por la acción de toxinas como bassianolida, oosporina y beauvericina (Pucheta *et al.* 2006); 2) por la limitación en la absorción de nutrientes (Dara 2017); y 3) por la obstrucción de sus espiráculos (Pell *et al.* 2001). El crecimiento de *B. bassiana* implica la liberación de metabolitos que evitan la competencia con otros hongos saprobios, y hasta el momento en que las condiciones ambientales son favorables, la hifa emerge del cadáver y esporula. Las nuevas conidiosporas se liberan y adhieren otro hospedero iniciando un nuevo ciclo de infección (Pucheta *et al.* 2006).

Sobre las especies parasitadas, podemos decir que: *P. nebrascensis* es predominantemente braquíptero (alas reducidas y sin función locomotora), con desplazamiento limitado. Su cabeza es prominente con antenas delgadas, rojizas que se oscurecen en la punta; los machos miden 22 mm y las hembras 28 mm aproximadamente; se caracterizan por un patrón de coloración verde oliva con manchas cafés (Figura 3a); pueden convertirse en plaga debido a que es un ortóptero euritópico, con preferencia por las gramíneas, por lo que habita praderas y zonas de cultivo; se distribuyen en lugares con vegetación escasa, desde el Centro de México hasta Canadá (Salas-Araiza *et al.* 2006). Se encontró una cuarta parte de su población parasitada por *B. bassiana*, lo que se atribuyó a la alta abundancia de esta especie en la comunidad, pues representó el 55% de los individuos de la muestra.



**Figura 3.** Especies de ortópteros que fueron parasitados por *Beauveria bassiana*, un hongo entomopatógeno en Ezequiel Montes, Querétaro, México. a) *Phoetaliotes nebrascensis* (Melanoplinae); b) *Syrbula admirabilis* (Gomphocerinae) y c) *Dactylotum bicolor* (Melanoplinae). Fotografías: Iván Castellanos-Vargas

Por su parte, *Syrbula admirabilis* es macróptero, con gran capacidad de vuelo y salto. Sus alas llegan a sobrepasar el abdomen, presentan frente proyectada hacia delante. La longitud de los machos es de 26 mm, mientras que las hembras miden de 36 a 37 mm, la coloración general de los machos es marrón y las hembras es verde (Figura 3b). Habita en pastos de zonas boscosas reforestadas, prefiere pastizales con tallos cortos y suelos pobres, donde la vegetación es escasa. Esta especie está considerada como una plaga de menor importancia en las praderas centrales de Estados Unidos (Salas-Araiza *et al.* 2006). Su abundancia relativa fue del 17% y su mortalidad a causa de *B. bassiana* alcanzó el 5%.

Finalmente, *Dactylotum bicolor* es braquíptero, robusto, con desplazamiento limitado. Su rostro es vertical y con antenas delgadas; los machos miden 25 mm y las hembras 32 mm; presentan coloración de rojiza a naranja, con rayas negras y amarillas (Figura 3c). Vive en áreas con escasa vegetación y en algunas ocasiones se presenta en campos de alfalfa (Salas-Araiza *et al.* 2006). Su abundancia relativa en la comunidad se consideró baja pues alcanzó el 6%; sin embargo, su mortalidad a causa de *B. bassiana* fue del 13%.

### Conclusión

El entomopatógeno *B. bassiana* es un hongo generalista que parasita una alta diversidad de insectos herbívoros. Se ha empleado como bioinsecticida en contra de especies que consumen cultivos de importancia económica para México. El caso de los ortópteros no ha sido la excepción, y en este trabajo se encontró a este hongo como parásito de tres especies del matorral crasicaule natural en Ezequiel Montes, municipio de Querétaro del Centro de México.

### Agradecimientos

Agradecemos el apoyo técnico de Marco Antonio Romero Romero con el manejo del equipo de cómputo. Agradecemos el apoyo moral de Ariana Romero Mata. Guadalupe Vidal Gaona confirmó la presencia de tejido fúngico y la Dra. Concepción Toriello Nájera apoyó con la técnica de cultivo, la determinación taxonómica y microfotografía del hongo entomopatógeno. Todo nuestro agradecimiento para Lucero Roveglia y Marcos Milán por abrirnos las puertas de su casa en Querétaro. Finalmente, gracias a Adair Chávez por el traslado del equipo al sitio.

## Literatura citada

- Boucias DG, Pendland JC. 1991. Attachment of mycopathogens to cuticle: the initial event of mycosis in arthropod host. En: GT Cole, HC Hoch, eds. *The fungal spore disease initiation in plants and animals*. Nueva York: Plenum Press, 101-127.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro, A.C. (CESAVEQ). 2011. *Información técnica de la campaña contra el chapulín*. El Marqués, Querétaro, México.
- Danyk T, Mackauer M, Johnson DL. 2005. The influence of host suitability on the range of grasshopper species utilized by *Blaesoxipha atlanis* (Diptera: Sarcophagidae) in the field. *Bulletin of Entomological Research*, 95:571-578. doi:10.1079/BER2005388
- Dara SK. (20 de mayo de 2017). Entomopathogenic microorganisms: modes of action and role in IPM. e-Journal of Entomology and Biologicals. Consultado el 13 de junio de 2022 <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=24119>
- El-Gammal AAM, Farrow RA, Lockwood JA, Onsager JA, Valovage WD. 1995. Biological control of grasshoppers and locusts with exotic organisms: Do the benefits outweigh the costs? *Journal of Orthoptera Research*, 4:11-14. doi:10.2307/3503451
- Goettel MS, Inglis GD. 1997. Fungi: Hyphomycetes. En L Lacey, ed. *Manual of techniques in insect pathology*. London: Academic Press, 213-249.
- Otte D. 1981. *The North American Grasshoppers*. Vol 1. Cambridge: Harvard University Press.
- Pell JK, Eilenberg J, Hajek AE, Steinkraus DC. 2001. Biology, ecology and pest management potential of Entomophthorales. En: N Magan, TM Butt, C Jackson, (eds). *Fungi as biocontrol agents, progress, problems and potential*. Wallingford: CAB International, 71-153.
- Pucheta DM, Flores MA, Rodríguez NS, de la Torre M. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, 31:856-860.
- Salas-Araiza MD, Alatorre García P, Uribe González E. 2006. Contribución al conocimiento de los acridoideos (Insecta: Orthoptera) del estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 22:33-43.
- Shah PA, Pell JK. 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61:413-423. doi:10.1007/s00253-003-1240-8

## ¿Quién escribe?



**Silvina Monge Rodríguez** es Bióloga y Maestra en Docencia para la Educación Media Superior por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Durante la licenciatura se desempeñó como ayudante de investigador en áreas como Citogenética, Paleobotánica y Ecología. Es coautora junto con Iván Castellanos y Zenón Cano del libro "Ortópteros de Oaxaca" editado en Italia en español e inglés por la WBA. Asimismo, es autora de media docena de libros de texto de Biología y Ecología para educación media y media superior. Principalmente se ha dedicado a la formación docente, por lo que ha trabajado en el diplomado La Ciencia en tu Escuela de la Academia Mexicana de Ciencia, ha diseñado material didáctico para la Red Magisterial, ha diseñado y dirigido cursos de actualización para profesores del bachillerato de la Universidad Autónoma de Sinaloa y, recientemente ha participado con el CENEVAL en comités académicos relacionados con la creación y validación de los exámenes de acreditación del bachillerato. Actualmente es docente en el diplomado de Gestión Directiva que imparte la Comisión Sectorial de Fortalecimiento Académico de la SEP para directores de bachillerato.



**Eleonor Cortés López** es Bióloga y Maestra en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En 2011, defendió su tesis profesional sobre el género *Pteromonas* (Chlorophyta: Volvocales) que habitan en cuerpos de agua urbanos de la Ciudad de México, mientras que en 2016 defendió su tesis de maestría sobre cianoprocariontes de microbialitas de lagos de cráter de Guanajuato en el centro de México; ambos trabajos realizados bajo la asesoría de la Dra. Rosa Luz Tavera Sierra, miembro del Laboratorio de Algas Continentales, Ecología y Taxonomía, adscrita al Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias, UNAM.



**Renata Cao de la Fuente** se desempeña como coordinadora del Centro para el Combate a los Delitos Contra la Vida Silvestre del Fondo Mundial para la Naturaleza o WWF por sus siglas en inglés. Con más de 15 años de experiencia en el campo de la conservación de la naturaleza, Renata ha liderado iniciativas a nivel América Latina como la iniciativa ALFA2020 de áreas protegidas en cumplimiento de las metas internacionales de la Convención de las Naciones Unidas para la Diversidad Biológica en 2019. Se desempeñó como Coordinadora regional para la iniciativa Corredor Biológico Mesoamericano del Gobierno Mexicano de 2015 a 2018, y previo a esto colaboró con la organización de la sociedad civil Natura Mexicana para preservar los ecosistemas naturales y la biodiversidad en la Selva Lacandona. Es bióloga por la Universidad Nacional Autónoma de México, con una Maestría en Conservación y Manejo de los Recursos Naturales por la Universidad de Queensland en Australia.



**Carla Garza Lombó** es Bióloga por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y es Doctora en Ciencias por el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. En 2011 defendió su tesis de licenciatura sobre la modulación de vías metabólicas por arsénico, y en 2019, defendió su tesis de doctorado sobre el transporte de aminoácidos involucrados en la síntesis de glutatión en el sistema nervioso de un modelo murino; ambos trabajos realizados bajo la asesoría de la Dra. María Eugenia Gonsebatt Bonaparte del Departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. Realizó una estancia de investigación con el Dr. Rodrigo Franco Cruz en la School of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences of the University of Nebraska-Lincoln, así como una estancia postdoctoral en el Stark Neurosciences Research Institute of the IU School of Medicine en Indiana EUA.



**Carlos Enrique Chávez Solís** fue pasante de la licenciatura en Biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En 2011, trascendió hacia el Universo Infinito, dejando coartadas incontables metas académicas. La Facultad de Ciencias de la UNAM instituyó en su honor, un premio académico con valor curricular que se entrega anualmente, y que busca reconocer a los estudiantes de Biología que mantuvieron una trayectoria académica intachable, realizando un trabajo de tesis profesional de alta calidad, motivando a las nuevas generaciones de biólogos a renovar esfuerzos, y así alentarlos a plantearse metas cada vez más ambiciosas, emprendiendo soluciones a problemáticas nacionales.



**Zenón Cano-Santana** es Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Doctor en Ecología, por el entonces Centro de Ecología (actualmente Instituto) de la misma Universidad. Realizó sus estudios profesionales analizando la herbivoría provocada por insectos sobre una planta urticante del centro de México. En su doctorado midió el flujo de energía correspondiente a la productividad secundaria de un ortóptero habitante de un matorral xerófilo urbanizado. Actualmente es Profesor Titular de Tiempo Completo del Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias. En 2003 fue el primer coordinador de ese Departamento, ha participado institucionalmente como Coordinador de la Unidad de Enseñanza del Área de Biología en esa misma Facultad; y actualmente es el responsable académico del Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos. En 2005 fue el primer Tesorero de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología. Coordina el Taller de Ecología Terrestre y Manejo de Recursos Bióticos. Sus intereses de investigación se centran en los mecanismos de la termorregulación de las plantas, así como ecología de artrópodos (principalmente arácnidos e insectos). Trabaja la ecología de poblaciones de mamíferos medianos y pequeños (roedores silvestres, tlacuaches y cacomixtles) en ecosistemas naturales y urbanos.



**Iván Castellanos-Vargas** es Biólogo y Maestro en Ciencias (Biología Ambiental) por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó sus estudios profesionales y de posgrado en el laboratorio de Ecología de Artrópodos Terrestres. Desde 2003 es profesor de asignatura en la licenciatura de Biología de esa institución, donde ha impartido Ecología I, Entomología y el Taller de Ecología Terrestre y Manejo de Recursos Bióticos. En el Posgrado en Ciencias Biológicas, ha impartido Biología Ambiental II (Ecología de comunidades y ecosistemas); Fundamentos de Ecología y Ecología de Insectos. En 2005 fue Miembro Fundador de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología (SCME). Desde 2011 es técnico académico de tiempo completo en el Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos, adscrito al Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Sus intereses profesionales se centran en la ecología de comunidades de ortópteros y los mecanismos que regulan la diversidad del grupo; así como en el estudio de la génesis y desarrollo de suelos jóvenes de origen volcánico del centro de México. Ha participado y coordinado colectas ortopterológicas en el estado de Oaxaca y en la isla Socorro, del archipiélago de Revillagigedo; donde principalmente se enfocó en la ecología conductual y poblacional de langostas voladoras.

