



**SOCIEDAD CIENTÍFICA
MEXICANA DE ECOLOGÍA**

Publicación mensual / ISSN-e:2022-en trámite

BOLETÍN de la SCME

Volumen 2 / Número 4 / mayo 2022



CONTENIDO

P. 4 Sobre la publicación

- INFORMACIÓN GENERAL Y COMITÉ EDITORIAL

P. 6 Avisos

- VIII CONGRESO MEXICANO DE ECOLOGÍA
Conoce las sesiones plenarias que se llevarán a cabo
- CONFERENCIAS DE MAYO
Segundo ciclo de conferencias de ecología para estudiantes de secundaria y preparatoria
- CONFERENCIAS DE JUNIO
Segundo ciclo de conferencias de ecología para estudiantes de secundaria y preparatoria
- ECOLOGÍA DE LAS INTERACCIONES BIÓTICAS
Invitación para divulgar tu quehacer científico

La investigación ecológica en el sur del país

- P. 12** • EDITORIAL
Quetzalcóatl Orozco-Ramírez
- P. 14** • ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA EN GUERRERO, MÉXICO
Martha Lopezaraiza Mikel, Carina Gutiérrez Flores, Vania Jiménez Lobato, Rogelio Cruz Reyes, R. Carlos Almazán Núñez y Roberto Carlos Sáyago Lorenzana
- P. 30** • ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE PUBLICACIONES ECOLÓGICAS EN EL ESTADO DE OAXACA BASADO EN UN ESTUDIO DE DOCUMENTACIÓN DE 1980 A 2021
Ricardo Clark-Tapia, Víctor Aguirre-Hidalgo, Cecilia Alfonso-Corrado y Quetzalcóatl Orozco-Ramírez
- P. 42** • TENDENCIAS PRINCIPALES DE LOS ESTUDIOS ECOLÓGICOS EN CHIAPAS (1980-2021)
Neptalí Ramírez-Marcial

- P. 52** • BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN BOTÁNICA, ESTUDIOS FLORÍSTICOS Y LA ECOLOGÍA VEGETAL EN CHIAPAS
Neptalí Ramírez-Marcial y Mario González-Espinosa
- P. 60** • GASTERÓPODOS FÓSILES DE GUERRERO Y PALEOBIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN: ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA Y DEPREDACIÓN
Catalina Gómez-Espinosa, Claudia G. Ortiz-Jerónimo, Gerardo Rivas, Oscar Talavera Mendoza
- P. 70** • PERCEPCIÓN DE LOS AGRICULTORES SOBRE LAS AVES SILVESTRES QUE CONSUMEN MAÍZ EN LA REGIÓN COSTA DE OAXACA
Dayane Arlette Puente Puente, Rosario García Alavez, Alejandro Salinas Melgoza, Miguel Ángel De Labra Hernández
- P. 80** • EL CAFÉ TE MEJORA LA VIDA, PERO SIN OCRATOXINA
María Rojas Pablo y Yanet Romero Ramírez
- P. 88** • ENEMIGOS MICROSCÓPICOS DEL MAÍZ: EL CASO DE LA MANCHA DE ASFALTO EN EL SUR DEL PAÍS
Alejandro Bolaños Dircio y Yanet Romero Ramírez

Contribuciones libres

- P. 96** • LOS PERROS DOMÉSTICOS: ¿UN ALIADO INESPERADO PARA CHAGAS? — EL CASO DE *TRYPANOSOMA CRUZI* EN LA ZONA METROPOLITANA DE QUERÉTARO
Salvador Zamora-Ledesma y Norma Hernández Camacho

Normas Editoriales

- P. 104** • INFORMACIÓN PARA AUTORES

P. 108 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 diseminación 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). 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.

Publicación electrónica periódica de la
Sociedad Científica Mexicana de Ecología

Año: 2022

Volumen: 2, Número: 4 · abril

Diseño editorial: Comité Editorial

Asistente de diseño y página web: Vinisa Romero

Asistente Editorial: Franceli Macedo Santana

En portada: Mixteca Alta. Fotografía: Quetzalcóatl Orozco

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

VIII Congreso Mexicano de Ecología Sociedad Científica Mexicana de Ecología



"Aportes para la Resiliencia Socioecológica"



El Comité Organizador del VIII Congreso Mexicano de Ecología los invita a conocer las Sesiones Plenarias que se llevarán a cabo dentro de este importante evento:

<https://www.congresoecologia.org/plenarias->



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

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

CONFERENCIAS DE MAYO 2022

10:00 - 11:00 HRS

04/05

¿Cómo defenderte de tus enemigos cuando eres una planta?

Dr. Iván De la Cruz Arguello



11/05

Tráfico ilegal de especies y enfermedades emergentes

Dra. Jéssica Gabriela Guerrero de la Paz



18/05

Mar profundo

Dra. Elva Escobar



25/05

Los carnívoros mexicanos

Dr. Juan Luis Peña Mondragón



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

YouTube

SCME A.C.

facebook LIVE

@SCMEcología



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

CONFERENCIAS DE JUNIO 2022
10:00 - 11:00 HRS

1/06

La geografía de la pobreza energética
Dr. Adrián Ghilardi



8/06

Un planeta saludable = menos enfermedades
Dr. Alex Cordoba Aguilar



15/06

El maravilloso mundo de las tortugas marinas
Dr. Eduardo Cuevas Flores



22/06

Nuestro planeta microbiano
Dra. Luisa I. Falcón Álvarez



29/06

Importancia de las plantas parásitas
Dra. Luisa A. Granados Hernández



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



Invitación a contribuir a la colección temática sobre

Ecología de las interacciones bióticas

a publicarse en agosto de 2022

Además de aceptar contribuciones libres, el *Boletín de la SCME* nos da la oportunidad de dedicar colecciones de contribuciones a temas específicos.

En este tenor, te invitamos cordialmente a divulgar tu quehacer científico sobre el tema de la **Ecología de las interacciones bióticas** mediante el envío de una "Contribución general" para su evaluación y posible publicación en agosto de este año en el *Boletín de la SCME*.

Se esperan textos divulgativos en lenguaje sencillo, relativamente breves (máximo de 1500 palabras para el texto principal) sobre investigación básica o aplicada en ecología de las interacciones bióticas. También son bienvenidos ensayos metodológicos o filosóficos sobre este tema (en este caso, máximo 600 palabras).

Los manuscritos deben ajustarse a las normas editoriales y enviarse a boletinscme@gmail.com

La fecha límite para recibir los manuscritos para esta colección temática es el 15 de junio de 2022.

Para mayor información, manda un mensaje a Germán Ávila Sákar, Editor Asociado de esta colección temática, a la dirección boletinscme@gmail.com.

¡Esperamos tu contribución!



CONTRIBUCIONES GENERALES

EDITORIAL

LA INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA EN EL SUR DEL PAÍS

Quetzalcóatl Orozco-Ramírez

Unidad Académica de Estudios Territoriales, Instituto de Geografía, UNAM, Oaxaca de Juárez, Oaxaca

Quienes estamos involucrados en temas ecológicos tenemos una idea de la alta diversidad biológica y cultural del sur de México. La importancia de la investigación ecológica en esta región es reconocida tanto en México como a nivel internacional, por los hitos que ha marcado. Por ejemplo, estudios sobre la vegetación y florística en Guerrero, el inicio de la ecología tropical en México con el estudio de las selvas en Chiapas y los estudios etnobotánicos en Oaxaca, entre otros.

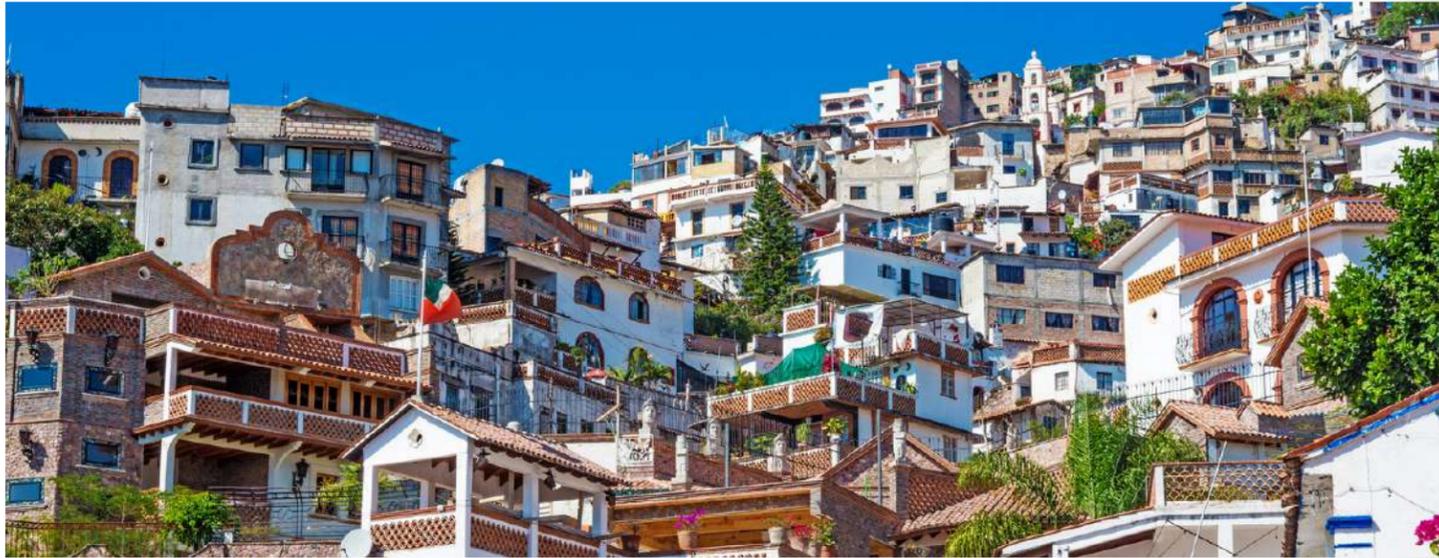
En noviembre de 2021, con apoyo de la SCME y el Conacyt, nos reunimos en Oaxaca de Juárez un pequeño grupo de académicos de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, para platicar sobre la investigación actual en ecología en estas entidades. La intención fue, además de conocernos o estrechar vínculos entre los que nos conocíamos, reflexionar sobre la historia, los avances y los retos de la investigación ecológica en la región. Después de la plática –que fue muy amena– acordamos preparar un número con esta temática para proponerlo al Comité Editorial del *Boletín* de la SCME, y abrir la participación a quienes quisieran contribuir con textos de divulgación sobre la investigación que desarrollan en el sur del país. Algunos de los textos que aquí se presentan son el resultado de esta reunión y se complementan con otros elegidos de la convocatoria abierta que se hizo a la membresía de la SCME que labora en alguna institución de estos estados. Los trabajos seleccionados muestran avances de investigación, sobre todo aplicada, que se desarrolla en la región, y dan una idea de los temas que se atienden en esos centros de investigación.

Los primeros tres artículos presentan la situación actual de la investigación ecológica en cada uno de los tres estados, con un análisis de artículos publicados de 1980 a la fecha disponibles en índices bibliográficos. Llama la atención que los estados de Oaxaca y Chiapas tienen, respectivamente, casi el doble y triple de publicaciones que Guerrero, no obstante, también ser un estado con muy alta biodiversidad. Estos tres artículos presentan información de utilidad en dos sentidos. Primero, se requiere de una revisión actualizada y más exhaustiva del conocimiento ecológico de la región, que debería incluir tesis y publicaciones poco visibles que se han acumulado en años recientes.

Segundo, indican, en general, los vacíos de información o los temas menos frecuentes, sobre los que habría que desarrollar más investigación. El siguiente artículo nos habla de forma muy breve de la historia de la ecología vegetal y los estudios florísticos que necesariamente le precedieron en Chiapas. Sin duda, es interesante debido a que Chiapas tiene una larga tradición en estudios ecológicos y en varios temas ha marcado la pauta nacional. Un esfuerzo futuro análogo podría ayudarnos a conocer más sobre la historia de los estudios ecológicos para Oaxaca y Guerrero, donde también se cuenta con antecedentes relevantes muy antiguos.

Los siguientes artículos muestran diversos temas que se investigan desde la ecología y ciencias afines, entre los que se encuentran la paleobiología, la percepción social sobre las aves y temas de fitosanidad de cultivos. Es de destacar la participación de investigadores jóvenes y sus estudiantes de instituciones estatales, como la Universidad Autónoma de Guerrero, la Universidad del Mar y la Universidad de la Sierra Juárez, así como la vinculación de la investigación con la sociedad en la resolución de problemas actuales de la región.


[Regresar al índice](#)



TAXCO, GUERRERO. FOTOGRAFÍA: BYELIKOVA_OKSANA, GUETTY IMAGES

Análisis bibliométrico de la investigación ecológica en Guerrero, México

Martha Lopezaraiza Mikel ^{1,2}, Carina Gutiérrez Flores ^{1,2,3}, Vania Jiménez Lobato ^{1,2,3}, Rogelio Cruz Reyes ^{1,2}, R. Carlos Almazán Núñez ^{1,4} y Roberto Carlos Sáyago Lorenzana ^{1,2}

¹ Posgrado en Recursos Naturales y Ecología, Universidad Autónoma de Guerrero

² Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica- Universidad Autónoma de Guerrero; Escuela Superior de Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma de Guerrero

³ Investigadora por México, Conacyt

⁴ Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero

Resumen

Guerrero es el cuarto estado con mayor biodiversidad en México pero no cuenta con un estudio del estado de la biodiversidad. Un análisis bibliométrico de 1256 publicaciones de la literatura científica sobre ecología y biodiversidad en Guerrero reveló que los estudios que contribuyen al inventario de la biodiversidad fueron los más comunes, y que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fue la afiliación más frecuente de los autores. Sin embargo, entre los autores con más publicaciones destacaron también investigadores de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Los estudios fueron publicados con mayor frecuencia en la *Revista Mexicana de Biodiversidad*, seguida de *Zootaxa*. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la UNAM fueron las instituciones más referidas como financiadoras de los estudios. Es apremiante realizar un estudio del estado de la biodiversidad de Guerrero para hacer accesible la información existente al gobierno y sociedad, e identificar los temas de investigación que requieren mayor atención ante la actual crisis de biodiversidad.

Palabras clave

bases de datos, bibliometría, estados biodiversos, publicaciones científicas, sur de México

El estado de Guerrero, situado al sur del país, tiene el cuarto lugar con mayor biodiversidad después de Oaxaca, Chiapas y Veracruz, con 930 especies de vertebrados terrestres (Botello *et al.* 2015) y 5529 especies de plantas con flor (Villaseñor y Ortiz 2014). Doce de 196 áreas importantes en México para la conservación de las aves (AICAS) se ubican en Guerrero; se pueden identificar cinco regiones hidrológicas, cinco regiones marinas y seis regiones terrestres prioritarias (Conabio 2022). La sierra Madre del Sur, paralela a la costa del estado, cuenta con vertientes a barlovento y sotavento, que junto con gradientes de altitud pronunciados dan lugar a una diversidad de ecosistemas: dunas costeras, matorral xerófilo costero, popal-tular, manglar y bosques de pino, encino, pino-encino, oyamel, de niebla (mesófilo de montaña), tropical caducifolio y tropical subcaducifolio, entre los más importantes (Figuras 1 y 2). El litoral cuenta con aproximadamente 470 km de longitud (5% del total nacional) y sus ecosistemas marinos contribuyen a su gran biodiversidad en el país (Flores-Garza *et al.* 2014).

No obstante, en Guerrero no se ha implementado ninguna fase de la Estrategia Estatal sobre Biodiversidad, por lo que no cuenta con un estudio de estado que integre la situación de la biodiversidad en la entidad (Conabio 2022). Además, los listados biológicos existentes presentan sesgos en el muestreo, con regiones del estado y muchos grupos que han sido poco o nada estudiados. Guerrero es uno de los estados con menos áreas naturales protegidas (ANP), con sólo tres parques nacionales y dos santuarios federales, así como seis estatales, para un total de 0.15% del territorio estatal (información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). Los objetivos de las ANP atienden principalmente la protección de zonas urbanas, de captación de agua, terrenos forestales, así como de playas de desove de tortugas marinas. Aunque no existe un análisis de la representación de la biodiversidad regional en las ANP, ni de su potencial de mantenimiento a largo plazo, existen esfuerzos que establecen prioridades de conservación de áreas y evalúan la representatividad de ciertos grupos biológicos dentro de ellas (Jacinto-Flores *et al.* 2017).



Figura 1. Ejemplos de la diversidad biológica de Guerrero.

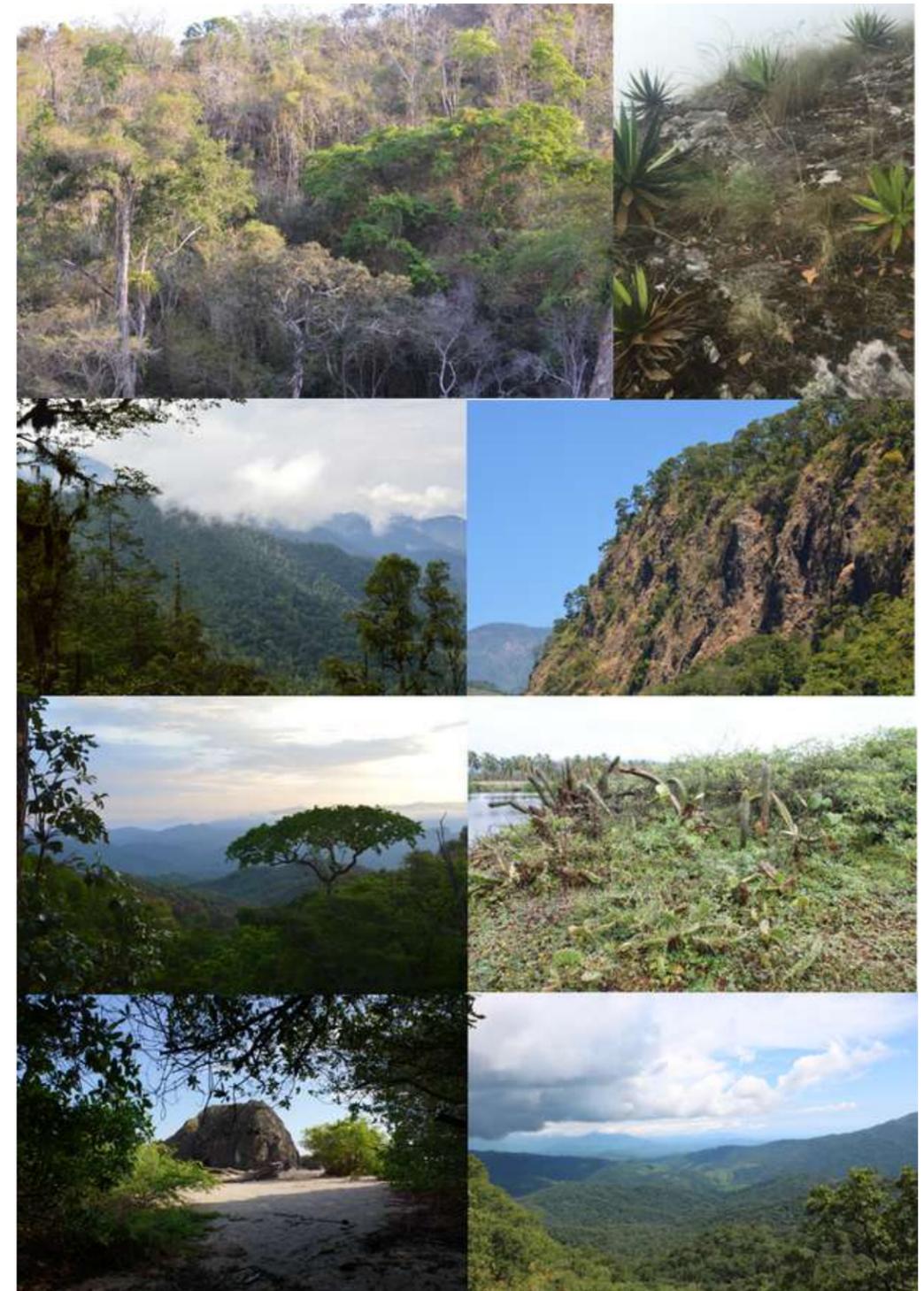


Figura 2. Ejemplos de la diversidad de ambientes y ecosistemas de Guerrero.

La falta de sistematización y vacíos de conocimiento y protección de su diversidad biológica reflejan el rezago que ha sufrido el estado en el desarrollo de la ciencia y otros rubros (Conacyt 2014). Un análisis bibliométrico contribuye a poner en perspectiva la investigación en Guerrero respecto a otros estados del país e identificar temas prioritarios. Este artículo analiza cuantitativamente las publicaciones en revistas indexadas sobre ecología y biodiversidad en el estado de Guerrero, y pretende motivar la construcción de una base de datos más incluyente para el estudio de la biodiversidad en Guerrero.

Procedimientos

Se usó la Web of Science (*all databases*) y su herramienta de análisis desde la función *Marked List*. La búsqueda abarcó las publicaciones del 1 de enero de 1980 al 14 de febrero de 2022, cuyo tema incluyera las palabras Guerrero, México, y alguna de las siguientes partes de una palabra: ecolog, biodiv, conserv o forest (Tabla 1). Con pruebas preliminares se consideró que los resultados arrojados por la combinación de estos términos reflejaban información que, de manera directa o indirecta, contribuye al conocimiento de la biodiversidad y la ecología en la entidad. La búsqueda en "*all databases*" incluyó la base de datos de SciELO (23% de los registros en la lista final) entre otras. Acotamos los resultados a artículos, artículos de revisión y libros. El análisis se realizó en una única sesión en la plataforma e incluyó publicaciones de disciplinas afines a la búsqueda que contenían el mayor número de registros; se revisó la relevancia de publicaciones excluidas (Tabla 1). Para evaluar las limitaciones de los resultados, se revisaron los títulos y algunos resúmenes de artículos que suscitaban dudas (Tabla 1).

Principales tendencias

Se obtuvieron 1256 publicaciones catalogadas en 70 áreas de trabajo (6% de las áreas no se relacionaron con las ciencias biológicas); cada publicación cubrió un promedio de 1.5 áreas. Las áreas referidas en la Tabla 1 representaron cada una 15-24% de los registros. Otras áreas bien representadas fueron: entomología (8%), biología acuática (7%), parasitología (4%), agricultura (4%) y ciencias forestales (3%).

En los ochenta la tasa anual de publicaciones fue baja (<10) y aumentó gradualmente. Entre 2004 y 2015 aumentó la tasa anual con 69-80 publicaciones en los últimos siete años (Figura 3). La mayoría de las publicaciones (80%) es del período 2004-2022, patrón similar al observado en una búsqueda realizada con los mismos criterios para todo México (datos no mostrados).

