



CONABIO

EL VALLE DE PEROTE:
LA ZONA SEMIÁRIDA DE
VERACRUZ EN RIESGO
DE DESAPARECER.
PÁG: 7



HASTA QUE LA EXTINCIÓN
NOS SEPARE: PARÁSITOS
PARA TODA LA VIDA.
PÁG:12



NÚM. 149 MARZO-ABRIL DE 2020

ISSN: 1870-1760

Biodiversitas

BOLETIN BIMESTRAL DE LA COMISION NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD



PEZ LEÓN

Se considera como especie invasora a la no nativa de una región. La mayoría de las especies invasoras son introducidas intencionalmente, con algún objetivo económico. Sin embargo, esta introducción puede tener impactos negativos no previstos.

invasor en el Caribe Mexicano

JUAN CARLOS VILLASEÑOR DERBEZ*



Pez león.

Foto: © Jen Petersen / Creative Commons

Portada:

En diversas comunidades pesqueras se han desarrollado torneos y campañas de pesca para reducir los impactos ecológicos y económicos que está causando esta especie de apetito voraz.

Foto: © Octavio Aburto / CONABIO

Por ejemplo, Rusia introdujo zorros árticos (*Alopex lagopus*) a las Islas Aleutianas (Alaska) para tener poblaciones que permitieran satisfacer la demanda del mercado de pieles. Los zorros se convirtieron en el nuevo depredador de las islas y diezmaron las poblaciones de aves marinas. Las aves exportaban nutrientes del mar a la tierra por medio de su excremento, y la disminución de sus poblaciones resultó en la transformación del paisaje, convirtiendo pastizales y tierras fértiles en un ambiente dominado por arbustos.¹ La introducción de especies ocurre frecuentemente de manera intencional o accidental y puede ocurrir en ambientes terrestres y marinos.

Por lo menos 84% de las ecorregiones marinas reportan la presencia de especies invasoras.² Éstas pueden representar una amenaza a la biodiversidad nativa y a las actividades económicas que dependen directa e indirectamente de ella.³ Las especies nativas pueden ser amenazadas por medio de la depredación, competencia o efectos indirectos en el ecosistema. Estos impactos ecológicos pueden traducirse en impactos económicos importantes. Por ejemplo, se estima que los costos asociados a especies invasoras en Estados Unidos en 2005 fueron de aproximadamente 120 000 millones de dólares.⁴



Introducir una nueva especie puede representar un peligro para la biodiversidad nativa, especialmente cuando la especie introducida es un depredador. Tal puede ser el caso del pez león (*Pterois volitans*, *P. miles*) invasor en el Caribe. El pez león es el primer vertebrado marino en establecerse en las costas del Atlántico y Caribe.^{5, 6} Su presencia en estas aguas ha sido catalogada como una de las más grandes amenazas, pues ponen en riesgo a la biodiversidad local, la invasión avanza rápido y es difícil de controlar.⁷ Aunque hemos comenzado a entender sobre su invasión, aún existen dudas y malinterpretaciones sobre las causas y efectos de la invasión. El objetivo de este texto es presentar lo que sabemos del pez león, basándonos en la evidencia científica y hablar sobre las implicaciones de la invasión.

¿Cómo llegó el pez león al Caribe Mexicano?

El pez león es originario del Indo-Pacífico y fue introducido al Atlántico muy probablemente por medio de la liberación de organismos de ornato. El primer pez león invasor fue capturado en las costas de Florida en 1985.⁸ Estudios genéticos sugieren que la invasión se debe a la introducción de entre ocho y doce organismos a las costas de Florida.⁹ La invasión avanzó hacia el norte en el Atlántico y hacia el sur por las islas del Caribe para después llegar al continente y expandirse a costas mexicanas, así como de Centro y Suramérica.⁵ El primer reporte de pez león en aguas mexicanas ocurrió en 2009 en las costas de la península de Yucatán, en 2010 en las costas de Playa del Carmen y posteriormente en Veracruz en 2011.¹⁰⁻¹² Los avistamientos ahora son comunes en los arrecifes del Golfo de México y el Caribe Mexicano.

El pez león puede alcanzar longitudes de hasta 40 cm y vivir hasta 10 años.¹³ La especie pertenece a la familia Scorpaenidae, cuyos organismos se caracterizan por la presencia de espinas venenosas que usan como mé-

todo de defensa. Su veneno no es letal para los seres humanos, pero puede causar fuertes dolores, náuseas y mareo, además de inflamación en las zonas afectadas.

Implicaciones de la invasión

Los peces león adultos pueden consumir presas de hasta la mitad de su tamaño y un solo estómago puede contener más de 800 presas. En el Caribe y Atlántico Noroeste el pez león se alimenta de por lo menos 167 especies diferentes. Dentro de éstas, 128 son peces, 15 camarones, 17 cangrejos y 3 langostas. Sin embargo, la dieta del pez león presenta grandes variaciones a través del rango invadido.¹⁴

Estas variaciones pueden deberse a los cambios en las comunidades de peces que el pez león puede depredar. En Quintana Roo, se alimenta de por lo menos 14 familias, 22 géneros y 34 especies.¹⁵ Las presas más frecuentes incluyen a especies de las familias Gobiidae y Apogonidae, que no son de importancia comercial.^{12, 14, 15} Además, la dieta del pez león depende también de su edad, con cuatro fases distintas. Primero se alimenta de crustáceos pequeños, como camarones. Después, de peces pequeños. Al crecer, su dieta vuelve a centrarse en crustáceos, pero esta vez de mayor tamaño, como cangrejos y jaibas. Finalmente, se alimenta principalmente de peces grandes.¹²

La voracidad del pez león ha causado preocupación sobre los posibles impactos que pueda tener en las comunidades de peces locales. La mayoría de las especies de las que se alimenta no están consideradas en riesgo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) ni son de interés comercial.¹⁴ Sin embargo, observaciones en campo sugieren que el pez león puede reducir la biomasa y el reclutamiento de especies nativas.^{16, 17} Por el contrario, otros estudios reportan que los arrecifes invadidos no muestran cambios después de la invasión.¹⁸

Cronología de la invasión del pez león. Los puntos rojos muestran registros confirmados.

Fuente: U.S. Geological Survey <http://nas.er.usgs.gov>



Pez león capturado por pescadores.

Foto: © Claudio Contreras Koob / CONABIO

¿Por qué es tan exitosa la invasión?

El éxito de la invasión se debe a la combinación de características biológicas de la especie y el ambiente en el que fue introducido. Por el lado de las características biológicas destacan su alta fecundidad y frecuencia reproductiva: las hembras pueden producir hasta 40 000 huevos y desovar cada tres días. Además, alcanzan la madurez sexual con tan solo 19 cm de longitud.¹⁹ Los estudios de ecología reproductiva de la especie indican que las temperaturas externas (tanto altas como bajas) no tienen un gran impacto en su fecundidad o frecuencia reproductiva.

La magnitud de la invasión también puede estar relacionada con la ausencia de depredadores naturales en el Caribe. Habitualmente, los grandes meros se alimentarían del pez león. Sin embargo, la abundancia de los grandes peces ha disminuido de manera drástica en el Caribe, tal vez por efecto de la pesca.²⁰ Estas posibles causas no son mutuamente excluyentes, y la combinación de ambas explica con coherencia la magnitud de la invasión.

