

PRINCIPALES AMENAZAS PARA LA BIODIVERSIDAD Y PERSPECTIVAS PARA SU MANEJO Y CONSERVACIÓN EN EL ESTADO DE HIDALGO: EL CASO DE LOS ANFIBIOS Y REPTILES**

Raciel Cruz-Elizalde, Aurelio Ramírez-Bautista, David Ramiro Aguillón-Gutiérrez,
Itzel Magno-Benítez y Raquel Hernández-Austria

RESUMEN

La riqueza y diversidad de especies de los distintos grupos biológicos que ocurren en un área particular se ven afectadas por actividades antrópicas, entre las que destacan la fragmentación, la contaminación, el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación de los recursos, el tráfico y la caza ilegal de especies, así como agentes patógenos, o introducción de especies exóticas. Ante este escenario, los grupos de anfibios y reptiles (saurópodos no aves en capítulo previo) en el estado de Hidalgo, no se encuentran exentos. En el presente capítulo se muestra a grandes rasgos las principales causas que afectan el mantenimiento de especies en el estado de Hidalgo, así como las medidas que se han establecido para su manejo y conservación. Dentro de las principales causas se encuentran la transformación del paisaje hacia áreas agrícolas, la contaminación de cuerpos de agua, la introducción de especies exóticas, y una escasa cultura de conservación por parte de los diversos sectores de la sociedad. La herpetofauna del estado es una de las más ricas a nivel nacional, sin embargo, el establecimiento de medidas para su conservación así como una educación ambiental de la sociedad, son necesarias para la conservación de la riqueza y diversidad de estos grupos biológicos, tanto en la entidad, como en el resto de México.

Palabras clave: Conservación, efecto antrópico, fragmentación, herpetofauna, Hidalgo, perturbación.

BIODIVERSIDAD

El término biodiversidad se refiere a la variabilidad de la vida, y esta puede verse desde diferentes niveles de organización como lo son genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas (Noss, 1990). El ecosistema se expresa a través de la parte biótica y abiótica denominadas en su conjunto como comunidades, estas de las poblaciones de cada especie, y finalmente del pool génico de los individuos de una población (Stearns, 1992). En una escala espacial mayor, la biodiversidad se refleja en la distribución de las especies en los diferentes ecosistemas, el número presente en cada uno de estos, el grado de endemismos, así como la variación en sus historias de vida (forma y función), entre otras más (Stearns, 1992). La diversidad biológica es el producto de un conjunto de eventos evolutivos, que actúan desde el nivel molecular que involucra el DNA (componente importante de la biodiversidad) a la biosfera, lo que se refleja a nivel de la evolución orgánica. Los organismos continuamente están interactuando con su ambiente abiótico y biótico, donde las interacciones intra e interespecíficas forman el teatro ecológico (Smith y Smith, 2001).

El estudio de la biodiversidad y su conservación requiere de estudiar, conocer y conservar los diferentes niveles de variación en los que esta se expresa, quizás uno de los pilares fundamentales sea conocer el número de especies presentes en un área determinada que denominamos diversidad alfa de las especies (Halffter y Moreno, 2005), ya que si bien no es una medida universal de la biodiversidad, es un valor usado como subrogado de la misma. Si ampliamos el área para estudiar la diversidad de especies en un paisaje se pueden conocer los

** En un capítulo previo se usa la taxonomía de Sauropsida en lugar del nombre tradicional, Reptilia o reptiles, consensada por los tres primeros autores; sin embargo, en este capítulo, los autores usan el término tradicional de reptiles debido a que entre los herpetólogos del mundo siguen usando este término por no llegar a un consenso general.

cambios de la diversidad de especies a lo largo de un gradiente ambiental (diversidad beta) o bien la totalidad de las especies que ocurren en dichas áreas (diversidad gamma; Whittaker, 1972).

FACTORES QUE AFECTAN A LA BIODIVERSIDAD

Distintos factores antrópicos y/o naturales impactan de forma negativa el establecimiento y supervivencia de las poblaciones de especies de anfibios y reptiles y, por lo tanto, su conservación. El principal factor es el antropogénico (Young *et al.*, 2001), del que se derivan los siguientes: pérdida del hábitat y fragmentación (que son una muestra de una planeación equivocada para manejar al medio ambiente), sobreexplotación de los recursos naturales, introducción de especies exóticas, contaminación del ambiente (acuático y terrestre), propagación de enfermedades, crecimiento demográfico (asentamientos humanos), planeación deficiente de las estrategias de conservación (por ejemplo, áreas de protección de flora y fauna inadecuadas), descontrol en la asignación de los permisos de colecta científica, manejo de especies en cautiverio, fallas en la educación ambiental, los mitos, la religión, entre otros. Estos factores influyen negativamente en la dinámica de los diversos componentes de la biodiversidad y a distintas escalas, tanto espaciales como temporales, problemática que presenta también la biodiversidad del estado de Hidalgo.

El estado de Hidalgo, en lo que respecta a su herpetofauna, cuenta con una riqueza de 183 especies, 53 de anfibios y 130 de reptiles (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Estas especies se encuentran distribuidas en una gran diversidad de ambientes (por ejemplo, tropicales, templados, áridos), tipos de vegetación (bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus*, *Quercus*, *Pinus-Quercus*, matorral xerófilo), así como en las cuatro regiones biogeográficas (Altiplano Mexicano, Sierra Madre Oriental, Faja Volcánica Transmexicana y la Llanura Costera del Golfo de México) que ocurren en el estado de Hidalgo (ver capítulo de anfibios y Sauropsida [no aves]; Delgado y Márquez, 2006).