✉ [icv@ciencias.unam.mx](mailto:icv@ciencias.unam.mx)

 [Regresar al índice](#)





Conejo mexicano, *Sylvilagus cunicularius*, captado en el Pico del Águila, Ciudad de México". Fotografía: Yury Glebskiy

# Los conejos: arquitectos de la naturaleza

Georgina Fortis-Fernández, Yury Glebskiy y Zenón Cano-Santana

Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México

## Resumen

Los conejos, como muchos animales herbívoros, modifican la estructura y dinámica de las poblaciones y comunidades vegetales, así como los atributos de los ecosistemas en los que habitan. Estos animales disminuyen los tamaños poblacionales de las plantas que consumen y al mismo tiempo permiten el incremento de las especies menos apetecibles para ellos. Esto provoca una reestructuración de las comunidades vegetales, afecta la producción de biomasa vegetal y acelera el reciclaje de nutrientes. Cuando los conejos son invasores en un hábitat, pueden ocasionar graves daños a un ecosistema. Sin embargo, cuando estos son nativos, sus actividades favorecen la diversidad mediante el consumo de especies dominantes y por su papel como dispersor de semillas. Nuestro estudio en el matorral xerófilo del Pedregal de San Ángel (Ciudad de México) muestra que el conejo castellano, *Sylvilagus floridanus*, modifica la estructura de la comunidad vegetal al disminuir la cobertura y biomasa de la planta dominante de la comunidad, el zacatón *Muhlenbergia robusta*, y que es dispersor de semillas de especies vegetales poco abundantes, lo cual promueve la diversidad vegetal. Se concluye que los conejos son arquitectos de los ecosistemas donde viven.

## Palabras clave

biomasa, dispersión de semillas, diversidad, lepóridos, reciclaje de nutrientes

Los conejos son pequeños mamíferos herbívoros que junto con las liebres conforman la familia de los lepóridos. Como las liebres, cuentan con cuatro dientes superiores, pero difieren de éstas por su menor tamaño corporal, sus patas más cortas y por tener crías que nacen sin pelo y con los ojos cerrados. En el mundo existen 62 especies de lepóridos, de las cuales 29 son conejos. En México, hay 14 especies de lepóridos de las cuales diez son conejos: nueve del género *Sylvilagus* (Figura 1) y una del género *Romerolagus*. De estas diez, cinco tienen distribución restringida, es decir, son endémicas, como el conejo de los volcanes o zacatuche, *Romerolagus diazi*.



Figura 1. Dos de los conejos más comunes de México: conejo castellano *Sylvilagus floridanus* (arriba) y conejo de monte *Sylvilagus cunicularius* (abajo).

Los conejos consumen una gran cantidad de materia vegetal, lo que provoca la modificación de la vegetación en los ecosistemas que habitan, sobre todo pastizales y matorrales (Gálvez-Bravo *et al.* 2011). Dado lo anterior, los conejos son considerados arquitectos de los ecosistemas, esto es, son animales cuyas actividades cambian de forma significativa el aspecto de un paisaje natural.

El conejo más conocido y estudiado del mundo, como veremos después, es el conejo doméstico, *Oryctolagus cuniculus*, nativo del sur de Europa y del norte de África, el cual ha sido introducido y es considerado invasivo en América y Oceanía. En regiones donde esta especie es invasora se generan graves problemas de erosión del suelo por el sobre-forrajeo y la construcción de sus madrigueras, por lo cual está incluido en la lista de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (GISD, 2022). En general, se reconoce que el impacto de los conejos sobre un ecosistema depende de si se encuentran en su hábitat nativo o si han sido introducidos desde un hábitat foráneo. En el caso de *O. cuniculus*, la agricultura y otras actividades humanas han favorecido su establecimiento fuera de su ámbito natural.

### Respuestas a nivel poblacional

Fieles al dicho “se reproducen como conejos”, estos animales pueden llegar a ser muy numerosos en sus hábitats, por lo que sus actividades de consumo de la vegetación pueden perjudicar seriamente a las poblaciones de las plantas que prefieren comer, lo que favorece el desarrollo de otras que no son consumidas. Por ejemplo, en Breckland, Inglaterra la introducción del conejo doméstico provocó la merma del brezo, *Calluna vulgaris*, una planta dominante en la región, lo que permitió el desarrollo de poblaciones de otras especies vegetales que anteriormente eran poco comunes en el área (Farrow 1917). Por otra parte, dada la amplia dieta de los conejos, que incluye frutos, no es de extrañarse que ingieran y defequen semillas viables de una gran variedad de especies vegetales. En la región mediterránea de Europa, donde los conejos domésticos son nativos, se han encontrado semillas de al menos 72 especies de plantas en sus excretas. Además, se ha demostrado que la tasa de germinación de algunas semillas presentes en las heces de estos conejos es más alta que la de semillas que no son ingeridas, como es el caso de las de la retama blanca, *Retama monosperma* (Dellafiore *et al.* 2006).

Dado lo anterior, los conejos son notables consumidores de tejidos vegetales que reducen los tamaños poblacionales de las plantas atacadas, pero que favorecen a otras al reducir la competencia y fomentar la dispersión de semillas hacia lugares alejados de la planta madre.

### Respuesta a nivel comunidad

Dados los efectos sobre las poblaciones de plantas, los conejos pueden favorecer la coexistencia de especies vegetales y por tanto, incrementar la diversidad. Por lo mismo, estos herbívoros afectan la composición de especies de plantas que están en un hábitat. Por ejemplo, en la dehesa mediterránea, un tipo de vegetación donde dominan los arbustos y las hierbas con pocos árboles de encinos y alcornoques, el conejo doméstico *O. cuniculus* promueve la heterogeneidad de la comunidad vegetal de tal manera que mantiene una alta diversidad de pastos (Gálvez-Bravo *et al.* 2011). Por otra parte, en localidades donde el conejo doméstico no es nativo, el consumo de la vegetación puede ser excesivo y llevar a la pérdida de diversidad, como sucede en algunas comunidades de plantas de Australia (Cooke y McPhee, 2007). En consecuencia, los cambios en la composición y diversidad generados por las actividades de los conejos (Rueda, 2006), tarde o temprano, pueden incidir en los atributos de los ecosistemas (definidos como conjuntos de comunidades de organismos integrados a su entorno abiótico).

### Respuesta a nivel ecosistémico

Los conejos inciden en los ecosistemas que habitan a través del consumo de biomasa vegetal. Por ejemplo, Soriguer (1981) estimó que los conejos domésticos consumen aproximadamente 15% de la biomasa vegetal que se encuentra disponible en los matorrales del Parque Nacional de Doñana, España, mientras Rueda (2006) registra que estos conejos consumen 42% de la biomasa aérea total, lo que representa 80% de la biomasa consumida por todos los herbívoros vertebrados de la dehesa mediterránea del centro de España. Claramente un consumo de esa magnitud tiene efectos sustanciales sobre el ciclo de nutrientes, pues acelera el paso de materiales de la vegetación al suelo a través de las heces (Figura 2). Petterson (2001), por ejemplo, encontró que en los sitios con heces de conejos domésticos de un matorral semiárido del sur de España, la biomasa vegetal es tres veces mayor que en sitios sin heces, lo cual promueve que la fracción de suelo desnudo disminuya 16%. Esto se debe al efecto fertilizador de las excretas de estos conejos.

### Un caso mexicano: el conejo castellano en el Pedregal de San Ángel

Como pudimos apreciar, el conejo doméstico es la especie mejor estudiada debido a su carácter invasor en muchos ecosistemas del mundo y a su distribución en Europa. Sin embargo, tanto en México como en el continente americano no hay estudios sobre el efecto de los conejos en las comunidades vegetales. Es por esto que en el Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos de la Facultad de Ciencias, UNAM nos dedicamos a estudiar cómo las actividades del conejo castellano, *Sylvilagus floridanus*, afectan a la comunidad vegetal de matorral xerófilo del Pedregal de San Ángel en la Ciudad de México (Figura 3).



Figura 2. Excretas de conejo.



Figura 3. Paisaje del Pedregal de San Ángel en temporada seca.

El conejo castellano es el lepórido más abundante en México y EUA, pero sorprendentemente, antes de nosotros no se había estudiado su efecto sobre la vegetación. Encontramos que en este ecosistema, los conejos de esta especie consumen entre 2.3 y 5.4% de la producción primaria neta aérea (es decir, toda la biomasa acumulada por las plantas encima del suelo), aunque hay sitios donde pueden consumir hasta 18.8% (Dorantes 2017). Asimismo, su población llega a alcanzar densidades de más de 14 individuos por hectárea en la zona (Glebskiy 2016, Dorantes 2017). Tales datos sugieren que el conejo castellano es una especie importante para el ecosistema, ya que gracias a su gran consumo de tejidos vegetales podría disminuir la cobertura del follaje de ciertas plantas y modificar la comunidad vegetal.

Para probar esto, hicimos exclusiones de conejos y monitoreamos la comunidad vegetal en presencia y ausencia de conejos en un experimento que empezó en 2017. Durante los primeros tres años de ausencia de conejos, el pasto dominante de la zona, el zacatón *Muhlenbergia robusta*, incrementó su cobertura y biomasa, lo que trajo como consecuencia una disminución en la diversidad y riqueza de plantas. Extrañamente, hacia el cuarto año de exclusión, la cobertura del zacatón *M. robusta* disminuyó posiblemente porque la ausencia de conejos cortó el aporte de nutrientes al suelo a través de sus heces, lo cual redujo a su vez el crecimiento del zacatón y aumentó ligeramente la diversidad de la comunidad vegetal, aunque a un nivel más bajo que en los sitios expuestos a la actividad de los conejos. Esta interpretación podría confirmarse mediante estudios adicionales sobre los cambios en la fertilidad del suelo. En este contexto, nuestros resultados sugieren que los conejos castellanos tienen una gran influencia en las comunidades vegetales de las que se alimentan, pero los efectos de su ausencia a largo plazo podrían diferir de los efectos inmediatos (menos de cuatro años). En general, nuestros resultados coinciden con los obtenidos en otros estudios, que muestran que los conejos ayudan a mantener la diversidad de los ecosistemas nativos.

Por otra parte, nuestro grupo de trabajo encontró que los conejos castellanos pueden dispersar semillas de al menos 15 especies de plantas, la mayoría raras en la comunidad vegetal, como es el caso de la estrellita amarilla (la asterácea *Jaegeria hirta*) y el tomatillo (la solanácea *Physalis glutinosa*), así como de plantas dominantes como el nopal *Opuntia tomentosa*. Hemos concluido que las actividades de ingestión de frutos, de consumo de otros tejidos, la movilidad y la defecación del conejo castellano ayudan a mantener la diversidad vegetal en este matorral xerófilo.

Dadas la variedad e importancia de los efectos de los conejos sobre los ecosistemas naturales que habitan (v.g., cambios en la dominancia y composición de la comunidad vegetal, así como en su funcionamiento, por medio de la dispersión de semillas y reciclaje de nutrientes), los conejos son, sin duda, unos arquitectos de los ecosistemas.

### Agradecimientos

Gracias a Iván Castellanos-Vargas por el apoyo técnico y a Daniel Dorantes por su ayuda en campo. Paulina Corona-Tejeda y dos editores del *Boletín* revisaron cuidadosamente el manuscrito y lo mejoraron sustancialmente. Esta investigación fue financiada por el proyecto PAPIIT-UNAM IN222816 "Ecología de *Sylvilagus floridanus* (Lagomorpha: Leporidae) en la Reserva Ecológica de Ciudad Universitaria, D.F."