Oportunidades

La presencia del pez león y sus características poblacionales (alta fecundidad y rápida madurez sexual) hacen de él una especie con gran potencial invasivo. Sin embargo, estas mismas características permiten establecer una pesquería intensa que proporcione ingresos alternativos a las comunidades pesqueras. La Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel, Quintana Roo, reporta

que extraen hasta seis toneladas al año, representando un ingreso adicional de 1.9 millones de pesos. También afirman que su producción no es suficiente para satisfacer la demanda, por lo que existe oportunidad de desarrollar aún más la pesquería.²¹ En otros lugares, el pez león puede servir como una fuente de proteína adicional, ayudando a minimizar la inseguridad alimentaria de algunas comunidades.

Esta nueva actividad pesquera ha logrado reducir las poblaciones locales de pez león, pues los pescadores reportan que deben bucear más profundo para capturarlos. Las remociones locales pueden ayudar a controlar la invasión, pero no pueden eliminarla por completo.

Una alternativa es que peces de mayor tamaño como los meros (familia Serranidae) pudieran alimentarse de ellos. Existen reportes de meros (*Mycteroperca tigris* y *Epinephelus striatus*) que se alimentaban del pez león.²² Otros estudios han demostrado que sitios con más meros tienden a tener menos peces león.²³ De nuevo, las poblaciones de meros se han visto diezadas por la actividad pesquera, lo que limita su potencial de controlar la invasión.

¿Existe solución?

Los programas de exterminación y pesquerías establecidas han probado ser efectivos para controlar poblaciones locales.²⁴ La remoción puede ser más eficaz cuando existe un incentivo económico, por lo que el estableci-

miento de pesquerías es preferible al de programas de remoción patrocinados por los gobiernos locales.²⁵ La remoción local de peces león en aguas someras puede ayudar a minimizar los impactos que éstos puedan tener en los peces locales.

Sin embargo, estos esfuerzos no son suficientes para frenar la invasión, pues no es rentable capturar a los organismos que habitan de los 40 a 300 m de profundidad.^{26,27} Por lo tanto, las poblaciones en aguas profundas seguirán reproduciéndose y generando peces que pueden alcanzar los arrecifes bajos donde pueden ser explotados.²⁸

Para maximizar el control de la invasión es necesario atacar desde varios frentes. Por un lado, promover la pesca del pez león y proveer acceso a mercados que creen incentivos económicos. Por el otro lado, incrementar los esfuerzos de conservación, especialmente aquellos que buscan proteger agregaciones reproductivas y poblaciones de los posibles depredadores naturales: los meros.

Debemos asimismo promover la investigación del pez león. Por ejemplo, cuantificar los beneficios ecológicos de establecer una pesquería de pez león o posibles interacciones ecológicas aún no exploradas. Además, es importante que la comunidad científica extienda su comunicación a la sociedad. Esto permitirá reducir la confusión y dudas que hay sobre el pez león y su invasión, y así minimizar la diseminación de información errónea.



Bibliografía

- Croll, D. A., J. L. Maron, J. A. Estes, E. M. Danner y G.V. Byrd. 2005. Introduced predators transform subarctic islands from grassland to tundra. *Science* 307: 1959-1961.
- Molnar, J. L., R. L. Gamboa, C. Revenga y M. D. Spalding. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6: 485-492.
- Bax, N., A. Williamson, M. Agüero, E. Gonzalez y W. Geeves. 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy* 27: 313-323.
- Pimentel, D., R. Zuniga y D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273-288.
- Schofield, P. 2009. Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions* 4: 473-479.
- Sabido-Itza, M. M., A. Medina-Quej, A. de Jesus-Navarrete, J. M. Gomez-Poot y M. D. C. Garcia-Rivas. 2016. Uso de la estructura de tallas como evidencia del establecimiento poblacional del pez león *Pterois volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) en el sur del Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical* 64: 353.

Pez León / Lion Fish

Hamburguesa de Pez León \$120
Lionfish Hamburger
Acompañada de papas a la francesa.
With french fries.

Ensalada verde de Pez León \$211
Lionfish green salad

Especialidades - Specials

Filete Xcalakoco \$300
Xcalakoca Lionfish fillet
Bautizados así en honor a la costa del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, los cuales resaltan los ingredientes de la costa como son: la ralladura de coco frita con un toque de aceite de coco.
Baptized in honor of the coast of the Xcalak Reef National Park, which highlights the ingredients of the coast as: fried coconut grated with a touch of coconut oil.

Brochetas / Kebab \$300
Hechas de jugosa carne de Pez León con cubos de piña, tomate, cebolla y pimienta.
Made of juicy Lionfish with cubes of pineapple, tomato, onion and pepper.

Filete al gusto (a la plancha, ajo, mantequilla) / Lionfish Fillet as you like (grilled, garlic, butter) \$300
Excelente opción, para saborear la succulenta carne del Pez León en su estado más natural y puro.
Excellent option, to savor the succulent meat of the Lionfish in its most natural and pure state.

Tacos Placeros / Pleasant Tacos \$120
Chicharrón hecho de la piel de pez león, servido en tortilla de maíz.
Chicharrón made from the skin of a lionfish, served in corn tortilla.

El pez león se puede preparar de cualquier manera, sea a la plancha, como ceviche, en tacos, brochetas o frito. Es un pescado de exquisita carne blanca.

Foto: © Fulvio Eccardi

Pez león en las costas
de Playa del Carmen,
Quintana Roo.
Foto © Juan Carlos Villaseñor