Factores antrópicos

Pérdida del hábitat y fragmentación

El territorio del estado de Hidalgo se encuentra localizado dentro de cuatro regiones biogeográficas antes mencionadas, las cuales le confieren una alta riqueza y diversidad biológica; no obstante, la cercanía y la influencia del intercambio comercial con los estados aledaños, provocan que los diferentes tipos de vegetación se encuentren bajo fuertes presiones de deforestación, así también la implementación de programas gubernamentales de desarrollo han provocado que en el estado de Hidalgo más del 50% de su superficie se encuentre convertida en áreas agrícolas y ganaderas (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2005).

Principalmente, en la Sierra Madre Oriental se han generado altas tasas de deforestación, ya que grandes extensiones de bosques se han destruido para sembrar diferentes tipos de cultivos (por ejemplo, maíz, frijol, árboles frutales, entre otros). Por lo que, estas características del suelo provocan que el uso sea temporal para luego continuar con otros lugares, deforestándolos sin control (INEGI, 1992). Estos fenómenos generados por el agente antrópico se reflejan en la pérdida acelerada del hábitat natural, conduciendo a la desaparición de los anfibios y reptiles en la entidad, ya que muchas especies tienen requerimientos ecológicos particulares tales como una adecuada cobertura del dosel, presencia de hojarasca, humedad y suficientes cuerpos de agua (para la reproducción en anuros). Estas áreas con alta cobertura vegetal y ambientes que no han sido perturbados fuertemente por la acción antrópica son necesarios como hábitats de distintas especies de anfibios de los géneros *Charadrahyla*, *Chiropterotriton*, *Craugastor*, *Eleutherodactylus*, *Plectrohyla*, y *Pseudoeurycea*, y de reptiles como *Abronia*, *Anolis*, *Atropoides*, *Boa*, *Bothrops*, *Corytophanes*, *Ficimia*, *Laemanctus*, *Lepidophyma*, *Spilotes* y *Xenosaurus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014; ver Anexo 1 de los capítulos de anfibios y saurópsidos [no aves] de este libro). Todos los tipos de vegetación del estado, el humano (factor antropico) los está transformando con fines de cambio de uso de suelo, lo que está provocando cambios en las poblaciones de los anfibios y reptiles, llegando a la desaparición local. Por ejemplo, las poblaciones de anfibios caudados de ambientes tropicales (*Bolitoglossa platydactyla*) o templados (*Isthmura bellii*, *I. gigantea*), algunos reptiles de ambien-

tes tropicales como serpientes (casi todas las serpientes venenosas), o lagartijas (*Corytophanes hernandesii*, *Laemanctus serratus*), son grupos que están en riesgo dramático, ya que sus poblaciones han disminuido de forma significativa. Además, en el bosque mesófilo de montaña, tipo de vegetación que está siendo fuertemente modificado, entre los anfibios que resultan más amenazados son las especies del género *Craugastor*, que son muy sensibles al deterioro de su hábitat, así como el matorral xerófilo, en el cual algunas especies de serpientes y ranas se han visto seriamente amenazadas (Anexo 1).

A pesar de que se considera que la fragmentación del hábitat afecta gravemente más a los anfibios que a los reptiles por el uso de ambientes abiertos, como potreros o cafetales para termoregular (Macip-Ríos y Muñoz-Alonso, 2008), se ha encontrado que ambos grupos resultan perjudicados. Por ejemplo, en un estudio realizado en dos localidades diferentes con el mismo tipo de vegetación (matorral xerófilo) en la periferia de la ciudad de Pachuca, Hidalgo, donde se evaluó la riqueza de especies de anfibios y reptiles en un ambiente no modificado (no fragmentado) con respecto a otro perturbado por los diferentes tipos de uso de suelo (por ejemplo, agricultura y pastoreo), se encontró que el ambiente no perturbado (Tilcuautila) presentó 10 especies entre anfibios y reptiles, mientras que la zona fragmentada (Carboneras), solo seis especies de reptiles. Estos resultados muestran que la modificación del ambiente influye de forma negativa en los anfibios y reptiles, a pesar de que existen especies de zonas áridas que son resistentes a los cambios drásticos, como es el caso del anuro *Spea multiplicata*, especie que se esperaba que ocurriera en Carboneras, sin embargo, esta no fue registrada.

Crecimiento demográfico

En el estado de Hidalgo, como en muchos estados de la República Mexicana, el crecimiento demográfico ha provocado un efecto negativo elevado sobre la biodiversidad (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009). La construcción de unidades habitacionales, parques recreativos, caminos o carreteras federales para conectarse de un lugar a otro, han provocado la deforestación de miles de hectáreas de vegetación original. Los asentamientos humanos se han establecido en diferentes áreas biogeográficas (Altiplano Mexicano, Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo de México) y tipos de vegetación (por ejemplo, bosque de coníferas, matorral xerófilo, bosque tropical, bosque mesófilo de montaña) del estado.

En estos ambientes existe una alta riqueza de especies vegetales y animales, entre las que se encuentran los anfibios y reptiles, pero a causa de la urbanización, las poblaciones de ambos grupos de organismos han sido eliminadas de su área de distribución. Por ejemplo, desde hace casi 70 años que no se ha registrado a la rana *Sarcohyala robertsoni* en una de sus localidades de distribución (los alrededores del Parque Nacional El Chico), o bien a la culebra *Chersodromus rubriventris* que habita en bosque mesófilo de montaña, la que hacía más de 60 años que no se encontraba, pero que recientemente fue registrada (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Lo anterior se ha atribuido principalmente a la transformación del hábitat de estas especies, y en el caso de *C. rubriventris*, a que es considerada peligrosa. Otras especies que probablemente se han extinguido localmente a causa de los asentamientos humanos son las serpientes venenosas *Atropoides nummifer*, *Bothrops asper*, *Crotalus aquilus*, *C. polystictus* y *C. ravus* (Anexo 1), ya que son perseguidas por el hombre hasta aniquilarlas del lugar, sin saber que estos organismos desempeñan un papel biológico relevante en el control de plagas dañinas a los cultivos, pues se alimentan de ratones de campo y aves granívoras.