Tabla 1. Procedimiento de búsqueda y selección de publicaciones en la Web of Science (*all databases*) para el análisis bibliométrico de publicaciones científicas sobre ecología y biodiversidad en el estado de Guerrero.

Pasos en la selección de publicaciones	No. de registros
Búsqueda avanzada con los términos (TS=(Guerrero AND Mexico) NOT TS=("guerrero negro") AND TS=(ecolog* OR biodiv* OR conserv* OR forest*) ¹ de enero 1980 a febrero 2022	1302
Filtro de artículos, artículos de revisión y libros ²	1290
Filtro de las áreas de investigación: ciencias ambientales y ecología, conservación de la biodiversidad, otras disciplinas de ciencias de la vida y biomedicina, zoología y ciencias de las plantas	1228
Revisión de relevancia de 62 artículos excluidos por el filtro de áreas de investigación	28
Total analizados = 1228+28	1256
registros repetidos	2%
no relevantes a la búsqueda	8%
Guerrero no es el área principal de estudio	6-20% ³

¹ Equivalente a la búsqueda referida en el texto principal.

² No obtuvimos registros de capítulos de libros.

³ Rango debido a información insuficiente en 14% de los registros.

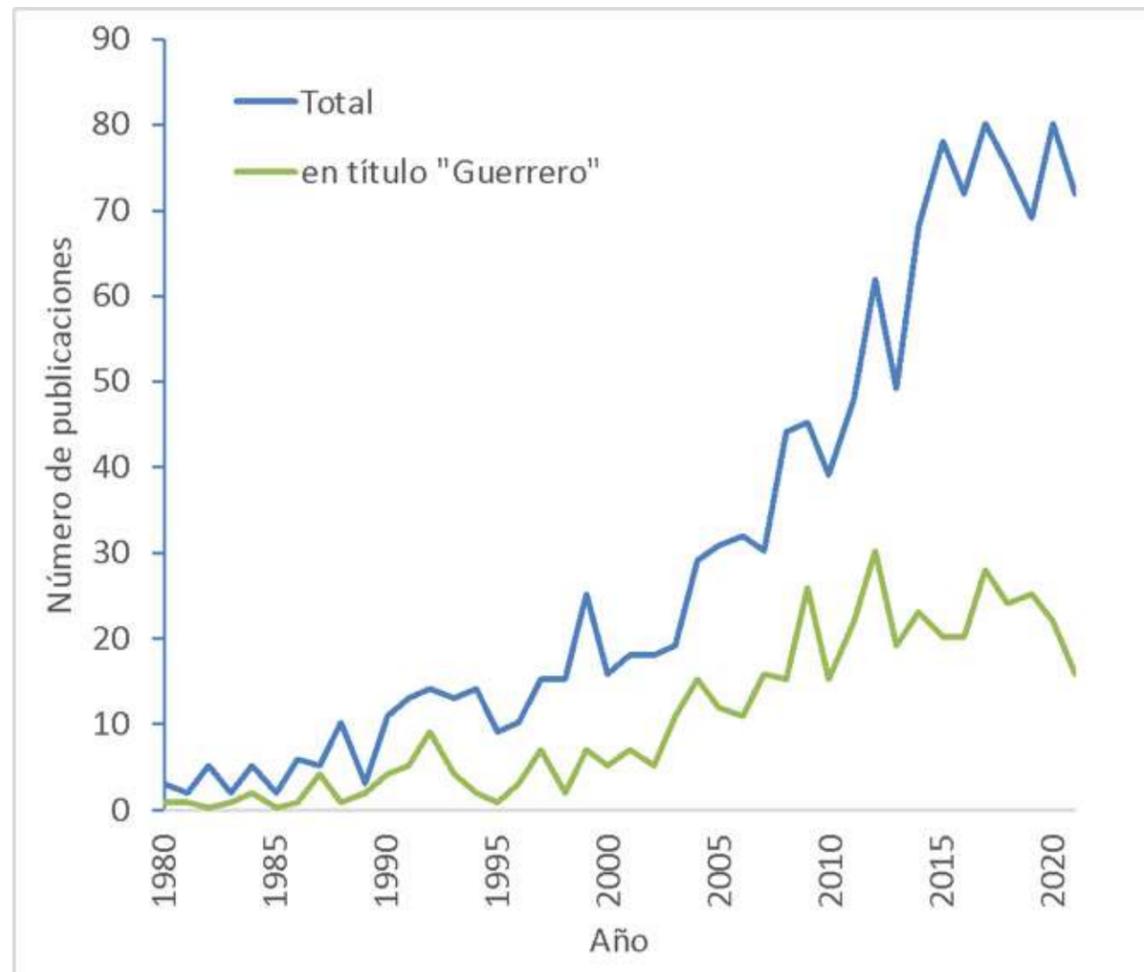


Figura 3. Número de publicaciones por año en la Web of Science (*all databases*) de investigación en Guerrero, México, relevante en las disciplinas de ecología, biodiversidad y conservación (enero de 1980 a febrero de 2022).

Las publicaciones que incluyen Guerrero representaron 1.9% (0.5-2.6% al año) de las publicaciones del país, menor a la proporción del territorio nacional (3.2%), pero mayor al porcentaje de investigadores de Guerrero en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en las áreas de biología, así como biotecnología y ciencias agropecuarias (0.8%, SNI padrón 2022). La mayor parte de la investigación es reciente; solamente 34 registros entre 1900 y 1980; datos no mostrados). El término "Guerrero" apareció en el título de 35% de las publicaciones (Figura 3).

Se registraron 432 afiliaciones de autores de las publicaciones en 71% de los registros que incluyeron esta información. La mayor frecuencia la tuvo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con 409 registros (45.8%), seguida de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) con 119 registros (13.3%), el Instituto Politécnico Nacional (IPN, 7%), el Colegio de Postgraduados (6.6%), el Instituto de Ecología, A.C. (Inecol, 6.5%) y la Universidad Autónoma Metropolitana (6%). Un solo registro lo tuvieron 281 afiliaciones. Entre 41 países destacan México (70%), Estados Unidos (15.5%), Canadá (1.8%), Hungría (1.4%), España (1.2%), Colombia (1.1%) y el Reino Unido (1%). Entre los doce autores con mayor número de publicaciones (15-41 trabajos) se encuentran seis afiliados a la UAGro, cinco de ellos de la Facultad de Ecología Marina; tres autores están afiliados a la UNAM, uno a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, uno al Inecol y uno a la Universidad de Pécs (Hungría). Se registraron 2799 autores y 77% contribuyeron con una sola publicación.

Las publicaciones aparecieron en 382 revistas, 10 de ellas con una acumulación de 31.6% (Tabla 2). La modalidad de acceso libre (*Open Access*) incluyó 24% de los registros; se publicó en inglés 65% de la investigación y 34% en español.

Sólo 23.7% de los registros mostraron información sobre una o más instituciones financiadoras. Entre las 210 instituciones mencionadas, las más frecuentes fueron el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt, 60%) y la UNAM (40%). También sobresalieron la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos (13%), la Secretaría de Educación Pública (SEP), a través del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) y del Programa para el Desarrollo del Personal Docente (PRODEP) (12%), el IPN (6%), la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (5%) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio, 4%). La UAGro apareció en el noveno lugar (2.3%), tras Inecol (3%). En el décimo lugar estuvieron los Institutos Nacionales de Salud (NIH, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, la Fundación Rufford (Reino Unido) y la Universidad de Guadalajara (2% cada una).

Los conceptos más frecuentes incluyeron estudios de ecología de poblaciones, biogeografía, sistemática y taxonomía, abordados en 36-61% de las publicaciones cada uno (Tabla 3). Esto es congruente con una nube de palabras construida con los títulos de las publicaciones en la que después de México y Guerrero, destacan las palabras "nueva", "especie", "distribución" y "género", entre otras (Figura 4). El término "new species" se encontró en 239 títulos (19%). La mayoría de las publicaciones contribuyen al inventario de la biodiversidad y se encontró una baja proporción de estudios de ecología de comunidades y ecosistemas, así como de efectos del cambio global sobre la biodiversidad (p. ej. efectos por deforestación, invasión de especies exóticas y cambio climático).

Tabla 2. Las 20 revistas con mayor representación entre las 1256 publicaciones resultantes de la búsqueda realizada sobre investigación ecológica en el estado de Guerrero entre enero de 1980 y febrero de 2022.

Título de la revista	Número de publicaciones
<i>Revista Mexicana de Biodiversidad</i>	89
<i>Zootaxa</i>	52
<i>Acta Botanica Mexicana</i>	41
<i>Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)</i>	41
<i>Revista de Biología Tropical</i>	34
<i>Brittonia</i>	31
<i>Mesoamerican Herpetology</i>	30
<i>Botanical Sciences y Boletín de la Sociedad Botánica de México</i>	29
<i>Phytotaxa</i>	25
<i>Southwestern Entomologist</i>	25
<i>Herpetological Review</i>	23
<i>Novon</i>	22
<i>Southwestern Naturalist</i>	20
<i>Acta Botanica Hungarica</i>	18
<i>Coleopterists Bulletin</i>	15
<i>Huitzil</i>	14
<i>Zookeys</i>	14
<i>Polibotánica</i>	12
<i>Proceedings of the Biological Society of Washington</i>	11
<i>Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología, Universidad Nacional Autónoma de México</i>	10
<i>Copeia</i>	10
<i>Florida Entomologist</i>	10
<i>Folia Entomológica Mexicana</i>	10

Tabla 3. Los 20 conceptos más frecuentes en las publicaciones resultantes de la búsqueda realizada sobre investigación ecológica en el estado de Guerrero (81% de registros con información) entre enero de 1980 y febrero de 2022.

Conceptos abordados ¹	% de publicaciones ²
Estudios de poblaciones ³	61.1
Biogeografía	57.7
Sistemática y taxonomía	35.7
Ecología y ciencias ambientales	16.1
Ciencias ambientales	9.9
Biodiversidad	9.5
Conservación	8.5
Ecología terrestre	8.1
Ecología	6.5
Manejo de vida silvestre	6.4
Reproducción	5.1
Morfología	5.1
Ecología marina	5.0
Parasitología	4.6
Bioquímica y biofísica molecular	4.2
Comportamiento	3.8
Agricultura	3.7
Climatología	3.7
Sistema reproductivo	2.9
Genética de poblaciones	2.9

¹Temas que describen el foco de las publicaciones, indexados en las bases de datos BIOSIS.²Una publicación puede abordar más de un concepto.³Estudios realizados en el nivel de poblaciones; incluye estudios de taxonomía, sistemática, ecología y genética de poblaciones, entre otros.

Literatura citada

- Botello F, Sánchez-Cordero, V, Ortega-Huerta MA. 2015. Disponibilidad de hábitats adecuados para especies de mamíferos a escalas regional (estado de Guerrero) y nacional (México). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86:226-237.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) (10 de abril de 2022). Estrategias estatales de biodiversidad: estados en proceso. Biodiversidad mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estados>.
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2014. Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018. México: Conacyt.
- Flores-Garza R, López-Rojas V, Flores-Rodríguez P, Torreblanca-Ramírez C. 2014. Diversity, distribution and composition of the Bivalvia Class on the rocky intertidal zone of Marine Priority Region 32, Mexico. *Open Journal of Ecology*, 4:961-973. <http://dx.doi.org/10.4236/oje.2014.415080>
- Jacinto-Flores N, Sánchez-González L, Almazán-Núñez RC. 2017. Patrones de distribución y zonas prioritarias para la conservación de la avifauna en la costa del Pacífico de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88:960-977. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.038>
- Villaseñor JL, Ortiz E. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:S134-S142. DOI:10.7550/rmb.31987

¿Quién escribe?



✉ mlopezaraiza@uagro.mx

Martha Elena Lopezaraiza Mikel es bióloga por la Universidad de las Américas-Puebla y doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad de Bristol (Reino Unido). Realizó una estancia posdoctoral en el Instituto (entonces Centro) de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM. Actualmente trabaja como Profesora-Investigadora en la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). Es miembro del Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica (LANASE) y participó en el establecimiento de su nodo UAGro y en el impulso de un grupo de investigación en Ecología en el campus Costa Grande de la UAGro. También participó en la construcción de los programas de Maestría y Doctorado en Recursos Naturales y Ecología de la UAGro, que se encuentran en el padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Conacyt, y es miembro de su núcleo académico. Realiza investigación acerca de los efectos del cambio global sobre las interacciones bióticas, redes de interacciones ecológicas, el servicio ambiental de polinización y ecología de abejas. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1).



✉ caricarix@gmail.com

Carina Gutiérrez Flores es desde 2018 catedrática Conacyt afiliada a la Escuela Superior de Desarrollo Sustentable y al LANASE de la Universidad Autónoma de Guerrero. Es bióloga marina egresada de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y doctora en uso, manejo y preservación de recursos naturales por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor). Su área de investigación se ha enfocado a la filogeografía y sistemas de reproducción en cactáceas y más recientemente en estudios genéticos y genómicos para el conocimiento y conservación de la diversidad de especies de importancia comercial.



✉ vaniajimenez@uagro.mx

Vania Jiménez Lobato es bióloga por la Facultad de Ciencias de la UNAM, tiene un doctorado en Ciencias por el Instituto de Ecología, A.C. (Inecol) y una estancia posdoctoral en la Universidad de Sevilla (España). Desde 2018 es catedrática Conacyt asignada a la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) y pertenece al SNI (nivel 1). Sus líneas de investigación incluyen la evolución de los sistemas reproductivos de plantas, la interacción planta-polinizador en sistemas perturbados y estresantes, así como la genética de la conservación y la domesticación. Cuenta con 10 artículos publicados en revistas indexadas, un capítulo de libro y diversos materiales de divulgación científica. Desde 2011, ha impartido clases a nivel licenciatura y posgrado. Dirige tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, y coordina servicios sociales y prácticas profesionales. Colabora con distintos grupos de investigación como la Red de Investigación e Incidencia en Agroecología y Recursos Naturales de la UAGro. Ha participado en congresos nacionales e internacionales y como revisora en al menos siete revistas indexadas. Actualmente es Responsable técnica de un proyecto de Ciencia de Frontera relacionado con la domesticación del frijol en Guerrero.



✉ rcruz@uagro.mx

Rogelio Cruz Reyes es biólogo por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), con doctorado en ecología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es Profesor-Investigador en la Escuela Superior de Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) y forma parte del Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica nodo UAGro. Tiene dos publicaciones en revistas científicas con arbitraje internacional, y participa en el posgrado en Recursos Naturales y Ecología de la UAGro. Ha participado en la formación de recursos humanos de nivel licenciatura y posgrado. Realiza investigación sobre aspectos ecológicos de la hibridación entre cultivos y parientes silvestres, así como sobre la ecología de las interacciones entre virus fitopatógenos y sus hospederos y sobre el efecto de dicha interacción en los polinizadores de los hospederos.



✉ rcarlos.almazan@gmail.com

Roberto Carlos Almazán Núñez es doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma Metropolitana. Adscrito a la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Es fundador y miembro del Núcleo Académico de la Maestría y Doctorado en Recursos Naturales y Ecología de la UAGro. Ha publicado cinco capítulos de libro y 50 artículos científicos indexados nacionales e internacionales. Es editor asociado de la revista *Ornithological Applications*, que edita la American Ornithological Society. Sus principales líneas de investigación son la ecología de interacciones bióticas, ecología de poblaciones y comunidades, ecología del paisaje, biogeografía y biología de la conservación. Estas líneas las ha enfocado para responder preguntas acerca de la distribución de las especies y sus requerimientos ecológicos con herramientas de modelación del nicho ecológico, así como para conocer los efectos de la actividad humana en las comunidades bióticas y en los procesos ecológicos.



✉ rsayago@uagro.mx

Roberto Carlos Sáyago Lorenzana es técnico en Acuicultura por el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 18. Estudió la licenciatura en Biología en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), la Maestría en Ciencias Biológicas y el Doctorado en Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional Autónoma de México. Fue profesor suplente en la Facultad de Biología de la UMSNH y es Profesor-Investigador Titular A adscrito a la Escuela Superior de Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), de la que fue también el primer director electo (2014-2018). Es miembro del LANASE. Participa en la Maestría y Doctorado en Recursos Naturales y Ecología de la UAGro. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1). Cuenta con siete artículos científicos publicados en revistas indexadas y cuatro capítulos de libros, una nota científica y tres artículos de divulgación científica. Ha trabajado con aves, flora leñosa y epífitas vasculares del género *Tillandsia* en bosques tropicales secos de México, en las áreas de biología de la conservación, biodiversidad y polinización.



HIERVE EL AGUA, OAXACA FOTOGRAFÍA: KAMCHATKA, CANVA PRO

Análisis de la producción de publicaciones ecológicas en el estado de Oaxaca basado en un estudio de documentación de 1980 a 2021

Ricardo Clark-Tapia¹, Víctor Aguirre-Hidalgo¹, Cecilia Alfonso-Corrado¹ y Quetzalcóatl Orozco-Ramírez²

¹Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca

²Unidad Académica de Estudios Territoriales, Instituto de Geografía, UNAM, Oaxaca de Juárez, Oaxaca

Resumen

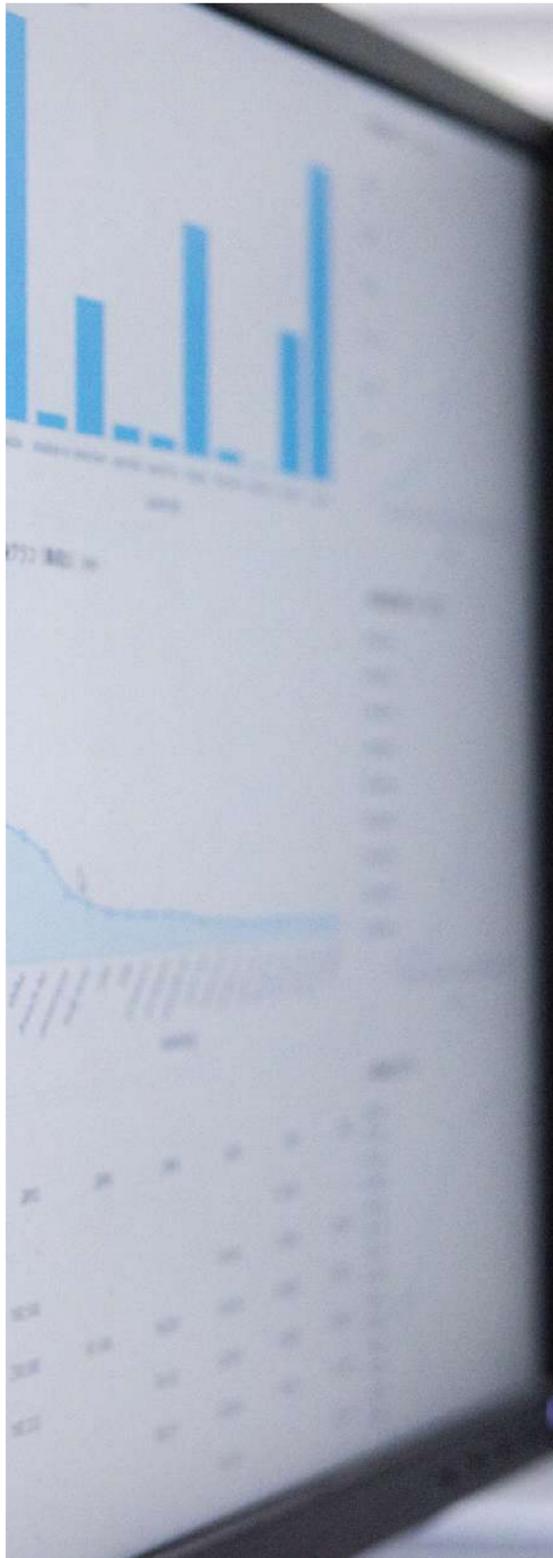
La finalidad del presente trabajo fue recopilar y analizar las contribuciones científicas publicadas en los últimos 40 años en las áreas de ecología, biodiversidad y ambiente, disponibles en la base de datos de Web of ScienceTM. En total se obtuvieron 3513 publicaciones de investigación, publicadas en 968 revistas. Se encontró que 20 revistas englobaron 34% de todas las publicaciones, la mayoría de ellas indexadas, en idioma inglés y español. Las principales contribuciones se dieron en el ecosistema terrestre (95%), con énfasis en taxonomía y en estudios de distribución, diversidad y conservación. El número de publicaciones a partir del siglo XXI se ha incrementado, con un promedio mayor a 150 publicaciones por año. Este trabajo evidencia el aporte científico sobre organismos y sistemas ecológicos de Oaxaca y se destaca la contribución de las instituciones educativas en la generación de conocimiento en las áreas de ambiente, ecología y biodiversidad.

Palabras clave: biodiversidad, estudios, instituciones, investigaciones, Web of ScienceTM.

Oaxaca, junto con Chiapas y Veracruz, conforma la tríada de estados con mayor biodiversidad en México (García-Mendoza *et al.* 2004). No obstante, en Oaxaca se encuentran todos los tipos de clima presentes en el país, así como una amplia diversidad étnica y cultural que ha despertado gran interés científico y una continua actividad de investigación desde el siglo XVIII (García-Mendoza *et al.* 2004). En las últimas décadas, diversas instituciones educativas y de investigación, organismos no gubernamentales y dependencias gubernamentales han desarrollado una extensa investigación ecológica que abarca todos sus niveles de integración con diferentes enfoques para estudiar la fauna y la flora (Figura 1). Este estudio aplica un enfoque ciencia-métrico para recopilar y analizar las contribuciones científicas publicadas entre 1980 y 2021, disponibles en la base de datos de Web of ScienceTM, en las áreas de ecología, biodiversidad y ambiente. Además, se examinaron las principales revistas, su nacionalidad y factor de impacto, la temática, la producción anual, las principales instituciones involucradas y las fuentes de financiamiento.



Figura 1. Ejemplos de diversidad paisajística, flora maderable (arbórea) y no maderable (hongos y epifitas), fauna (anfibios, artrópodos, aves, mamíferos y reptiles) y paisajística de Oaxaca.



Bases de información y principales tendencias

Se usó la base de datos de Clarivate Analytics-Web of Science™ (WOS) para buscar las palabras clave: Oaxaca, ecolog*, *divers*, conserv*, forest*, abundanc*, y reproduc*. La búsqueda se hizo en febrero de 2022 e incluyó todas las bases de datos (*all databases*) e índices de citación disponibles. Posteriormente, los datos fueron depurados en hojas de cálculo de MS Excel® para excluir errores de redacción. La primera depuración eliminó datos repetidos o trabajos no pertinentes al objetivo e incluyó 3513 publicaciones de investigación: 27 libros, 47 capítulos de libro, 13 memorias de reuniones (*proceedings*), cinco comunicaciones cortas y 3421 artículos. Los datos fueron analizados con diversas técnicas estadísticas y se emplearon el programa estadístico Past v. 4.0 (Hammer *et al.* 2001) y nubes de conceptos con los paquetes SnowballC (Bouchet-Valat 2013) y wordcloud2 (Lang *et al.* 2018) en el programa R v.3.6.2 (R Development Core Team 2019).