### Literatura citada

- Cooke B, McPhee S. 2007. *Rabbits and native plant biodiversity*. Reporte técnico. Canberra: Invasive Animals Co-operative Research Centre, University of Canberra.
- Dellafiore CM, Munoz Vallés S, Gallego Fernández JB. 2006. Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) as dispersers of *Retama monosperma* seeds in a coastal dune system. *EcoScience*, 13:5-10.
- Dorantes D. 2017. *Distribución y abundancia del conejo castellano, Sylvilagus floridanus (Lagomorpha), en la Reserva del Pedregal de San Ángel, Cd. Mx., México*. Tesis de licenciatura. México: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Farrow EP. 1917. On the ecology of the vegetation of Breckland: III. General effects of rabbits on the vegetation. *Journal of Ecology*, 5:1-18.
- Gálvez-Bravo L, López-Pintor A, Rebollo S, Gómez-Sal A. 2011. European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) engineering effects promote plant heterogeneity in Mediterranean Dehesa pastures. *Journal of Arid Environments*, 75:779-786.
- GISD, Global Invasive Species Database. 2022. *Oryctolagus cuniculus*. Consultado el 8 de junio de 2022 de: <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Oryctolagus+cuniculus>
- Glebskiy Y. 2016. *Factores que afectan la distribución y abundancia del conejo castellano (Sylvilagus floridanus) en la Reserva del Pedregal de San Ángel, D.F. (México)*. Tesis de licenciatura. México: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Petterson D. 2001. *The effects of the wild rabbit (Oryctolagus cuniculus) on soils and vegetation in semi-arid, south-eastern Spain*. Tesis doctoral. Leeds: University of Leeds.
- Rueda M. 2006. *Selección de hábitat por herbívoros de diferente tamaño y sus efectos sobre la vegetación: el papel del conejo (Oryctolagus cuniculus) en ecosistemas de dehesa*. Tesis doctoral. Alcalá: Universidad de Alcalá.
- Soriguer RC. 1981. Consideraciones sobre el efecto de los conejos y los grandes herbívoros en los pastizales de la Vera de Doñana. *Doñana Acta Vertebrata*, 10:155-168.

## ¿Quién escribe?



**Georgina Fortis-Fernández** es egresada de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su actual investigación está enfocada en la ecología de interacciones planta-mamífero herbívoro. Entre sus intereses se encuentran la divulgación de la ciencia, el estudio de socioecosistemas y la ecología urbana.

✉ [fortis.fdez@ciencias.unam.mx](mailto:fortis.fdez@ciencias.unam.mx)



**Yury Glebskiy** es biólogo y maestro en ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Se especializa en ecología de mamíferos, especialmente la interacción mamíferos-plantas, la dispersión de semillas por endozoocoria y el efecto de la urbanización sobre los mamíferos. Actualmente realiza su doctorado en la Universidad Nacional Autónoma de México.

✉ [agloti@ciencias.unam.mx](mailto:agloti@ciencias.unam.mx)



**Zenón Cano-Santana** es Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Doctor en Ecología, por el entonces Centro de Ecología (actualmente Instituto) de la misma Universidad. Realizó sus estudios profesionales analizando la herbivoría provocada por insectos sobre una planta urticante del centro de México. En su doctorado midió el flujo de energía correspondiente a la productividad secundaria de un ortóptero habitante de un matorral xerófilo urbanizado. Actualmente es Profesor Titular de Tiempo Completo del Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias. En 2003 fue el primer coordinador de ese Departamento, ha participado institucionalmente como Coordinador de la Unidad de Enseñanza del Área de Biología en esa misma Facultad; y actualmente es el responsable académico del Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos. En 2005 fue el primer Tesorero de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología. Coordina el Taller de Ecología Terrestre y Manejo de Recursos Bióticos. Sus intereses de investigación se centran en los mecanismos de la termorregulación de las plantas, así como ecología de artrópodos (principalmente arácnidos e insectos). Trabaja la ecología de poblaciones de mamíferos medianos y pequeños (roedores silvestres, tlacuaches y cacomixtles) en ecosistemas naturales y urbanos.

✉ [zcs@ciencias.unam.mx](mailto:zcs@ciencias.unam.mx)



Muérdago *Psittacanthus palmeri* parasitando a *Bursera fagaroides* en la selva baja caducifolia de Querétaro. Fotografía: M. Queijeiro

# Las plantas parásitas y sus hospederos: una interacción compleja y menospreciada

Mónica E. Queijeiro-Bolaños, Israel G. Carrillo-Ángeles  
Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro

Zenón Cano-Santana  
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

## Resumen

Las interacciones bióticas representan un mundo de relaciones complejas entre las especies. Las interacciones antagónicas son aquellas en las que al menos uno de los organismos interactuantes sufre un efecto negativo. Entre las interacciones antagónicas se encuentra el parasitismo, que implica que una de las partes asociadas afecta negativamente la supervivencia, crecimiento o reproducción de organismos de la otra especie. Las plantas parásitas forman parte de la vasta diversidad de parásitos, y se distinguen por tener una estructura especializada llamada haustorio que penetra los haces vasculares de sus hospederos. Los muérdagos son un grupo famoso dentro de las plantas parásitas por su extendida presencia en ambientes antropizados, donde parasitan árboles de importancia forestal y agrícola, así como el arbolado urbano. Sin embargo, éstas y otras plantas parásitas pueden promover la diversidad de especies en una comunidad al ofrecer recursos valiosos como néctar y frutos.

## Palabras clave:

diversidad, interacciones bióticas, muérdagos, parasitismo, plantas parásitas

## Una interacción biótica llamada parasitismo

Las interacciones bióticas son el conjunto de relaciones que se establecen entre los seres vivos de la misma especie o de diferentes especies. En algunas relaciones, hay un efecto negativo en todos o alguno de los organismos que interactúan (relaciones antagónicas), mientras que en otras no hay efectos negativos para ninguno de los organismos que interactúan, y al menos uno obtiene un beneficio (interacciones facilitadoras). Entre las relaciones antagónicas se encuentra el parasitismo, que sucede cuando un organismo (parásito) vive a expensas de los recursos obtenidos por otro organismo de una especie distinta (hospedero) sin causarle la muerte, al menos no de manera directa ni instantánea, sino que contribuye disminuyendo el vigor o la salud del hospedero (Del Val y Boege, 2012).

La mortalidad de un hospedero relacionada directa o indirectamente con un parásito no implica que los parásitos sean organismos perjudiciales para las comunidades de organismos. De hecho, su naturaleza los hace elementos importantes para el funcionamiento del ecosistema (el conjunto integrado de seres vivos más los elementos abióticos de un lugar) debido a que contribuyen a controlar las poblaciones de hospederos que tienden a dominar en la comunidad. Esto, a su vez, favorece la coexistencia de los hospederos con otras especies (promueven la biodiversidad), además de modificar las cascadas tróficas al influir en las densidades de las especies hospederas presentes en los distintos niveles tróficos (Thomas *et al.* 2005; Hatcher y Dunn, 2011).

Los parásitos de una especie pueden asociarse a hospederos de muchas especies distintas (parásitos generalistas), o tener preferencia por hospederos de una o pocas especies con características muy específicas (parásitos especialistas). Se sabe que un extraordinario 40% de las especies que existen son parásitos, y que el parasitismo constituye un hábito que se ha originado en distintas líneas evolutivas, pues se presenta en una gran diversidad de grupos taxonómicos de animales, plantas, hongos, protozoarios, bacterias y todos los virus (Hatcher y Dunn, 2011). El parasitismo representa un modo de vida sumamente exitoso mediante el cual el parásito obtiene recursos de manera eficiente y con poco gasto de energía.

## El parasitismo en el mundo de las plantas

En el reino de las plantas, el parasitismo es una forma de vida que ha surgido en 12 o 13 eventos evolutivos distintos, los cuales, sorprendentemente, dieron origen a una estructura presente en todos los grupos que se conoce como haustorio (Westwood *et al.* 201). Dicha estructura es una raíz modificada que permite a la planta parásita introducirse en los tejidos de la planta hospedera y conectarse a los conductos que transportan los nutrientes para absorber los recursos que necesita. Las plantas parásitas se agrupan en 4500 especies, que representan alrededor del 1% de las plantas con flores (Heide-Jorgensen, 2008), y están repartidas en 20 familias y 280 géneros (Press y Phoenix, 2005; Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Tipos de plantas parásitas de acuerdo con la estructura que parasitan y su capacidad fotosintética (grado de dependencia). Se mencionan las familias más representativas de cada tipo.

**Capacidad fotosintética**

**Estructura parasitada**

	<b>Activa</b>	<b>Perdida</b>
<b>Raíz</b>	Hemiparásita de raíz Olacaceae, Convolvulaceae, Orobanchaceae, Lauraceae	Holoparásita de raíz Rafflesiaceae, Hydnoraceae, Balanophoraceae, Orobanchaceae
<b>Tallo</b>	Hemiparásita de tallo Loranthaceae, Viscaceae, Misodendraceae, Eremolepidaceae	Holoparásita de tallos Convolvulaceae, Apodanthaceae

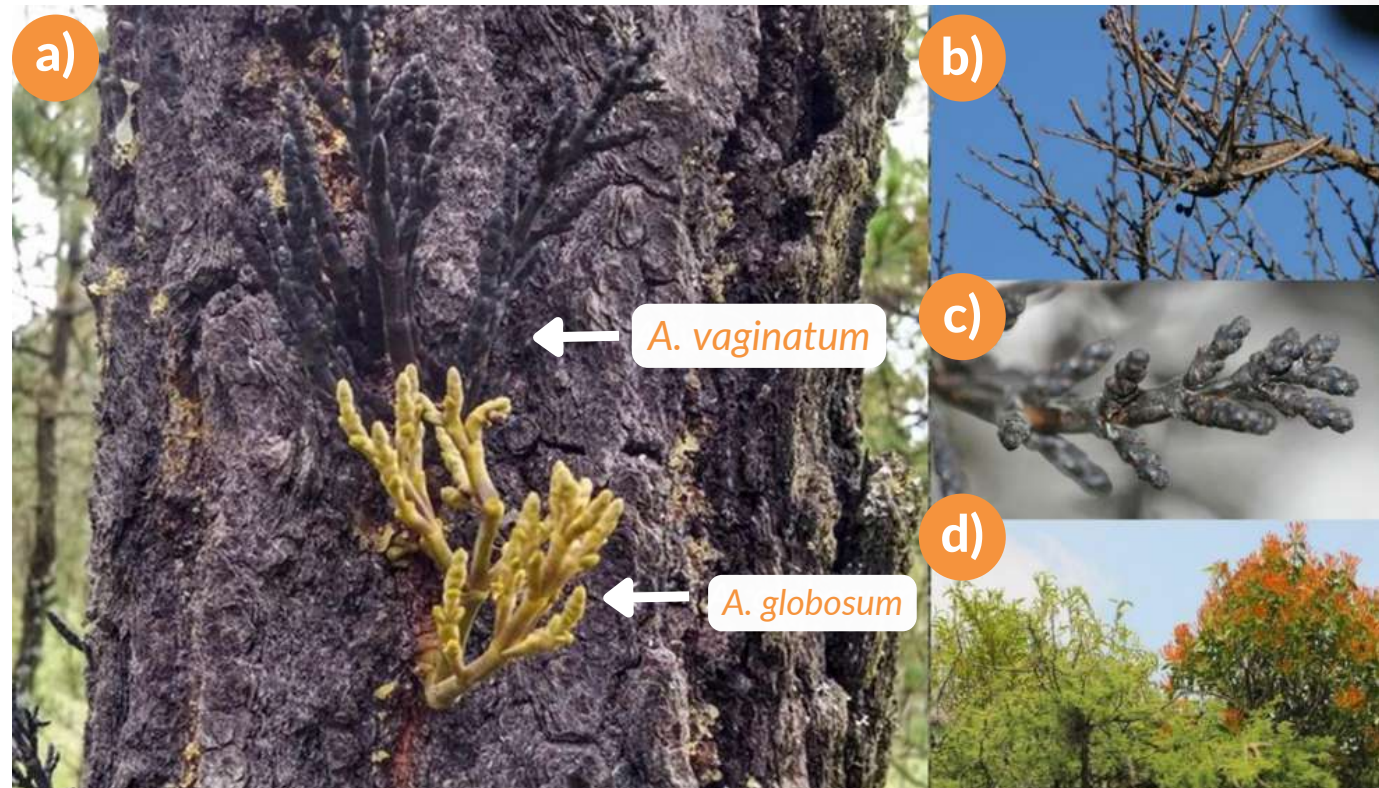
La manera más práctica de clasificar a las plantas parásitas es según la estructura del hospedero a la que se unen (tallo o raíz) y de acuerdo al tipo de dependencia que establecen con éste. Cuando la dependencia de los recursos del hospedero es parcial, esto es, cuando las plantas parásitas extraen sólo agua y nutrientes minerales del hospedero, pero fabrican sus propios fotosintatos (compuestos que se forman al procesar el agua y los nutrientes obtenidos del hospedero), se les llama plantas hemiparásitas. Por otro lado, a las plantas parásitas que dependen totalmente del hospedero (extraen de estos tanto fotosintatos como agua y nutrientes) se les denomina plantas holoparásitas. Estas últimas son un caso curioso debido a que se salen de la concepción tradicional que tenemos sobre las plantas, ya que al no necesitar de la síntesis de clorofila, suelen carecer de la coloración verde en sus tejidos e incluso llegan a presentar formas extravagantes. Por último, en cuanto al tipo de dependencia, algunas especies tienen un hábito de parasitismo facultativo, es decir, viven asociados al hospedero sólo durante una parte de su ciclo de vida (Heide-Jorgensen, 2008).