Otras especies de lagartijas que pueden ser extintas localmente por la invasión de los asentamientos humanos son los llamados camaleones (*Phrynosoma orbiculare*), que viven en escombros de tierra acumulada, rocas, agujeros, pero la construcción de chozas o casas provoca la destrucción de sus refugios; en casos similares están las especies de lagartijas *Barisia imbricata*, *Ctenosaura acanthura*, *Sceloporus spinosus*, y el anuro *Spea multiplicata* (obs. pers.; Anexo 1).

Comercio ilegal de especies

El tráfico ilegal de especies es otro factor que impacta de forma negativa la riqueza y diversidad de especies de anfibios y reptiles del estado; las especies más vulnerables a esta actividad son las que pertenecen a géneros

de lagartijas tales como *Abronia*, *Gerrhonotus*, *Phrynosoma* y *Xenosaurus*; y de serpientes como *Atropoides*, *Boa*, *Crotalus* o *Lampropeltis* que tienen una elevada demanda comercial en el mercado ilegal (Anexo 1; Fitzgerald *et al.*, 2004). Asimismo, están otras especies de familias de anfibios y reptiles sujetas a esta amenaza, como Anguidae, Ambystomatidae, Colubridae, Crotaphytidae, Elapidae, Eublepharidae, Hylidae, Iguanidae, y Phrynosomatidae, ya que son destinadas como mascotas exóticas, tanto en el mercado nacional como internacional (Lavín-Murcio y Lazcano, 2010; Paredes-García *et al.*, 2011).

En el estado de Hidalgo no existen sitios comerciales donde se vendan animales de forma ilegal a gran escala, pero sí se da la venta clandestina en mercados y veterinarias, donde exhiben algunas especies de anfibios tales como salamandras (*Ambystoma velasci*) y ranas (*Dryophytes eximius*, *D. plicatus*); además de reptiles, como tortugas (*Kinosternon hirtipes* y *K. integrum*), lagartijas (*Abronia taeniata*, *B. imbricata*, *C. hernandesii*, *C. acanthura* y *P. orbiculare*) y serpientes (*Boa constrictor*, *Drymarchon melanurus*, *Lampropeltis polyzona*, *Pituophis deppei* y *Thamnophis eques*) para su venta (Anexo 1).

Explotación como fuente alimentaria

La explotación de los recursos naturales (flora y fauna) es una práctica continua, y en las regiones indígenas y de bajos recursos del estado de Hidalgo resulta común. En el caso de los anfibios como alimento, estos son utilizados en platillos, principalmente en la región del Valle del Mezquital y región sureste del estado, en la Laguna de Tecocomulco (Jiménez-Fernández *et al.*, 2005), donde especies como *A. velasci* son empleados en tamales o las ancas de la rana *Lithobates berlandieri* son preparadas en platillos. En el caso de especies de reptiles, lagartijas como *S. spinosus*, *S. torquatus* y *S. mucronatus* son cazadas para el consumo de su carne, y en tortugas, los huevos de *K. hirtipes* (Anexo

1). A pesar de que las especies consumidas como alimento presentan una distribución amplia en diferentes ambientes y regiones de México e Hidalgo, sus poblaciones se han visto severamente disminuidas. Por ejemplo, en la región norte de la entidad, donde se distribuye la iguana negra (*C. acanthura*), sus poblaciones son escasas, además de que han respondido a la actividad de caza por los lugareños, modificando sus hábitos y el microhábitat que ocupan, cambiando de arborícolas a saxícolas, es decir, se refugian en las grietas de las rocas para protegerse mejor (obs. pers.).

Introducción y uso de especies invasoras

En el estado de Hidalgo se encuentran varias especies exóticas de anfibios y reptiles, que históricamente fueron introducidas por el hombre. Sin embargo, existen algunas que no hacen daño a las especies nativas, como la lagartija *Hemidactylus frenatus*, especie que tuvo éxito explotando un nicho vacío, como las grietas de rocas, corteza de los árboles, o bien agujeros de los techos de las habitaciones en ambientes tropicales. Sin embargo, una de las especies que provoca mayor peligro a las poblaciones nativas es el anuro *L. catesbeianus*, especie de talla grande, que puede superar los 25 cm de longitud hocico cloaca y con peso hasta de 350 gramos (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014); es bien sabido que esta especie afecta en gran proporción a la fauna nativa. Por ejemplo, en el estado de Hidalgo ha invadido cuerpos de agua donde antes había poblaciones de peces, anfibios anuros (*D. eximius*, *D. plicatus*, *L. berlandieri*), caudados (*A. velasci*), reptiles (huevos y crías de *K. hirtipes*), y ha provocado la extinción local de estos grupos de organismos. Otro anuro considerado como exótico es *Rhinella marina*, especie que se alimenta de lagartijas, ratones, larvas de peces, anfibios y de otros vertebrados, que al igual que *L. catesbeianus*, es una especie que ha desplazado a la fauna nativa y ha sido muy exitosa en los ambientes donde ocurre, que incluyen las áreas fragmentadas.

Contaminación del ambiente

La contaminación de los diferentes ambientes (terrestre y acuático) a causa de los pesticidas, metales pesados, abonos químicos, el uso de los cuerpos de agua para el uso de limpieza personal y la contaminación industrial, han provocado una fuerte degradación de la riqueza de especies de anfibios y reptiles (Vitt y Caldwell, 2009).

Los fosfatos, detergentes para lavar, así como los metales pesados (cobre, hierro, níquel, cobalto) bien diluidos en cuerpos de agua podrían no dañar (no ser tan tóxicos) a la flora y fauna, pero cuando se agregan en cantidades considerables al medio acuático y/o terrestre, representan serios problemas en los diferentes ecosistemas. Por ejemplo, se ha comprobado que metales pesados como cobre, plomo, hierro o níquel provocaron efectos negativos en la morfología y fisiología de la rana *D. plicatus* de las montañas de bosque de coníferas del estado de Hidalgo. Estos metales, así como otros agentes tóxicos pueden acabar con la densidad de una población, ya que ocasionan anomalías durante el desarrollo larvario, tales como ausencia de extremidades, curvatura de la espina dorsal, evisceración y problemas cutáneos y de pigmentación (Aguillón-Gutiérrez y Ramírez-Bautista, 2015).