- ⁷ Hixon, M., S. Green, M. Albins, J. Akins y J. Morris. 2016. Lionfish: a major marine invasion. *Marine Ecology Progress Series* 558: 161-165.
- ⁸ Morris, J. A. y J. L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes* 86: 389-398.
- ⁹ Betancur-R., R. *et al.* 2011. Reconstructing the lionfish invasion: insights into Greater Caribbean biogeography. *Journal of Biogeography* 38: 1281-1293.
- ¹⁰ Aguilar-Perera, A. y A. Tuz-Sulub. 2010. Non-native, invasive red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]: Scorpaenidae), is first recorded in the southern Gulf of Mexico, off the northern Yucatan Peninsula, Mexico. *Aquatic Invasions* 5: S9-S12.
- ¹¹ Santander-Monsalvo, J., I. López-Huerta, A. Aguilar-Perera y A. Tuz-Sulub. 2012. First record of the red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]) off the coast of Veracruz, Mexico. *Bioinvasions Records* 1: 121-124.
- ¹² Villaseñor-Derbez, J. C. y R. Herrera-Pérez. 2014. Brief description of prey selectivity and ontogenetic changes in the diet of the invasive lionfish *Pterois volitans* (Actinopterygii, Scorpaenidae) in the Mexican Caribbean. *Panamerican Journal of Aquatic Sciences* 9: 131-135.
- ¹³ Froese, R. y D. Pauly. 2016. FishBase. *FishBase* en www.fishbase.org.
- ¹⁴ Peake, J. *et al.* 2018. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans* and *Pterois miles*) in the temperate and tropical western Atlantic. *Biological Invasions*: doi:10.1007/s10530-018-1720-5.
- ¹⁵ Valdez-Moreno, M., C. Quintal-Lizama, R. Gómez-Lozano y M. D. C. García-Rivas. 2012. Monitoring an alien invasion: DNA barcoding and the identification of lionfish and their prey on coral reefs of the Mexican Caribbean. *PLoS ONE* 7: e36636.
- ¹⁶ Barbour, A. B., M. S. Allen, T. K. Frazer y K. D. Sherman. 2011. Evaluating the potential efficacy of invasive lionfish (*Pterois volitans*) removals. *PLoS ONE* 6: e19666.
- ¹⁷ Albins, M. y M. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* 367: 233-238.
- ¹⁸ Hackerott, S., A. Valdivia, C. E. Cox, N. J. Silbiger y J. F. Bruno. 2017. Invasive lionfish had no measurable effect on prey fish community structure across the Belizean Barrier Reef. *PeerJ* 5: e3270.
- ¹⁹ Gardner, P. G., T. K. Frazer, C. A. Jacoby y R. P. E. Yanong. 2015. Reproductive biology of invasive lionfish (*Pterois* spp.). *Frontiers in Marine Science* 2.
- ²⁰ McClenachan, L. 2009. Documenting loss of large trophy fish from the Florida Keys with historical photographs. *Conservation Biology* 23: 636-643.
- ²¹ Castilla, Á. Pescadores Quintana Roo desaprovechan captura del pez León. 2017. <https://sipse.com/novedades/pescadores-pe-leon-capturasociedad-cooperativa-cozumel-produccion-pesquera-procesado-empacado-demanda-toneladas-quintana-roo-243454.html>.
- ²² Maljković, A., T. E. Van Leeuwen y S. N. Cove. 2008. Predation on the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae), by native groupers in the Bahamas. *Coral Reefs*, en <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00338-008-0372-9?LI=true>.
- ²³ Mumby, P. J., A. R. Harborne y D. R. Brumbaugh. 2011. Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. *PLoS ONE* 6: e21510.
- ²⁴ Côté, I. M., L. Akins, E. Underwood, J. Curtis-Quick y S. J. Green. 2014. Setting the record straight on invasive lionfish control: Culling works, doi:10.7287/peerj.preprints.398v1.
- ²⁵ Usseglio, P., J. D. Selwyn, A. M. Downey-Wall y J. D. Hogan. 2017. Effectiveness of removals of the invasive lionfish: how many dives are needed to deplete a reef? *PeerJ* 5: e3043.
- ²⁶ Andradi-Brown, D. A. *et al.* 2017. Large-scale invasion of western Atlantic mesophotic reefs by lionfish potentially undermines culling-based management. *Biological Invasions* 19: 939-954.
- ²⁷ Gress, E. *et al.* 2017. Lionfish (*Pterois* spp.) invade the upper-bathyal zone in the western Atlantic. *PeerJ* 5: e3683.
- ²⁸ Andradi-Brown, D. A. *et al.* 2017. Depth-dependent effects of culling-do mesophotic lionfish populations undermine current management? *Royal Society Open Science* 4: 170027.
- * Bren School of Environmental Science & Management, de la Universidad de California en Santa Bárbara, California; jvillaseñor@bren.ucsb.edu



EL VALLE DE PEROTE

zona semiárida de Veracruz en riesgo de desaparecer

SANDRA H. MONTERO BAGATELLA Y ALBERTO GONZÁLEZ ROMERO*

Los ambientes áridos o semiáridos son reconocidos por sus altos niveles de radiación solar, amplias variaciones de temperatura (altas durante el día y bajas por la noche) y su escasa disponibilidad de agua, todos ellos factores que pueden limitar el desarrollo y supervivencia de los organismos.² Estos sistemas se presentan en todos los continentes excepto en la Antártida; en México abarcan cerca del 60% de su territorio, destacando el Desierto Chihuahuense y el Sonorense como los más extensos.² Debido a sus condiciones climáticas, la agricultura y la ganadería intensiva no proliferan, por lo que son las áreas menos afectadas por las actividades antrópicas.¹⁰

A estos ecosistemas también se les conoce como matorrales xerófilos por su tipo de vegetación, la cual es altamente diversa. Las poáceas, asteráceas, cactáceas y quenopodiáceas son las familias dominantes, aunque los agaves y yucas también pueden ser abundantes en estas áreas. Algunas suculentas, plantas anuales y herbáceas sólo se presentan cuando existe suficiente humedad.¹⁰ En cuanto a la fauna, las aves, roedores, serpientes y lagartijas son abundantes. En menor medida se presentan los lagomorfos (conejos y liebres) y los carnívoros medianos como coyotes, tejones, zorras y zorrillos.²

El Valle de Perote es un sistema semiárido que presenta numerosos endemismos florísticos y de vertebrados.¹⁰ Esta particularidad es originada por su privilegiada ubicación entre las cadenas montañosas del Cofre de Perote y

la Sierra Norte de Puebla en los estados de Puebla y Veracruz, lo cual originó características fisiográficas, bióticas y abióticas únicas que favorecieron la especiación.⁸

A pesar de esta importancia ecológica, el Valle ha sufrido severas transformaciones que se remontan a más de 400 años atrás. En el Valle, los árboles y cactáceas con frutos eran abundantes, los árboles maderables se aprovechaban y en los extensos pastizales habitaban manadas de berrendos (*Antilocapra americana*). Las haciendas y ranchos situados en la zona utilizaron extensas áreas para el pastoreo vacuno y otras para cultivos de papa, trigo, sorgo, lenteja y frijol. Con el paso del tiempo, los recursos se sobreexplotaron, se dañó el ambiente, se generaron extinciones faunísticas locales que en suma condujeron al cierre de dichos establecimientos.⁴

Actualmente, el contexto social continúa influyendo en la transformación del Valle. La agricultura es la principal actividad económica y las tierras ejidales son predominantes.⁴ Debido a esto, el uso de las tierras es irregular y es común encontrarlas a medio labrar o abandonadas, lo que favorece la deforestación sistemática, la erosión de las tierras, los incendios descontrolados y la escasez de agua.⁹ Esto ha afectado principalmente a los pastizales y a su fauna, sobre todo a los reptiles y mamíferos pequeños, ya que sus ámbitos hogareños son reducidos, presentan poca movilidad y/o están limitados a ciertos rangos ambientales.^{5,9}

Vista del volcán Pico de Orizaba desde el Malpaís.
Foto: © Alberto González Romero



Incendio descontrolado
en el Malpaís
(matorral rosetófilo),
Valle de Perote.