Del total de trabajos publicados, 2128 (61%) se encontraron en el repositorio de información bibliográfica Web of Science™, 5% en la base bibliográfica de Scielo y 35% fueron registrados en plataformas adicionales de la WOS como Zoological Record (17%), Biological Abstracts (16%) y otras (2%). Los artículos fueron publicados en 968 revistas, tanto nacionales como internacionales. Se encontró que 68 revistas aglomeraron 50% de los artículos de investigación, y 20 de ellas englobaron 34% de todas las publicaciones, de las cuales 90% están indexadas, es decir, aparecieron en revistas periódicas de calidad, enlistadas en una base de datos internacional. De manera particular, 70% se localizaron en la base de datos JCR, 70% en SJR y 50% en la base Latindex (Tabla 1). Predominaron las revistas en inglés (55%), seguido del español (38%), y 7% en otras lenguas.

FOTOGRAFÍA: YATSUSIMNETCOJP, PIXABAY

Tabla 1. Las 20 revistas con mayor número de publicaciones sobre temas de investigación ecológica en Oaxaca, México. Núm. = Número de publicaciones por revista. Bases de datos de las publicaciones: JCR = Journal Citation Reports, Web of Science™, SJR = SCImago Journal and Country Rank, Latindex = Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas, y País de origen de la revista.

Revista	Núm.	JCR	SJR	Latindex	País
<i>Revista Mexicana de Biodiversidad</i>	150	x	x	x	México
<i>Zootaxa</i>	119	x	x		Nueva Zelanda
<i>Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie</i>	81			x	México
<i>Mesoamerican Herpetology</i>	80				EE.UU.
<i>Revista de Biología Tropical</i>	65	x	x	x	Costa Rica
<i>Herpetological Review</i>	64		x		EE.UU.
<i>Botanical Sciences</i>	61	x	x	x	México
<i>Therya</i>	59		x	x	México
<i>Phytotaxa</i>	56	x	x		Nueva Zelanda
<i>Coleopterists Bulletin</i>	53	x	x		EE.UU.
<i>Acta Botanica Mexicana</i>	50	x	x	x	México
<i>Revista Mexicana de Ciencias Forestales</i>	44	x		x	México
<i>Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Botánica</i>	40			x	México
<i>Phytologia</i>	37				Bulgaria
<i>Acta Botanica Hungarica</i>	37		x		Hungría
<i>Huitzil</i>	36	x		x	México
<i>Revista Fitotecnia Mexicana</i>	35	x	x	x	México
<i>Brittonia</i>	33	x	x		EE.UU.
<i>Southwestern Naturalist</i>	31	x	x		EE.UU.
<i>Southwestern Entomologist</i>	30	x	x		EE.UU.

Destaca la fundación en 1974 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), entidad del Gobierno Federal que, sin ser una institución educativa, apoya y fomenta el desarrollo de la investigación y tecnología del país. Otras instituciones relevantes en el estado, como lo son el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Oaxaca (Ciidir-Oaxaca-IPN), la Facultad de Ciencias de la UABJO, y el Sistema de Universidades del Estado de Oaxaca (Suneo), iniciaron actividades posteriores a los ochentas, período en el que destaca la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en el Conacyt para reconocer, promover y fortalecer la labor de la investigación entre los docentes.

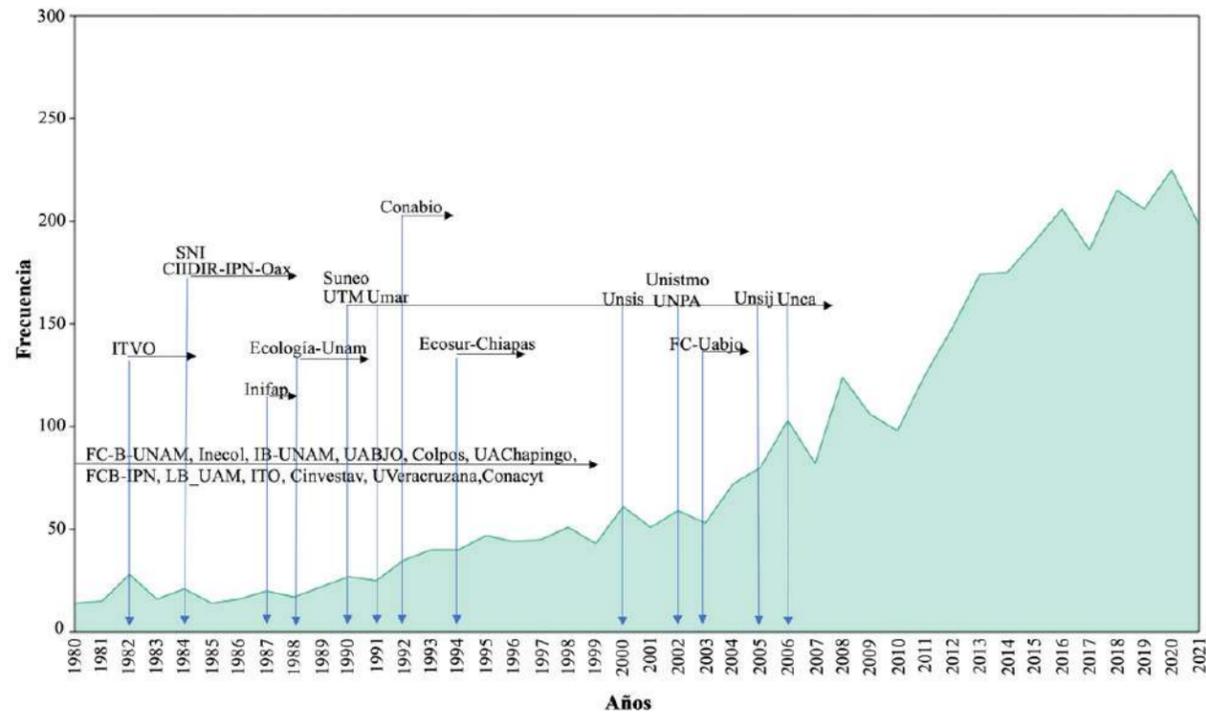


Figura 3. Número total de las publicaciones para el estado de Oaxaca de 1980 a 2021. La flecha horizontal indica la continuidad de las instituciones hasta la actualidad. Las flechas verticales indican el año de creación de las instituciones. Las instituciones que aparecen asociadas a 1980 pueden tener su fecha de creación en una fecha anterior, variable en cada caso, al igual que el SNI, el Ciidir-IPN, e Inifap. El antecedente directo de Ecosur fue el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES), creado en 1974 en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Cada institución se rige por diferentes planes de desarrollo, cuenta con diferente potencial económico y muestra diferencias en la relación del tiempo dedicado a la docencia y la investigación; por tanto, el número de publicaciones no necesariamente refleja su eficiencia en este rubro. Entre las instituciones mencionadas, las que centran sus esfuerzos en Oaxaca son: Ciidir-Oaxaca-IPN, ITO, ITVO, Suneo, y UABJO, con cuatro de ellas entre las 19 con mayor presencia en los trabajos publicados (Figura 4). Diecinueve instituciones cubren 45% del total de publicaciones, entre las que destacan 15 mexicanas y cuatro de Estados Unidos (Figura 4). Cada institución cuenta con diferente presupuesto dirigido a la investigación y publicación de sus resultados; sin embargo, como principales fuentes de financiamiento a nivel nacional destacan Conacyt, UNAM e IPN (32.5%, 19.3% y 2.2%, respectivamente).

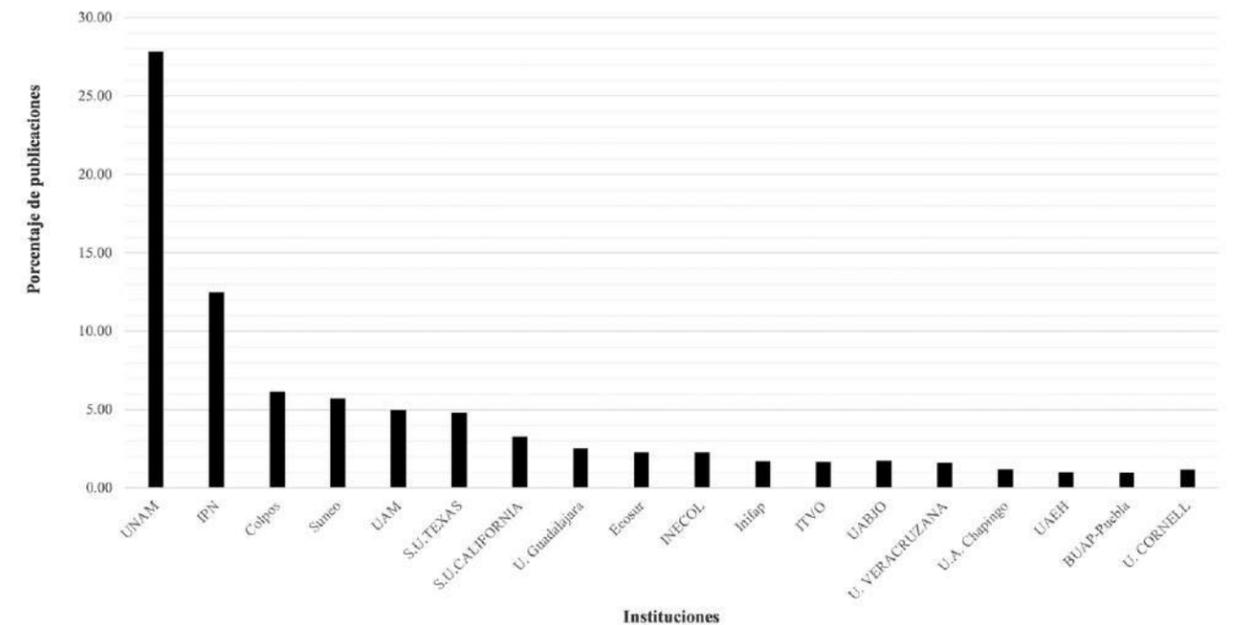


Figura 4. Instituciones con mayor porcentaje de publicaciones. S.U.- Sistemas de universidades, U. Universidad, UAEH- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, BUAP- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Reflexión final

Este trabajo evidencia el aporte científico sobre organismos y sistemas ecológicos de Oaxaca logrado durante los últimos cuarenta años. Se aprecia la importancia de los centros de investigación y las universidades en la generación de conocimiento en las áreas de ambiente, biodiversidad y ecología. Esta información muestra un nuevo punto de partida para la descripción de la biodiversidad de Oaxaca, ya que sugiere un incremento sustancial en el conocimiento biológico, diversidad y ecológico, en comparación a lo recopilado hace 18 años (García-Mendoza *et al.* 2004). Este trabajo solo consideró la información contenida en WOS; seguramente, una búsqueda que incluyera información no incluida en esa base de datos (por ej., tesis, reportes o informes técnicos) daría una idea más completa del acervo del conocimiento actual de Oaxaca, y muy probablemente las instituciones estatales mostrarían una mayor contribución que las nacionales.

Literatura citada

- Bouchet-Valat M. 2013. Package 'SnowballC'. <https://CRAN.R-project.org/package=SnowballC>
- COEPES. 2019. *Catálogo de la oferta de posgrado en el estado de Oaxaca 2019-2020*. Consultado el 01/03/2022 de <https://www.oaxaca.gob.mx/coepes/wp-content/uploads/sites/15/2019/07/CATALOGO-DE-POSGRADO-2019-2020-1.pdf>
- García-Mendoza AJ, Ordoñez-Díaz MDJ, Briones-Salas M., eds. 2004. *Biodiversidad de Oaxaca*. México: UNAM.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST—Paleontological statistics software packages for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4:9.
- Lang D, Chien GT. 2018. Package 'wordcloud2'. <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud2>
- R Development Core Team. 2019. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.



Ricardo Clark Tapia, es Profesor e Investigador Titular B en la Universidad de la Sierra Juárez. Cuenta con una Ingeniería en Ecología por el Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES), una Maestría en Ciencias con especialidad en Ecología Básica, y un Doctorado en Ciencias del Instituto de Ecología, UNAM. Su área de investigación es la ecología en sus diferentes niveles de organización, con énfasis en ecología de poblaciones, comunidades y paisaje, además de geodiversidad, genética y sociedad. Ha publicado como autor o coautor artículos científicos y de divulgación en diversas revistas nacionales e internacionales, así como libros y diversos capítulos de libros. Participa en la formación de recursos humanos a través de la docencia y dirección de servicio social, estancias, tesis de licenciatura y posgrado. Es Nivel 1 del SNI, cuenta con perfil Prodep y forma parte del Cuerpo Académico consolidado "Ciencias Biológicas".

✉ rclark@unsij.edu.mx



Cecilia Alfonso Corrado, es licenciada en Biología por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Posteriormente realizó su Doctorado en Ciencias en el Instituto de la Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente trabaja como profesora investigadora de tiempo completo en la Universidad de la Sierra Juárez. Tiene más de 20 años de experiencia en proyectos de investigación sobre genética de poblaciones, ecología y biología de la conservación de ecosistemas de montañas tropicales y bosques de niebla. Ha publicado diversas contribuciones científicas como autora o coautora, entre las que destacan libros, artículos de investigación y difusión, así como capítulos de libro. Ha participado en la formación de alumnos de licenciatura y maestría. Es Nivel 1 del sin, cuenta con perfil Prodep y forma parte del Cuerpo Académico consolidado "Ciencias Biológicas".

✉ liana@unsij.edu.mx



Víctor Aguirre Hidalgo, es Profesor-Investigador en la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ), Oaxaca, México. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Plymouth, Reino Unido. Su trabajo se ha enfocado en estudios de distribución y abundancia en especies nativas y el efecto que tienen las especies invasoras en los ecosistemas. Tiene contribuciones científicas como autor o coautor, entre las que destacan libros, artículos de investigación y difusión, así como capítulos de libro. En la UNSIJ ha dado diversos cursos a nivel licenciatura y posgrado. Es Nivel 1 del SNI, cuenta con perfil Prodep y forma parte del Cuerpo Académico "Patrimonio Biocultural".

✉ victor@unsij.edu.mx



Quetzalcóatl Orozco Ramírez es investigador del Instituto de Geografía de la UNAM. Tiene un doctorado en Geografía por la Universidad de California, Davis (2009-2014). Su investigación se ha centrado en la interacción entre la cultura y la diversidad del maíz nativo, así como en los procesos sociales y ambientales involucrados en los cambios y la conservación de la agrobiodiversidad. Sus temas de interés son la agricultura tradicional, la planeación territorial, la conservación de la biodiversidad, el conocimiento, manejo y la conservación in situ de recursos genéticos para la agricultura.

✉ qorozco@geografia.unam.mx



BOAQUE TROPICAL DE CHIAPAS FOTOGRAFÍA: BERE69, PIXABAY

Tendencias principales de los estudios ecológicos en Chiapas (1980-2021)

Neptalí Ramírez-Marcial

Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Resumen

Se presenta un análisis numérico del trabajo ecológico realizado en Chiapas entre 1980 y 2021, periodo máximo histórico disponible en la Web of Science™. El análisis recuperó 2485 registros con un incremento gradual del número de contribuciones por año. Dentro de las 46 disciplinas identificadas, los temas más frecuentemente abordados se relacionan en orden decreciente con la ecología y ciencias ambientales, zoología, ciencias de la vida, conservación de la biodiversidad, ciencias de las plantas, silvicultura y agricultura. Este análisis muestra el interés de la comunidad académica nacional y del extranjero para realizar diversos estudios ecológicos en Chiapas que involucran numerosas escalas espaciales, tiempos, recursos económicos y humanos.

Palabras clave:

Biodiversidad, comunidades, ecosistemas, instituciones de investigación, poblaciones, socio-ecosistemas.

Propósito

La alta diversidad biológica y cultural del territorio chiapaneco ofrece múltiples oportunidades para la investigación ecológica en una extensa gama de aproximaciones, escalas espaciales y aplicaciones. Esta condición permite hacer un análisis de las tendencias principales en los registros que diversos grupos de investigación ecológica han desarrollado durante los últimos 42 años en el estado de Chiapas. Véase el estudio de Ramírez-Marcial y González-Espinosa en este mismo número sobre una perspectiva histórica de los antecedentes de la ecología vegetal en la entidad.

Para la localización de la información, recurrimos a la consulta de bases de información bibliométrica Web of Science™. La ventaja de usar bases bibliométricas es que permiten cuantificar de forma rápida la producción científica clasificada con diversos criterios e indicadores, identificación de grupos de trabajo, áreas de excelencia, asociaciones temáticas, interdisciplinariedad, disciplinas emergentes, prioridades en la ciencia, entre otras (Alonso Gamboa y Reyna Espinosa 2005). Aunque también tienen algunas desventajas (p. ej., García-Villar y García-Santos, 2021) son una herramienta muy utilizada para análisis de tendencias en la investigación científica. Para la consulta se utilizaron los siguientes términos como criterio principal: (TS=(CHIAPAS AND MEXICO) AND TS=(ECOLOG* OR BIODIV* OR CONSERV* OR FOREST*)). Posteriormente, se utilizaron otros filtros para incluir únicamente registros contenidos en la Web of Science Core Collection o SciELO Citation Index durante el periodo de 1980 hasta 2021. Los registros arrojados por el programa se exportaron a una hoja de cálculo para su inspección y depuración de la información. Del total de registros recuperados (2798) se descartaron aquellos que no cumplieron con los criterios temáticos (p. ej., temas relacionados con conservación museológica).

Al final se obtuvo un total de 2485 registros de estudios publicados como artículos relacionados con algún tema ecológico realizados en Chiapas en el periodo considerado. En cambio, se contabilizaron 67,398 documentos para el caso de estudios ecológicos en todo México para el mismo periodo (Figura 1).

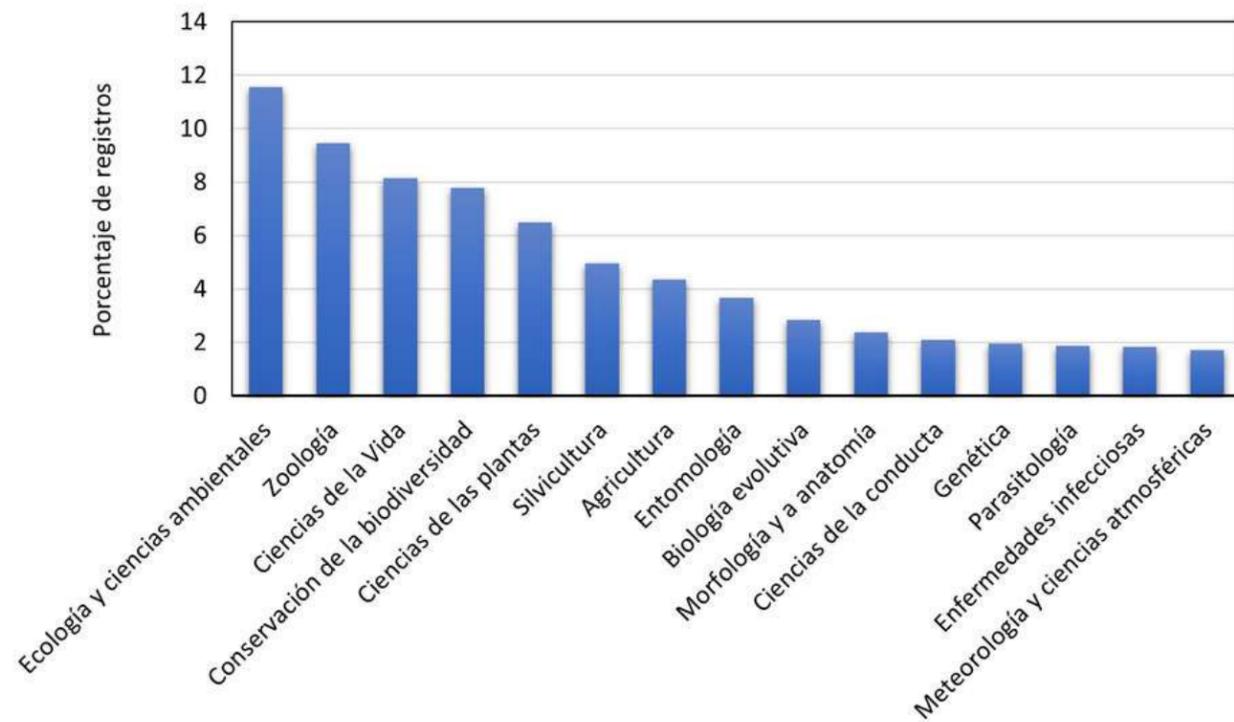


Figura 3. Porcentaje del número de registros para las 15 principales disciplinas del conocimiento catalogadas por la Web of Science™.

Se identificaron 615 títulos de fuentes bibliográficas con al menos una publicación referente a Chiapas. Claramente, hay una distribución desproporcionada en el número de publicaciones por fuente bibliográfica. La mayor frecuencia de documentos publicados incluye a siete de las revistas nacionales relacionadas con temas ecológicos y a 25 revistas internacionales especializadas que incluyen contenidos de ecología a diversas escalas espaciales y de nivel de organización (Figura 4). Cerca de la mitad (42%) de todas las contribuciones se ha publicado en estas 32 fuentes bibliográficas (14.4% nacionales y 27.7% en las internacionales). En cambio, 12.3% de los registros aparecen solo una vez en 307 títulos de fuentes bibliográficas. El resto (45.7%) corresponde a otros 276 títulos de revistas que contienen 2-14 publicaciones.