La lluvia ácida es provocada por la liberación de nitritos y sulfatos en la atmósfera, que al reaccionar con la humedad del aire producen ácido sulfúrico y nítrico, que reducen el pH de las nubes y del agua de lluvia. Todo esto provoca una concentración ácida en el ambiente, que va de un pH de 5.6-5.8; una lluvia ácida tiene un pH de 3.0 a 4.0. La mayoría de los anfibios presenta una fase de su vida de forma acuática, por lo que son particularmente susceptibles a los efectos tóxicos de la lluvia ácida. Sin embargo, esta susceptibilidad es variable de acuerdo a la especie de anfibio, por ejemplo, *L. berlandieri*, *L. montezumae*, *S. multiplicata*, *Incilius marmoratus*, *I. valliceps*, *R. marina*, y el ajolote *A. velasci*, pueden reproducirse en cuerpos de agua ácidos (pH < 4.0; Vitt y Caldwell, 2009).

La contaminación atmosférica, como por ejemplo las altas emisiones de CO₂ que debilitan la capa de ozono también afectan a los anfibios al permitir el paso de rayos UV-B, que pueden ocasionar anomalías o muerte en etapas tempranas del desarrollo (Blaustein *et al.*, 1997). Esta misma contaminación genera el efecto invernadero asociado al cambio climático, que puede afectar los ciclos de vida y la distribución de muchas especies (Primack *et al.*, 2001).

Enfermedades

De forma natural, las enfermedades juegan un rol importante en el equilibrio de las poblaciones, no obstante las actividades antropogénicas han propiciado la propagación y/o mayor patogenicidad de algunas de ellas, principalmente las infecciosas. Una de las enfermedades que se ha asociado con el declive en poblaciones de anfibios es la quitridiomycosis, causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* en anuros y *B. salamandrivorans* en caudados (Martel *et al.*, 2013). Los anfibios afectados presentan convulsiones, vientre rojo, hemorragias, lesiones en la piel, pérdida de reflejos, postura anormal y muerte en aproximadamente dos semanas. Muy probablemente algunas especies invasoras como la rana africana de uñas (*Xenopus laevis*) y la rana *L. catesbeianus* ayudaron a propagar esta enfermedad. Otros factores como la contaminación por pesticidas que inhiben la protección peptídica de la piel y la inmunosupresión causada por el estrés por el impacto antropogénico también han favorecido la incidencia y patogenicidad de estas enfermedades micóticas (Retallick *et al.*, 2004; Weldon *et al.*, 2004; Davidson *et al.*, 2007; Di Rosa *et al.*, 2007; Heard *et al.*, 2011; Martel *et al.*, 2013).

Otros agentes infecciosos que afectan a los anfibios y han contribuido a la disminución de sus poblaciones son el virus *Ranavirus* (Iridoviridae), la bacteria *Aeromonas hydrophila*, el microorganismo *Saprolegnia ferax* que causa mortalidad en huevecillos y el tremátodo *Ribeiroia ondatrae* que provoca anomalías en las extremidades de sus hospederos (Chai, 2015).

En los reptiles, algunas enterobacterias como la *Salmonella* sp. pueden eventualmente ocasionar daños, esto ocurre cuando hay contaminación ambiental, e incluso se ha utilizado la microbiología de la herpetofauna como herramienta de evaluación de la salud de un ecosistema (Aguillón-Gutiérrez *et al.*, 2007). También son comunes las infestaciones parasitarias internas y externas, por ejemplo, existen reportes de endoparasitosis masivas y de neumonías parasitarias en lagartijas y serpientes (Aguillón-Gutiérrez *et al.*, 2007). Los virus como el *Paramixovirus* afectan a varias especies de serpientes causándoles la muerte cuando hay cambios de temperatura. También se han documentado enfermedades por protozoarios como la criptosporidiosis, que causa problemas gastrointestinales en geckos, iguanas, tortugas, serpientes, y enfermedades micóticas como

la criptococosis que afecta al sistema respiratorio (Mader, 2005). Por lo que las especies de reptiles del estado del Hidalgo son vulnerables a estas infecciones.

En México aún son muy pocos los estudios sobre las enfermedades de la fauna silvestre. A pesar de la riqueza de especies de anfibios y reptiles que existen en el país, no se han implementado de manera extensiva programas de monitoreo de la salud de estos organismos, no obstante, las enfermedades deben ser consideradas como una amenaza seria para la conservación de la herpetofauna de los diferentes ambientes y regiones del país.

Mitos y factores culturales

La sociedad experimenta cambios socio-económicos que en algunos casos benefician pero también perjudican a los ecosistemas (Curtin, 2002; Turner *et al.*, 2003). Generalmente estos cambios van dirigidos al aprovechamiento de los recursos que ofrecen los ecosistemas (Primack *et al.*, 2001). Por lo que los grupos humanos que habitan en cada región y los ecosistemas han coevolucionado a través del tiempo, donde cada parte moldea a la otra en un proceso de cambio continuo (Merino-Pérez, 2006).