Foto: © Alberto González Romero

Asimismo, la deficiente educación de los pobladores acerca de los recursos naturales ha influido en el deterioro ambiental local. Por ejemplo, a las serpientes de cascabel del género *Crotalus*, que son excelentes controladoras de roedores, las matan indiscriminadamente por considerarlas peligrosas por su veneno; además utilizan su carne seca como remedio para varias enfermedades como el cáncer. A los camaleones, también llamados lagartijas cornudas (*Phrynosoma orbiculare*), y a las lagartijas (*Basiliscus imbricatus*) los mutilan y/o asesinan bajo el supuesto de que son nocivos, ponzoñosos y poseedores de poderes mágicos malignos que causan severos daños al individuo que los manipule o esté cerca de ellos.⁶ A las ardillas y tuzas las consideran plagas para los cultivos, por lo que los agricultores las envenenan o destruyen sus madrigueras al labrar los terrenos para propiciar su movilidad fuera de estas áreas.⁹

Por otro lado, los pobladores cazan furtivamente a codornices, palomas, liebres y conejos, con escopetas y perros, lo cual ha ejercido presiones importantes sobre las poblaciones de estos organismos. Los roedores han sido afectados por perros ferales y de los pastores, los cuales usualmente están sin supervisión y pueden ser un riesgo para la salud de pobladores y fauna local.⁹

A pesar de la diversidad animal en la región, no existen pasos de fauna; la señalética del cruce de animales es escasa y los límites de velocidad automovilísticos no son respetados, por lo que el atropellamiento de roedores, aves, liebres y pequeños carnívoros es cotidiano, lo cual merma continuamente las poblaciones de estos organismos.^{1,6}

El conjunto de las presiones antropogénicas limita los servicios que las especies afectadas brindan al sistema, como la dispersión de semillas, aireación del suelo, infiltración de agua, depredación de insectos, control de plagas, fuente de proteína para otros vertebrados, mantenimiento de pastizales, etc.,⁹ por lo que los pobladores en lugar de estar causando un beneficio a su población están dañando severamente el ecosistema.

Algunos organismos endémicos como el chichilote o moto (*Xerospermophilus perotensis*) y el ratón de Perote (*Peromyscus bullatus*) han sido reconocidos como en riesgo de conservación por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).⁹ La codorniz pinta (*Cyrtonyx montezumae*), el colorín sietecolores (*Passerina ciris*), el camaleón (*Phrynosoma orbiculare*), el escorpión (*Basiliscus imbricatus*), el cincuate o alicante (*Pituophis deppei*), las serpientes de cascabel (*Crotalus scutulatus*, *C. molossus*, *C. intermedius* y *C. ravus*) y la rata canguro (*Dipodomys phillipsii*) están clasificados con algún riesgo de conservación por la Norma Mexicana 059.¹¹

Existen estudios ecológicos que señalan cierta plasticidad de las especies ante las presiones ambientales y antropogénicas. La ardilla de Perote es un ejemplo de ello, ya que a pesar de haber perdido cerca del 70% de su hábitat original, se ha observado dentro de cultivos y en parches de pastizales en las orillas de las autopistas.⁹ Sin embargo, esta tolerancia se encuentra en su límite, por lo que de continuar las fuertes presiones antrópicas será difícil mantener su existencia, siendo urgentes las estrategias adecuadas para su manejo y conservación.⁹



A pesar del abrumador panorama que está enfrentando el Valle de Perote, algunos esfuerzos en favor de su conservación ya se están implementando. En 2016, el gobierno de Veracruz decretó la Reserva Ecológica San Antonio Limón Totalco, de 2 800.56 ha en el municipio de Perote, Veracruz,³ en la que se encuentran algunos sitios de distribución de *X. perotensis* y *P. bullatus*. Por el lado privado, una empresa nacional ha destinado terrenos en beneficio del desarrollo de la flora y fauna nativa.⁹ Por el lado académico, el Instituto de Ecología y la Universidad Veracruzana han realizado estudios acerca de la distribución, hábitos, ecología y biología de especies nativas, así como del efecto del pastoreo y del impacto del desarrollo de caminos sobre la fauna silvestre.^{1, 5, 7, 9}

En una zona natural tan deteriorada por las actividades de los pobladores, las estrategias de conservación deben involucrar a la gente local por medio de la educación ambiental, la cual instruya acerca de la ecología de la flora y fauna nativas, la prevención y control de incendios inducidos, el desuso de tierras morosas, así como el control de la fauna introducida como los gatos y perros ferales, ya que éstos depredan la fauna silvestre y pueden ser portadores de enfermedades para el ganado, animales silvestres y poblaciones humanas.⁹ Por otro lado, un manejo adecuado del ganado ovinocaprino podría sustituir la interacción original del berrendo con el pastizal, lo que a su vez propiciaría el mantenimiento natural del ambiente.^{4, 10} Además, se favorecerían a otros organismos como lechuzas (*Athene cunicularia*), alondras (*Eremophila alpestris*), ratas canguro (*D. phillipsi*), ratones de abazones



Ardilla de Perote atenta al paso de una serpiente de cascabel (*Crotalus scutulatus salvini*), uno de sus principales depredadores.

Foto: © Sandra H. Montero Bagatella

Camaleón (*Phrynosoma orbiculare*).

Los pobladores los exterminan bajo la creencia de que son venenosos.

Foto: © Alberto González Romero

El escorpión (*Barisia imbricata*) es perseguido por la gente local por considerarlo como un ser maligno.

Foto: © Alberto González Romero

La deficiente educación de los pobladores acerca de los recursos naturales ha influido en el deterioro ambiental local.



Vista panorámica
del Valle de Perote.

Foto: © Alberto González Romero

sedosos (*Perognathus flavus*) y ardillas (*X. perotensis*), ya que prefieren las áreas abiertas, de pastos cortos que les permiten tener visibilidad ante posibles depredadores, así como de sus vías de escape.^{7,9}

La suma de estos esfuerzos podría reflejarse paulatinamente en el crecimiento de las poblaciones de la fauna silvestre y su hábitat. El mantener la protección de las áreas naturales es fundamental para conservar al sistema, lo que contrasta con el revocamiento del decreto de la Reserva Ecológica en Perote, poniendo en riesgo al sistema y retrocediendo en acciones de conservación. Por ello continúan siendo apremiantes las estrategias y estudios que aseguren el mantenimiento de este ecosistema tan particularmente diverso e importante ecológicamente, tanto para la región como para el país.

Bibliografía

¹ Cervantes-Huerta R., F. Escobar, J. H. García-Chávez y A. González-Romero. 2017. Atropellamiento de vertebrados en tres tipos de carretera de la región montañosa central de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)* 33(3): 472-481.

² Challenger A. y Soberón J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: J. Soberón, G. Halffter y J. Llorrente-Bousquets (eds.), *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, pp. 87-108.

³ Gobierno del Estado de Veracruz. 2016 (7 de noviembre). Decreto por el que se declara área natural protegida reserva ecológica San Antonio Limón Totalco en el Ejido San Antonio Limón Totalco, Municipio de Perote, Ver. *Gaceta Oficial. Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de la Llave CX-CIV(144)*: 1-27.

⁴ Gerez-Fernández P. 1985. Uso del suelo durante cuatrocientos años y cambio fisionómico en la zona semiárida Poblano-Veracruzana, México. *Biótica* 10: 123-144.

⁵ González-Gallina A., G. Benítez-Baldillo, O. R. Rojas-Soto y M. G. Hidalgo-Mihart. 2013. The small, the forgotten and the dead: highway impact on vertebrates and its implications for mitigation strategies. *Biological Conservation* 22: 325-342.

⁶ González-Romero A. Gerrhonoti: una lagartija llamada escorpión. *Naturaleza* 2(82): 115-120.