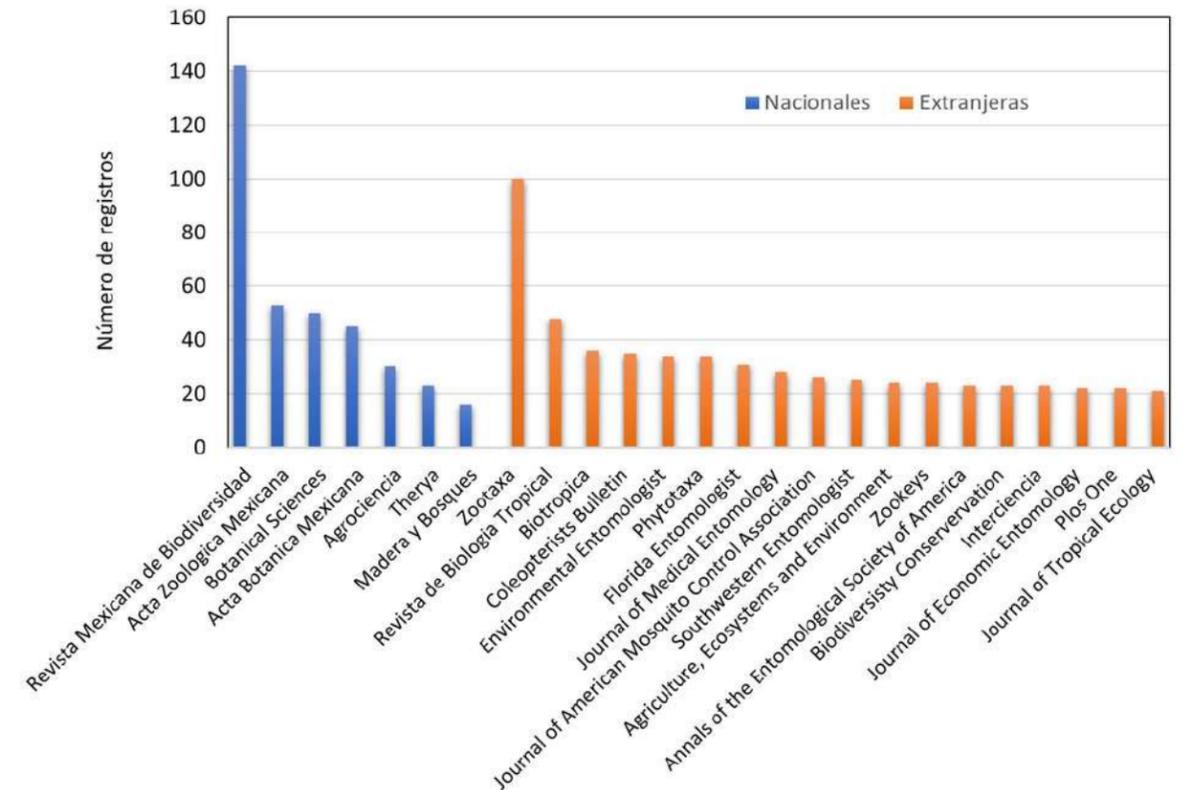


Figura 4. Número de publicaciones sobre diversos temas ecológicos publicados en revistas nacionales e internacionales especializadas. Se incluyen solamente las primeras 25 revistas (7 nacionales y 18 internacionales) con la mayor frecuencia durante el periodo 1980-2021.

En coincidencia con la alta diversidad biológica y cultural presente en la entidad, se encontró una alta proporción de publicaciones relativas al estudio de la diversidad de varios grupos de flora y fauna. Casi una tercera parte de los estudios se han enfocado en escalas de la ecología de poblaciones (32.4%), comunidades (26.9%), paisajes (19.5%) y ecosistemas (18.8%). Los estudios sobre sustentabilidad ecológica y ambiental, junto con los de genética de poblaciones de especies prioritarias (diversos grupos biológicos) han sido frecuentes temas de estudio por la comunidad ecológica a partir del año 2000. Por grupo biológico, la mayor frecuencia de estudios incluyó a los insectos de importancia económica (31%), seguido de las plantas (26%), mamíferos (7.6%), aves y peces (ambos con 4.7%) y 14.5% de los estudios involucran la interacción sociedad-ambiente en la que se incluyen diversos grupos taxonómicos (14.5%). Una menor cantidad de estudios (menos de 4%) se refirió a los hongos, anfibios y reptiles, virus y otros microorganismos.

En cuanto a la importancia de las fuentes de financiamiento que han permitido llevar a cabo la etapa final de difusión de los resultados de las investigaciones, resalta el papel fundamental que ha tenido el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) como fuente principal de recursos financieros a través de sus numerosos programas de apoyo a la investigación en todo el periodo analizado. Un total de 547 (21.9%) de las publicaciones reconocen al Conacyt como la principal fuente de financiamiento. Aunque no fue posible obtener la cantidad precisa de casos, se aprecia que varios de estos apoyos fueron a través de las becas a estudiantes para estudios de posgrado. Igualmente, los apoyos de distintos programas procedentes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) representan 12.7% de las publicaciones, seguido de apoyos de la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF por sus siglas en inglés; 6.6%) y de los Institutos Nacionales de Salud (NIH, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos (1.6%). Hay otras 648 fuentes de financiamiento que han aportado el 57.1% de los fondos a la investigación entre 1980 y 2021. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) fue señalada solamente en 1.5% de los registros.

Con respecto a la participación de autores y coautores, la consulta arrojó una lista de poco más de 12,000 nombres de personas que han participado en alguna publicación durante el periodo analizado. Lamentablemente, la base de datos concentró numerosos duplicados e inconsistencias en la ortografía de los nombres de varias personas, que no permiten conocer con la necesaria precisión el número real de personas involucradas en la autoría de las 2485 publicaciones, o el número de artículos por cada persona. En cuanto a la afiliación o adscripción institucional declarada en las publicaciones, se puede notar que hay una disparidad en la frecuencia porcentual de registros entre instituciones radicadas dentro y fuera del estado (Figura 5). Las dos instituciones radicadas en Chiapas que han producido proporcionalmente el mayor número de investigaciones ecológicas son el Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach). Entre las instituciones foráneas nacionales más importantes destacan la UNAM, el Instituto de Ecología, A.C. (Inecol), el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Colegio de Postgraduados (Colpos). También se identificaron tres instituciones estadounidenses cuyo personal ha desarrollado trabajo ecológico en Chiapas: la Universidad de California, la Universidad de Michigan y el Instituto Smithsonian. Estas nueve instituciones representaron 72.3% de todos los registros, aunque se identificaron poco más de 1000 instituciones que han tenido alguna colaboración en investigaciones ecológicas en Chiapas durante su historia reciente.

En cuanto a la visibilidad de la investigación ecológica realizada en Chiapas, evaluada mediante el número de citas de los trabajos publicados, se han contabilizado 40,416 para el total de registros. Hay un notable incremento en el número de citas a partir del año 1998, y notablemente más alto en 2018 y 2020 (Figura 6).

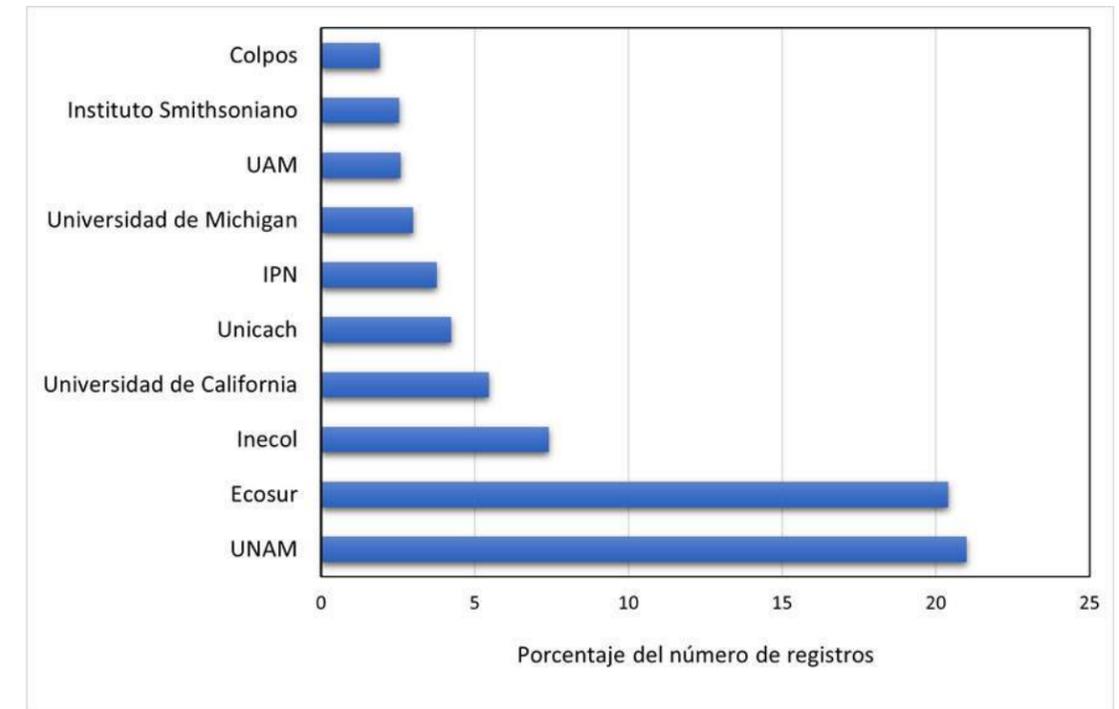


Figura 4. Porcentaje del número de registros para las principales instituciones que han efectuado contribuciones ecológicas en Chiapas durante el periodo 1980-2021.

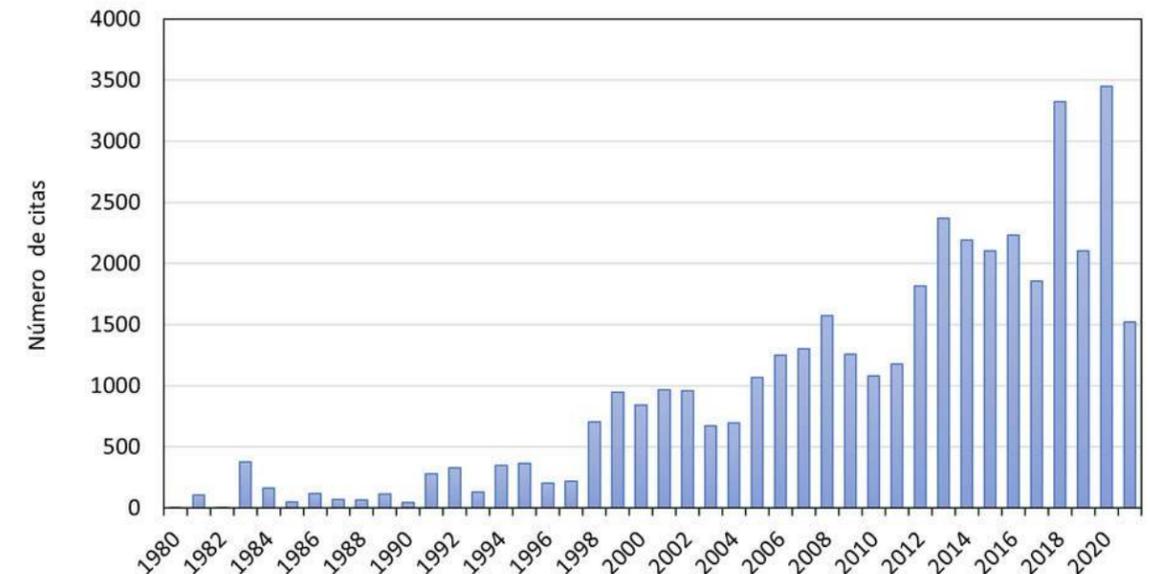


Figura 4. Frecuencia del número de citas acumuladas por año en estudios ecológicos desarrollados en Chiapas en el periodo 1980-2021, según la base de Web of Science™.

En cuanto a la visibilidad de la investigación ecológica realizada en Chiapas, evaluada mediante el número de citas de los trabajos publicados, se han contabilizado 40,416 para el total de registros. Hay un notable incremento en el número de citas a partir del año 1998, y notablemente más alto en 2018 y 2020 (Figura 6).

Reflexiones finales

El análisis efectuado permite reconocer el interés de la comunidad académica del país y del extranjero por llevar a cabo diversos estudios ecológicos en Chiapas. Los temas son muy diversos e involucran numerosas escalas espaciales, tiempos, recursos económicos y humanos. También se puede señalar que la aportación de los estudios ecológicos realizados en Chiapas ha sido constante durante los últimos 40 años. Se ha mostrado mucho interés en estudiar varios grupos biológicos en su entorno natural, pero también en comprender la relación de estos grupos biológicos en interacción con las múltiples actividades humanas presentes a lo largo del territorio estatal. Esta última parte es relevante a través de los esfuerzos por desarrollar investigación-acción participativa con los diversos grupos sociales presentes en la entidad. Muchos estudios se refieren a la descripción de patrones y aún hacen falta más estudios de síntesis de dicho conocimiento que den soporte a acciones específicas en pro de comprender y mantener la continuidad de los procesos ecológicos subyacentes. Asimismo, si bien mucha investigación ecológica se ha orientado a atender problemas motivados por intereses prácticos, hay ejemplos recientes de la aplicación del conocimiento ecológico en acciones de manejo y conservación de recursos naturales presentes en esta región cultural y biológicamente diversa. Aunque se perciben ejemplos en esta dirección, es necesario redoblar esfuerzos de colaboración entre las áreas de indagación fundamentales y las aplicadas, así como incrementar el apoyo gubernamental y la búsqueda de recursos foráneos que hagan factibles otras propuestas en el futuro.

Agradecimientos

Agradezco a la SCME la invitación a participar con este tema, en especial a Quetzalcóatl Orozco por habernos invitado a la mesa de análisis de donde surgió esta idea.

Literatura citada

- Alonso Gamboa JO, Reyna Espinosa FR. 2005. Compilación de datos bibliométricos regionales usando las bases de datos Clase y Periódica. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 28:63-78.
- García-Villar C, García-Santos JM. 2021. Bibliometric indicators to evaluate scientific activity. *Radiología* 63:228-235. doi: 10.1016/j.rx.2021.01.002.
- Lang D, Chien G. (3 de enero 2018). Package 'wordcloud2'. <https://github.com/lchiffon/wordcloud2>.

¿QUIÉN ESCRIBE?



Neptalí Ramírez Marcial es Biólogo por la UNAM, Maestro en Ciencias en Botánica por el Colegio de Postgraduados, y Doctor en Ecología y Manejo de Recursos Naturales por el Instituto de Ecología, A.C. Investigador Titular en el Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Su principal línea de investigación es el estudio de los patrones de diversidad y el análisis de la diversidad de plantas a lo largo de gradientes ambientales y de disturbio. Durante varios años ha realizado investigación sobre regeneración de bosques y selvas, lo que le ha permitido diseñar protocolos para la propagación de al menos 160 especies de árboles con fines de restauración ecológica. Es autor o coautor de poco más de 150 publicaciones, ha dirigido 26 tesis (2D, 13 M, 11L) y ha sido anfitrión de dos postdoctorados. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 2) y del Sistema Estatal de Investigadores (Miembro honorífico).

✉ nramirezm@ecosur.mx



[Regresar al índice](#)



LAGUNA DE MONTEBELLO, CHIAPAS. FOTOGRAFÍA: AMERICAN WILDLIFE, GUETTY IMAGES

Breve historia de la exploración botánica, estudios florísticos y la ecología vegetal en Chiapas

Neptalí Ramírez-Marcial y Mario González-Espinosa

Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Resumen

Se presenta una breve narrativa del papel jugado por distintas personalidades e instituciones académicas que han contribuido a los estudios de ecología vegetal en el estado de Chiapas. El relato no es exhaustivo, pero pretende trazar una línea con profundidad histórica que representa cabalmente los temas y épocas en las que ocurrieron dichas investigaciones. Gran parte de los estudios de ecología vegetal contemporánea que se llevan a cabo en Chiapas reconoce la contribución de naturalistas y exploradores, que sin necesariamente pretenderlo, cimentaron una base de conocimientos descriptivos que han facilitado el abordaje actual de temas con mayor incidencia en la búsqueda de soluciones a múltiples problemáticas ambientales presentes en la entidad.

Resumen

bosques, disturbio humano, diversidad, fragmentación, selvas

TM

Primeros exploradores

La investigación ecológica requiere de un entendimiento esencial de la historia natural de los ecosistemas y las poblaciones. Al estudio de las comunidades y especies vegetales generalmente le anteceden la exploración botánica y estudios florísticos que permiten un primer acercamiento al inventario de la diversidad vegetal. El naturalista mexicano José Mariano Mociño y Lozada (1757-1820) fue el primer botánico que visitó Chiapas, en 1796, como participante de la Real Expedición Botánica a Nueva España decretada por Carlos III (Labastida 2010, Guevara Sada 2017). Regresó en 1798 con el dibujante Juan de Dios Vicente de La Cerda y recolectó especímenes de herbario en varias regiones de Chiapas para una *Flora de Guatemala*, que no se publicó (Breedlove 1981).

Durante los más de 150 años posteriores numerosos naturalistas y botánicos realizaron aportaciones al conocimiento florístico de Chiapas (Breedlove 1981). Notablemente, desde el mismo Mociño (Guevara Sada 2017), muchos exploradores botánicos se interesaron en la polémica acerca de qué tan insoluble puede ser el entendimiento de los aspectos culturales de los pueblos originarios respecto a la naturaleza. Lo confirmó un siglo después la recolección de más de 1000 especímenes en un estudio antropológico efectuado por Georg Eduard Seler y su esposa Caecilie Seler (Breedlove 1981).

Siglo XX

Entre 1935 y 1960 dos botánicos aportaron de manera relevante al conocimiento florístico de Chiapas. Eizi Matuda (1894-1978), investigador japonés establecido en Huixtla durante muchos años, recolectó especímenes principalmente en la Sierra Madre y el Soconusco (Figura 1). El investigador español Faustino Antonio Miranda González (1905-1984), primero visitó Chiapas en 1941 y luego radicó en Tuxtla Gutiérrez (1949-1954) para organizar el jardín botánico que ahora lleva su nombre y explorar varias regiones, principalmente la Depresión Central, la Selva Lacandona y Los Altos de Chiapas (Figura 2).

Entre 1956 y 1959 antropólogos de la Universidad de Chicago interesados en las lenguas mayas de Los Altos de Chiapas realizaron un primer proyecto multidisciplinario de gran escala *El hombre en la naturaleza (Man-in-Nature)*, que incluyó la recolección de numerosos especímenes de herbario. En 1957 la Universidad de Harvard inició un amplio proyecto de 35 años de duración, el *Harvard Chiapas Project*, encabezado por Evon Z. Vogt, en el cual participaron numerosos estudiantes de posgrado que realizaron exploración botánica como parte de su trabajo etnográfico (Fábregas 2015).



Figura 1. Perspectiva de laderas con bosques en la Reserva de la Biósfera "El Triunfo" en la Sierra Madre de Chiapas, región con alta diversidad biológica.



Figura 2. Vista parcial del patrón de uso del suelo en la altiplanicie central de Chiapas, representado por campos de milpa circundados por una matriz forestal con diferente desarrollo sucesional.

En 1964 se inició el mayor esfuerzo de exploración botánica en Chiapas con el trabajo de Dennis E. Breedlove, estrechamente ligado a un proyecto etnobotánico (Berlin *et al.* 1974). Breedlove llegó a Chiapas con su tutor doctoral, el botánico y ecólogo Peter H. Raven; su intenso trabajo interesó a otros especialistas para contribuir al proyecto *Flora of Chiapas*, publicado a partir de 1981 por la Academia de Ciencias de California. El proyecto sigue inconcluso y habría de complementar y actualizar con varias decenas de miles de especímenes de herbario los antecedentes de exploración botánica (Daniel y Almeda 2012).

La obra de Faustino Miranda en dos volúmenes, *Vegetación de Chiapas* (1952), puede ser considerada como la primera publicación propiamente ecológica producida en la entidad. El primer volumen incluye una detallada descripción de los principales tipos de vegetación de Chiapas, con numerosos detalles derivados de un amplio trabajo de campo. El segundo tomo, un extenso y detallado catálogo de plantas útiles y sus usos, nuevamente permite apreciar el interés de los científicos y naturalistas por las relaciones de los grupos indígenas con la flora chiapaneca.

En los sesentas se iniciaron estudios sobre el barbasco (*Dioscorea* spp.) para aprovechar compuestos activos (hormonas esteroideas) de alto interés para la industria farmacéutica. Faustino Miranda y Efraím Hernández Xolocotzi coordinaron, desde la Comisión para el Estudio Ecológico de las Dioscóreas, expediciones y estudios sobre la distribución y requerimientos del barbasco (Gómez-Pompa 2021). En estos y otros esfuerzos relacionados con otros recursos participaron Arturo Gómez-Pompa, José Sarukhán Kermez, Javier Chavelas Pólito, Jesús Vázquez Soto, Heriberto Cuanalo de la Cerda, Mario Sousa Sánchez, Miguel Ángel Martínez Alfaro, Rafael Ortega Paczka, Alfredo Pérez Jiménez y Jesús Manuel León-Cázares, quienes continuaron la primera generación de estudios ecológicos en regiones tropicales húmedas y montañosas del sur del país.

En las décadas de 1960 y 1970 aumentó el interés por los estudios eminentemente ecológicos. En este periodo Pérez-Jiménez y Sarukhán publicaron un detallado estudio dasonómico sobre la vegetación de Pichucalco, una de las regiones más húmedas del país y que para entonces todavía contaba con extensos fragmentos de selva alta perennifolia. En el mismo periodo, Henry A. Zuill y Earl W. Lathrop publicaron un análisis detallado de la relación de los bosques en función del clima y el suelo en la región de las Montañas del norte de Chiapas. Estos autores describen cómo el efecto orográfico sobre el clima determina tipos de vegetación diferentes a una misma altitud, pero en ubicaciones topográficas distintas. Fueron ellos también quienes primero advirtieron la vulnerabilidad de los bosques húmedos de montaña por el cambio de uso del suelo para dedicarlo a la producción agropecuaria.

Durante las siguientes dos décadas se incrementaron los estudios florísticos, estructurales y funcionales en diversas regiones. Destacan los estudios sinicológicos en la Selva Lacandona realizados por José Sarukhán y, posteriormente, por Jorge Meave del Castillo en su minucioso estudio en Bonampak. Ya entrada la década de los ochenta, Rodolfo Dirzo y Álvaro Miranda realizaron un proyecto comparativo acerca de los efectos de la defaunación de vertebrados sobre los patrones de herbivoría en Los Tuxtlas (Veracruz) y Chajul, en la región lacandona, dos regiones con y sin defaunación evidente. En 1974 se estableció el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES), antecedente de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), donde se iniciaron trabajos sobre los agroecosistemas tradicionales. En 1987 Mario González-Espinosa, Pedro F. Quintana-Ascencio, Neptalí Ramírez-Marcial, Susana Ochoa Gaona y estudiantes asociados iniciaron en el CIES estudios sobre la ecología de los bosques húmedos de montaña en la Altiplanicie Central y la regeneración de las selvas en la región lacandona. Reconocieron la influencia local y en el paisaje del disturbio humano derivado de las prácticas tradicionales de aprovechamiento (agricultura de milpa con rotación y posterior extracción de leña de *Quercus* spp. en los acahuals), como determinante de las subsecuentes trayectorias sucesionales de la vegetación. En los noventa, Ken Oyama, Miguel Martínez Ramos, Julieta Benítez Malvido y sus colaboradores iniciaron estudios demográficos con especies aprovechables y sobre la sucesión en bosques cálido-húmedos cercanos a Chajul, precedidos del extenso trabajo florístico de Esteban Martínez en toda la región lacandona. Simultáneamente, John Vandermeer, Ivette Perfecto y estudiantes de la Universidad de Michigan, así como Lorena Soto Pinto en Ecosur, han contribuido al análisis de la biodiversidad en cafetales con sombra.