Desde el punto de vista humano, las plantas parásitas tienen dos caras. En el lado perjudicial, algunas especies son de importancia económica debido al impacto que tienen sobre especies aprovechables. Por ejemplo, muchas especies de la familia Orobanchaceae (como *Orobanche* spp. y *Striga* spp.) parasitan cultivos de maíz, sorgo, mijo, calabaza y tabaco, entre otros, ocasionando pérdidas millonarias en la producción anual de alimentos (Heide-Jorgensen, 2008). En el lado benéfico, varias especies de plantas parásitas son valiosas por su utilidad para las personas. Por ejemplo, con fines medicinales (como *Alectra parasitica*, *Cynomorium coccineum* y *Arceuthobium globosum*) y como alimento (como *Lennoa madreporoides*, *Ximenia americana* y *Prosopanche* sp., entre otras). Aunado al valor que tienen para las personas, las plantas parásitas juegan un papel importante en los ecosistemas naturales, pues proporcionan recursos a una gran variedad de aves, insectos y mamíferos tanto polinizadores como dispersores, y ejercen un control sobre las poblaciones de las especies de plantas a las que parasitan.

**Los muérdagos: un grupo famoso de plantas parásitas**

Los muérdagos son plantas hemiparásitas que se desarrollan en los tallos de sus hospederos (Figura 1) repartidas en cinco familias, algunas muy diversas como Loranthaceae, que tiene 73 géneros y ~900 especies distribuidas desde el trópico de Cáncer (y un poco más al norte en Europa) hasta la Patagonia y Australia; y otras poco diversas como la familia Misodendraceae, que tiene sólo un género (*Misodendrum*) con 10 especies restringidas a una pequeña porción de Sudamérica (Mathiasen et al. 2008).

El grupo de los muérdagos ha adquirido mala fama en tiempos recientes debido a que parasitan árboles de importancia forestal y agrícola, así como al arbolado urbano. Sin embargo, la mala fama de los muérdagos responde a nuestra visión parcial de la relación que tienen con sus hospederos, y es muy probable que más que villanos sean seres vivos incomprendidos. Por ejemplo, dicha visión parcial nos lleva a subestimar el hecho de que las interacciones con sus hospederos son el resultado de 55-75 millones de años de coevolución (Watson, 2020), lo cual contrasta con los escasos 260,000 a 350,000 años que los *Homo sapiens* llevamos sobre la Tierra. Esa misma visión parcial nos lleva a reconocer que los muérdagos pueden afectar el crecimiento y el desempeño de sus hospederos, pero nos nubla la razón impidiéndonos considerar que generalmente no son la causa principal de su muerte, sino más bien la gota que derrama el vaso cuando los hospederos se desarrollan en condiciones ambientales que debilitan su salud, como las que se producen cuando modificamos y destruimos los ecosistemas naturales.



**Figura 1.** Especies de muérdagos presentes en el centro de México: a) *Arceuthobium vaginatum* y *A. globosum* parasitando al mismo árbol; b) *Psittacanthus palmeri*, después de haber perdido sus hojas, sobre *Bursera fagaroides*; c) hojas en forma de escama de *A. vaginatum*; d) *Phoradendron brachystachyum* y *Psittacanthus calyculatus* sobre *Acacia schaffneri*. Fotografías: M. Queijeiro.

En nuestra labor para tratar de obtener una visión menos parcial sobre los muérdagos, hemos encontrado que cuando estas plantas parásitas se encuentran en bajas severidades (número de muérdagos por árbol) y en ambientes naturales poco alterados por actividades humanas, los muérdagos no afectan de manera importante el crecimiento de los árboles hospederos (*Arceuthobium globosum* y *A. vaginatum* sobre *Pinus hartwegii*; Queijeiro-Bolaños y Cano-Santana, 2016), ni su desempeño a nivel fisiológico (en el caso de *Psittacanthus calyculatus* y *Phoradendron brachystachyum* sobre *Acacia schaffneri*; Queijeiro-Bolaños *et al.* 2020). Además, hemos observado que la prevalencia de estas especies es afectada por el tamaño, la forma, la densidad y la distribución de los hospederos; así como por la altitud, la pendiente, la fragmentación del hábitat, la tala y los incendios (Queijeiro-Bolaños *et al.* 2013). De manera general, la evidencia sobre la influencia de estos factores en conjunto, apunta a que la alteración del hábitat de los muérdagos y sus hospederos por actividades humanas, favorecen que el muérdago se salga de control.

También hemos visto que cumplen una función muy importante en los ecosistemas al contribuir al mantenimiento de la biodiversidad, ya que son el refugio de muchas especies de artrópodos que llevan al menos una parte de su ciclo de vida en los muérdagos (Chávez-Salcedo *et al.* 2018; González-Ramírez y Cano-Santana 2019; Moctezuma *et al.* en preparación), y que en algunos casos tienen relaciones muy estrechas con sus aves dispersoras de semillas, como es el caso de la relación del muérdago *Psittacanthus palmeri* con el capulinero negro *Phainopepla nitens* (San Román *et al.* en preparación; Figura 2). Hemos visto, además, que una especie de muérdago puede facilitar el establecimiento de otra especie de muérdago en el mismo hospedero, sufriendo después las consecuencias de su buena acción al entrar en competencia por el uso del mismo recurso (Queijeiro-Bolaños *et al.* 2017).



**Figura 2.** *Phainopepla nitens* perchando sobre *Bursera fagaroides*. Se observan frutos de *Psittacanthus palmeri*. Fotografía: I. Carrillo.



Las plantas parásitas, y los muérdagos en particular, son especies con una dinámica compleja la cual requiere ser estudiada para ser entendida y poder generar planes de manejo adecuados sin estigmatizarlas por ser especies parásitas. Éstas cumplen una función importante en sus comunidades biológicas y son parte integral del paisaje natural. Es importante entender que los muérdagos, al igual que muchas otras especies, adquieren una mala fama como consecuencia de una intervención humana irresponsable que las convierte en especies perjudiciales.

### Agradecimientos

Agradecemos a Iván Castellanos-Vargas el apoyo técnico. Las sugerencias de los editores del *Boletín* mejoraron sustancialmente el manuscrito. Esta investigación fue parcialmente financiada por el proyecto PAPIIT-UNAM 220912-2 "Ecología del muérdago enano (*Arceuthobium* spp.) en el Centro de México". Y por el proyecto FONDEC-UAQ-2021 "Fenología, dispersión y establecimiento del muérdago *Psittacanthus palmeri* (FNB 2021-09)"

### Literatura citada

- Chávez-Salcedo L, Queijeiro-Bolaños ME, López-Gómez V, Cano-Santana Z, Mejía-Recamier B, Mojica-Guzmán A. 2018. Contrasting arthropod communities associated with dwarf mistletoes *Arceuthobium globosum* and *A. vaginatum* and their host *Pinus hartwegii*. *Journal of Forestry Research*, 9: 1351-1364.
- Del Val E, Boege K. 2012. *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*. México: Fondo de Cultura económica.
- González-Ramírez I, Cano-Santana Z. 2019. Estudio preliminar de las comunidades de artrópodos asociadas a dos muérdagos y su hospedero en la Sierra Nevada, México. *Xilema*, 29: 47-53.
- Hatcher M, Dunn A. 2011. *Parasites in ecological communities*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Heide-Jorgensen H. 2008. *Parasitic flowering plants*. Lieden: Brill.
- Mathiasen R, Shaw D, Nickrent D, Watson D. 2008. Mistletoes. Pathology, systematics, ecology and management. *Plant Disease*, 92: 988-1006.
- Press M, Phoenix G. 2005. Impacts of parasitic plants on natural communities. *The New Phytologist*, 166: 737-51.
- Queijeiro-Bolaños M, Cano-Santana Z. 2016. Growth of Hartweg's pine (*Pinus hartwegii*) parasitized by two dwarf mistletoe species (*Arceuthobium* spp.). *Botanical Sciences*, 94: 51-62.

- Queijeiro-Bolaños M, Malda-Barrera G, Carrillo-Angeles I, Suzán-Azpiri H. 2020. Contrasting gas exchange effects on the interactions of two mistletoes species and their host *Acacia schaffneri*. *Journal of Arid Environments*, 2020: e104041.
- Queijeiro-Bolaños M, Cano-Santana Z, Castellanos-Vargas I. 2013. Does disturbance determines the prevalence of dwarf mistletoe (*Arceuthobium*, Santalales: Viscaceae) in Central Mexico? *Revista Chilena de Historia Natural*, 2013: 181-190.
- Queijeiro-Bolaños M, González E, Martorell C, Cano-Santana Z. 2017. Competition and facilitation determine dwarf mistletoe infection dynamics. *Journal of Ecology*, 105: 775-785.
- Thomas F, Renaud F, Guégan J. 2005. *Parasitism and ecosystems*. Oxford: Oxford University Press.
- Watson D. 2020. Did mammals bring the first mistletoes into the treetops? *American Naturalist*, 196: 769-774.
- Westwood J, Yoder J, Timko M, de Pamphilis C. 2010. The evolution of parasitism in plants. *Trends in Plant Science*, 15: 227-235.

## ¿Quién escribe?



**Mónica E. Queijeiro-Bolaños** es bióloga y doctora en ciencias biológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es miembro del SNI (nivel 1); en 2020 obtuvo el premio Xahni (UAQ) a la labor docente. Actualmente es profesora-investigadora en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (FCN-UAQ); donde es coordinadora de la Maestría en Ciencias Biológicas. Su línea de investigación se centra en el estudio de interacciones bióticas, especialmente en la relación entre plantas parásitas y sus hospederos desde diferentes enfoques: ecofisiológico, poblacional y de comunidades. Es autora y co-autora en 15 artículos de investigación y un capítulo de libro; ha dirigido seis tesis de licenciatura y participa en comités tutorales de posgrado. En la FCN-UAQ ofrece los cursos de Ecología II, Diseño experimental, Investigación I-II y Restauración ecológica.

✉ [monica.queijeiro@uaq.mx](mailto:monica.queijeiro@uaq.mx)



**Israel Carrillo** es biólogo del IPN, con maestría y doctorado en ciencias biológicas por la UNAM. Actualmente es profesor de tiempo completo en el programa de Biología en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Es responsable del desarrollo de un modelo de sustentabilidad en el campus Juriquilla de la UAQ, y responsable del manejo de las áreas silvestres en el mismo campus. Sus líneas de trabajo son ecología de poblaciones de plantas clonales, ecología de plantas nativas y sustentabilidad. Ha participado en cerca de 17 publicaciones como autor y coautor.

✉ [israel.carrillo@uaq.mx](mailto:israel.carrillo@uaq.mx)



**Zenón Cano-Santana** es biólogo y doctor en ecología por la UNAM y es miembro del SNI (nivel 2). Es miembro fundador de la SCME y profesor titular de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FC-UNAM). Fue responsable académico de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, miembro del consejo asesor del Área Natural Protegida “Bosque de Tlalpan”, coordinador de la licenciatura en biología y del Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la FC-UNAM. Sus líneas de investigación son ecología animal y vegetal, ecología de artrópodos terrestres, ecología de interacciones, ecología urbana, restauración ecológica y biodiversidad. Ha escrito 81 artículos de investigación y 9 libros, entre los que se encuentran *El pulso del planeta* y *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. Coordinó las secciones de “Invertebrados” de las obras *Biodiversidad en la Ciudad de México* (2016) y *Biodiversidad en Morelos: estudio de estado 2* (2020) de CONABIO. Ha dirigido 83 tesis de licenciatura y posgrado. Ofrece los cursos de Ecología I y Ecología de insectos en la UNAM. Coordina el taller “Ecología terrestre y manejo de recursos bióticos” en la FC-UNAM. Actualmente estudia el efecto de la urbanización sobre los tlacuaches.