Un reflejo de la relación que existe entre la sociedad y los ecosistemas es el conocimiento tradicional de los recursos naturales, pues las comunidades generan y transmiten los conocimientos del medio en el que se han desarrollado, que se caracteriza por ser una creación intelectual colectiva, expresada en una lengua particular (Flores-Villela, 1993; Cañas *et al.*, 2008). Sin embargo, a pesar de que crecen con el conocimiento de los beneficios de sus recursos naturales, también lo hacen con una tradición de mitos, principalmente en el grupo de los anfibios y reptiles. Por ejemplo, las especies de salamandras pletodóntidas (*Chiropterotriton arboreus*, *C. chondrostega*, entre otras), se consideran dañinas a la mujer al tener la falsa creencia que pueden ser causa de embarazo y, por lo tanto, las eliminan; en el mismo sentido se encuentran las especies de lagartijas *B. imbricata* o *A. taeniata*, que son consideradas como venenosas, siendo perseguidas por los lugareños y eliminadas. Asimismo, la mayoría de las serpientes, y en particular especies como *Agkistrodon taylori*, *A. nummifer*, *B. asper*, y todas las especies del género *Crotalus*, e incluso especies no venenosas que tienen como una de sus funciones el control biológico, son eliminadas por el hombre, ocasionando con ello plagas de roedores que acaban con los cultivos de maíz, frijol, papa, entre otros.

Las creencias religiosas son otro factor que limita la salud de las poblaciones de anfibios y reptiles, ya que históricamente la Biblia menciona que el pecado fue originado en Adán y Eva por una serpiente, por lo que, todo lo que se arrastra (por ejemplo anfibios y reptiles) representan el mal, y por lo tanto, se les da muerte. En varias regiones del estado de Hidalgo, considerando esta creencia, las salamandras y las serpientes son eliminadas en cuanto se les encuentra, sin ponderar su beneficio en el control biológico dentro de los ecosistemas, y por ende, su importancia económica (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014).

Por otro lado, en México, el uso y consumo de anfibios y reptiles no está bien documentado estadísticamente, ya que no es una práctica que se realice cotidianamente (Lavín-Murcio y Lazcano, 2010); sin embargo, se sabe que en muchos lugares del estado de Hidalgo, particularmente en las comunidades indígenas, los reptiles son utilizados con fines medicinales (siguiendo los usos y costumbres), como es el caso de las serpientes de cascabel (género *Crotalus*) que tienen una demanda muy alta para el tratamiento de enfermedades de cáncer, sin embargo, a la fecha no se ha probado su eficacia (Fitzgerald *et al.*, 2004). Esta creencia se ha difundido a las grandes ciudades, provocando que este recurso sea más solicitado para la venta de polvos y ungüentos derivados de estos organismos y, por lo tanto, que exista un efecto negativo en sus poblaciones (Campbell y Lamar, 2004).

AGENDAS DE CONSERVACIÓN PARA ANFIBIOS Y REPTILES

En México se presentan dos normas para la conservación y evaluación de riesgo en las que se incluyen especies de anfibios y reptiles. La que es exclusiva para México, la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010), y la internacional, que incluye la lista roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2014).

Ambas normas pretenden evaluar el estatus de riesgo de las especies, considerando diversos aspectos como por ejemplo la densidad poblacional, distribución, historia natural, entre otros, que son necesarios de conocer para asignar y colocar a las especies dentro de las diferentes categorías de riesgo.

En particular, para la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) el método utilizado para determinar el estatus de riesgo es el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER); sin embargo, es necesario replantearlo, al menos con los grupos biológicos de anfibios y reptiles, ya que en muchos casos la categoría en la que están asignadas diversas especies no resultan ser coincidentes con su ecología y riesgo. Por ejemplo, la serpiente *C. rubriventris* se considera como en protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, es una especie con distribución restringida, con un bajo número de individuos registrados y ocupa un bajo número de tipos de vegetación, como el bosque mesófilo de montaña; debido a esto, se sugiere que la especie tendría que ser considerada en la categoría de amenazada (A).

Al igual que esta especie, la mayoría de los taxones de estos grupos biológicos no se han asignado en la categoría de riesgo adecuada, las que deberían de estar basadas en la extensión de su distribución, tipos de vegetación, regiones biogeográficas, e historia natural de las especies, entre otras. Sin embargo, es notable que un número muy grande de especies de anfibios y reptiles del estado de Hidalgo se encuentran en las listas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Lista Roja de la IUCN (ver Ramírez-Bautista *et al.*, 2014).

Una función importante de las instituciones de protección de flora y fauna, es la regulación de la emisión de permisos de colecta científica, así como del seguimiento de los mismos. La SEMARNAT, considerando que las especies que se encuentran en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 están bien determinadas en la categoría establecida, emite los permisos de recolecta, exportación o establecimientos de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) con especies que presentan poblaciones con baja densidad y distribución restringida. Por ejemplo, en el estado de Hidalgo se encuentran especies con distribución restringida en ambientes como el bosque mesófilo de montaña (*Xenosaurus tzacualtipantecus*, *X. newmanorum* o *Lepidophyma sylvaticum*); por lo que, esta institución debería contar con toda la información biológica de la especie que se solicita para recolectarla para cualquier fin. Otro ejemplo es el estado de conservación de la especie de anfibio *L. johni*, en la NOM-059-SEMARNAT-2010 está incluida en la categoría de en peligro de extinción (P) para el estado de Hidalgo, sin embargo, en un estudio reciente se han encontrado varias poblaciones dentro de la Sierra Madre Oriental, zona de distribución de la especie (ver Hernández-Austria *et al.*, 2015), por lo que pudiera ser considerada en la categoría de amenazada (A).

Áreas Naturales Protegidas

Frente a la crisis ambiental y social que atraviesa el país, y por lo tanto, el estado de Hidalgo, se han implementado diferentes estrategias de conservación como respuesta a esta crisis. Estas se basan en criterios económicos, éticos, ecológicos, estéticos, espirituales o científicos que ayudan a proteger el conocimiento y valorar la biodiversidad de los diferentes ecosistemas (Boege, 2008; Challenger y Dirzo, 2009; Porter-Bolland *et al.*, 2012). En este sentido, cuando los paisajes son complejos tanto en lo social como en lo biológico, pueden ser altamente productivos mediante su manejo y valoración en función de las comunidades humanas, y para llevar a cabo lo antes mencionado, se han establecido las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) como una de las principales estrategias de conservación de la biodiversidad (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014).