⁷ Durán-Antonio J. y A. González-Romero. 2018. Efecto del pastoreo sobre una comunidad de roedores nocturnos en



pastizales del Valle de Perote, Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 268-281.

⁸ Medina, M., y Angulo M. 1990. *Atlas climático del Municipio de Perote (Estado de Veracruz)*. México: Instituto de Ecología.

⁹ Montero-Bagatella S. H., A. González-Romero, S. Gallina y G. Sánchez-Rojas. 2017. Relación entre las características de la vegetación y las densidades de la ardilla de Perote. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 691-700.

¹⁰ Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México* (edición digital), México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

¹¹ Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestre. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. México: *Diario Oficial de la Nación* (segunda sección).

* Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México; helena.bagatella@gmail.com, alberto.gonzalez@inecol.mx

Mantener la protección de las áreas naturales es fundamental para su conservación. El revocamiento del decreto de la Reserva Ecológica en Perote pone en riesgo el sistema y retrocede en acciones de conservación.

Hasta que la extinción nos separe:

PARÁSITOS

para toda la vida

ANGEL HERRERA MARES Y CARMEN GUZMÁN CORNEJO*

Dicen que el matrimonio es para toda la vida, aunque cualquier biólogo podría argumentar que el parasitismo también lo es. En esta interacción biológica participan dos individuos: el que provee de un hogar y una fuente de alimento (huésped) y el que simplemente vive a expensas de él (parásito).

Ameiva de cuatro líneas
(*Holcosus quadrilineatus*).
Macho infestado de ácaros
en los pliegues de la piel.
Parque Nacional Cahuita,
Limón, Costa Rica.
Foto: © Angel Herrera Mares

Una relación complicada

En la naturaleza existen organismos que viven en una asociación cercana, ayudándose mutuamente (mutualismo); otra asociación donde sólo una parte se beneficia sin per-

judicar a la otra (comensalismo); una más, donde uno sólo busca transportarse (foresia) y el parasitismo. En el caso del parasitismo, existen cuatro características que podrían definirlo: 1) el parásito depende totalmente del huésped, ya sea para alimentarse o desarrollarse; 2) la distribución de parásitos dentro de la población de huéspedes es agregada, es decir, algunos huéspedes tienen muchos parásitos mientras que otros no presentan ninguno; 3) un alto número de parásitos podrían llegar a matar al huésped, y 4) por regla general los parásitos se reproducen más rápido y viven menos tiempo que sus huéspedes.¹



En la actualidad, alguien podría encasillar al parasitismo como una “relación tóxica”, como una simbiosis fallida. Sin embargo, existen parásitos que sólo se encuentran asociados con un tipo de huésped (llamados *especialistas*), mientras que hay otros que se asocian con distintos huéspedes y se les conoce como *generalistas*. Normalmente, los parásitos que pasan todo su ciclo de vida sobre o dentro de un animal suelen ser especialistas; por ejemplo, los piojos, los ácaros que viven en el pelo, plumas o debajo de escamas, como en los reptiles. Contrario a ellos, los parásitos que necesitan bajar o salir del huésped durante algún momento de su ciclo de vida suelen ser más generalistas. Dentro de éstos se encuentran las garrapatas, las pulgas, chinches y varios tipos de helmintos.

Si te vas, me voy contigo: coevolución y coextinción

A pesar de que el parasitismo podría ser visto como una relación complicada, es una de las más sólidas en el planeta. Hace millones de años se originó y el secreto de su éxito radica en la constante “guerra de amor y odio” que tienen los parásitos y sus huéspedes. Los parásitos presentan adaptaciones morfológicas que les permiten alimentarse eficientemente de sus huéspedes, quienes a su vez han respondido con barreras físicas o inmunológicas para contrarrestar los posibles daños. Como ejemplo de lo anterior, en 2002, el doctor M. Bertrand propuso que los ácaros de la familia Trombiculidae que se alimentan de la sangre de lagartijas, presentan modificaciones en sus aparatos bucales; mientras que algunas lagartijas llegan a tener “bolsas” o pliegues en su piel (llamados *mite pockets* en inglés), que les permite “concentrar” el daño causado por los ácaros en un área pequeña,² asegurando así su supervivencia. Ambas características morfológicas, tanto de los ácaros como de las lagartijas, podrían ser el resultado de miles de años de interacción entre ellos, evolucionando a la par y adaptándose, lo que en biología se denomina *coevolución*.

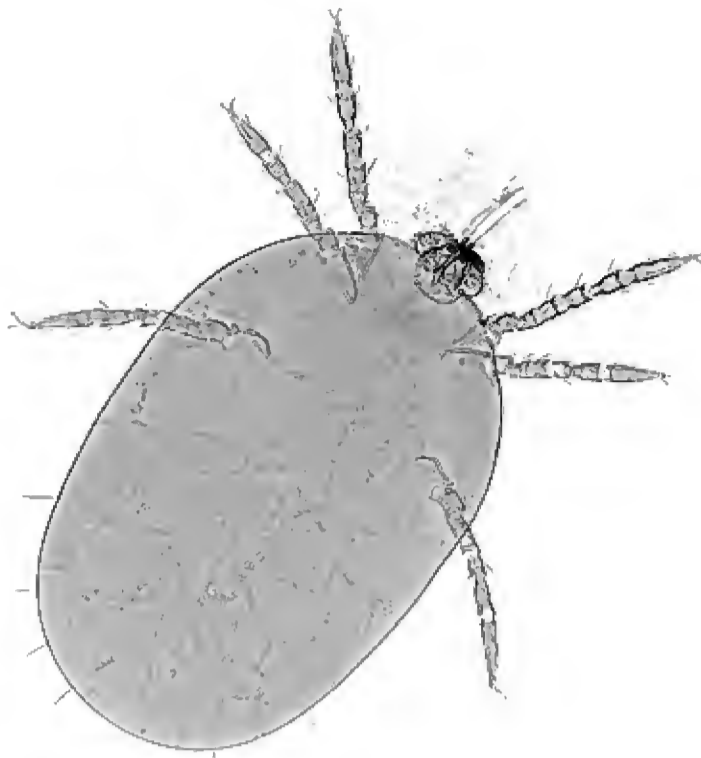
Por su mala fama, los parásitos se han convertido en los archienemigos de la biología de la conservación. En zoológicos es común que los animales se queden un tiempo en cuarentena para asegurar la eliminación de parásitos antes de que convivan con otros organismos de su misma especie o de su reincorporación al medio silvestre. Por ejemplo, durante los programas para sal-



var de la extinción al cóndor de California (*Gymnogyps californianus*) y al kiwi manchado (*Apteryx owenii*), los médicos veterinarios aplicaron insecticidas de forma rutinaria a las aves, lo que terminó por extinguir a los piojos *Colpocephalum californici* y *Rallicola (Aptericola) pilgri-mi*. Esto muestra muy bien la realidad de los programas de biología de la conservación, los cuales están dirigidos a salvar únicamente especies que son carismáticas, haciendo a un lado de forma accidental o intencional a los parásitos. Sin embargo, las asociaciones huésped-parásito llegan a ser tan cercanas que la extinción del huésped terminaría seguramente en la extinción del parásito, lo que se denomina como *coextinción*.

Cóndor de California
(*Gymnogyps californianus*).