✉ [zcs@ciencias.unam.mx](mailto:zcs@ciencias.unam.mx)



Fotografía: Rosario Arreola Gómez

# Biodiversidades vemos, interacciones no sabemos

Eduardo Mendoza Ramírez

Laboratorio de Análisis para la Conservación de la Biodiversidad, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, UMSNH, Morelia, Michoacán

## Resumen

Se ha logrado un gran avance en profundizar nuestro conocimiento sobre algunos aspectos de la biodiversidad; sin embargo, en otros aspectos existen rezagos muy importantes. Un ejemplo son las interacciones bióticas. Esta carencia de conocimiento es crítica por el papel que éstas juegan en procesos ecológicos que son fundamentales para sustentar la vida en el planeta y que afectan directamente el bienestar humano. Debido a la cantidad de interacciones que potencialmente se pueden establecer entre especies y a su carácter, en muchos casos, poco conspicuo es muy probable que las interacciones estén desapareciendo por el impacto humano a una velocidad mucho mayor a la que están desapareciendo las poblaciones y especies. Se requiere poner mayor atención al estudio, la conservación y la restauración de las interacciones bióticas.

## Palabras clave:

diversidad biológica, extinción de interacciones, polinización

El concepto de biodiversidad abarca la variación en los distintos niveles de organización biológica (genético, de especies y de ecosistemas) así como los procesos ecológicos y evolutivos que se dan entre ellos (CONABIO 2022). En actualidad, vivimos en los que se podría considerar una “edad de oro” por el conocimiento que se ha alcanzado sobre algunos aspectos de la biodiversidad. Por ejemplo, de manera reciente un equipo liderado por investigadores mexicanos logró secuenciar el genoma de algunas variedades de aguacate (Rendón-Anaya *et al.* 2019). Las implicaciones de este estudio van desde entender mejor las relaciones evolutivas que estas plantas tienen con otras especies, hasta la posible mejora de la explotación comercial de sus frutos, pues no olvidemos que el aguacate es un elemento muy importante de nuestra gastronomía y su exportación genera una gran cantidad de ingresos.

Un segundo ejemplo es la aplicación “Naturalista” de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Dicha aplicación permite a cualquier persona con un teléfono móvil que tenga cámara y conexión a internet registrar y compartir información sobre la presencia de organismos de diferentes especies en una base de datos a nivel nacional (<https://www.naturalista.mx>). Actualmente, esta base de datos acumula más de cuatro millones de registros (Naturalista 2022), lo que abre un mundo de posibilidades de análisis y refleja el éxito que ha tenido esta iniciativa para fomentar la ciencia ciudadana.

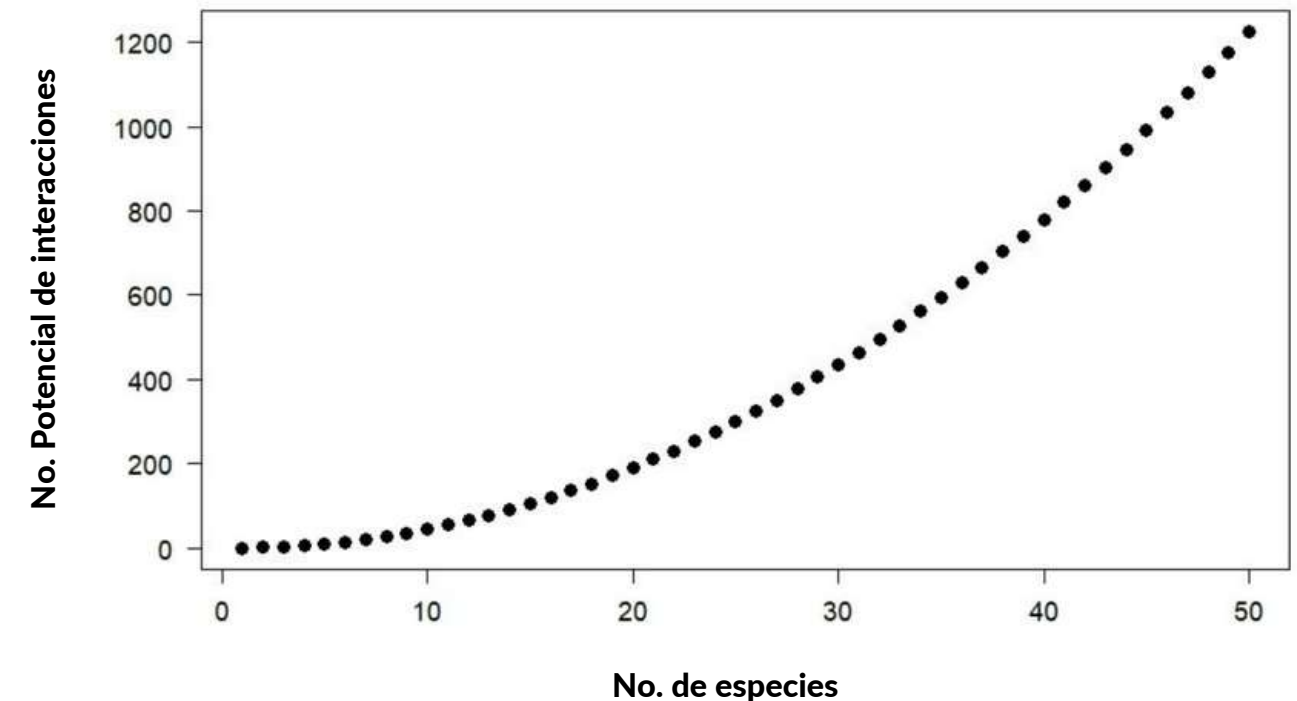
Existen muchos ejemplos más, pero el punto que quisiera enfatizar es que estos avances tecnológicos también evidencian el poco avance logrado en otros aspectos del conocimiento de la biodiversidad. Por ejemplo, existe un gran desconocimiento del número total de especies que habitan el planeta, al punto que algunos estudios sugieren que las especies no descritas constituyen cerca del 86% de las existentes (Mora *et al.* 2011). Por otra parte, hay otra faceta de la biodiversidad aún más desconocida a pesar de que, por sus características, hace especialmente evidente nuestra dependencia de la naturaleza. Esta faceta, que tiene que ver con los procesos ecológicos, son las interacciones bióticas. Algunas interacciones como la polinización y el parasitismo han sido el foco de la atención de la comunidad científica, y de la sociedad en general, recientemente, debido a las consecuencias que su alteración tiene para la vida de los humanos. Más de tres cuartas partes de los cultivos base de la alimentación humana requieren, en mayor o menor grado, de animales polinizadores (IPBS 2016). Por esta razón, el declive en las poblaciones de estos animales puede poner en riesgo el suministro de una gran variedad de alimentos, lo que acarrearía graves consecuencias para la humanidad. Por otra parte, durante poco más de dos años, la vida de prácticamente todos los humanos del planeta ha sido fuertemente afectada por la alteración de una interacción parásito-hospedero que derivó en la tristemente famosa pandemia de COVID-19.

Seguramente las interacciones que involucran microorganismos son las que menos conocemos. Sin embargo, aun cuando las interacciones involucran organismos de mayor talla, pueden pasar desapercibidas. Por ejemplo, hasta hace muy poco, no se sabía que los agaves “chinos” (*Agave cupreata*) en la región de Villa Madero, Michoacán, además de recibir la visita de murciélagos como *Leptonycteris nivalis* y *Choeronycteris mexicana* y una amplia variedad de aves, son visitados también por tlacuaches (*Didelphis virginiana*) y tlacuachines (*Tlacuatzin canescens*; Arreola-Gómez y Mendoza 2020). A juzgar por la cantidad de polen que se puede apreciar sobre su piel, es probable que estos marsupiales contribuyan a la polinización del agave chino (Figura 1). El papel que estas especies de animales puedan tener para la reproducción de este agave es de particular interés porque esta planta constituye la materia prima para la elaboración tradicional de mezcal, actividad que representa una fuente creciente de ingresos para las familias de esta región.



**Figura 1.** a) Tlacuache (*Didelphis virginiana*) y b) tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*) en las inflorescencias de *Agave cupreata* en la región de Villa Madero, Michoacán. Fotografías: Rosario Arreola Gómez.

Según el Reporte Global de la Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Políticas sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBS 2019) cerca de un millón de especies están en riesgo de desaparecer en los próximos años debido al impacto humano. Si consideramos que el número máximo de interacciones posibles entre pares de especies aumenta de manera exponencial conforme aumenta el número de especies (Figura 2), resulta sumamente factible que estemos perdiendo un número de interacciones mayor en varios órdenes de magnitud al número de poblaciones o especies que se están perdiendo. Por lo tanto resulta fundamental aumentar las acciones dirigidas a documentar las interacciones bióticas que se establecen en ambientes conservados (pero también en los modificados por la actividades humanas) así como enfocar las estrategias de restauración para recuperar no sólo poblaciones de especies silvestres sino también las interacciones bióticas en las que participan.



**Figura 2.** Relación entre el número de especies en una localidad y la cantidad potencial de interacciones que se pueden establecer entre esas especies.

### Agradecimientos

Este texto se benefició de pláticas con miembros del laboratorio de Análisis para la Conservación de la Biodiversidad del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## Literatura citada

- Arreola-Gómez R, Mendoza E. 2020. Marsupial visitation to the inflorescences of the endemic *Agave cupreata* in western Mexico. *Western North American Naturalist*, 80: 563-568.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2022. Consultado el 11 de junio del 2022. Naturalista. <http://www.naturalista.mx>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2022. Consultado el 02 de agosto del 2022 ¿Qué es la biodiversidad? [https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que\\_es](https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es)
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). 2016. Potts, SG, Imperatriz-Fonseca V L, Ngo H T, Biesmeijer JC, Breeze TD, Dicks LV, Garibaldi LA, Hill R, Settele J, Vanbergen AJ, Aizen MA, Cunningham SA, Eardley C, B. Freitas M, Gallai N, Kevan PG, Kovács-Hostyánszki A, Kwapong PK, Li J, Li X, Martins D J, Nates-Parra G, Pettis JS, Rader R, Viana BF. (eds.) Consultado el 11 de junio del 2022. Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Alemania. <https://ipbes.net/assessment-reports/pollinators>.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). 2019. Díaz S, Settele J, Brondízio ES, Ngo HT, Guèze M, Agard J, Arneth A, Balvanera P, Brauman KA, S. Butchart HM, Chan KMA, Garibaldi LA, Ichii K, Liu J, Subramanian SM, Midgley GF, Miloslavich P, Molnár Z, Obura D, Pfaff A, Polasky S, Purvis A, Razzaque J, Reyers B, Roy Chowdhury R, Shin YJ, Visseren-Hamakers IJ, Willis KJ, Zayas C. N. (eds.) Consultado el 11 de junio del 2022. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Alemania. <https://ipbes.net/global-assessment>.
- Mora, C, Tittensor, DP, Adl, S, Simpson, AG, Worm, B. 2011. How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS biology*, 9: e1001127.
- Rendón-Anaya, M, Ibarra-Laclette, E, Méndez-Bravo, A, Lan, T, Zheng, C, Carretero-Paulet, L, ... Herrera-Estrella, L. 2019. The avocado genome informs deep angiosperm phylogeny, highlights introgressive hybridization, and reveals pathogen-influenced gene space adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116: 17081-17089.