En el estado de Hidalgo las principales ANPs federales son el Parque Nacional Los Mármoles, Parque Nacional de Tula, Parque Nacional El Chico, y Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Estas áreas han sido establecidas con el objetivo de regular y administrar la conservación de la naturaleza. Sin embargo, por la carencia de ética, las leyes generadas para tales efectos no se aplican, o al menos no para todas las ANPs, por lo que, recientemente se ha cuestionado la efectividad de estas áreas para los anfibios y reptiles de Hidalgo (Cruz-Elizalde *et al.*, 2015). En este sentido, no existen o no se cuenta con estudios que consideren los costos sociales y económicos implícitos para su funcionamiento, es decir, no dan alternativas de cómo va a vivir la gente de la región que habita dentro o cerca de un ANP, puesto que no son

considerados en la toma de decisiones para crear estas áreas. Por otro lado, en general no representan adecuadamente la biodiversidad de una región, puesto que la mayoría de estas ANPs han sido elegidas de manera arbitraria (Paredes-García *et al.*, 2011).

Las estrategias de conservación deben considerar la relación que existe entre la sociedad y los ecosistemas, que son los que han coexistido durante miles de años, moldeando los procesos de cambio continuo, humanidad-naturaleza (Merino-Pérez, 2006; Challenger y Dirzo, 2009). Al considerar al ecosistema como un sistema complejo, en el que interactúan sociedad y naturaleza, su estudio se debe abordar bajo una perspectiva de escala; por ejemplo, los niveles de organización biológica y sociales en que se puede dividir el sistema, implican magnitudes de tiempo y espacio particulares (Berkes, 2007).

Las ANPs del estado de Hidalgo se encuentran ubicadas en porciones de las regiones biogeográficas Altiplano Mexicano, Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo de México, en las que converge una alta biodiversidad de anfibios y reptiles de México (Cruz-Elizalde, 2013). Lo anterior genera que en esta zona de convergencia se registre una alta riqueza de especies y un alto porcentaje de endemismos o poblaciones abundantes de especies, lo cual puede llevar a pensar en considerar estas zonas como “hotspots”. Por estas características biológicas, las ANPs deben protegerse y conseguir que trabajen bajo las leyes promulgadas, así como obedecer la vía ética para el bien de la biodiversidad, y por lo tanto, del bienestar social.

Perspectivas de manejo y conservación

Diversos ambientes y extensiones territoriales de áreas naturales son transformadas en paisajes fragmentados, fenómeno que se ha incrementado en las últimas décadas debido a la escasa aplicabilidad de las leyes de protección de flora y fauna para Hidalgo y otras regiones de México (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Las zonas perturbadas se incrementan de forma considerable, razón por la cual se debería de incrementar la preocupación por el manejo adecuado de los ecosistemas y la aplicación de las leyes para su conservación (Vitt y Caldwell, 2009).

La situación ideal para detener el efecto negativo de la pérdida de biodiversidad es mantener áreas originales de diversos hábitats, como bosque mesófilo de montaña, bosque tropical, o bosque de coníferas con un bajo manejo antrópico, regulando la explotación de los recursos naturales y evitando la tala ilegal, saqueo de especies, así como difundir y favorecer la educación ambiental para que se reconozca la importancia de los recursos naturales para el hombre. En el diseño de ANPs se debe de incluir información sobre el tamaño del ámbito hogareño de la (s) especie (s) o ensamble de especies para preservar, así como de sus tamaños poblacionales, o el número de endemismos. Mediante este tipo de consideraciones se pueden identificar zonas de alta riqueza de especies y endemismos, también conocidos como “hotspots” (Myers *et al.*, 2000). El estado de Hidalgo, como previamente se comentó, está inmerso dentro de cuatro regiones biogeográficas en las que converge una alta riqueza de especies, endemismos y especies con grandes poblaciones, siendo necesario la aplicabilidad de las leyes de protección de las especies.

Para cumplir con las metas de conservación de las especies en cualquier área geográfica, se debe conocer la historia natural (hábitat, reproducción, comportamiento, entre otros), distribución (áreas geográficas, biogeografía), y demografía (historia de vida, tamaño de la población y su dinámica, longevidad, entre otros). El conocimiento de estas características es necesario para emitir un buen diagnóstico del estado de conservación de cada especie en un ambiente determinado. Estos parámetros se deben de evaluar de acuerdo al grupo de especies, por ejemplo, los anfibios y reptiles necesitan requerimientos diferentes para vivir; los primeros de un ambiente adecuado (acuático y terrestre) de los cuerpos de agua para reproducirse, y los segundos de un hábitat (acuático, terrestre y arbóricola) libre de contaminación y refugios naturales para reproducirse y sobrevivir.

Los diferentes puntos de vista en el cuidado de la biodiversidad, hacen que sea una actividad filosóficamente compleja, por ejemplo, los ambientalistas se preocupan por la preservación de la flora y fauna, pero sin ninguna base científica, es decir, sin conocimiento de la biología de la especie. Las acciones de este grupo de

personas es rescatar ejemplares como tortugas, serpientes, o anfibios y mantenerlos en un terrario o serpenario, para posteriormente llevarlas a un ambiente que en muchos casos es diferente al que habitan de forma natural. Otro factor negativo es cuando los animales se reproducen en cautiverio y más tarde son liberados en un ambiente que no es el de ellos, lo que provoca enfermedades en las especies y poblaciones nativas; aunado a que al reproducirlos en cautiverio se propicia una alta endogamia en las poblaciones.

Las agencias dedicadas a la protección de la biodiversidad deben de asumir una preocupación real por el cuidado de la naturaleza, deben de vigilar de forma continua el trabajo y desempeño de las autoridades que manejan las ANPs, el cual debe estar basado en el conocimiento de la categoría de riesgo o estatus de cada especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de la historia natural, distribución de los organismos en los diferentes tipos de vegetación y regiones biogeográficas. De esta forma se podrán controlar los permisos de colecta científica, exportación, y caza de las especies en su medio natural.