Foto: © Frier Nikon Scott, USFWS /
Creative Commons



Ácaro de la familia Trombiculidae mostrando el canal de alimentación.
Foto: © Angel Herrera Mares



Macho del piojo del kiwi manchado, *Rallicola (Aptericola) pilgrimi* colectado en junio de 1914, South Island, Nueva Zelanda.
Foto: © Museo Te Papa (AI.018470).



Hembra de *Periglischrus paracaligus*.
Foto: © Daniel Zamora Mejias

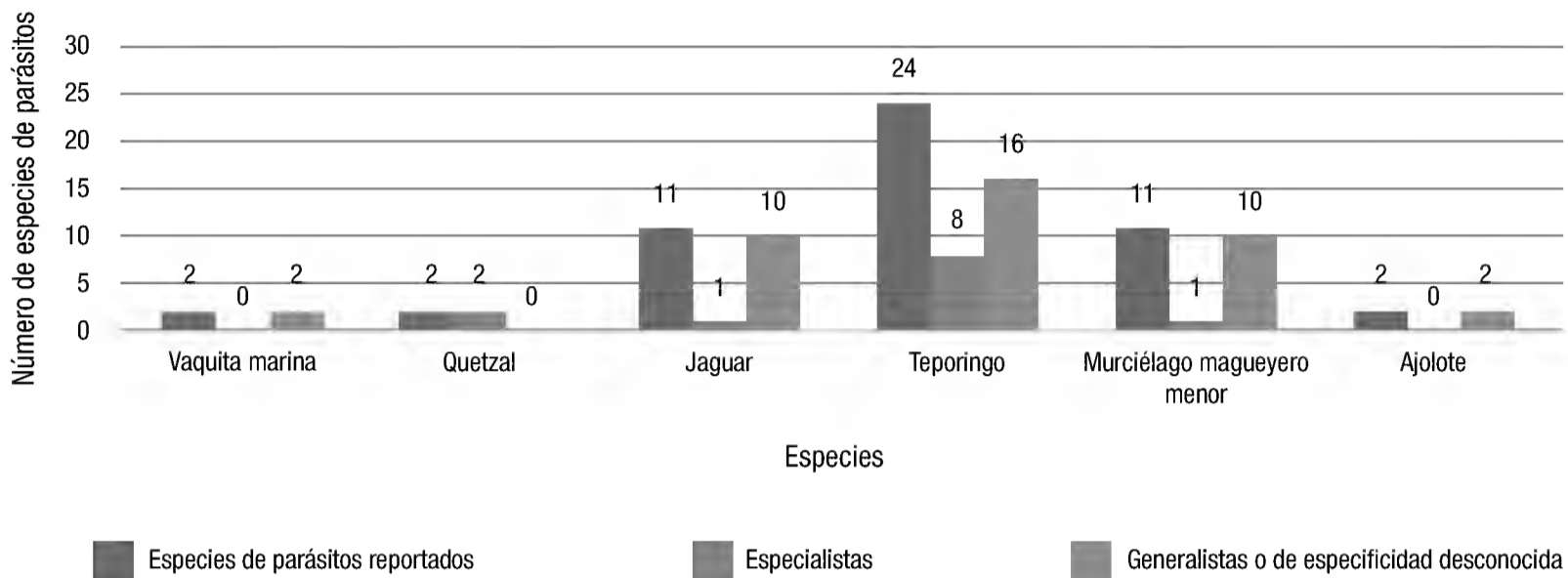
Garrapatas en peligro

Las garrapatas son de los ácaros más conocidos por su tamaño visible y porque se alimentan de sangre. Su mala fama como criaturas peligrosas se debe a que durante la alimentación tienen la capacidad de transmitir una gran cantidad de microorganismos causantes de enfermedades y porque suelen atacar a animales domésticos, tanto a mascotas como al ganado.⁴ Si bien para muchas personas las garrapatas representan un peligro, muchas de ellas, asociadas con la vida silvestre, irónicamente pueden encontrarse en peligro de extinción. En 1996, investigadores de la Colección Nacional de Garrapatas de Estados Unidos, los doctores Lance A. Durden y James E. Keirans, publicaron un artículo en el cual listaron 48 especies de garrapatas que potencialmente podrían estar en peligro de extinción, debido a que sus huéspedes o el hábitat en el que éstos viven se encuentran amenazados.⁵ Llama la atención que en ese listado aparece la garrapata *Nothoaspis reddelli*, la cual fue descrita en México y cuyas poblaciones se encuentran potencialmente vulnerables debido a su distribución restringida y por la asociación particular con murciélagos y con las cuevas donde habitan.⁶ Existen otras garrapatas cuyo estado de conservación es incierto pero que podrían estar amenazadas ya que se encuentran asociadas a hábitats muy particulares, como el caso de la garrapata *Robertsicus elaphensis*, la cual ha sido encontrada únicamente sobre culebras de la especie *Bogertophis orbicularis*, endémica del desierto de Chihuahua.⁷

Cuidando lo que se quiere, protegiendo lo que se conoce

En el caso particular de México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Norma Oficial Mexicana número 59 (NOM-059-SEMARNAT-2010), emite un listado sobre las especies de flora y fauna silvestres que se encuentran en alguna categoría de riesgo (amenazadas, en peligro de extinción, probablemente extintas en el medio silvestre y sujetas a protección especial), con la cual se busca evitar el tráfico ilegal de especies. Sin embargo, como se mencionó con anterioridad, muchos de los organismos que se incluyen en los programas de conservación son especies caris-

Seis especies carismáticas de vertebrados con alguna categoría de riesgo en NOM-059-SEMARNAT-2010 y el número de especies de parásitos en cada una.^{8, 15}



máticas que cumplen un papel relevante en los ecosistemas en los que viven, sin tomar en cuenta a sus organismos acompañantes, como los parásitos. Un ejemplo de lo anterior aparece representado en el gráfico donde se listan seis especies de vertebrados muy populares hoy en día. Los medios de comunicación se han encargado de darles propaganda por tratarse de especies amenazadas o de gran valor comercial como el murciélago magueyero menor (*Leptonycteris yerbabuena*), polinizador del agave tequilero (*Agave tequilana*). Sin embargo, si se analizan las especies de parásitos que tienen cada una de estas seis especies sería fácil notar que la extinción de un huésped conllevaría a la desaparición de su fauna acompañante, especialmente de aquellos que son parásitos especialistas. Por ejemplo, para el caso del quetzal mesoamericano (*Pharomachrus mocinno*), sólo se conocen dos especies de parásitos asociados: el gusano plano *Strigea caluri*, descrito con ejemplares provenientes de un quetzal mantenido en cautiverio en el zoológico de Ámsterdam, Países Bajos⁸ y el ácaro de las plumas, *Syringophiloides quetzali*, de quetzales de Guatemala y Ecuador.⁹ Si el quetzal se extinguiera, al menos tres especies se extinguirían: el huésped y sus dos parásitos. Otro caso es el del teporingo o zacatuche (*Romerolagus diazi*) al que se le conocen hasta este momento 24 especies de parásitos asociadas,^{10, 11} de las cuales ocho (33.3%) se encuentran asociadas exclusivamente con este conejo endémico mexicano. Para tristeza de la parasitología mexicana, en el caso de la vaquita marina (*Phocoena sinus*) y el ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) sólo existen dos reportes de parásitos de especificidad desconocida para cada uno de ellos.^{12, 13} El declive de las poblaciones de ambas especies no permite realizar colectas para la obtención de nuevo ma-

terial biológico con el objetivo de establecer si se tratan o no de parásitos especialistas. Por otro lado, el jaguar (*Panthera onca*) y el murciélago magueyero menor tienen once especies de parásitos asociados cada uno.^{10, 11, 14} Sin embargo, para cada una de estas especies se conoce únicamente un parásito especialista: el piojo *Fellicola (Loricicola) oncae*, encontrado sobre un jaguar en Costa Rica¹⁵ y el ácaro *Periglischrus paracaligus*, descrito en asociación con murciélagos provenientes de Venezuela y con registros en México.¹⁰