## ¿Quién escribe?



**Eduardo Mendoza Ramírez** es profesor e investigador y coordinador del Laboratorio de Análisis para la Conservación de la Biodiversidad del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

✉ [eduardo.mendoza@umich.mx](mailto:eduardo.mendoza@umich.mx)



Área de protección de Flora y fauna Cañón de Santa Elena vista desde Sierra Rica, en medio del Desierto Chihuahuense.  
Fotografía: Angela A. Camargo S

## El Desierto Chihuahuense, un escenario de múltiples interacciones entre especies

Angela A. Camargo Sanabria

CONACYT - Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

Jesús A. Fernández

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua

### Resumen

El Desierto Chihuahuense (DC) – el más grande de Norteamérica – alberga una alta riqueza de especies de mamíferos comparado con desiertos de otros continentes. Los mamíferos han desarrollado adaptaciones fisiológicas y de comportamiento que les han permitido diversificarse en las condiciones extremas del desierto; sin embargo, su habilidad para sobrevivir allí no depende sólo de su relación con el medio físico, sino también de las interacciones entre especies. Realizamos un mapeo sistemático de la literatura para determinar el estado del arte de las interacciones ecológicas en las que participan los mamíferos terrestres en el DC. Encontramos 148 estudios que fueron revisados a texto completo. Identificamos una tendencia creciente en el número de estudios realizados entre 1946 y 2020. De 122 mamíferos terrestres distribuidos en el DC, registramos al menos una interacción para 43% de ellos. La interacción con mayor número de registros fue la depredación. Los mamíferos terrestres participan en múltiples interacciones en el desierto, pero varias de ellas han sido escasamente estudiadas y para más del 50% de las especies, sus redes de interacción son prácticamente desconocidas.

### Palabras clave:

depredación, competencia, herbivoría, revisión sistemática, zonas áridas

Los desiertos cálidos se distribuyen en la franja subtropical entre los 30 grados de latitud norte y sur. En Norteamérica contamos con cinco de ellos, el desierto de la Gran Cuenca, el de Mojave, el Peninsular, el Sonorense y el Chihuahuense. Este último es el más grande y el que alcanza una distribución más sureña. Con casi 630,000 km<sup>2</sup> de extensión, el Desierto Chihuahuense (DC) es el tercero con más especies en el mundo, después de uno ubicado en África y otro en Australia. El 75% de su área incluye parte de diez estados mexicanos y el restante 25% está en Arizona, Nuevo México y Texas, en Estados Unidos. A pesar de su notable diversidad acuática y terrestre sólo 2.5% de su extensión está bajo alguna categoría de protección. Las formaciones montañosas mezcladas con un amplio sistema de cuencas han moldeado a lo largo del tiempo una variedad de hábitats que sostienen una alta diversidad de formas de vida. Dentro de los grupos que destacan por su gran diversidad, en contraste con otros desiertos del mundo, están los mamíferos.

Los mamíferos presentan adaptaciones particulares para habitar estos ambientes desérticos extremos. Por ejemplo, tienden a ser activos principalmente por la noche, tienen hábitos subterráneos y la habilidad de producir orina concentrada. Hoy sabemos con mayor claridad que el éxito de los organismos para persistir bajo las condiciones del desierto no sólo depende de sus características intrínsecas y la relación con su medio sino también de las interacciones que se dan entre especies.

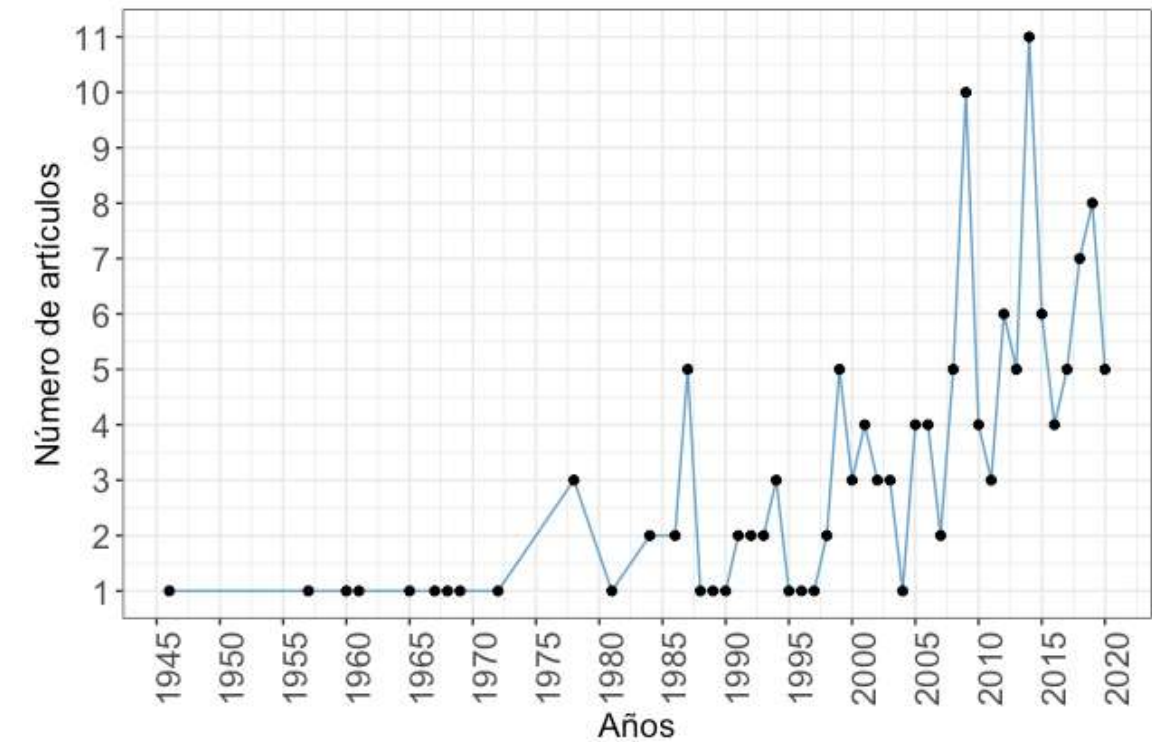
Hace algunas décadas, se pensaba que en los desiertos las condiciones abióticas extremas como la escasez de agua moldeaban casi exclusivamente la estructura de las comunidades y que las interacciones bióticas ocurrían raramente, como resultado de fluctuaciones en la abundancia de los recursos (Ayal 2007, Megías *et al.* 2011). Por tanto, las interacciones entre especies se consideraban algo casi irrelevante para entender la dinámica de las comunidades. Pero gracias a los trabajos del profesor Gary Polis, de la Universidad de Vanderbilt, publicados en la década de los 90 's quedó demostrado que los desiertos no son sistemas simples y pobres en especies (Polis 1991a; b). Al contrario, a pesar de su baja productividad son sistemas que exhiben faunas ricas y diversas.

Considerando que los mamíferos son uno de los grupos más exitosos en los desiertos y que algunas especies juegan un papel clave como depredadores al determinar la abundancia y la segregación de hábitat de las presas, planteamos realizar una revisión sistemática de la literatura para establecer el estado del arte de las interacciones en las que participan los mamíferos en el Desierto Chihuahuense. Con esta revisión buscamos: i) determinar qué tanto sabemos de las interacciones entre especies en este grupo en el DC, ii) identificar qué sesgos taxonómicos existen dentro de la literatura científica y iii) establecer una base integradora de información para proponer nuevas explicaciones sobre el mantenimiento de la diversidad de especies en estos ambientes extremos.

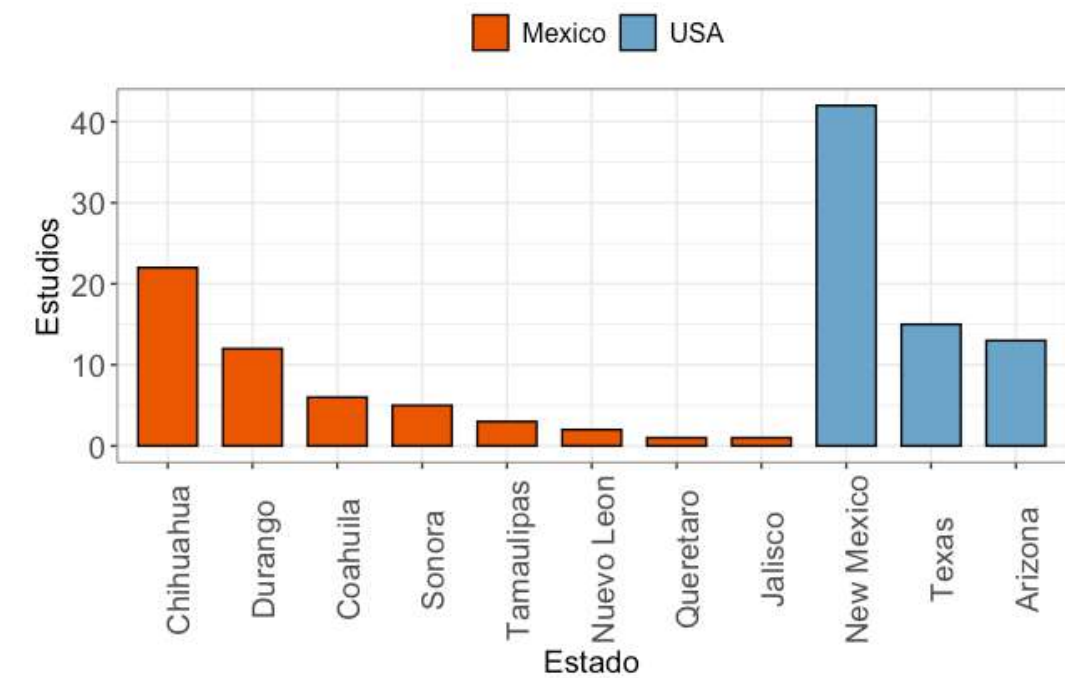
Realizamos un mapeo sistemático de la literatura por dos razones: 1) el volumen esperado de artículos (50 - 500) y 2) que ésta es una metodología que permite describir el estado del conocimiento de un tema y establecer tendencias a través del tiempo (James *et al.* 2016), más que poner a prueba una hipótesis con una técnica estadística particular como el meta-análisis. El flujo de trabajo consistió en los siguientes pasos: 1) búsqueda, 2) filtrado (*screening*), 3) recopilación de información y 4) análisis de datos. Para realizar la búsqueda usamos los buscadores académicos de Web of Science, Scopus, SciELO y Google Scholar y un listado amplio de palabras, en inglés y español, divididas en dos categorías. En la primera están los términos relacionados con el área geográfica de interés, el Desierto Chihuahuense como término principal y las áreas protegidas ubicadas en este desierto como términos secundarios. En la segunda categoría, incluimos términos relacionados con el taxón de interés, los mamíferos terrestres como término principal y los nombres vernáculos de todas las especies distribuidas en el DC como términos secundarios. Paso seguido, procedimos con el filtrado a nivel de título, resumen y texto completo de los artículos que cumplieran con la condición de presentar datos sobre interacciones en las que participan los mamíferos del DC. Una vez completado el listado final de artículos a revisar, construimos una base de datos con múltiples variables descriptoras para cada artículo y analizamos los datos de forma gráfica y con estadística. Vale la pena destacar que dentro de estas variables descriptoras, capturamos la información de la especie de mamífero focal, la especie con la cual interactuaba y el tipo de interacción, por ejemplo: “depreda a”, “es parasitado por”, “consume las semillas de”, “compite con”, etc.

Obtuvimos 4019 artículos al sumar los resultados de todas las bases de datos y luego de eliminar 1213 duplicados. A través del proceso de filtrado llegamos a 148 artículos que cumplieron los criterios para ser incluidos en la base de datos final. Los estudios recopilados abarcan desde 1946 hasta 2020 y el número ha crecido de manera sostenida a lo largo del tiempo (Figura 1). Nuevo México, EUA es el estado con más estudios (42) seguido por Chihuahua (22). En conjunto, sólo un poco más de la mitad de los estudios (53%) se han realizado en nuestro país (Figura 2).