La labor del científico es la de dar a conocer a través de sus investigaciones la vulnerabilidad y el estatus de las poblaciones en su medio natural; además de ello tiene la responsabilidad moral de sensibilizar a las autoridades que generan las normas o leyes sobre el cuidado de la biodiversidad y señalar cuando estas no se cumplen.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo” (tercera etapa) FOMIX-CONACyT 191908 por el apoyo económico y logístico para desarrollar el trabajo. A los Drs. Arturo Sánchez González, Consuelo Cuevas Cardona y Gerardo Sánchez Rojas por sus comentarios al trabajo, lo que hizo que mejorara significativamente. A todos los alumnos del laboratorio de Ecología de Poblaciones que han participado en el conocimiento de la herpetofauna del estado de Hidalgo; así también a instituciones como CONACyT, CONABIO y SEMARNAT, las que han apoyado económicamente a diversos proyectos de nuestro laboratorio.

LITERATURA CITADA

- Aguillón-Gutiérrez, D. R., D. Lazcano-Villarreal, R. Ramírez-Romero, A. Aguirre-Ramos, J. J. Zarate-Ramos y A. Wong-González. 2007. Bacterias cloacales y evaluación física de la herpetofauna del Parque Ecológico Chipinque. *Ciencia UANL*, 10:168-174.
- Aguillón-Gutiérrez, D. R. y A. Ramírez-Bautista. 2015. Anomalías frecuentes en una población de *Hyla plicata* (Anura: Hylidae) expuesta a plomo y fierro durante el desarrollo postembrionario. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 8:515-529.
- Berkes, F. 2007. Community based conservation in a globalized world. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 104:15188-15193.
- Blaustein, A. R., J. M. Kiesecker, D. P. Chivers y R. G. Anthony. 1997. Ambient UV-B radiation causes deformities in amphibian embryos. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94:13735-13737.
- Boege, S. E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, D. F., 344 pp.
- Campbell, J. A. y W. W. Lamar. 2004. The venomous reptiles of the western hemisphere. Vol. II. Comstock Publishing Associates y Cornell University Press. Ithaca, New York, U.S.A., 870 pp.
- Cañas, R., A. Ortiz-Monasterio, E. Huerta y X. Zulueta. 2008. Marco legal para el conocimiento tradicional sobre la biodiversidad, pp. 557-564. En Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comp.), *Capital Natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Chai, N. 2015. Anurans, pp. 1-13. En Miller, R. E. y M. E. Fowler (Eds.), *Fowler's zoo and wild animal medicine*. Elsevier. Saunders, Philadelphia.
- Challenger, A. y R. Dirzo. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, pp. 37-73. En Dirzo, R., R.

- González e I. J. March (Comp.), Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Cruz-Elizalde, R. 2013. Patrones de riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en la convergencia de cuatro provincias biogeográficas de México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México 94 pp.
- Cruz-Elizalde, R., A. Ramírez-Bautista, L. D. Wilson y U. Hernández-Salinas. 2015. Effectiveness of protected areas in herpetofaunal conservation in Hidalgo, Mexico. *Herpetological Journal*, 25:41-48.
- Curtin, C. G. 2002. Integration of science and community based conservation in the Mexico/U.S. Borderlands. *Conservation Biology*, 16:880-886.
- Davidson, C., M. F. Benard, H. B. Shaffer, J. M. Parker, C. O'Leary, J. M. Conlon y L. A. Rollins-Smith. 2007. Effects of chytrid and carbaryl exposure on survival, growth and skin peptide defenses in foothill yellow-legged frogs. *Environmental Science Technology*, 41:1771-1776.
- Delgado, L. y J. Márquez. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaenidae (Insecta) del estado de Hidalgo. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 22:57-108.
- Di Rosa, I., F. Simoncelli, A. Fagotti y R. Pascolini. 2007. Ecology: The proximate cause of frog declines? *Nature*, 447: E4-E5. Recuperado el 16 de marzo de 2015 desde: doi:10.1038/nature05941
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. 30 de diciembre de 2010.
- Fitzgerald, L. E., C. W. Painter, A. Reuter y C. Hoover. 2004. Collection, trade and regulation of reptiles and amphibians of the Chihuahuan Desert ecoregion. TRAFFIC North America, World Wildlife Fund. Washington, D.C., 75 pp.
- Flores-Villela, O. 1993. Breve historia de la herpetología en México. *Elementos*, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 18:11-21.
- Gobierno del Estado de Hidalgo. 2005. Enciclopedia de los municipios de México: Estado de Hidalgo. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Recuperado el 16 de marzo de 2015 desde: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/econ.htm>.
- Halffter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma, pp. 5-18. En Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds.), *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*, vol. 4. Monografías Tercer Milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Diversitas, Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. Zaragoza, España.
- Heard, M., K. F. Smith y K. Ripp. 2011. Examining the evidence for chytridiomycosis in threatened amphibian species. *PLoS ONE*, 6:e23150. Recuperado el 16 de marzo de 2015 desde: doi:10.1371/journal.pone.0023150.
- Hernández-Austria, R., D. Lara-Tufiño y A. Ramírez-Bautista. 2015. Estado actual de la distribución y aspectos ecológicos generales de la Rana de Moore *Lithobates johni* (Anura: Ranidae), endémica a México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86:269-271.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1992. Síntesis geográfica del estado de Hidalgo. Secretaría de Programación y Presupuesto. Aguascalientes, México, 134 pp.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2014. The 2014 IUCN red list of threatened species. The World Conservation Union. Recuperado el 10 de octubre de 2014 desde: <http://www.iucnredlist.org>.
- Jiménez Fernández, E. J., C. Juárez López y L. Alonso Montesinos. 2005. Ornitofauna y fauna acuática de la Laguna Tecocomulco: Aspectos de conservación y aprovechamiento, pp. 179-191. En Huizar Álvarez, R., E. Jiménez Fernández y C. Juárez López (Eds.), *La Laguna de Tecocomulco: Geo-ecología de un desastre*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. México, D.F.
- Lavín-Murcio, P. A. y D. Lazcano. 2010. Geographic distribution and conservation of the herpetofauna of nor-