En el zoológico del Bronx en Nueva York está expuesta una frase al final del recorrido y que deja una importante lección para las cuestiones de conservación. La frase dice: “Al final, conservaremos sólo lo que amamos, amaremos sólo lo que entendemos, entenderemos sólo lo que nos enseñaron” (Baba Dioum). Muy pocas personas toman en cuenta a los parásitos dentro de sus listados de especies en áreas de gran valor como Reservas de la Biosfera o santuarios de vida silvestre. Muchas películas, series de televisión y documentales siguen representándolos como organismos malos, causantes y casi sinónimos de muerte. En parte se debe a que no hemos tomado el tiempo para aprender sobre ellos, apasionarnos por su mundo y entender que han formado parte tanto de nuestra historia evolutiva como de la del resto de los animales. Han sido nuestros compañeros a lo largo de la historia de la humanidad, como los ácaros que viven en los folículos pilosos o los ácaros del polvo que se encuentran en las viviendas. Una vez que entendamos esta relación tan cercana del huésped con el parásito, es probable que les tomemos un poco de cariño, o al menos, de estima.

Quizá y un día podamos ver a nuestros propios parásitos con amor para decirles: “Hasta que la extinción nos separe”.



Quetzal mesoamericano
(*Pharomachrus mocinno*)
en la Reserva de la
Biosfera El Triunfo,
Chiapas.
Foto: © Fulvio Eccardi

Bibliografía

- ¹ Crofton, H. D. 1971. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology* 62: 179-193.
- ² Bertrand, M. 2002. Morphologic adaptations to parasitism on reptiles: Pterygosomatidae (Prostigmata: Rhipignathina). En F. Bernini, R. Nannelli, G. Nuzzaci y E. De Lillo (eds.), *Acarid Phylogeny and Evolution. Adaptations in Mites and Ticks: Proceedings of the IV Symposium of the European Association of Acarologists*. Berlín: Kluwer Academic Publishers, pp. 233-240.
- ³ Rózsa, L., y Z. Vas. 2014. Co-extinct and critically co-endangered species of parasitic lice, and conservation-induced extinction: should lice be reintroduced to their hosts. *Oryx* 49(1): 107-110.
- ⁴ Estrada-Peña, A. 2015. Ticks as vectors: taxonomy, biology and ecology. *Revue scientifique et technique* 34(1): 53-65.
- ⁵ Durden, L. A., y J. E. Keirans. 1994. Host-parasite coextinction and the plight of tick conservation. *American Entomologist* 42(2): 87-91.
- ⁶ Guzmán-Cornejo, C., A. Rebollo-Hernández y , A. Herrera-Mares. 2019. De los murciélagos a los huecos. Garrapatas habitantes de cuevas. *Especies* 28(1): 20-27.

Debemos aprender sobre los parásitos, apasionarnos por su mundo y entender que han formado parte de nuestra historia evolutiva.

- ⁷ Barker, S. C., y T. D. Burger. 2018. Two new genera of hard ticks, *Robertsicus* n. gen. and *Archaeocroton* n. gen., and the solution of the mystery of Hoogstraal's and Kaufman's "primitive" tick from the Carpathian Mountains. *Zootaxa* 4500 (4): 543-552.
- ⁸ Dubois, G. 1962. Les Strigeida (Trematoda) de la collection de E. van den Broek. *Band (Jahr)* 85: 109-120.
- ⁹ Skoracki, M., S. V. Mironov y M. Unsoeld. 2013. The first records of quill mites of the family Syringophilidae (Acari-formes: Prostigmata: Cheyletoidea) from trogoniform birds (Aves: Trogoniformes). *Zootaxa* 3701(2): 291-297.
- ¹⁰ Whitaker, J. O., y J. B. Morales-Malacara. 2005. Ectoparasites and other associates (Ectodytes) of mammals of Mexico. *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernard Villa*. México: Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM, pp. 435-666 pp.
- ¹¹ García-Prieto, L., J. Falcón-Ordaz y C. Guzmán-Cornejo. 2012. Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, hosts and geographical distribution. *Zootaxa* 3290: 1-92.
- ¹² Vidal, O., R. L. Brownell y L. T. Findley. 1999. Vaquita *Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958. *Handbook of Marine Mammals* 6: 357-378.
- ¹³ Recuero, E., J. Cruzado-Cortes, G. Olea-Parra y K. R. Zamudio. 2010. Urban aquatic habitats and conservation of highly endangered species: the case of *Ambystoma mexicanum* (Caduata, Ambystomatidae). *Annales Zoologici Fennici* 47: 223-238.
- ¹⁴ Caspeta-Mandujano, J. C. et al. 2017. *Helminthos parásitos de murciélagos en México*. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- ¹⁵ Timm, R. M., y R. D. Price. 1994. A new species of *Felicola* (Phthiraptera, Trichodectidae) from a Costa Rican jaguar, *Panthera onca* (Carnivora, Felidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 107(1): 114-118.

* Laboratorio de Acarología, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; angelmares@ciencias.unam.mx, carguzmancornejo@gmail.com



Te invitamos a
la exposición
**somos lo que
comemos**

Del 18 de febrero al 3 de mayo de 2020
Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental
Circuito Correr es Salud, Av. de los Compositores s/n, Bosque de Chapultepec II Sección
Alcaldía Miguel Hidalgo, C. P. 11800, Ciudad de México

**¿Cómo puedes mejorar tu salud y la de la naturaleza
a través de tu alimentación?**

Niños y jóvenes echaron a volar su creatividad, plasmaron en una obra de arte la relación que existe entre una alimentación saludable para nuestro cuerpo y la salud de los ecosistemas, y participaron en el 2º Concurso Nacional Infantil y Juvenil de Dibujo y Pintura de la Naturaleza "Entre Azul y Verde". La exposición presenta las obras ganadoras y menciones honoríficas del concurso.



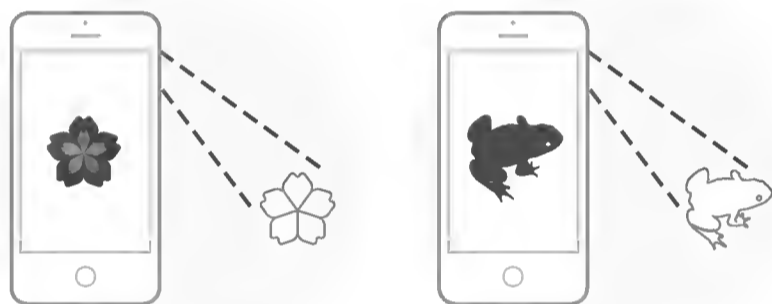


Reto Naturalista Urbano 2020

Participa

Contribuye a conocer la naturaleza de tu ciudad subiendo fotos a la red social Naturalista.