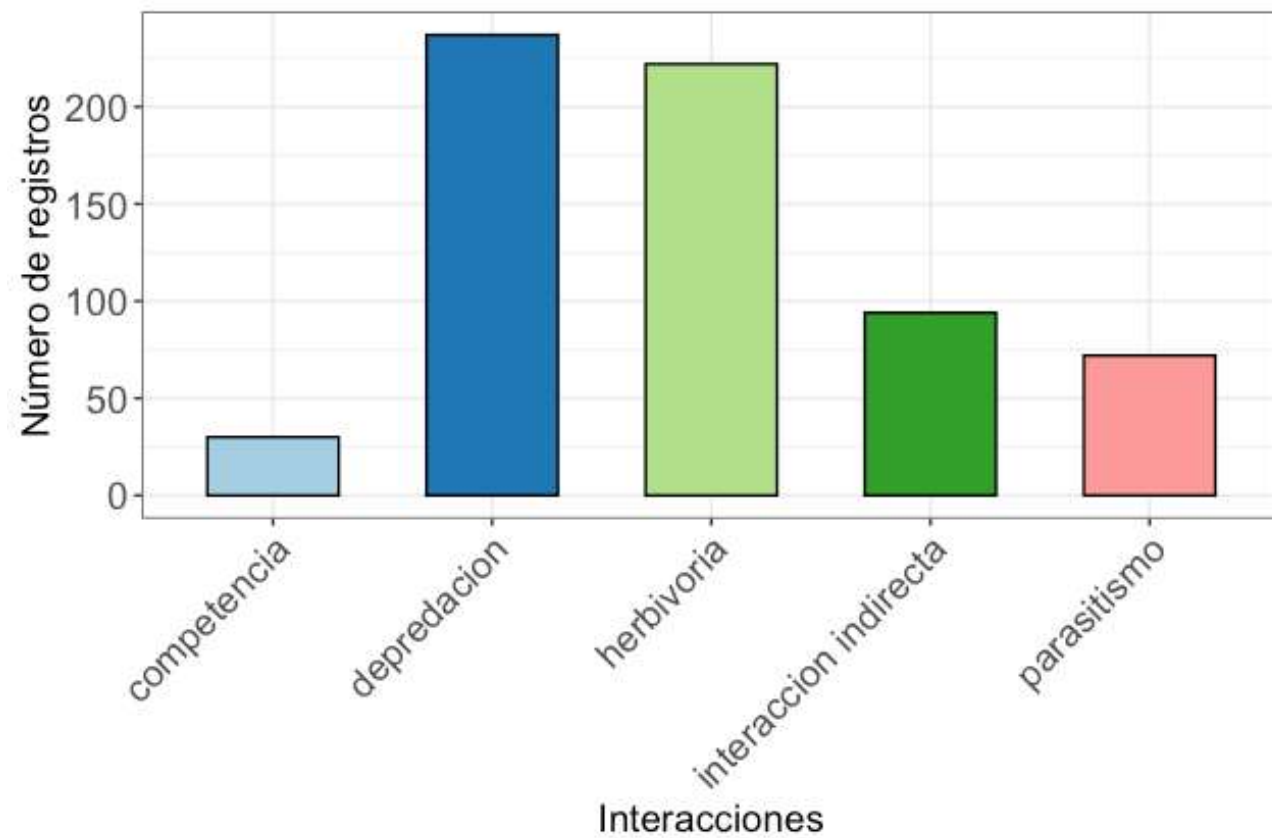
El número total de registros de interacciones interespecíficas fue mayor al de estudios porque de algunos estudios extrajimos información sobre varias especies interactuantes e incluso de diferentes tipos de interacciones. Del total de interacciones interespecíficas registradas ( $n = 655$ ) entre los mamíferos y las demás especies, encontramos que la depredación verdadera fue la interacción más frecuente ( $n = 237$ ). La siguiente interacción más común fue la herbivoría ( $n = 222$ ) y sorprendentemente la interacción menos estudiada fue la competencia ( $n = 30$ , Figura 3). Estos resultados nos sorprendieron porque, entre otras cosas, esperábamos un mayor número de estudios sobre competencia, ya que los roedores del desierto han sido un sistema de estudio muy explorado para poner a prueba hipótesis sobre competencia.



**Figura 1.** Número de estudios sobre interacciones bióticas en las que participan los mamíferos terrestres en el Desierto Chihuahuense publicados entre 1946 y 2020.

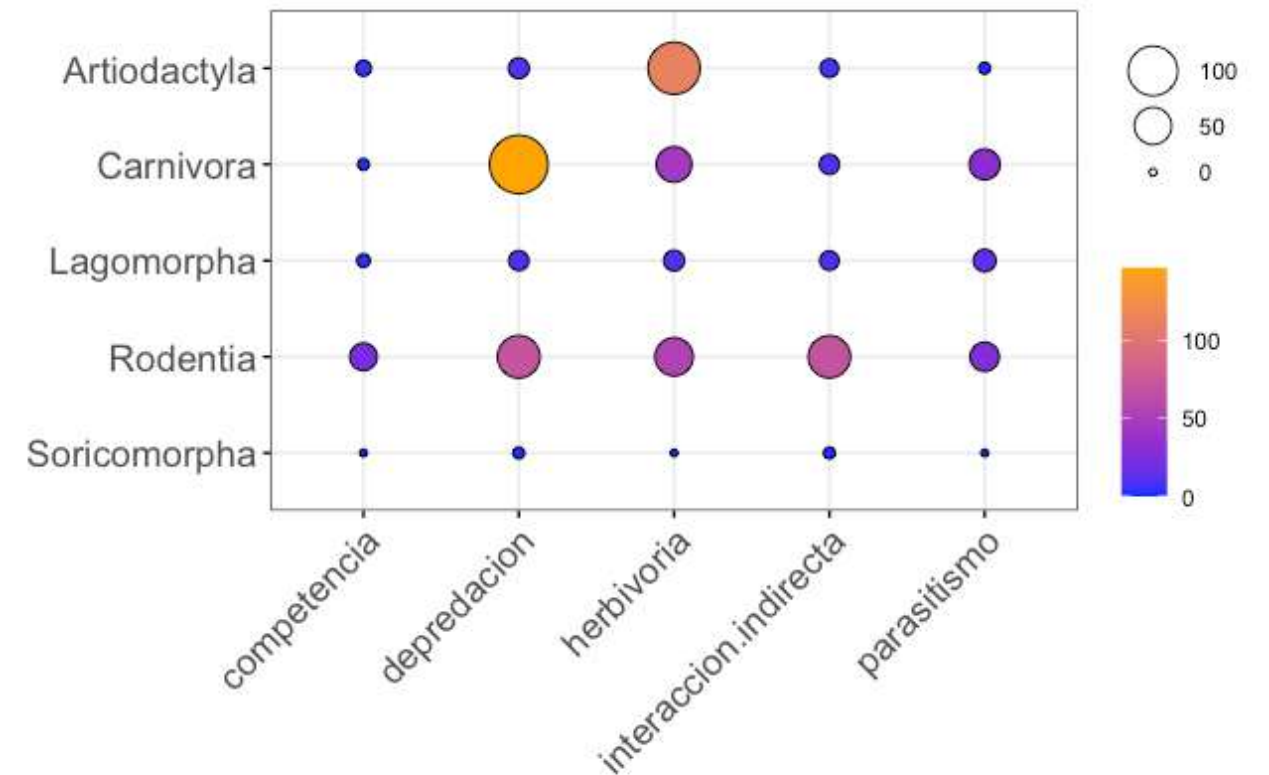


**Figura 2.** Número de estudios sobre interacciones bióticas en las que participan los mamíferos terrestres en el Desierto Chihuahuense publicados por estado en Estados Unidos y en México.



**Figura 3.** Número de registros por tipo de interacción en las que participan los mamíferos terrestres en el Desierto Chihuahuense.

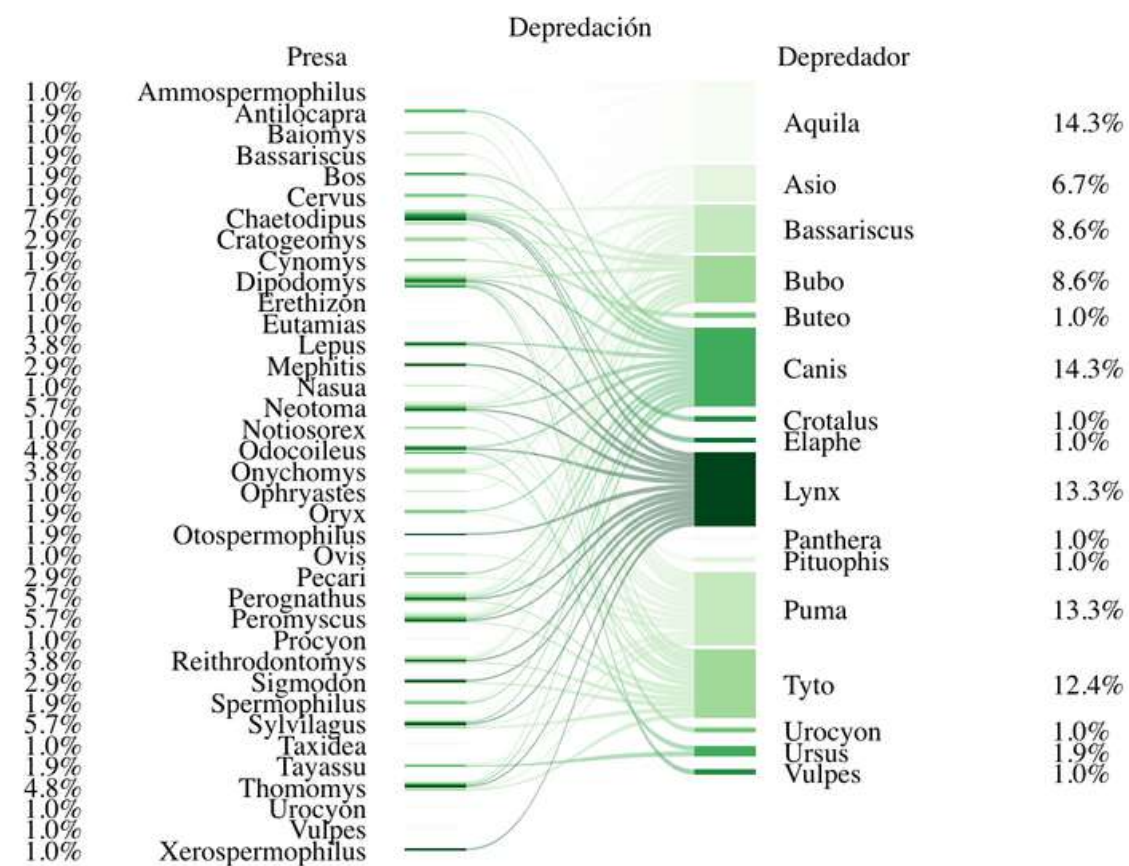
De acuerdo al listado que construimos de mamíferos terrestres con distribución probable en el DC, encontramos que, para 52 de 122 especies, existe al menos un registro de interacción. Esto quiere decir que no hay información publicada sobre las relaciones que mantiene el 57% de los mamíferos terrestres del DC con otros organismos. El venado bura (*Odocoileus hemionus*) y el coyote (*Canis latrans*) fueron las especies con mayor número de registros. Cuando revisamos las cifras a nivel de orden, encontramos que cuatro órdenes (Artiodactyla, Carnivora, Lagomorpha y Rodentia) tienen registros para todas las interacciones (Figura 4). Como era de esperarse, el orden Carnivora tuvo mayor número de registros en la depredación y Artiodactyla en la herbivoría. No detectamos ningún registro de interacciones para los órdenes Cingulata (armadillos) y Didelphimorphia (marsupiales). Sin duda estos hallazgos, a nivel de especie y de orden, llaman la atención sobre un enorme vacío de conocimiento que persiste en uno de los desiertos más diversos del mundo.



**Figura 4.** Número de registros por orden taxonómico y tipo de interacción en las que participan los mamíferos terrestres en el Desierto Chihuahuense.

Finalmente describimos las interacciones entre pares de géneros usando la herramienta de las redes, éstas son gráficas en las que se organizan las especies de distintos niveles tróficos de uno y otro lado y se usan líneas para unir las indicando que hay una relación entre ellas. Hicimos una red de depredación con los mamíferos como presas e identificamos 37 especies de mamíferos que son consumidos por otros mamíferos, pero también por serpientes y rapaces (Figura 5). Las ratas canguro y los ratones espinosos de los géneros *Dipodomys* y *Chaetodipus* y los conejos del género *Sylvilagus* tuvieron el mayor número de interacciones como presas de ocho y seis especies de depredadores, respectivamente.