- thern Mexico, pp. 274-301. En Wilson, L. D., J. H. Townsend, y J. D. Johnson (Eds.), Conservation of the Mesoamerican Amphibians and Reptiles. Eagle Mountain Publ., L. C. Eagle Mountain. Utah, U.S.A.
- Macip-Ríos, R. y A. Muñoz-Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soco-nusco Chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79:185-195.
- Mader, D. R. 2005. Reptile medicine and surgery. Second Edition. Elsevier Health Sciences. Saunders, Phila-delphia, 1264 pp.
- Martel, A., A. Spitzen-van der Sluijs, M. Blooi, W. Bert, R. Ducatelle, M. C. Fisher, A. Woeltjes, W. Bosman, K. Chiers, F. Bossuyt y F. Pasmans. 2013. *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110:15325-15329.
- Merino-Pérez, L. 2006. Apropiación, instituciones y gestión sostenible de la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, 78:11-27.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-858.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4:355-364.
- Paredes-García, D. M., A. Ramírez-Bautista y M. A. Martínez-Morales. 2011. Distribución y representatividad de las especies del género *Crotalus* en las áreas naturales protegidas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82:689-700.
- Porter-Bolland, L., E. A. Ellis., M. R. Guariguata, I. Ruiz-Mallén., S. Negrete-Yankelevich y V. Reyes-García. 2012. Community managed forest and forest protected areas: An assessment of their conservation effec-tiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management*, 268:6-17.
- Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo (Eds.), 2001. Fundamentos de conservación bio-lógica. Perspectivas latinoamericanas. Primera edición. Fondo de Cultura Económica. México, D. F., 497 pp.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, D. Lara-Tufiño, I. Goye-nechea Mayer-Goyenechea y J. M. Castillo-Cerón. 2014. Los Anfibios y Reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación. Primera edición. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C. Hidalgo, México, 387 pp.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. O. García-Vázquez, A. Leyte-Manrique y L. Canseco-Már-quez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F., 213 pp.
- Retallick, R. W. R., H. McCallum y R. Speare. 2004. Endemic infection of the amphibian chytrid fungus in a frog community post-decline. *PLoS Biology*, 2:e351. Recuperado el 16 de marzo de 2015 desde: doi:10.1371/journal.pbio.0020351.
- Smith, R. L. y T. M. Smith. 2001. *Ecología*. Cuarta Edición. Pearson Educación. Madrid, España, 642 pp.
- Stearns, S. C. 1992. *The evolution of live histories*. Oxford University Press. Oxford, U.S.A., 249 pp.
- Turner, N. J., I. J. Davidson-Hunt y M. O'Flaherty. 2003. Living on the edge: Ecological and cultural edges as sources of diversity for social-ecological resilience. *Human Ecology*, 31:439-461.
- Vitt, L. J. y J. P. Caldwell. 2009. *Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles*. Tercera Edición. Academic Press, Elsevier. San Diego California. U.S.A., 697 pp.
- Weldon, C., L. H. du Preez, A. D. Hyatt, R. Muller y R. Speare. 2004. Origin of the amphibian chytrid fungus. *Emerging Infectious Disease*, 10:2100-2105.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21:213-251.
- Young, B. E., K. R. Lips, J. K. Reaser, R. Ibañez, A. W. Salas, J. R. Cedeño, L. A. Coloma, S. Ron, E. La Mar-ca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves y D. Romo. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*, 15:1213-1223.

Anexo 1. Especies de anfibios y reptiles comúnmente afectados por diversos factores antrópicos y naturales. Los códigos para las categorías de factores antrópicos son: fragmentación (FR), cambio de uso de suelo (CUS), comercio ilegal (CI), uso como alimento (UA), uso médico (UM), aniquilación directa (AD); y para factores naturales: inundaciones (I), erosión (E), incendios (IN) y competencia interespecífica (CE). Se muestran sólo algunas especies de ambos grupos para el estado de Hidalgo; sin embargo, la gran mayoría de las especies son amenazadas por una o varias causas listadas en el apéndice (información obtenida de observaciones en campo y de Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Presencia de la especie = 1.

| Especies | Factores antrópicos | | | | | | | Factores naturales | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|----|----|----|----|---|--------------------|----|----|--|
| | FR | CUS | CI | UA | UM | AD | I | E | IN | CE | |
| Anfibios | | | | | | | | | | | |
| <i>Ambystoma velasci</i> | - | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | 1 | |
| <i>Bolitoglossa platydaetyla</i> | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | - | 1 | |
| <i>Chiropterorhynchus arboreus</i> | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | |
| <i>C. chondrostega</i> | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Isthmura bellii</i> | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | |
| <i>I. gigantea</i> | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Incilius marmoratus</i> | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | |
| <i>I. valliceps</i> | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | |
| <i>Rhinella marina</i> | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | |
| <i>Dryophytes eximius</i> | 1 | 1 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>D. plicatus</i> | 1 | 1 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Sarcophyla robertsoni</i> | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Lithobates berlandieri</i> | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 1 | |
| <i>L. catesbeianus</i> | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | |
| <i>L. johni</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 | |
| <i>L. montezumae</i> | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 | |
| <i>Spea multiplicata</i> | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | |
| Reptiles | | | | | | | | | | | |
| <i>Kinosternon herrerai</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 1 | |



Nota: Las fotografías correspondientes a este capítulo se encuentran en la página 605.