Nuevas herramientas tecnológicas, permitieron que grupos de la UNAM y de otras instituciones de dentro y fuera de la entidad, iniciaran proyectos para estudiar los patrones de fragmentación de bosques y selvas mediante el uso de sistemas de información geográfica. Ya era reconocida la importancia de áreas naturales protegidas en la Selva Lacandona y la Sierra Madre de Chiapas, por lo que hubo mucho interés en documentar las causas de la deforestación y medir sus efectos en términos de la pérdida de biodiversidad y recursos fitogenéticos. Esto coincidió con el periodo de más amplia destrucción de los ecosistemas forestales que ha ocurrido en Chiapas, en particular desde 1994 a consecuencia de la ingobernabilidad e inestabilidad social y política que prevaleció durante el periodo del movimiento neozapatista. A la par de los estudios sobre fragmentación se efectuaron otros para cuantificar con teledetección la captura de carbono en bosques en distintos estados de desarrollo sucesional. Esto se dio a la par de acciones de ONG locales y foráneas financiadas por organizaciones internacionales como World Wildlife Fund, Conservation International, The Nature Conservancy, el Banco Mundial y la Comisión de Comunidades Europeas, principalmente.

El nuevo siglo

Recientemente se aprecia mayor énfasis en los estudios de ecología vegetal hacia la detección de patrones de diversidad florística en función de gradientes naturales y de disturbio humano. Igualmente, figuran numerosos estudios sobre la dinámica poblacional de especies con potencial productivo o valor cultural (p. ej., palma *xate*, caoba, cedro, anonas y zamiáceas, entre otras), así como el estudio de interacciones planta-animal en plantaciones de especies exóticas como el cacao, la palma de aceite y el café con sombra.

Samuel I. Levy-Tacher ha puesto énfasis en el estudio ecológico de la racionalidad de las prácticas tradicionales de uso y conservación de la vegetación en la región lacandona. Concomitantemente, se han iniciado varios esfuerzos de instituciones como Ecosur y la UNAM para desarrollar proyectos de restauración ecológica y de rehabilitación productiva de áreas degradadas. Los enfoques participativos, mediante esquemas de análisis de sistemas socio-ecológicos, han permitido llevar a cabo proyectos de cierta envergadura aunque aún con capacidad limitada para resolver las enormes problemáticas del manejo y conservación de los recursos vegetales en el estado de Chiapas.

Reflexiones finales

No obstante que a la fecha se mantiene la necesidad de mayores recursos y esfuerzo para obtener información original acerca de los sistemas ecológicos en Chiapas, los antecedentes acumulados en florística y bases de datos asociadas, así como en edafología, climatología, estructura de comunidades y conocimiento tradicional, entre otros campos, son ya considerables para iniciar nuevos estudios ecológicos ecofisiológicos, poblacionales, de comunidades, de paisajes y macroecológicos de mayor envergadura teórica y aplicada.

Agradecimientos

Los autores agradecen la invitación del doctor Quetzalcóatl Orozco para elaborar esta breve historia de la ecología vegetal y sus antecedentes botánicos en Chiapas, así como al doctor Arturo Flores Martínez por la revisión del documento. Su elaboración fue apoyada con recursos federales asignados al grupo académico "Conservación y Restauración de Bosques" de Ecosur durante los ejercicios fiscales 2021 y 2022.

Literatura citada

- Berlin, B, Breedlove DE, Raven PH. 1974. *Principles of Tzeltal plant classification*. Academic Press, Nueva York.
- Breedlove DE. 1981. *Flora of Chiapas, Part 1. Introduction to the Flora of Chiapas*. California Academy of Sciences, San Francisco.
- Daniel TF, Almeda F. 2012. Dennis Breedlove, an appreciation. *Taxon* 65:1137-114.
- Fábregas Puig A. 2015. *Marcos institucionales de la antropología en Chiapas a finales del segundo milenio*. Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- Gómez-Pompa A. 2020. *Mi vida en las selvas tropicales: memorias de un botánico*. Universidad Veracruzana, Xalapa.
- Guevara Sada S. 2017. José Mariano Mociño y Lozada. Naturalista novohispano del Siglo de las Luces. *Cuadernos de Biodiversidad* 54: 15–27.
- Labastida J. 2010. Ilustración e Independencia: José Mariano Mociño y la ciencia moderna, Págs. 31-49, in: José Mariano Mociño y Martín de Sessé. *La Real Expedición Botánica a Nueva España. Volumen 1*. Siglo XXI, UNAM. México.

¿Quién escribe?

**Neptalí Ramírez-Marcial.**

Reseña biográfica en la contribución anterior.

✉ nramirezm@ecosur.mx



Mario González-Espinosa es Ingeniero Agrónomo (1976), Escuela Nacional de Agricultura (hoy Universidad Autónoma Chapingo, México); Doctor en Filosofía (1982, biología de poblaciones), Universidad de Pennsylvania (EE. UU.). Es Investigador Titular C en El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Unidad San Cristóbal, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (desde 1987). Ha ocupado cargos directivos, incluido el de Director General de Ecosur (2013-2019). Autor o coautor de más de 100 publicaciones, que incluyen la coedición de cinco libros. Ha impartido más de 50 cursos de posgrado sobre ecología. Ha dirigido 49 tesis (11D, 26M y 12L). Investigador visitante en la Academia de Ciencias de California y en las universidades de Stanford y Georgia, (EE. UU.), Alcalá (España), Burdeos (Francia), la Autónoma Agraria “Antonio Narro” y la UNAM. Miembro del SNI (nivel 2), de la Academia Mexicana de Ciencias y de organizaciones afines a su especialidad. Miembro fundador de la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. Volkswagen de México le otorgó el Premio a la Investigación Científica en Conservación Biológica 2011. En 2013 recibió la Medalla al Mérito Botánico por la Sociedad Botánica de México.

✉ mgonzale@ecosur.mx



FOTOGRAFÍA: PAULBR75, PIXABAY

Gasterópodos fósiles de Guerrero y paleobiología de la conservación: acidificación oceánica y depredación

Catalina Gómez-Espinosa¹, Claudia G. Ortiz-Jerónimo², Gerardo Rivas³, Oscar Talavera Mendoza¹

¹Escuela Superior de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

²Escuela Superior de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero

³Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Las actividades humanas alteran las condiciones del planeta y modifican el clima. La paleobiología de la conservación conjunta la paleontología con la ecología para proponer temas relacionados con la conservación de la diversidad actual, con la ventaja de incorporar información del registro geológico. En este contexto, las temperaturas del Plioceno fueron entre 3 y 4° C mayores a las actuales, similares a las pronosticadas para 2100. El aumento de temperatura conlleva un aumento en el CO₂ disuelto en el agua de mar y una acidificación oceánica que afecta a los organismos carbonatados. Al estimar la depredación en gasterópodos pliocénicos en la Costa Chica de Guerrero, se mostró una mayor eficacia en la depredación de los organismos juveniles en comparación con los adultos, lo que implica que no llegaban al estado reproductivo. Si este patrón se repite en el futuro, podría tener repercusiones en las granjas de gasterópodos que son cultivados con fines comerciales.

Palabras clave:

bioerosión, Cenozoico, moluscos, aumento de temperatura, ambiente marino

Debido a la actividad humana, existe un régimen climático del planeta muy distinto de aquellos en los que se estructuraron los ecosistemas del pasado y evolucionaron las especies. En 2005 el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (US National Research Council) recalcó la importancia de considerar el registro geohistórico para el estudio de la problemática actual de la biodiversidad; sin embargo, la mayoría de las investigaciones sobre su conservación aún se enfocan en escalas de tiempo muy cortas que van de años hasta décadas, rara vez siglos.

No obstante, para que la conservación de la diversidad sea efectiva y a largo plazo se requiere de una perspectiva temporal profunda. Un reto inicial para lograr esta perspectiva de conservación es considerar que los ecosistemas son dinámicos espacial y temporalmente, siendo unidades reconocibles pero cambiantes, dentro de un intervalo de variación que incluye las perturbaciones ambientales ocurridas en el pasado geológico. Por tanto, los hallazgos paleontológicos pueden aplicarse para solucionar las preocupaciones de la sociedad contemporánea con respecto a temas como: la alteración de los ciclos biogeoquímicos, el diseño de las reservas biológicas, los efectos de los cambios biológicos en los servicios ecosistémicos y las consecuencias de las invasiones biológicas, o incluso de una extinción diferencial.

Una rama emergente en México es la paleobiología de la conservación, disciplina que aplica las teorías y herramientas de análisis de la paleontología a la solución de los problemas relativos a la conservación de la biodiversidad en el presente. Esta disciplina tiene la ventaja de ser capaz de identificar los fenómenos más allá de los plazos observables de manera directa por los humanos, que son de un máximo de 150 años, si se considera a la historia de la vida como un laboratorio ecológico y evolutivo natural, ya que el registro geológico sirve como un archivo histórico de “experimentos naturales”. Por ejemplo, los gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global, ocasionan un incremento en la temperatura del agua y a su vez una acidificación del océano, la cual reduce las tasas de calcificación de las conchas de los moluscos (el grupo más diverso de animales con esqueleto calcáreo en nuestro planeta) y que por lo tanto favorece la bioerosión (erosión de las conchas por parte de otros organismos), al ser más delgadas que lo normal (Duckworth y Peterson 2012). La bioerosión incluye tanto la depredación como también la construcción de viviendas sobre los organismos vivos como el caso de algunas esponjas y gusanos serpúlidos que utilizan como sustrato a las conchas de moluscos, estén estos vivos o muertos.

Sistema estudiado

El equipo de trabajo del que forman parte los autores realizó un estudio sobre la bioerosión por depredación en gasterópodos fósiles (considerados la clase de moluscos con mayor riqueza de especies marinas) del Plioceno. Este periodo geológico es el análogo más cercano a las futuras condiciones climáticas pronosticadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Además, durante este periodo los continentes se encontraban situados en la misma posición que en la actualidad, a excepción del Istmo de Panamá que aún no se cerraba completamente para conectar Norte América y Sudamérica (Dowsett *et al.* 2009). Los resultados pueden servir para predecir cómo podrían responder los gasterópodos actuales ante los cambios climáticos futuros.

Las muestras de gasterópodos fósiles utilizadas provienen de un yacimiento del Plioceno temprano (5.3 a 3.6 millones de años) que aflora en el pueblo pesquero de El Faro, municipio de Cuajinicuilapa que se localiza en la Costa Chica del estado de Guerrero, en sus límites con Oaxaca (Figura 1).

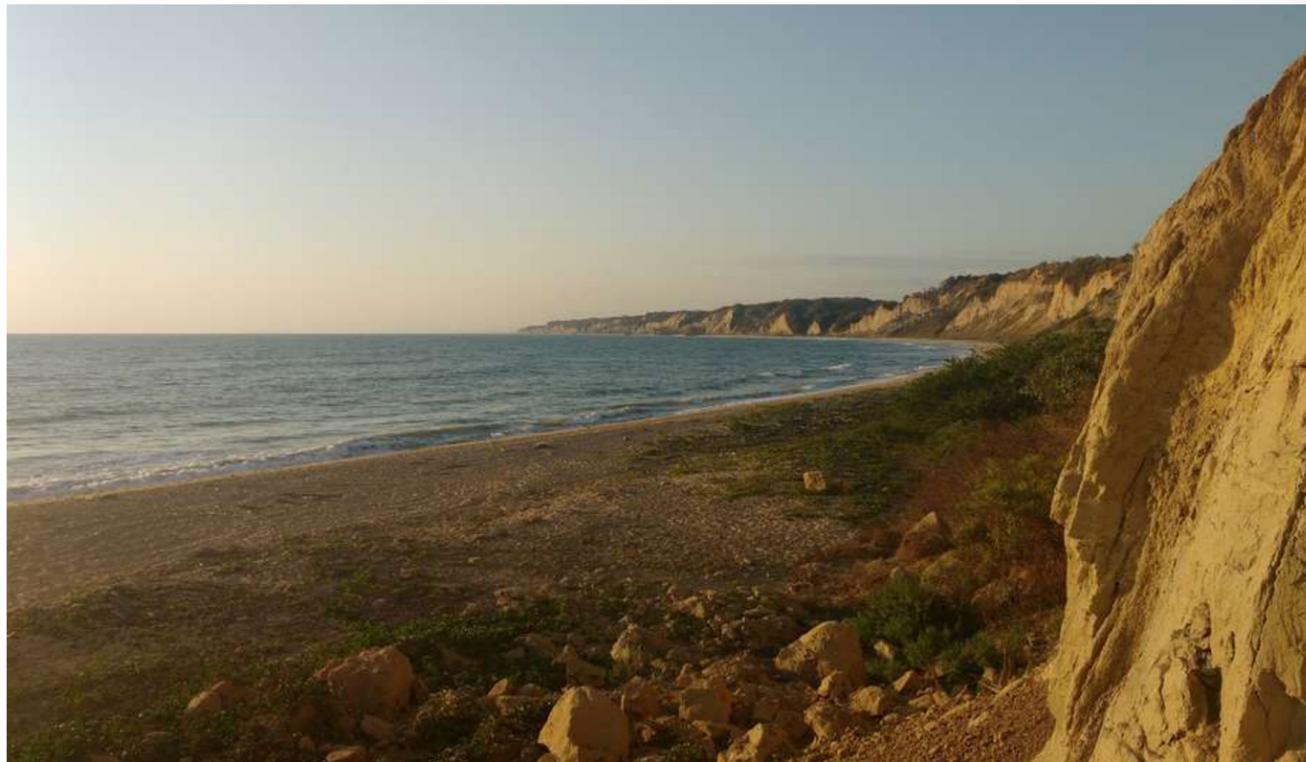


Figura 1. Vista panorámica de los afloramientos en Punta Maldonado, Guerrero

Se analizaron 1067 conchas de gasterópodos adultos y 1847 ejemplares juveniles en los que se evaluó la frecuencia de depredación y la eficiencia de la presa (medida por la capacidad de la presa para resistir la depredación). Aunque se ha argumentado la dificultad de identificar a los depredadores en el registro fósil (Kelley y Hansen 2003), la observación directa de la depredación por parte de gasterópodos actuales ha permitido asignar las perforaciones cilíndricas con bordes rectos a los murícidos (por ejemplo el llamado peine de venus y el caracol chino negro) y las perforaciones biseladas a los naticidos (caracoles luna; Figura 2). Se encontró que los gasterópodos carnívoros de las familias Muricidae y Naticidae depredan a otros gasterópodos a partir de la perforación de sus conchas.

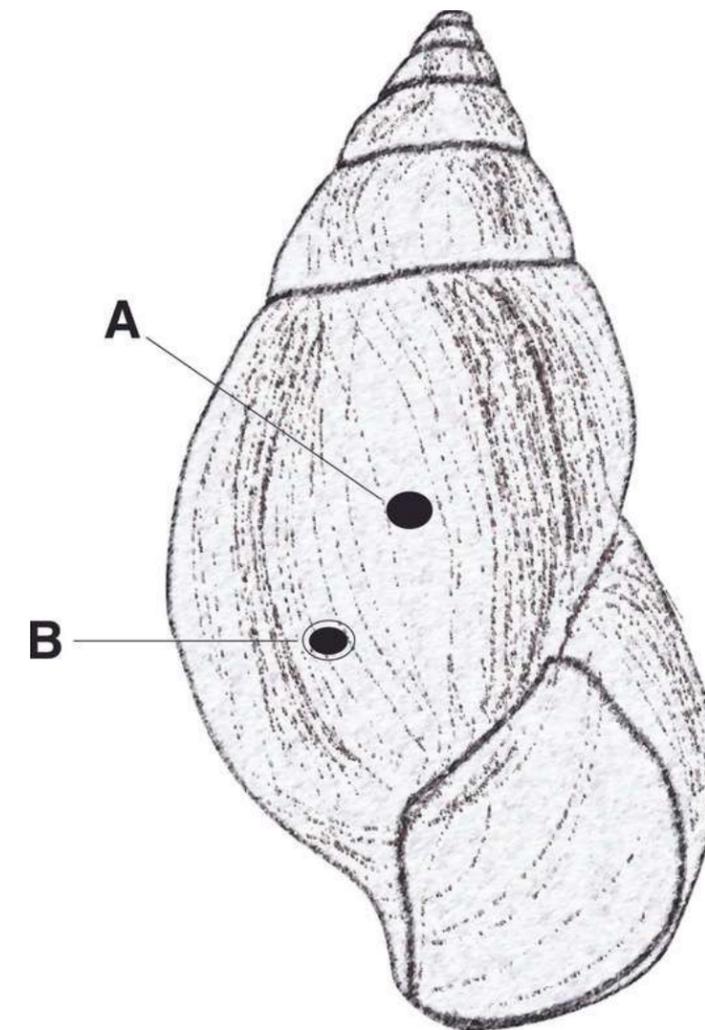


Figura 2. Diagrama de una concha de gasterópodo con perforación por depredación de (A) murícidos y (B) naticidos.

Principales resultados y su interpretación

Se encontraron diferencias en los patrones de perforación por estadio de desarrollo (juvenil o adulto): los natícididos muestran una mayor depredación en gasterópodos adultos, mientras que los murícidos fueron los principales depredadores de los gasterópodos juveniles (Figura 3).

Los gasterópodos estudiados incluyen especies que viven sobre y dentro del sedimento, que son parásitos, o que viven sobre corales. La diferencia en la depredación entre murícidos y natícididos se ha explicado por los hábitos de vida (Klompaker 2009): los natícididos, también llamados caracoles luna, se alimentan comúnmente de moluscos que viven enterrados en el fondo marino, mientras que los murícidos son cazadores de moluscos que viven sobre el fondo marino, aunque también pueden ser carroñeros. Los resultados mostraron que hay una mayor abundancia de los moluscos que viven dentro del sedimento, lo que representa una mayor abundancia de presas para los natícididos. Respecto a la intensidad de la depredación, los resultados muestran una mayor eficiencia en la depredación de los gasterópodos juveniles que en adultos. Aunado a esto, la menor eficiencia de la presa se evidenció también en los ejemplares jóvenes, puesto que todas las perforaciones fueron completas, en tanto que en conchas de adultos hubo algunas perforaciones llamadas abortadas y que se refiere a que no fueron completadas. Esto puede interpretarse como una mayor habilidad de los organismos adultos contra la depredación.

El impacto de la acidificación del agua en los ecosistemas marinos es indiscutible. Los efectos variarán entre las diferentes especies, pero se estima que los organismos carbonatados estarán entre los más afectados debido al incremento de la bioerosión en sus conchas. De acuerdo con los resultados obtenidos sobre los gasterópodos fósiles del Plioceno, se puede sugerir que el proceso de acidificación oceánica tendrá un mayor impacto sobre la intensidad de depredación en los individuos en etapas juveniles, aunado al hecho de que son menos hábiles para evitar la depredación. Como consecuencia, se reducirá la población de gasterópodos debido a que los organismos serán depredados en la fase juvenil sin llegar a la etapa reproductiva. Esto lleva a considerar otras implicaciones de la depredación en organismos que no alcanzan la etapa adulta y los factores importantes en su tasa de mortandad.

Desafortunadamente estos resultados no pueden ser comparados con lo que sucede actualmente en la depredación de gasterópodos juveniles, ya que no existen estudios en ecosistemas naturales. Los resultados disponibles provienen de estudios de laboratorio en especies seleccionadas, como es el caso del estudio de la depredación para una especie de gasterópodo en ambientes coralinos simulados (Hayakawa *et al.* 2012) o la respuesta a la depredación de las conchas de gasterópodos que habitan en ambientes de aguas turbulentas (Solas *et al.* 2015).

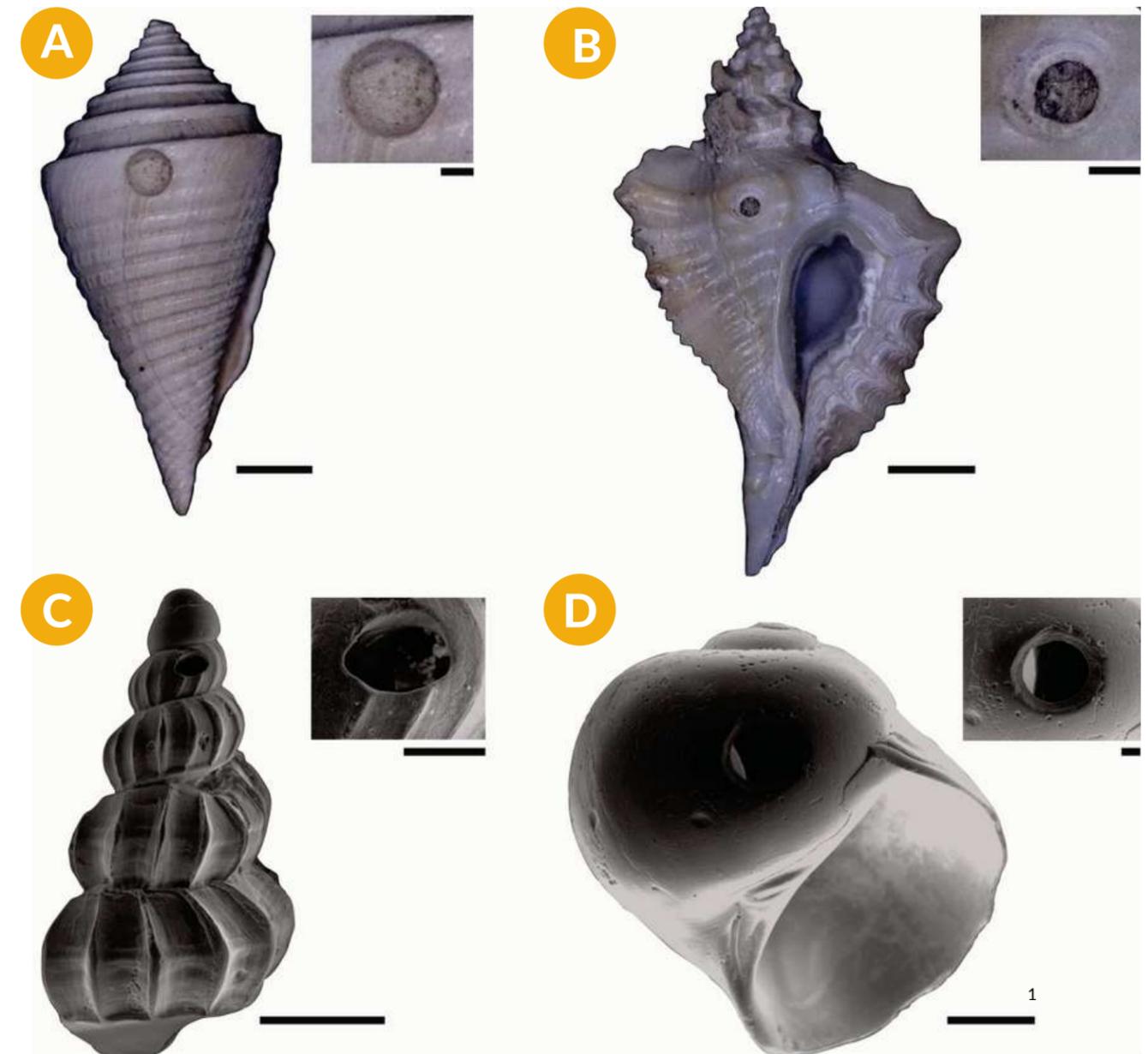


Figura 3. Depredación en gasterópodos del Plioceno de Guerrero: (A y B) organismos adultos, (C y D) fotografías en microscopio electrónico de barrido de organismos juveniles, (A y C) perforación por murícidos, (B y D) perforación por natícididos. Escalas: A y B 5 mm; C, 500 μ m; D, 100 μ m.