Consulta las ciudades mexicanas participantes y del 24 al 27 de abril toma fotografías de plantas, hongos y animales silvestres.



Súbelas a naturalista.mx

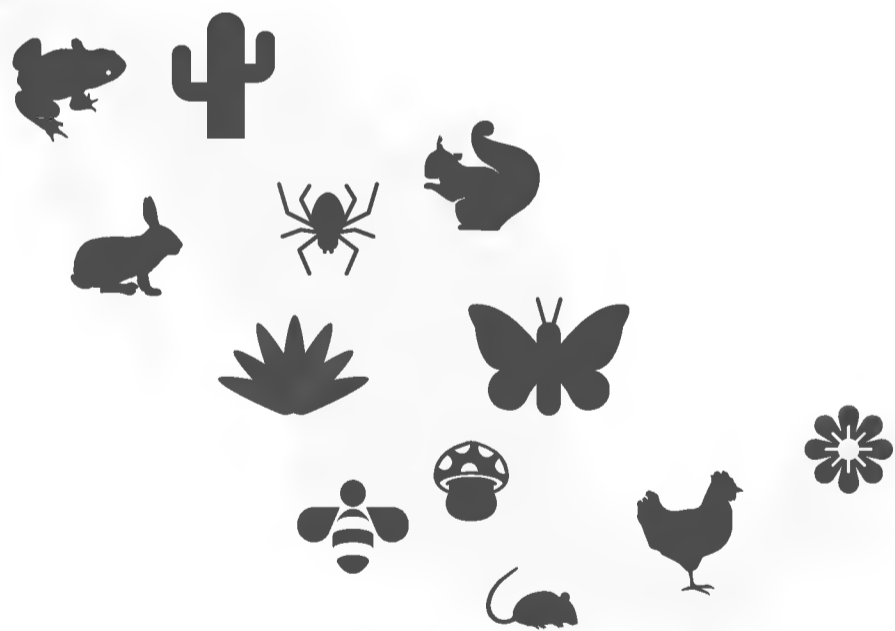


Se permiten fotos de organismos cultivados, pero preferimos aquellos en vida libre.

Del 24 al 3 de mayo ayuda en la identificación de las especies con las herramientas de Naturalista.

Los resultados se publicarán a partir del 4 de mayo.

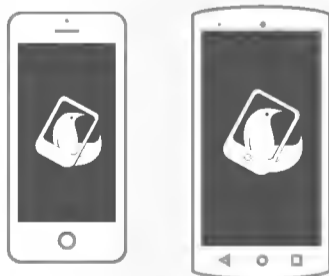
Conocerás la gran diversidad de especies que fueron observadas y fotografiadas en tu ciudad.



Google play



App Store



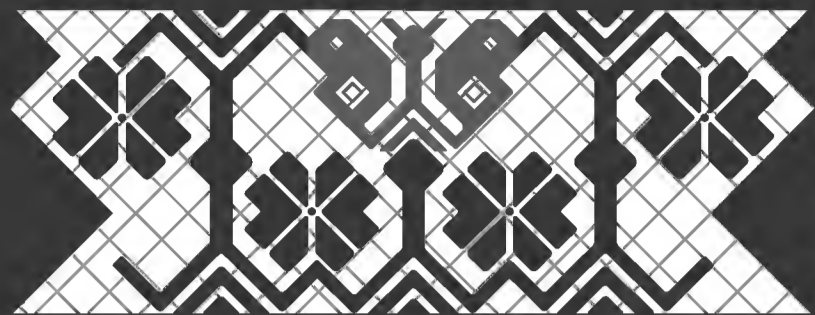
Mayor información en:
www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/naturalista/eventos/retonaturalista
y en www.citynaturechallenge.org



mayo

mes de la

naturaleza
mexicana



Participa con nosotros en la celebración del **Día Internacional de la Diversidad Biológica y la década de la Biodiversidad 2010-2020** decretada por Naciones Unidas, este año dedicado al tema **"Las soluciones están en la naturaleza"**.

Organiza, durante el mes de mayo, conferencias, charlas, talleres, exposiciones, recorridos Naturalista*, ciclos de cine, eventos infantiles, exposiciones o cualquier otra actividad que promueva el conocimiento y valoración de nuestra naturaleza.

* Red social de ciencia ciudadana. Consulta www.naturalista.mx



Las soluciones están en
la naturaleza



CONABIO

COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD

Consulta los materiales de difusión disponibles y registra tus actividades en la agenda nacional en:
www.biodiversidad.gob.mx/mesnaturaleza



Lago Alchichica

UNA JOYA DE
BIODIVERSIDAD



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD

JAVIER ALCOCER
EDITOR

Lago Alchichica, una joya de biodiversidad

Hace alrededor de 20 años se identificaron 35 ecorregiones prioritarias (también conocidas como *hotspots*) en el mundo. Los criterios para seleccionarlas fueron tres: riqueza de especies, riqueza de endemismos y grado de amenaza. En México se localizan tres de estas grandes regiones que abarcan casi dos terceras partes del país: Mesoamérica, el norte de Baja California ubicado en la provincia florística californiana y los bosques de pino-encino en las Sierras Madres.

Uno de los aspectos más interesantes de estas regiones es que evolutivamente se consideran "islas en el continente". Su historia de aislamiento ha producido un sinnúmero de especies endémicas, es decir, que sólo viven en esa región y que son irremplazables a nivel mundial. En México existen cientos de regiones que satisfacen los tres criterios de las grandes ecorregiones prioritarias. El archipiélago de los axalapazcos es uno de estos ambientes. Situado en la Cuenca Oriental en el estado de Puebla, está conformado por seis lagunas: Alchichica, La Preciosa, Quechulac, Atexcac, Tecuitlapa y Aljojuca. En el libro se describe en detalle el axalapazco de mayor tamaño en Alchichica, un cráter volcánico de casi 2 kilómetros de diámetro y hasta 60 metros de profundidad. En esta isla acuática se ha desarrollado una comunidad de organismos únicos en el mundo, protagonistas de la ecología de este increíble lago y descritos en estas páginas. A pesar de la importancia y fragilidad de la laguna Alchichica y los otros axalapazcos de la región, aún no se han tomado medidas necesarias para su restauración y conservación. Los editores esperan que la detallada información científica de este ecosistema único en el mundo presentada en este libro, permita reflexionar y actuar con rapidez para proteger uno de los grandes tesoros del país.



CONABIO

Conoce la riqueza natural de México

Biodiversidad
mexicana

www.biodiversidad.gob.mx



La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de las redes sociales



Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO. El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor. Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2013-060514223800-102. Número de Certificado de Licitación de Título: 13288. Número de Certificado de Licitación de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Tools Soluciones
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Adriana Cataño y Leticia Mendoza
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 Ciudad de México
Tel. 5004-5000, www.gob.mx/conabio. Distribución: nosotros mismos