**Figura 5.** Red de interacciones entre depredadores y presas, cuando éstas son mamíferos del Desierto Chihuahuense.

Nuestros hallazgos contribuyen a destacar el papel de la depredación como un proceso estructurador de las comunidades en zonas áridas. Sin embargo, el hecho de que algunas interacciones como el parasitismo, que también es un tipo de depredación, estén apenas estudiadas dificulta ver el panorama completo del papel que juegan la depredación y otras interacciones bióticas en este escenario de condiciones extremas. Nos parece importante destacar que los roedores juegan un papel fundamental al mantener una gran cantidad de interacciones como presas, hospederos, competidores, herbívoros y granívoros. Por otro lado, un aspecto importante en nuestro análisis que falta por abordar es la distribución geográfica de estos estudios. Con ello esperamos analizar con mayor profundidad el nivel de cobertura espacial de los más de 600 registros que logramos recabar en este trabajo. Confiamos en que esto servirá para dirigir mejor los esfuerzos y recursos para investigación permitiéndole a la comunidad de ecólogos proponer sitios de estudio que han sido ignorados hasta el momento. Finalmente, hacemos un llamado a adoptar la práctica de recopilar de forma sistemática la información sobre las interacciones bióticas de los mamíferos en particular y de la biota en general.



Ejemplar de coyote (*Canis latrans*) observado en el Rancho Experimental Teseachi, Namiquipa, Chihuahua. Fotografía: Jesús A. Fernández.

#### Agradecimientos

Agradecemos al M. en C. Fernando Álvarez y a la Biol. Diana Buitrago por la ayuda en la organización y manipulación de las bases de datos.

## Literatura citada

- Ayal, YÁ. 2007. Trophic structure and the role of predation in shaping hot desert communities, *Journal of Arid Environments*, 68:171-187.
- James KL, Randall NP, Haddaway NR. 2016. A methodology for systematic mapping in environmental sciences. *Environmental Evidence*, 5:1-13.
- Megías AG, Sánchez-Piñero F, Hódar JA. 2011. Trophic interactions in an arid ecosystem: from decomposers to top-predators. *Journal of Arid Environments*, 75:1333-1341.
- Polis, GA., 1991a. Complex trophic interactions in deserts—an empirical critique of food-web theory. *American Naturalist*, 138, 123-155.
- Polis, GA., 1991b. Food webs in desert communities: complexity via diversity and omnivory. En: Polis, GA. (Ed.), *The Ecology of Desert Communities*, Tucson: University Press of Arizona, 383-439.

## ¿Quién escribe?



**Angela A. Camargo Sanabria** es Bióloga por la Universidad Nacional de Colombia y Maestra en Ciencias por el INECOL, A.C. Realizó su doctorado en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) de la UNAM (Campus Morelia) y un postdoc en el Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA) de la UMSNH. Actualmente es académica de Cátedras CONACyT en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Sus intereses se inscriben en las áreas de la Ecología de Comunidades y la Biología de la Conservación. En particular, le interesa evaluar los efectos de las perturbaciones antrópicas sobre las interacciones entre especies y sus consecuencias para el mantenimiento de la biodiversidad. A futuro, quisiera entender el papel de las interacciones bióticas en la respuesta de las especies al cambio global. Ha trabajado en selvas húmedas y secas y recientemente ha iniciado un programa de estudio en zonas áridas. Es presidenta de la región Noroeste de la SCME y forma parte del comité técnico académico de la Red Temática de Biología, Manejo y Conservación de Faunas en Ambientes Antropizados. También le interesa la divulgación y las opiniones académicas dentro del gremio de los ecólogos, por lo que administra desde hace tres años el blog [ecolatino.blog](http://ecolatino.blog).

✉ [angela.andrea.camargo@gmail.com](mailto:angela.andrea.camargo@gmail.com)



**Jesús A. Fernández** es Biólogo por la Universidad Autónoma de Tlaxcala y Maestro en Ciencias por la UNAM. Realizó su doctorado en el Museum of Natural Science de Louisiana State University. Actualmente es académico en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Sus intereses se centran principalmente en las áreas de la Sistemática Molecular, Ecología, Evolución y Biología de la Conservación. Ha trabajado principalmente en el Desierto Chihuahuense pero también en Bosques de Coníferas. Además, es editor asociado de las revistas científicas *Therya* y *The Southwestern Naturalist*. También publica artículos de divulgación.

✉ [afernandezf@uach.mx](mailto:afernandezf@uach.mx)



## Acercas del BOLETÍN de la SCME

El *Boletín de la SCME* es el órgano oficial de difusión de las actividades de la SCME, así como el vehículo principal de la diseminación del conocimiento ecológico tanto desde la SCME hacia el resto de la sociedad, como de la sociedad hacia los miembros de la SCME. Se invita a los miembros y personas interesadas a la ecología a enviar artículos de interés ecológico que no requieran de evaluación más allá de la de los miembros del Comité Editorial.

Se espera que en un futuro próximo este boletín dé pie a la revista científica arbitrada de la SCME.

### INFORMACIÓN PARA AUTORES

El boletín publicará 10 números al año. Para que una contribución se publique en un número, deberá recibirse antes de la fecha límite correspondiente indicada en la siguiente tabla:

Número	Fecha de publicación	Fecha límite
1	15 de febrero	15 de diciembre
2	15 de marzo	15 de enero
3	15 de abril	15 de febrero
4	15 de mayo	15 de marzo
5	15 de junio	15 de abril
6	15 de julio	15 de mayo
7	15 de agosto	15 de junio
8	15 de septiembre	15 de julio
9	15 de octubre	15 de agosto
10	15 de noviembre	15 de septiembre

Para su consideración por el Comité Editorial, los manuscritos deben enviarse a:  
[boletinscme@gmail.com](mailto:boletinscme@gmail.com)

### TIPOS DE MANUSCRITOS

#### Avisos

Estos son anuncios sobre eventos de interés para miembros de la SCME y público en general interesado en ecología, incluyendo eventos organizados por la SCME (**máximo 200 palabras**)

#### Contribuciones generales

Cualquier comunicación que no quepa dentro de las otras categorías, e.g., avances, reflexiones, propuestas y revisiones de ideas y temas ecológicos. Se les recuerda que este es un medio de divulgación, por lo que es importante el uso de lenguaje accesible para el público en general (**máximo 1500 palabras**).

#### Comentarios

Asuntos metodológicos o filosóficos relacionados con la ciencia de la ecología (**máximo 600 palabras**)

#### Obituarios

Obituarios de ecólogos prominentes y miembros de la SCME (**máximo recomendado: 1000 palabras**)

### IDIOMAS

El *Boletín* se publica en español. Son bienvenidas las contribuciones cuyo texto íntegro esté en cualquiera de los idiomas indígenas que se hablan en México, en cuyo caso, se recomienda un resumen en español, de un máximo de 250 palabras. Para el caso de escritos en español, el comité editorial se encargará de buscar una traducción a un idioma indígena a decidir en acuerdo con los/as autores/as del texto.

### FORMATO

- El texto y literatura citada del manuscrito deben estar en fuente "Times New Roman", tamaño de fuente 12 y escrito a doble espacio, dejando 2.5 cm de margen por los cuatro lados y en tamaño carta.
- El texto debe estar alineado a la izquierda (no usar la "justificación completa", o sea alineación a la izquierda y también a la derecha). Las páginas deben estar numeradas.

- Para *Contribuciones generales y Comentarios*:

- Se recomienda mantener el número de citas al mínimo.
- El límite de palabras establecido en la descripción de los tipos de contribuciones (ver arriba) sólo incluye el texto principal (excluye título, resumen, palabras clave, agradecimientos, referencias).
- Organice su texto así: título, resumen, palabras clave (**máximo siete, en orden alfabético**), texto, agradecimientos, literatura citada, tablas (una por página, identificadas numéricamente: "Tabla 1"), pies de figura y figuras (una por página, identificadas numéricamente: "Figura 1"). Las referencias a tablas y figuras en el texto se harán usando la palabra completa: "(Tabla 2, Figura 3). Imágenes y fotografías: Se les invita a acompañar sus textos con imágenes o fotografías relevantes al texto.
- El título debe ser corto (8-10 palabras) y descriptivo.
- El resumen (**máximo 200 palabras**) debe motivar el interés por la lectura del artículo.
- Agregar al final las fotografías, reseñas biográficas (**máximo 200 palabras**) y direcciones de correo electrónico de las/os autoras/es.
- Imágenes y fotografías: Se les invita a acompañar sus textos con imágenes o fotografías relevantes al texto.

- Las imágenes de baja resolución pueden incluirse en el texto para ubicar su lugar, pero aparte, es necesario enviar imágenes de alta resolución (**tamaño mínimo de 1920 x 1080 píxeles y 300 dpi. En formato JPG o PNG**) como archivos comprimidos en una carpeta. Se recomienda nombrar los archivos de imágenes con un número de figura secuencial y el apellido del primer autor (e.g., Fig\_01\_Chávez.png).
- Para gráficas o imágenes que incluyan texto, se recomienda **verificar que las letras, números y símbolos sean claramente legibles**. (Los tamaños de fuente pequeños suelen ser difíciles de leer).
- Se deben incluir los créditos de las fotos, esquemas o gráficos en el pie de figura.

h) Cómo citar literatura en el texto: seguir el formato de *AoB Plants* (pero modificado al español), por ejemplo, García *et al.* (2008) o Jacobsen y Ramírez (1999). Las citas deben ordenarse cronológicamente dentro de los paréntesis (López y Watanabe 1987; Domínguez 2007 a, b). Para citar artículos de tres o más autores use "*et al.*" después del apellido del primer autor (v.g, Lara *et al.* 2005). Es importante no olvidar el uso de cursivas para "*et al.*"

## LITERATURA CITADA

- Enlistar los trabajos citados en orden alfabético. Dos o más estudios de los mismos autores deberán ordenarse de manera cronológica y si son del mismo año, alfabéticamente de acuerdo al título.
- Se recomienda considerar si la literatura citada incluye trabajos que reflejen la diversidad etno-cultural de las contribuciones al campo de conocimiento abordado.
- Se recomienda seguir el formato de *AoB Plants* pero modificarlo al español. Importante: se omite "y" o "&" antes del último autor. Ejemplos:

### Artículo

Varga S, Kytöviita MM. 2011. Sex ratio and spatial distribution of male and female *Antennaria dioica* (Asteraceae) plants. *Acta Oecologica*, 37:433-440.

### Capítulo de libro

Hubbell SP, Foster RB. 1986. Canopy gaps and the dynamics of a Neotropical forest. En: Crawley MJ, ed. *Plant ecology*. Oxford: Blackwell Scientific, 77-96.

### Libro

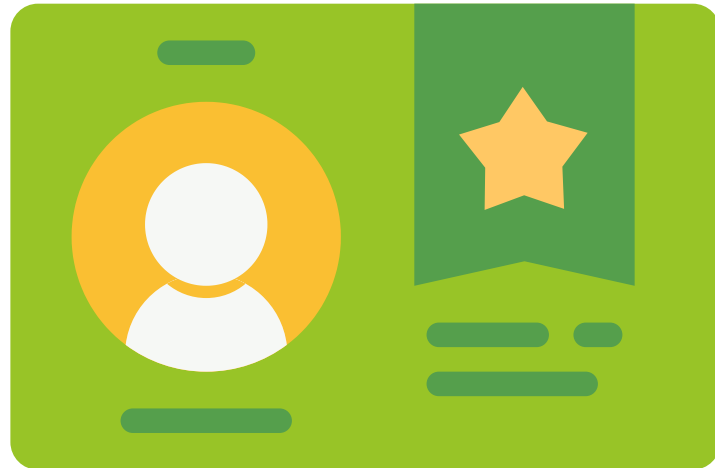
Chapin FS III, Matson PA, Vitousek PM. 2012. *Principles of terrestrial plant ecology*, 2a ed. Nueva York: Springer.

### Cómo citar páginas web

Apellido A, Apellido B, Apellido C. (fecha o año de publicación). Título de la página web. Nombre de la página. Consultado el 28 de julio de 2019 de <https://url.com>  
Apellido A. (03 de agosto de 2020). Título del archivo [Archivo Excel]. Nombre de la página. <https://url.com>



Regresar al índice



**Te invitamos a mantener actualizada tu membresía.** Estas cuotas nos permiten seguir como Asociación Civil formalmente constituida. Además, tu membresía te da acceso a los eventos restringidos a socios y descuentos en los eventos que requieren el pago de una cuota

**[Conoce aquí los beneficios de tu membresía](#)**

 [Regresar al índice](#)

# SCME

**SOCIEDAD CIENTÍFICA  
MEXICANA DE ECOLOGÍA**