Se debe contemplar, además, que la bioerosión por depredación afectará no sólo a las poblaciones en los ecosistemas naturales, sino también a las granjas de cultivos de moluscos de consumo o que brindan algún servicio a los humanos, lo que podría ocasionar grandes pérdidas económicas. El estudio paleontológico para identificar los periodos de mayor adelgazamiento de los exoesqueletos en organismos carbonatados como efecto de la acidificación permitirá predecir mejor los daños potenciales causados a mediano plazo por bioerosión de los organismos carbonatados marinos con base en los cálculos de temperatura y acidificación pronosticados por el IPCC.

El registro fósil tiene el potencial de explicar cómo responden las especies y los ecosistemas al cambio, lo que permite desarrollar medios para entender y aprovechar los ecosistemas de los cuales dependemos, con la oportunidad de proponer un manejo de los recursos con una visión a largo plazo. Esta perspectiva es fundamental ya que entrelaza el pasado y el presente para plantear un mejor manejo sustentable, con mayor razón en un país rico en recursos naturales y diverso en localidades fosilíferas como lo es México (Buitrón-Sánchez *et al.* 2018).

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el proyecto “Aplicación de los moluscos (bivalvos y gasterópodos) del Neógeno (Plioceno) como proxies para cuantificar los efectos a mediano plazo del cambio climático en las zonas costeras en Guerrero, México” del programa de Apoyo a la Incorporación de NPTC de la Secretaría de Educación Pública.

Literatura citada

- Buitrón Sánchez BE, Rivas G, Gómez Espinosa C. 2018. *Paleontología de México. Invertebrados*. México: Ediciones de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dowsett HJ, Chandler MA, Robinson MM. 2009. Surface temperatures of the mid-Pliocene North Atlantic Ocean: Implications for future climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 367: 69–84.
- Duckworth AR, Peterson BJ. 2012. Effects of seawater temperature and pH on the boring rates of the sponge *Cliona celata* in scallopshells. *Marine Biology*, 160: 27–35.
- Hayakawa J, Kawamura T, Ohashi S, Ohtsuchi N, Kurogi H, Watanabe Y. 2012. Predation by Neogastropods on *Turbo cornutus* juveniles and other small gastropods inhabiting coralline turfs. *Fisheries Science*, 78: 309–325.
- Kelley PH, Hansen TH. 2003. The fossil record of drilling predation on bivalves and gastropods. Págs. 113–139 in PH Kelley, M Kowalewski, TH Hansen, eds. *Predator-prey interactions in the fossil record. Topics in Geobiology Series, Volume 20*. New York: KluwerAcademic/Plenum Publishers.
- Klompmaker AA. 2009. Taphonomic bias on drill-hole predation intensities and paleoecology of Pliocene mollusks from Langenboom (Mill), The Netherlands. *Palaios*, 24: 772–779.
- Solas MR, Hughes RN, Márquez F, Brante A. 2015. Early plastic responses in the shell morphology of *Acanthina monodon* (Mollusca, Gastropoda) under predation risk and water turbulence. *Marine Ecology Progress Series*, 527: 133–142.

¿Quién escribe?



Catalina Gómez-Espinosa es Licenciada en Biología y Doctora en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha realizado tres estancias posdoctorales, dos en la UNAM y otro en el Instituto Argentino de Oceanografía, con apoyo de la Organización de las Naciones Unidas. Ha realizado estancias de investigación en la Universidad de Lille-1 (Francia) y en la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (Argentina). Desde 2015 es Profesora Investigadora en la Escuela Superior de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), cuenta con el perfil PRODEP y es candidata en el Sistema Nacional de Investigadores. Participa también como profesora en la Maestría y Doctorado en Recursos Naturales y Ecología de la UAGro. Su línea de investigación es la tafonomía de invertebrados bentónicos marinos, principalmente moluscos (gasterópodos y bivalvos) y su aplicación desde la paleobiología de la conservación.



Claudia G. Ortiz-Jerónimo es Licenciada en Geología y Maestra en Recursos Naturales y Ecología por la Universidad Autónoma de Guerrero. Ha realizado una estancia de investigación en la Unidad de Geocronología (CAI de Ciencias de la Tierra y arqueometría) en la Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid (España). Cuenta con publicaciones en revistas indexadas y capítulos de libro y ha participado en congresos nacionales e internacionales. Su línea de investigación es la geoquímica de organismos fósiles, tanto carbonatados como fosfatados.



Gerardo Rivas es Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma de México (UNAM). Desde 1993 es Profesor de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Es tutor de doctorado en los posgrados de Ciencias Biológicas y de Ciencias del Mar de la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Su línea de investigación es la zoología de invertebrados, tanto recientes como fósiles.



Oscar Talavera Mendoza es Ingeniero Geólogo por el Instituto Politécnico Nacional y obtuvo el Doctorado en Geoquímica por la Universidad de Grenoble I (Francia). Ha realizado dos estancias sabáticas en la Universidad de Arizona (EEUU). Es profesor de tiempo completo en la Escuela Superior de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) desde 1986 y fue director de la misma entre 1994 y 2000. Es Director de Investigación de la UAGro. Participa en la Licenciatura en Geología, en la Maestría y Doctorado en Recursos Naturales y Ecología y en el Doctorado en Ciencias Ambientales de la UAGro. Desarrolla las Líneas Generales de Aplicación del Conocimiento de geología, biogeoquímica de contaminantes de regiones mineras y biorremediación. Miembro del SNI (nivel 2), Perfil PRODEP y Premio Estatal al Mérito en Ciencia y Tecnología otorgado por el Gobierno del estado de Guerrero. Ha publicado más de 50 artículos científicos en revistas de alto impacto y cuenta con más de 1300 citas. Ha dirigido 55 tesis de licenciatura, maestría y doctorado, tanto en la UAGro como en otras instituciones nacionales.



[Regresar al índice](#)



FOTOGRAFÍA: NARONG27, CANVA PRO

Percepción de los agricultores sobre las aves silvestres que consumen maíz en la región costa de Oaxaca

Dayane Arlette Puente Puente¹, Rosario García Alavez², Alejandro Salinas Melgoza³, Miguel Ángel De Labra Hernández²

¹ Maestría en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre, División de Estudios de Posgrado, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido

² Instituto de Ecología, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido;

³ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Resumen

El conflicto humano-vida silvestre es omnipresente en las sociedades rurales de México. Identificar las percepciones de los pobladores de estas regiones hacia especies que generan conflicto puede ayudar a disminuir esta situación. Se presentan los resultados del análisis de entrevistas semiestructuradas de las percepciones que los agricultores tienen hacia las aves silvestres que consumen maíz en la región costa de Oaxaca. Los agricultores reportan que el “perico” (*Eupsittula canicularis*), la “urraca” (*Calocitta formosa*), el “tike” (*Melanerpes chrysogenys*) y la “cotorra” (*Amazona finschi*) son las aves que se observan con mayor frecuencia alimentándose del maíz. A pesar de esto, los agricultores mencionan que las aves son “buenas” y causan menor daño comparado con el generado por los mamíferos. El estudio de la percepción de los agricultores hacia las aves permite entender e identificar el conflicto ave-agricultor.

Palabras clave agricultura, conflicto ave-agricultor, entrevista semiestructurada, percepción social.

El crecimiento de la población humana provoca mayor demanda de tierras y recursos lo que origina la transformación de extensas áreas de bosque en tierras agrícolas. La pérdida del bosque reduce la disponibilidad del alimento para las aves silvestres, lo que promueve que busquen alimento en cultivos agrícolas. Esto puede originar percepciones negativas de los agricultores hacia las aves, p. ej., que sean consideradas plaga de cultivos (Barbosa *et al.* 2020). Una aproximación al entendimiento del conflicto agricultor-ave consiste en analizar la percepción de los agricultores. La percepción es la forma en la que los individuos valoran y aprecian su entorno, lo cual influye en la toma de decisiones con respecto al ambiente que los rodea (Vargas Melgarejo 1994). Bajo esta premisa, estudiar la percepción que los agricultores tienen hacia las aves permitirá entender e identificar las actitudes en las que haya que incidir para propiciar el manejo y conservación de las aves, mejorando la relación ave-agricultor (Canavelli *et al.* 2013).

Durante marzo y abril de 2021, se estudiaron mediante entrevistas semiestructuradas las percepciones que los agricultores tienen hacia las aves silvestres que consumen maíz en áreas de cultivo de cuatro localidades del municipio de Santa María Colotepec, región costa de Oaxaca. En las entrevistas se incluyeron los siguientes aspectos: (1) datos personales de agricultores y características de sus parcelas, (2) formas de preparación del terreno y uso del maíz, (3) aves y otros animales que se alimentan del maíz, (4) áreas frecuentes donde se alimentan las aves, (5) estrategias utilizadas para reducir el consumo, y (6) percepción de los agricultores. El análisis de las entrevistas consistió en extraer las palabras o los fragmentos de palabras que más se repitieron en las respuestas de los agricultores. Posteriormente, las palabras o los fragmentos de palabras se analizaron con el programa ATLAS.ti (Friese 2012). El programa genera una nube de palabras de diferentes tamaños donde las palabras de mayor tamaño en la nube corresponden a las más repetidas por los agricultores.

Se entrevistaron 43 agricultores (sólo tres fueron mujeres), de entre 24 y 72 años, quienes indicaron tener entre 14 y 60 años de experiencia en el cultivo del maíz. Los datos recabados acerca de las actividades agrícolas revelaron que los agricultores siembran 1-4 hectáreas y que utilizan preferentemente el método tradicional de “roza-tumba-quema”. Sin embargo, nueve entrevistados indicaron no quemar la vegetación dentro de sus parcelas para conservar el “abono del suelo”, que consiste en hojarasca acumulada y otra materia orgánica en descomposición en el suelo. La palabra “consumo” fue la más frecuente en las entrevistas, mientras que los agricultores reportaron principalmente que el maíz se siembra para el abasto familiar (Figura 1). Asimismo, en las entrevistas descubrimos que los agricultores reportaron siete especies de aves que consumen maíz (Tabla 1); sin embargo, ellos perciben que no todas las aves ocasionan el mismo daño. Los agricultores han observado alimentarse de maíz con mayor frecuencia al “tike” (*Melanerpes chrysogenys*), la “cotorra” (*Amazona finschi*), el “perico” (*Eupsittula canicularis*) y la “urraca” (*Calocitta formosa*); asimismo, reportaron que las dos últimas especies son las que más “dañan” el maíz (Tabla 1). Además, el número de respuestas sobre las aves que consumen maíz varió por localidad. Por ejemplo, en Corozalito sólo se reportaron tres especies como consumidoras de maíz (Tabla 1).



Figura 1. Respuestas relacionadas con la preparación del terreno y uso del maíz. Las palabras “roza-tumba-quema” y “consumo” contaron con la mayor frecuencia.

Tabla 1. Relación de las especies de ave y el número de veces que fueron mencionadas por los agricultores en cada localidad de estudio.

Nombre científico	Nombre local	Localidades				Total
		Camalote	Corozal	Nueva Esperanza	Corozalito	
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico	16	12	21	19	68
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca	10	9	16	13	48
<i>Melanerpes crhysoygenys</i>	Tike	3	9	6	14	32
<i>Amazona finschi</i>	Cotorra	2	11	12	0	25
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	5	3	7	0	15
<i>Icterus gularis</i>	Calandria	9	0	4	0	13
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma	1	3	5	0	9

La mayoría de los agricultores indicaron que observan a las aves alimentarse con mayor frecuencia en las “orillas de las parcelas que en el “centro” de estas (Figura 2). Para asustar a las aves y evitar que consuman maíz, los agricultores utilizan el “espantajo” (Figura 3). El espantajo se elabora con ropa, costales o bolsas de color blanco y se colocan en postes que sobrepasen la altura del cultivo. También, para espantar a las aves se mencionó el uso de “cuetes” y “hacer ruido” con botes o gritos, labor destinada a los hijos de los agricultores. También, los agricultores usan el “rifle” para asustar y/o matar a las aves. En las entrevistas, algunos agricultores dudaban en mencionar si mataban a las aves, mientras que otros reconocieron abiertamente que matar a las aves es lo más fácil para deshacerse de ellas. Otras estrategias que se mencionaron para lograr disminuir la llegada de la fauna silvestre al cultivo de maíz incluyen el uso de “suavitel” o “diésel”. Estas sustancias se aplican en ropa que los agricultores colocan en las esquinas de la parcela, actividad que se repite cada ocho días, pero esta estrategia se utiliza más para mamíferos como el “tejón” (*Nasua narica*) y el “jabali” (*Dicotyles tajacu*).



Figura 2. Áreas más frecuentes donde los agricultores observan a las aves alimentarse. La palabra “orillas” fue mencionada con mayor frecuencia.



Figura 3. Estrategias aplicadas por los agricultores para reducir el consumo del maíz por las aves. El “espantajo” fue la palabra con mayor frecuencia.

Finalmente, la percepción que los agricultores, tanto hombres como mujeres, tienen hacia las aves es que son “buenas” (Figura 4); esta palabra se relaciona con frases como: las aves “tienen hambre” y las aves “buscan comida” (Figura 4). Lo que sugiere que muchos agricultores reconocen que las aves tienen la necesidad de buscar alimento. Los agricultores coincidieron en que “no todas” las aves hacen el mismo daño en el maíz, reconocen que los mamíferos como el “tejón” y el “jabalí” (los más mencionados) consumen mayor cantidad de maíz que las aves (Figura 4). Además, se mencionó que el daño que ocasiona cada grupo animal es diferente; los agricultores señalaron que las aves picotean la mazorca permitiendo recuperar parte de la producción, mientras que los mamíferos tiran la planta de maíz y comen la mazorca por completo.



Figura 4. Percepción ambiental que los agricultores tienen hacia las aves que consumen maíz. Se considera que las aves son “buenas” y “no todas” hacen daño.

Conclusión

El análisis de la percepción de los agricultores hacia las aves que consumen maíz es una forma de entender el conflicto ave-agricultor. En este estudio, los agricultores comparten ideas y formas de percibir a las aves, y se destaca que la principal preocupación del agricultor es reducir el daño que las aves ocasionan y obtener mayor producción de maíz. Se recomienda realizar estudios que describan a las aves que consumen maíz, estimen la producción del maíz, el efecto sobre esta por el consumo por aves y mamíferos, así como el daño que las aves ocasionan en términos económicos. De esta manera, se tendrá un panorama más completo que, junto con las percepciones de los agricultores, permitirá establecer estrategias de manejo de las aves para reducir el conflicto ave-agricultor.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad del Mar campus Puerto Escondido por los permisos y el soporte logístico. DAPP es estudiante de la Maestría en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre en la Universidad del Mar campus Puerto Escondido y recibe una beca de posgrado del Conacyt (805697). Los autores agradecen a las autoridades de Santa María Colotepec y a los agricultores entrevistados de las distintas localidades.

Literatura citada

- Barbosa JM, Hiraldo F, Romero MÁ, Tella JL. 2021. When does agriculture enter into conflict with wildlife? A global assessment of parrot-agriculture conflicts and their conservation effects. *Diversity and Distributions*, 27:1-14.
- Canavelli SB, Swisher ME, Branch LC. 2013. Factors related to farmers' preferences to decrease Monk Parakeet damage to crops. *Human Dimensions of Wildlife*, 18:124-137.
- Friese S. 2012. *Qualitative data analysis with ATLAS.ti*. Londres: SAGE Publications.
- Vargas Melgarejo LM. 1994. Sobre el concepto de percepción. *Alteridades*, 4:47-53.

¿Quién escribe?



Dayane Arlette Puente Puente es ingeniera agroecóloga por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Actualmente estudia la Maestría en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca. Tiene experiencia en el estudio de las aves y es miembro del Programa Aves Urbanas PAU y The Wildlife Society. Ha realizado cursos nacionales e internacionales en el manejo de la fauna silvestre como: Curso Internacional de Rastreo de Fauna, impartido por el Colegio de Biólogos de Morelos, Animal Behaviour and Welfare por la Universidad de Edimburgo (Reino Unido) y Manejo de aves acuáticas y su hábitat en México, impartido por DUMAC.



Rosario García Alavez es bióloga egresada de la Facultad de Estudios Superiores-Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestra en Ciencias por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y estudió el Doctorado en Ecología Marina en la Universidad del Mar campus Puerto Ángel, Oaxaca. Es profesora-investigadora en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido. Su línea de investigación es la gestión ambiental de socioecosistemas y temas de educación ambiental.



Alejandro Salinas Melgoza es egresado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, donde actualmente labora como profesor-investigador. Realizó estudios de doctorado en la Universidad Estatal de Nuevo México y tiene intereses de investigación relacionados con el manejo y conservación de la vida silvestre, principalmente aves. Además, se interesa en el estudio de la conducta animal.



Miguel Ángel De Labra Hernández es biólogo egresado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo donde además cursó la maestría. Realizó el doctorado en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es profesor-investigador en la Universidad del Mar campus Puerto Escondido, Oaxaca. Su área de interés es la ecología, conservación y manejo de las aves tropicales, así como las interacciones ave-humano.

✉ ma.delabrah@zicatela.umar.mx



FOTOGRAFÍA: EMILIE767, PIXABAY

El café te mejora la vida, pero sin ocratoxina

María Rojas Pablo¹ y Yanet Romero Ramírez²

¹Maestría en Recursos Naturales y Ecología, Universidad Autónoma de Guerrero

²Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero

Resumen

El café, producto obtenido de las semillas y frutos de la planta de café (el cafeto), es una de las bebidas más populares y consumidas actualmente en el mundo. El estado de Guerrero ocupa el quinto lugar como productor de café y muchas familias dependen económicamente de su comercio. Las prácticas de cosecha, manejo y almacenamiento de los granos de café contribuyen para tener un producto inocuo y de calidad. Durante la etapa de almacenamiento, por las condiciones de temperatura y humedad, en los granos de café llegan a proliferar hongos que producen ocratoxinas. La ocratoxina A (OTA) es una toxina producida principalmente por hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. El consumo de altas cantidades de ocratoxina está asociado a enfermedades graves, incluyendo algunos tipos de cáncer. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de *Bacillus licheniformis* M2-7 sobre el crecimiento de hongos productores de ocratoxina en granos de café almacenados, con la finalidad de poder implementar un tratamiento postcosecha.

Observamos que la bacteria logró reducir la cantidad de hongos que proliferan durante la etapa de almacenamiento, y que este efecto se debe a la inhibición del crecimiento de hongos y el daño estructural que provoca. Con estos resultados demostramos que *Bacillus licheniformis* M2-7 puede ser utilizado como un tratamiento postcosecha sobre granos de café.

Palabras clave

Aspergillus, *Bacillus licheniformis*, *Penicillium*, OTA, toxinas, postcosecha.

El consumo de tres tazas de café diario ayuda a prevenir muchas enfermedades crónicas como diabetes, Parkinson, enfermedades del hígado (cirrosis, cálculos renales), cáncer oral, leucemia, cáncer de hígado y otros carcinomas (Poole *et al.* 2017). Esto se debe a que al tomar café ingerimos una mezcla de más de 1,000 compuestos bioactivos, algunos de los cuales tienen propiedades terapéuticas, antioxidantes, antiinflamatorias o anticarcinogénicas, y por lo tanto pueden ser benéficos para la salud humana (Poole *et al.* 2017).

Según un meta-análisis reciente, el consumo alto de café (siete tazas al día) se asocia a una reducción de 10% en la mortalidad debida a diferentes causas. Las estimaciones indicaron que el mayor porcentaje de reducción de riesgo se asoció al consumo de tres tazas al día en comparación con el no consumo (Grosso *et al.* 2016). Independientemente de su importancia en la prevención de enfermedades, el cultivo del café ocupa el décimo tercer lugar a nivel mundial y en México es una actividad de importancia económica, social y ecológica, con Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla y Guerrero como los principales estados productores de cafés (Rosas Zúñiga 2017, Sagarpa 2016). El estado de Guerrero ocupa el quinto lugar como productor de café a nivel nacional y la producción se distribuye en cuatro regiones: Costa Grande, Costa Chica, Montaña y Centro; la región de Costa Grande es la principal productora de café, específicamente el municipio de Atoyac de Álvarez.

Las condiciones ambientales determinadas por el clima, el tiempo de almacenamiento y transporte, así como las condiciones y formas inadecuadas de procesamiento pueden provocar contaminación de los granos de café por diferentes tipos de hongos, entre los que destacan especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* (Figura 1a), que han sido reportados como productores de micotoxinas como la ocratoxina A (OTA; Malir *et al.* 2016). La OTA es una micotoxina neurotóxica, inmunosupresora, genotóxica, carcinogénica y teratogénica que contamina muchos alimentos de consumo humano.

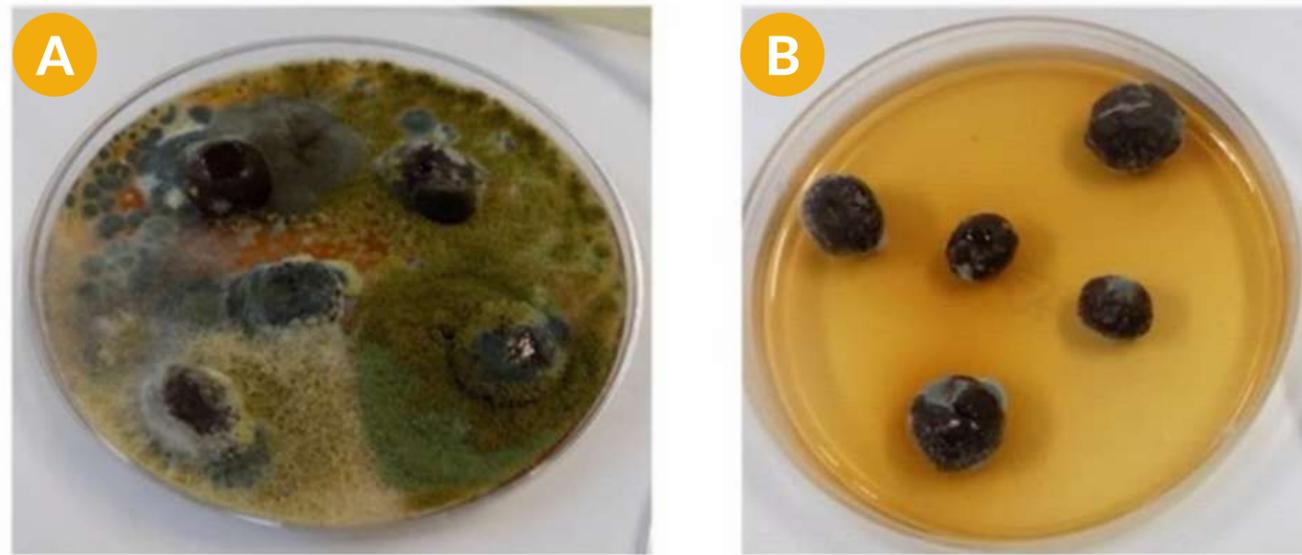


Figura 1. Proliferación de hongos *Aspergillus* y *Penicillium* productores de ocratoxina en granos de café en ausencia (A) y presencia de *Bacillus licheniformis* M2-7 (B).

Es una molécula altamente estable, y por lo tanto, los procesos de cocción o tostado del café o de cualquier otro alimento no perjudican su estructura ni toxicidad. Durante el consumo de café, la OTA se absorbe en el tracto digestivo (pues es resistente a los ácidos gástricos), pasa a la circulación sanguínea y llega a los tejidos (Ravelo Abreu *et al.* 2011). El consumo de cantidades elevadas de OTA provoca afectación de la respiración celular, alteraciones en la síntesis de ADN y proteínas parecidas a las de una lesión celular, con la producción final de radicales hidroxilados y consecuentes afectaciones a la salud (Zhai *et al.* 2021). La Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) ha clasificado a esta micotoxina en la categoría 2B, como posible carcinógeno humano e incluso su consumo se ha relacionado con cáncer testicular.

Varias organizaciones internacionales, como la Comisión de Regulación Europea (EC), han establecido un Reglamento (EC) N° 1126/2007 con valores permitidos en alimentos y han determinado que el límite permisible de OTA en granos de café tostado es de 5 µg/kg. En México, no existe información que indique los niveles permitidos de consumo y contenidos de OTA en granos de cafés nacionales. Por lo tanto, se requiere de una estrategia con medidas para reducir la proliferación de hongos productores de ocratoxina, entre ellas, regular las condiciones de cosecha, manipulación y almacenamiento, o aplicar tratamientos post-cosecha con base en microorganismos antagonistas.

Bacillus licheniformis M2-7 como tratamiento postcosecha en café

Xiong *et al.* (2021) señalan que *Bacillus* es capaz de reducir la cantidad de OTA por destoxificación, además por inhibir el crecimiento de los hongos productores, con la posibilidad de reducir la concentración de la toxina en los cafés almacenados y obtener y comercializar un alimento seguro. En el Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero se ha evaluado a *Bacillus licheniformis* M2-7 como antagonista de varios hongos fitopatógenos, entre los cuales están *Aspergillus oryzae* y *A. niger* (Albarrán de la Luz *et al.* en prensa), considerados como miembros de un género productor de ocratoxina. El estudio encontró que esta bacteria provoca la inhibición del crecimiento de *A. niger* (Figura 2a) hasta en un 34%. Esta inhibición del crecimiento por *B. licheniformis* se asocia a la aparente malformación y daño de hifas, que se tornan más delgadas, fragmentadas e indefinidas que las hifas bien definidas, largas y sin hinchamientos del hongo cuando crece sin presencia de la bacteria (datos pendientes de confirmación).

Las metacaspasas son proteínas que pueden usarse como un indicador de muerte celular; la expresión positiva de los genes *casA* y *casB* participan como indicadores de muerte celular programada en los hongos que se evalúan. Por tanto, se determinó la inducción de metacaspasas (genes *casA* y *casB*) en *A. niger* en presencia y ausencia de *B. licheniformis* M2-7, la cual promueve sobreexpresión de *casA* y *casB* en un $250 \pm 30\%$ y $190 \pm 2\%$, respectivamente (Figura 2b). Estos resultados indican que la cepa M2-7 de *B. licheniformis* tiene un efecto fungicida sobre *A. niger*. Con estos antecedentes, se realizó un primer ensayo de almacenamiento de café seco en ausencia y presencia de *B. licheniformis* M2-7. Después de 15 días de almacenados se procedió a recuperar los hongos presentes en los granos de café. Observamos una disminución considerable en la cantidad de hongos presentes en los granos tratados con la bacteria, lo que corrobora que el tratamiento postcosecha es una alternativa para reducir la proliferación de hongos productores de OTA (Figura 1b).

Ahora bien, no se sabe si la presencia de la bacteria en un tratamiento postcosecha tiene una influencia en el sabor del café final. Se sabe que los granos de café presentan una carga microbiana particular que puede modificarse con las prácticas de manejo y manipulación, así como por el contacto con el aire, suelo o agua (Avallone *et al.* 2002). Se ha reportado que esta carga microbiana promueve el proceso de fermentación del café en condiciones de almacenamiento y repercute en las cualidades sensoriales del grano como el aroma, sabor, cuerpo y acidez (Córdoba-Castro y Guerrero-Fajardo 2016). No se ha evaluado si *B. licheniformis* M2-7 participa en la fermentación del café durante el proceso de almacenamiento y, por lo tanto, afecta las cualidades sensoriales finales y el puntaje en taza de un café almacenado.

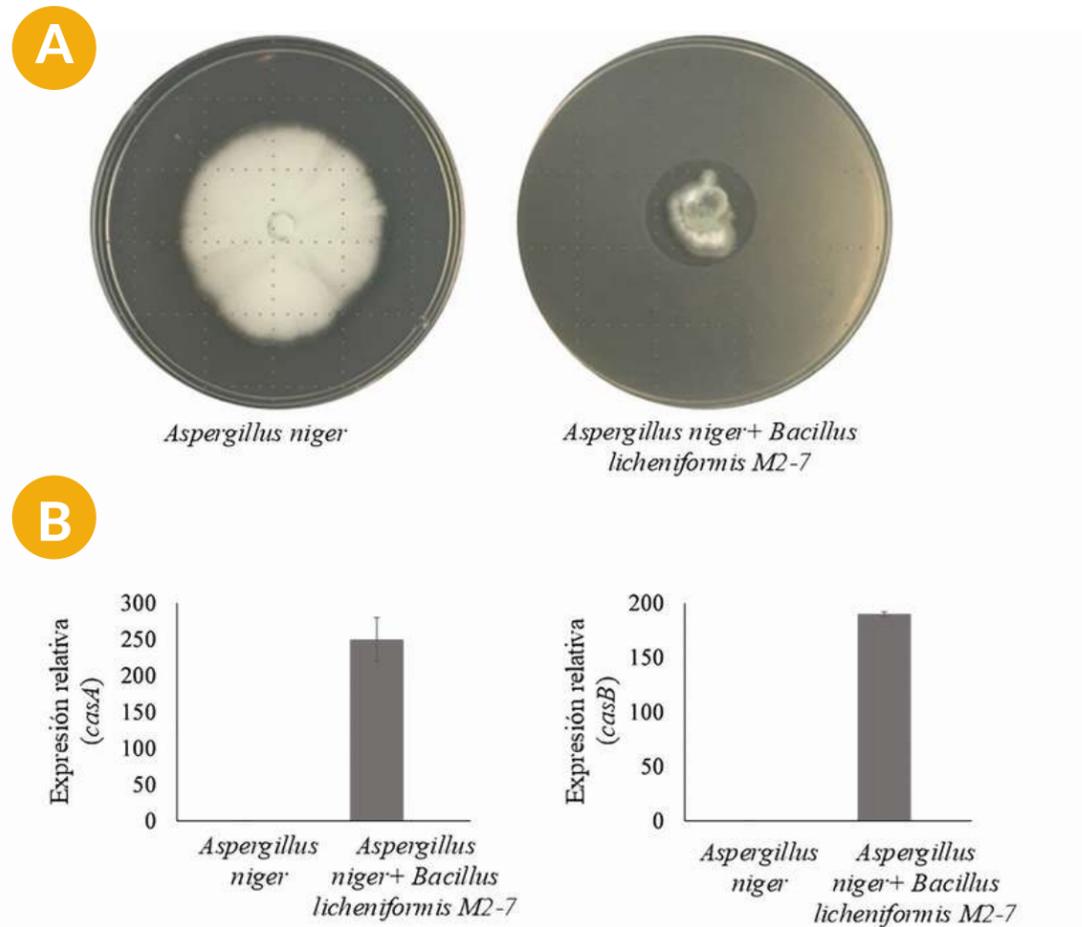


Figura 1. Efecto de *Bacillus licheniformis* M2-7 en el crecimiento (a), y la expresión de metacaspasas (b) en *Aspergillus niger*. Las flechas indican malformación de la hifa.

Conclusión

Se puede proponer el desarrollo de un tratamiento postcosecha del café con base en la cepa M2-7 de *B. licheniformis*, que permita reducir o eliminar la proliferación de hongos productores de ocratoxina A durante el proceso de almacenamiento del café. La disminución o eliminación de la presencia de OTA permitiría disfrutar los múltiples beneficios del café sin poner en riesgo nuestra salud.

Agradecimientos

Al personal y responsables del Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental de la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero y al Conacyt por el apoyo con una beca a MRP para realizar sus estudios de maestría en ciencias.

Literatura citada

- Albarrán de la Luz L, Rodríguez Barrera M, Hernández Flores G, Toribio Jiménez J, Romero Ramírez Y, Francisco Palemón A, Alemán Figueroa L. Antagonisms of *Bacillus licheniformis* M2-7 against phytopathogen fungi of *Mangifera indica* L. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*. En prensa.
- Avallone S, Brillouet JM, Guyot O, Olguin E, Guiraud JP. 2002. Involvement of pectolytic microorganisms in coffee fermentation. *International Journal of Food Science and Technology* 37:191-198.
- Córdoba-Castro NM, Guerrero-Fajardo JE. 2016. Caracterización de los procesos tradicionales de fermentación de café en el departamento de Nariño. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria* 14: 75-83.
- Grosso G, Micek A, Godos J, Sciacca S, Pajak A, Martínez-González MA, Giovannucci EL, Galvano F. 2016. Coffee consumption and risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality in smokers and non-smokers: A dose-response meta-analysis. *European Journal of Epidemiology* 31: 1191-205.
- IARC. 2016. (25 de octubre de 2016). Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1-116. Consultado el 25 de octubre de 2016 de <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>
- Malir F, Ostry V, Pfohl-Leszkowicz A, Malir J, Toman J. 2016. Ochratoxin A: 50 years of research. *Toxins* (Basel) 8191.
- Poole R, Kennedy OJ, Roderick P, Fallowfield JA, Hayes PC, Parkes J. 2017. Coffee consumption and health: umbrella review of meta-analyses of multiple health outcomes. *BMJ* 359: j5024.
- Ravelo Abreu A, Rubio Armendáriz C, Gutiérrez Fernández AJ, Hardisson de la Torre A. 2011. La ocratoxina A en alimentos de consumo humano: revisión. *Nutrición Hospitalaria* 26:1215-1226.

Literatura citada

- Rosas Zúñiga AJ. 2017. *Desarrollo de tres variedades de Coffea arabica L. injertadas y de pie franco bajo diferentes condiciones ambientales*, Trabajo de Experiencia Recepcional, Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Xalapa de Enríquez.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. *Carpetas de Difusión. Convención Internacional del Café, México 2015*. Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico, Subsecretaría de Agricultura, México.
- Xiong K, Zhi, H-W, Liu J-Y, Wang X-Y, Zhao Z-Y, Pei, P-G, Deng L, Xiong S-Y. 2021. Detoxification of ochratoxin A by a novel *Aspergillus oryzae* strain and optimization of its biodegradation. *Revista Argentina de Microbiología* 53:48-58.
- Zhai S, Zhu Y, Feng P, Li M, Wang W, Yang L, Yang Y. 2021. Ochratoxin A: Its impact on poultry gut health and microbiota, an overview. *Poultry Science* 100: 101037.

¿Quién escribe?



✉ maryel9988@gmail.com

María Rojas Pablo es química farmacéutica bióloga por la Universidad Autónoma de Guerrero, actualmente cursa sus estudios de Maestría en Recursos Naturales y Ecología en la misma institución. Tiene amplia experiencia en el área de la microbiología, principalmente con bacterias Gram negativas, Gram positivas y bacterias no fermentadoras. Ha trabajado con extractos de plantas medicinales, entre ellas con *Verbascum thapsus* (gordolobo) para evaluar su efecto inhibitorio de bacterias gástricas. Actualmente ha comenzado a trabajar con hongos contaminantes del café con la finalidad de asesorar y apoyar a su comunidad productora de café.



✉ yanetromero7@gmail.com

Yanet Romero Ramírez es profesora e investigadora de la Universidad Autónoma de Guerrero, Bióloga por la Universidad Autónoma de Morelos, con Maestría y Doctorado en Ciencias Bioquímicas por el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su experiencia profesional se ha desarrollado en el área de microbiología y biotecnología, con participación en proyectos de investigación básica y aplicada con el uso de *Bacillus licheniformis* M2-7 como modelo de estudio de la degradación de hidrocarburos, plaguicidas, resistencia a metales pesados y como antagonista de hongos fitopatógenos de cultivos agrícolas y en su función como promotora de crecimiento vegetal.



FOTOGRAFÍA: GUSTAVO RODRIGUES, PEXELS

Enemigos microscópicos del maíz: el caso de la mancha de asfalto en el sur del país

Alejandro Bolaños Dircio¹ y Yanet Romero Ramírez²

¹Maestría en Recursos Naturales y Ecología, Universidad Autónoma de Guerrero

²Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero

Resumen

El denominado complejo “mancha de asfalto” es una enfermedad que ataca al cultivo de maíz con inicio en la etapa de floración y afectación del desarrollo posterior. Se trata de la asociación de tres hongos que provocan daño foliar, reducción en el rendimiento y hasta la pérdida total de la cosecha. Una alternativa para mejorar la protección contra hongos fitopatógenos y la producción agrícola es el uso de bacterias antagonistas del género *Bacillus*. Se evaluó el antagonismo *in vitro* de la bacteria *Bacillus licheniformis* M2-7 contra *Monographella maydis* y *Curvularia lunata* mediante el método de vaciado en placa. Los resultados demostraron que la cepa bacteriana inhibe el crecimiento de los dos hongos fitopatógenos y además fue capaz de causar daño estructural y crecimiento anormal de las hifas. Este efecto permite probar a *Bacillus licheniformis* M2-7 en campo como control biológico del complejo “mancha de asfalto” en cultivos de maíz.

Palabras clave *Bacillus licheniformis*, complejo “mancha de asfalto”, control biológico, fitopatógenos, hongos microscópicos

El maíz es uno de los tres cultivos de cereales más importantes del mundo por su producción anual (Valle-Torres *et al.* 2020). En México, es el alimento más representativo de la gastronomía tradicional o regional, así como de la alta cocina. Hay muchas maneras de cocinar el maíz y la población mexicana ha disfrutado alguno de sus productos derivados, como tortillas, tamales, atole, pan, cereales procesados, jarabes, gelatinas, entre otros muchos. Esto hace que su producción sea una de las actividades económicas más relevantes en cuanto a la generación de empleos y el suministro de alimentos básicos. Por su gran diversidad de razas y variedades de diversos colores, así como por su adaptación a una gran gama de condiciones ambientales, el maíz no solamente es una importante fuente de calorías y proteína de alta calidad, sino también de aminoácidos esenciales y compuestos antioxidantes que se han asociado a la prevención de enfermedades crónicas y degenerativas. Todos los que adquirimos este cereal, como materia prima o sus derivados, hemos sido testigos de la evolución de su precio en el mercado. El precio del maíz es establecido por Segalmex (Seguridad Alimentaria Mexicana) de la Sader (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) y depende de la demanda y de los costos de producción para pequeños y grandes productores. El esfuerzo de un agricultor para obtener un alto rendimiento en la producción del maíz radica, entre otras cosas, en evitar, reducir, regular y erradicar enfermedades en sus cultivos. Las enfermedades son causadas por hongos, bacterias, nemátodos y virus, y han aumentado drásticamente en los últimos años. Los hongos son el grupo más importante de fitopatógenos en cuanto a la frecuencia y diversidad de las enfermedades que causan. El aumento de enfermedades fúngicas se debe a la globalización, el cambio climático, las prácticas de manejo y producción, así como a la menor capacidad de recuperación de los sistemas de producción debido a la intensificación de la agricultura durante varios años en una misma parcela.

La enfermedad “mancha de asfalto”

Una de las principales enfermedades que atacan al cultivo de maíz es el denominado complejo “mancha de asfalto”, causado principalmente por tres hongos microscópicos que provocan daño en las hojas y afectan el rendimiento (Figura 1a). Estos patógenos se alimentan de los azúcares y provocan la muerte de las hojas y finalmente de la planta entera, con pérdida total de la cosecha. Los primeros síntomas aparecen en las hojas inferiores (Figura 1b), cuando se establece la primera especie de hongo (*Phyllachora maydis*) y produce pequeñas manchas negras (Figura 1c). Después ataca la segunda especie de hongo (*Monographella maydis*), que ocasiona una pudrición seca de color marrón alrededor de la mancha negra y que parece un ojo de pescado. Por último, aparece la tercera especie de hongo (*Coniothyrium phyllocorae*), con la que se completa el ataque (Figura 1b). Aún se descubren nuevas asociaciones con otros microorganismos implicados en el desarrollo de la enfermedad, como es el caso de un cuarto hongo asociado a este complejo, *Curvularia lunata*.

En pocos días las hojas inferiores de la planta invadida por la enfermedad parecen quemadas y el daño puede ser total si no se aplica un tratamiento. Cuando la infección es severa en la etapa de floración, la pérdida de grano puede ser total; si la enfermedad ocurre después de la floración el rendimiento puede disminuir hasta en 50% debido a que el grano no completa su desarrollo (González Camarillo *et al.* 2008). Algunos factores del ambiente que favorecen el inicio, el desarrollo y la diseminación de la enfermedad en las plantas son la temperatura, la humedad, la luz, los nutrientes del suelo y el pH. Esta enfermedad se ha presentado en México, principalmente en los estados de Jalisco, Nayarit, Michoacán, Veracruz, Guerrero, Chiapas y Oaxaca. Los agricultores con cultivos atacados por estos hongos deben aplicar fungicidas desde su primera detección para frenar su avance. Sin embargo, en muchas ocasiones la aplicación es difícil porque la planta tiene una altura que dificulta el paso de humanos o maquinaria para esparcir el agroquímico. Por esto, desde hace varios años, se han buscado estrategias amigables con el ambiente para el manejo de esta enfermedad.

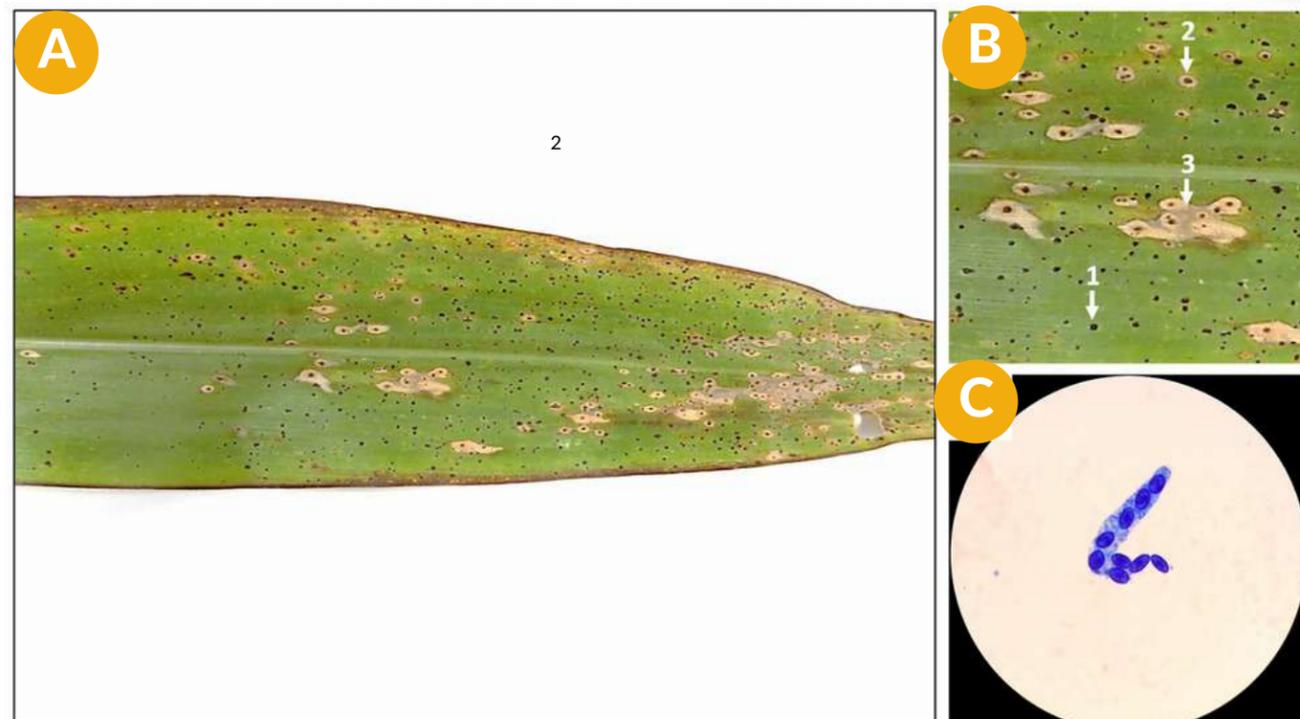


Figura 1. (A) síntomas del “complejo mancha de asfalto”; (B) sucesión de la aparición de los síntomas de la enfermedad (flechas 1-3); (C) *Phyllachora maydis* observado al microscopio óptico 100X.

Bacillus licheniformis como control sostenible del complejo “mancha de asfalto”

En el Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología Ambiental de la Universidad Autónoma de Guerrero, nos hemos enfocado en el uso de la bacteria *Bacillus licheniformis* M2-7 como antagonista de hongos fitopatógenos como: *Colletotrichum* sp. (Bolaños-Dircio *et al.* 2021), *Aspergillus oryzae*, *A. niger* (Albarrán-de la Luz *et al.* en prensa) y actualmente sobre dos de los agentes causales del complejo “mancha de asfalto”, *Monographella maydis* (Figura 2a) y *Curvularia lunata* (R. Bahena-Oregón *et al.* datos no publicados). Las pruebas de antagonismo se realizaron con el método de vaciado en placa en medio PDA (agar-papa-dextrosa), las cajas se incubaron a 30° C durante siete días con monitoreo diario. Para ver el daño de *B. licheniformis* M2-7 contra *M. maydis* y *C. lunata* se colocaron en un portaobjetos cortes delgados del crecimiento micelial y se observaron en un microscopio óptico. Se encontró que *B. licheniformis* afectó la estructura fúngica de estas especies (Figuras 2b y 3b). La cepa bacteriana fue capaz de producir ruptura de las membranas y crecimiento anormal de las hifas de ambos hongos fitopatógenos, lo que provocó la disminución en la cantidad de micelio. Estos resultados permiten considerar el uso de *B. licheniformis* M2-7 como antagonista de algunos agentes causales del complejo “mancha de asfalto” para reducir la severidad de la enfermedad.

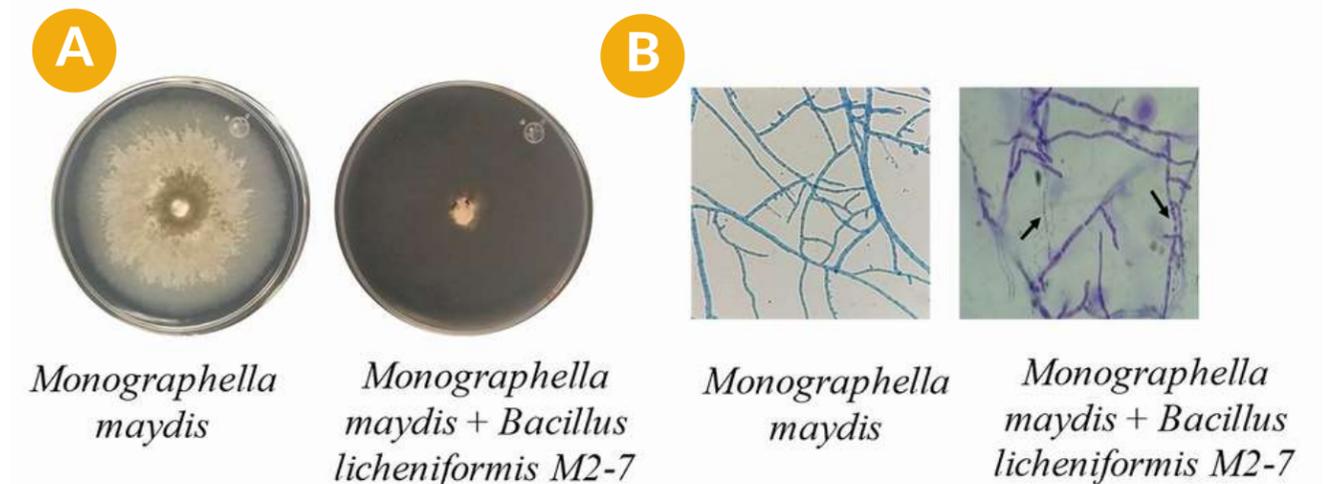


Figura 2. (A) Antagonismo de *Bacillus licheniformis* M2-7 contra *Monographella maydis*; (B) observaciones microscópicas de la morfología de las hifas en ausencia y presencia de la bacteria *B. licheniformis* M2-7 después de siete días de incubación a 30° C. Las flechas muestran la deformación de hifas.



Figura 3. (A) Antagonismo de *Bacillus licheniformis* M2-7 contra *Curvularia lunata*; (B) observación microscópica de la morfología de las hifas en ausencia y presencia de la bacteria *B. licheniformis* M2-7 después de siete días de incubación a 30° C. Las flechas muestran la deformación de hifas.

Desde hace mucho tiempo, las enfermedades de las plantas han sido explicadas por el triángulo que establecen la relación del huésped, el patógeno y el ambiente; sin embargo, recientemente se ha incluido la influencia de comunidades microbianas que están estrechamente relacionadas con estos tres factores del triángulo de una enfermedad. Las características nutrimentales del suelo establecen el microbioma que se recluta en las raíces de una planta y este microbioma afecta el éxito de un patógeno en causar una enfermedad. Por lo tanto, se considera que el microbioma es la primera línea de defensa contra los patógenos, y las relaciones ecológicas entre la planta y los microorganismos del suelo son la determinante principal para permitir la infección por el patógeno (Berendsen *et al.* 2012). Sabemos que *B. licheniformis* está reportada como inocua y tiene importancia en las áreas agrícola, industrial y biotecnológica debido a sus capacidades como promotora del crecimiento vegetal a través de cinco mecanismos de acción: fijación de nitrógeno, solubilización de fosfato, producción de auxinas y giberelinas, producción de compuestos antagónicos (sideróforos) y por la producción de múltiples enzimas que rompen las membranas (Bolaños-Dircio *et al.* 2021). Por lo tanto, al ser una bacteria ambiental y especializada, con su inoculación aumentaríamos los microorganismos benéficos. Esto representaría un beneficio para los cultivos por su interacción con la planta; al participar en los ciclos biogeoquímicos permitiría la restauración de nutrientes en ese microhábitat. En conjunto, se estimularía a los microorganismos nativos benéficos y se mantendría en sinergia la salud del microhábitat con el desplazamiento de los patógenos. Por ahora se continúa la investigación sobre los mecanismos moleculares que utiliza esta especie bacteriana para inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos, con la finalidad de identificar mejores estrategias para un control sostenible de la enfermedad complejo “mancha de asfalto” y que, por lo tanto, sean confiables para su extensión a los agricultores y técnicos.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por SAGARPA (18-PFA-IIDTTT-000089-L000-DF) y se agradece el apoyo técnico de la MRNE Rosibel Bahena Oregón.

Literatura citada

- Albarrán-de la Luz L, Rodríguez-Barrera MÁ, Hernández-Flores G, Lopezaraiza-Mikel M, Alemán-Figueroa L, Toribio-Jiménez J, Romero-Ramírez Y. 2022. Antagonism of *Bacillus licheniformis* M2-7 against phytopathogen fungi of *Mangifera indica* L. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*. En prensa.
- Berendsen RL, Vismans G, Yu K, Song Y, Jonge R, Burgman WP, Burmølle M, Herschend J, Bakker PAHM, Pieterse CMJ. 2018. Disease-induced assemblage of a plant-beneficial bacterial consortium. *ISME Journal*, 12:1496-1507.
- Bolaños-Dircio A, Toribio-Jiménez J, Rodríguez-Barrera MA, Hernández-Flores G, Toledo-Hernández E, Palemón-Alberto F, Romero-Ramírez Y. 2021. *Bacillus licheniformis* M2-7 improves the growth and performance of *Capsicum annuum* L. *Agrociencia*, 55:227-242.
- González Camarillo, M, Gómez Montiel, NO, Pereyda Hernández, Muñiz Espiritu, J. 2008. *Híbridos de maíz elotero tolerantes al complejo “mancha de asfalto” en el estado de Guerrero*. Campo Experimental Iguala, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico Número 17, Iguala.
- Valle-Torres J, Ross TJ, Plewa D, Avellaneda MC, Check J, Chilvers MI, Cruz AP, Dalla F, Groves C, Gongora-Canul C, Henriquez-Dole L, Jamann T, Kleczwski N, Lipps S, Malvick D, McCoy AG, Mueller DS, Paul PA, Puerto C, Raid RN, Robertson A, Roggenkamp AM, Smith DL, Telenko DEP, Cruz CD. 2020. Tar spot: An understudied disease threatening corn production in the Americas. *Plant Disease*, 104:2541-2550.

¿Quién escribe?



Alejandro Bolaños Dircio es biólogo por la Universidad Autónoma de Guerrero, con maestría en Recursos Naturales y Ecología por la Universidad Autónoma de Guerrero y actualmente cursa sus estudios de doctorado en Recursos Naturales y Ecología en la misma universidad. Tiene experiencia en el aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos en cultivos prioritarios del estado de Guerrero, la evaluación de bacterias antagonistas, así como en el diseño y aplicación de bioformulados para el control de enfermedades como cenicilla, antracnosis y complejo “mancha de asfalto”. Miembro de una familia productora de maíz de la región Montaña Alta del estado de Guerrero.

**Yanet Romero Ramírez.**

Reseña biográfica en la contribución anterior.

✉ yanetromero7@gmail.com



[Regresar al índice](#)

CONTRIBUCIONES LIBRES



FOTOGRAFÍA: IWANYAN, GUETTY IMAGES

Los perros domésticos: ¿un aliado inesperado para Chagas? — El caso de *Trypanosoma cruzi* en la Zona Metropolitana de Querétaro

Salvador Zamora-Ledesma y Norma Hernández Camacho

Laboratorio de Ecología de Parásitos de Vertebrados, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro

Resumen

Trypanosoma cruzi es conocido por ser el agente causal del mal de Chagas, una enfermedad endémica de Latinoamérica y que afecta gravemente a los humanos; sin embargo, también se ha registrado en otros animales, ya sea como hospedero o reservorio. Entre estos animales afectados se encuentran los perros, animales domésticos que sirven de compañía para los humanos, y que pudieran estar actuando como puente entre los ciclos de transmisión de *T. cruzi*. En Querétaro existía registro de este parásito únicamente en humanos, posteriormente se comenzó a trabajar en fauna silvestre y doméstica para abrir el panorama de la situación de esta enfermedad en esta ciudad. Finalmente, se registró positividad a *T. cruzi* en los perros de la Zona Metropolitana de la ciudad de Querétaro. Además, el diagnóstico molecular no solo nos permitió detectar la presencia del parásito, sino también que proviene de diversos orígenes (doméstico y silvestre). Sin embargo, se desconoce la presencia de los vectores en esta Zona Metropolitana, por lo que actualmente se está trabajando para encontrarlos, identificarlos y diagnosticar la presencia de *T. cruzi*, además de determinar el origen o linaje que presentan.

Palabras clave

Enfermedades transmitidas por vector, fauna doméstica, *Trypanosoma cruzi*, zoonosis

Actualmente existe una gran cantidad de enfermedades causadas por parásitos; algunas que pueden ser muy severas y con síntomas muy agresivos, y otras pueden pasar desapercibidas por muchos años hasta que dan el golpe final, como es el caso del mal de Chagas, conocida oficialmente como tripanosomiasis americana. Esta enfermedad se conoce como una enfermedad silenciosa, ya que los parásitos pueden estar dentro del hospedero por años, sin ser notada, y poco a poco va causando daños cardíacos irreparables.

El parásito causante del mal de Chagas se llama *Trypanosoma cruzi*, un protozoo flagelado que se transmite principalmente por vectores, es decir, utiliza algún otro organismo (generalmente artrópodos) para llegar a sus hospederos. Los vectores de este parásito son insectos hemípteros comúnmente conocidos como chinches de Chagas, chinches asesinas, o vinchucas. Puede presentar una gran variedad de nombres, ya que las más de 100 especies que pueden transmitir este parásito, se distribuyen a lo largo del continente americano. Sin embargo, ésta no es la única forma de transmisión para *T. cruzi*, ya que puede pasar a otros organismos por ingestión, transfusión sanguínea, trasplante de órganos, transmisión de madre a hijo en el embarazo, y a través del contacto con fluidos infectados.

Los humanos no son los únicos que pueden ser infectados por *T. cruzi*, existen más de 200 especies de mamíferos que pueden ser hospederos o reservorios de este parásito. Un reservorio es aquel organismo que, si bien fue infectado por el parásito, no se enferma pero puede transmitirlo a otros hospederos que sí pueden desarrollar la sintomatología de la enfermedad. Los principales reservorios de *T. cruzi* son mamíferos sinantrópicos; es decir, aquellos que pueden compartir el hábitat con los humanos, como los mapaches, tlacuaches, y zorrillos. Pero, los animales que pueden significar un riesgo latente son aquellos que, además de ser considerados como hospederos, también actúan como reservorios debido a su abundancia, alta esperanza de vida y su movilidad. Tal es el caso de los animales domésticos, entre ellos, los perros. Estos animales, por su contacto con los humanos y con la fauna silvestre, son una pieza importante en el ciclo de transmisión de *T. cruzi*, al funcionar como puente entre diversos tipos de ambientes, extendiéndose hacia áreas que no se consideraban dentro de la distribución natural de la enfermedad, como es el centro de México y específicamente, las zonas urbanas del Bajío.



FOTOGRAFÍA: VINISA ROMERO

¿Chagas en Querétaro?

En México se ha estudiado poco la importancia de los perros domésticos en el ciclo de transmisión de *T. cruzi*. La mayoría de los trabajos que existen son resultados adicionales a otros proyectos para evaluar la prevalencia a *T. cruzi* en humanos y desafortunadamente no se enfocan a la ecología del parásito, ni al papel de los perros como hospederos o reservorios. En los últimos cinco años, hemos estado trabajando con esta problemática en la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ), para poder entender el rol ecológico de los perros domésticos en el ciclo de vida del tripanosomátido. La ZMQ se caracteriza por ser zona de tránsito neurálgico entre el norte y sur del país, y como parte del proyecto de la Megalópolis (Ciudad de México), por lo que en un futuro podría considerarse una de las áreas con mayor densidad poblacional del país. Si bien ya se cuenta con registros de Chagas en habitantes de la ZMQ, hasta hace unos años, no se conocía ningún reservorio/hospedero ya sea doméstico o silvestre.

Este estudio con los perros callejeros del área metropolitana de Querétaro se realizó con el apoyo de los Centros de Control Animal de los municipios que forman la ZMQ, lo que nos permitió tener un número representativo de muestras de sangre para los análisis pertinentes.

Una vez obtenidas las muestras de sangre, se llevaron a cabo análisis serológicos y moleculares para determinar la exposición y la presencia del parásito en los perros. Se determinó que el parásito se encuentra circulando en la ZMQ, no solo en la zona periurbana como pensábamos inicialmente, sino también dentro de la zona conurbada y el centro de la ciudad, en pleno Centro Histórico (Figura 1). Además de detectar la presencia del parásito, nos fue posible identificar que procede tanto de animales domésticos como silvestres. Después de saber esto nos surgió otra duda: estos perros, ¿se están infectando de *T. cruzi* por la vía de vectores de la enfermedad? Y si así fuera, ¿existen chinches dentro de la ciudad?

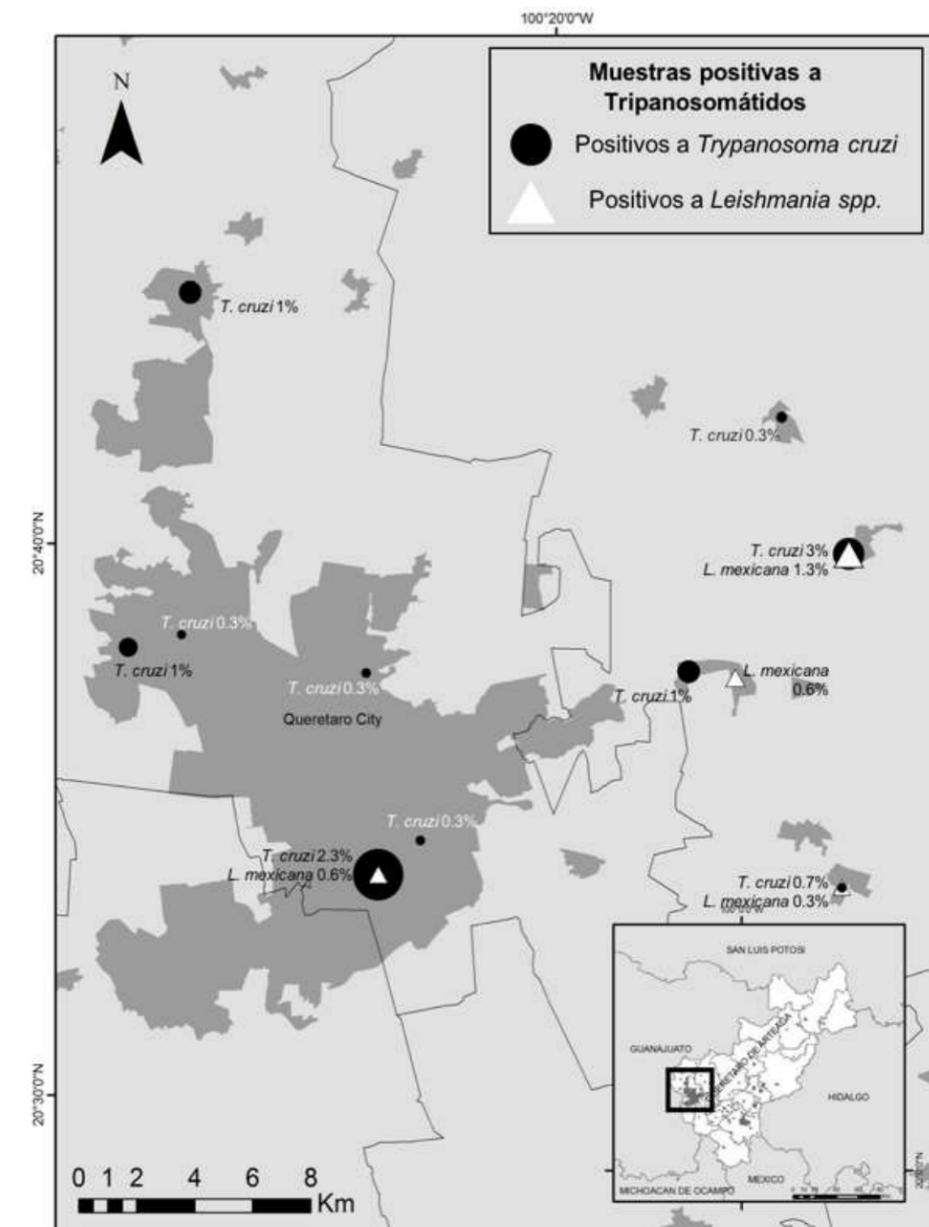


Figura 1. Mapa de la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ) con los puntos donde se capturaron perros positivos a tripanosomátidos. Los círculos negros representan los sitios donde se registró seropositividad, entre más grande, mayor cantidad de perros positivos al parásito.

En la búsqueda de los vectores perdidos

Ya que no se cuenta a la fecha con registros formales de vectores de *T. cruzi* en la ciudad de Querétaro, nos pusimos en marcha para elaborar un proyecto para su búsqueda. Uno de los métodos que hemos utilizado es la “colecta comunitaria”, que consiste en el trabajo conjunto con los pobladores de distintas áreas de la ciudad, informando a la gente sobre la existencia de estos insectos, su riesgo, y cómo recolectarlos.

Este método fue exitoso ya que nos ayudó a detectar la presencia de estos insectos en la ZMQ. Sin embargo, aún falta determinar si *T. cruzi* se alberga en estos vectores, así como en fauna sinantrópica de la ciudad. Esto ayudará a comprender mejor la interacción entre fauna doméstica, silvestre y los vectores de *T. cruzi*.

En el Laboratorio de Ecología de Parásitos de Vertebrados de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Querétaro estamos trabajando además con la interacción entre hospederos, parásitos, vectores, y cómo se desenvuelven éstos en ambientes antropizados (Figura 2). Para nosotros es muy importante llevar a cabo esta labor, ya que día con día la urbanización sigue ganándole terreno a los espacios conservados, provocando graves problemas de salud como el que vivimos hoy en día con la pandemia de la COVID-19.



Figura 2. Dra. Norma Hernández, responsable del Laboratorio de Ecología de Parásitos de Vertebrados, junto con el Dr. Salvador Zamora, revisando la dentición de un ejemplar de cánido silvestre para estimar la edad del organismo.

Literatura citada

- Herrera L. 2010. Una revisión sobre reservorios de *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* (Chagas, 1909), agente etiológico de la Enfermedad de Chagas. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 50:3-15.
- Molyneux DH, Ashford RW. 1983. *The biology of Trypanosoma and Leishmania, parasites of man and domestic animals*. London: Taylor & Francis.
- Ramsey JM, Peterson AT, Carmona-Castro O, Moo-Llanes DA, Nakazawa Y, Butrick M, Tun-Ku E, de la Cruz-Félix K, Ibarra-Cerdeña CN. 2015. Atlas of Mexican Triatominae (Reduviidae: Hemiptera) and vector transmission of Chagas disease. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 110:339-352.
- Zamora-Ledesma S, Hernández-Camacho N, Sánchez-Moreno M, Ruiz-Piña H, Villagrán-Herrera ME, Marín-Sánchez C, Carrillo-Angeles IG, Jones RW, Camacho-Macías B, 2020. Seropositivity for *Trypanosoma cruzi* and *Leishmania mexicana* in dogs from a metropolitan region of Central Mexico. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* 22, 100459.

¿Quién escribe?



El **Dr. Salvador Zamora Ledesma** es biólogo por la Universidad Autónoma de Querétaro, Maestro y Doctor en Ciencias Biológicas por la misma universidad. Forma parte del Cuerpo Académico de Ecología y Diversidad Faunística de la Universidad Autónoma de Querétaro. Su investigación con *Trypanosoma cruzi* comenzó en 2014, principalmente con la ecología y transmisión del parásito. Actualmente tiene proyectos en colaboración con la Universidad Autónoma de Yucatán y la Universidad de Granada, España.

✉ salvador.zamora@uaq.mx



La **Dra. Norma Hernández Camacho** es egresada de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), con Doctorado en Ciencias Biológicas por la misma institución. Actualmente es líder del Cuerpo Académico de Ecología y Diversidad Faunística e imparte clases en la Licenciatura en Biología de la UAQ. Con una experiencia de más de 20 años trabajando con la ecología de parásitos de vertebrados en ambientes antropizados. Ha publicado una amplia variedad de textos científicos y participado en múltiples foros nacionales e internacionales.

✉ norma.hernandez@uaq.mx



NORMAS EDITORIALES

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

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 pixeles 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 MJ Crawley, ed. *Plant ecology*. Oxford: Blackwell Scientific, 77-96.

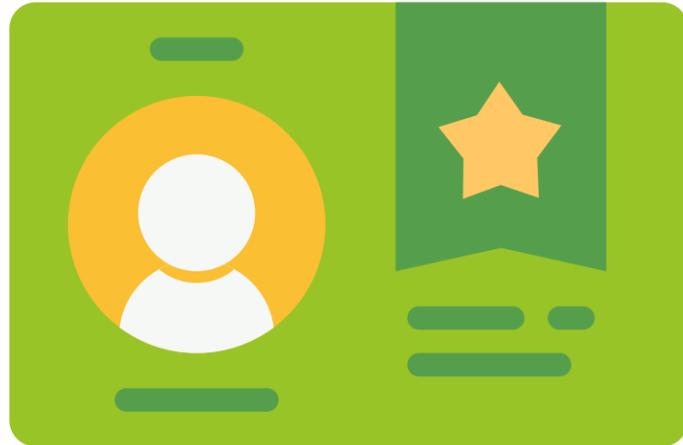
Libro

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. (20 de mayo de 2020). Título de la página web. Nombre de la página. Consultado el [día mes año] de <https://url.com>

Apellido A. (03 de agosto de 2020). Título del archivo [Archivo Excel]. Nombre de la página. <https://url.com>



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**