

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/356195016>

Factores que amenazan la diversidad de anfibios y reptiles.

Chapter · November 2021

CITATIONS

0

READS

810

4 authors:



Aurelio Ramírez-Bautista
Autonomous University of Hidalgo

275 PUBLICATIONS 2,628 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Uriel Hernández-Salinas
Instituto Politécnico Nacional

68 PUBLICATIONS 563 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Raciél Cruz-Elizalde
Autonomous University of Queretaro

70 PUBLICATIONS 518 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Christian Berriozabal Islas
Universidad Politécnica de Quintana Roo

53 PUBLICATIONS 256 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Mediciones de la biodiversidad [View project](#)



Evolution of coloration patterns in lizards [View project](#)

Factores que amenazan la biodiversidad de anfibios y reptiles

Aurelio Ramírez Bautista, Uriel Hernández Salinas, Raciél Cruz Elizalde y Christian Said Berriozabal Islas

Introducción

La biodiversidad se encuentra amenazada por diversos factores antrópicos como la tala inmoderada, el cambio de uso del suelo, la fragmentación de hábitats y el calentamiento global (Primack *et al.* 2001). Lo anterior propicia la degradación acelerada de los ecosistemas, y la desaparición de un gran número de especies vegetales y animales (Primack *et al.* 2001). El efecto antrópico sobre la tasa de extinción se ha intensificado en las últimas cuatro décadas, particularmente sobre los vertebrados (Reid y Miller 1989, Primack *et al.* 2001, Berriozabal-Islas *et al.* 2018).

Paradójicamente, la diversidad de la herpetofauna (anfibios y reptiles) registrada para México ha aumentado en los últimos 15 años, de modo que se reportan 378 especies de anfibios y 849 reptiles (cuadro 1; Wilson *et al.* 2013a, b); no obstante, este aumento se debe al hallazgo de nuevas especies distribuidas en ambientes de poca accesibilidad (incremento en el esfuerzo de recolecta) y a un mayor análisis de descripción por parte de especialistas. Por lo tanto, muchas especies aún no descritas se encuentran en vías de extinción debido a las actividades humanas sobre los ecosistemas (Primack *et al.* 2001).

Para el caso de Hidalgo, se reportan 54 especies de anfibios y 140 de reptiles (cuadro 1), y continuamente se realizan nuevos registros para las provincias biogeográficas Sierra Madre Oriental, Altiplano Mexicano, Faja Volcánica Transmexicana y Golfo de México, en regiones que han sido poco exploradas

(Hernández-Salinas 2009, Ramírez-Bautista *et al.* 2014, Badillo-Saldaña *et al.* 2015, Berriozabal-Islas *et al.* 2015).

El presente capítulo se basa en el trabajo sobre los anfibios y reptiles de Hidalgo generado durante más de 14 años (ver Ramírez-Bautista *et al.* 2014), en relación con las especies más vulnerables a la extinción local por actividades antrópicas. Se resalta la importancia ecológica del grupo y el efecto de la acelerada transformación de los ecosistemas (Ramírez-Bautista *et al.* 2017), principalmente por el cambio de uso del suelo, el comercio ilegal, los usos y percepciones, la introducción de especies exóticas y las enfermedades emergentes (Ramírez-Bautista *et al.* 2009).

Importancia

Los anfibios y reptiles se consideran especies bioindicadoras debido a que pueden representar, con bastante precisión, la calidad y salud del ambiente en el que viven. Los reptiles son considerados eslabones tróficos de suma importancia, pues sirven de alimento para otros organismos como aves y mamíferos. Además, las lagartijas son un grupo funcional indispensable en los ambientes que habitan, ya que son controladores de las poblaciones de insectos, lo que genera altos beneficios sociales y ambientales. Sin embargo, la diversidad de la herpetofauna (particularmente los anfibios) disminuye a mayor velocidad que en otros grupos de animales, a causa de la combinación de los factores

Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde y C. Berriozabal-Islas. 2021. Factores que amenazan la biodiversidad de anfibios y reptiles. En: *La biodiversidad en Hidalgo. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 411-420.

Cuadro 1. Número de especies de anfibios y reptiles presentes en México e Hidalgo.

Clase	Orden	México		Hidalgo	
		Número de especies	Especies endémicas ¹	Número de especies ¹	Especies endémicas ²
Amphibia	Caudata	139	111 (80)	15 (11)	14
	Anura	237	139 (59)	39 (16)	21
	Gymnophiona	2	1 (50)	0	0
Reptilia	Testudines	48	18 (38)	6 (13)	3
	Sauria	413	264 (64)	44 (11)	25
	Serpentes	385	203 (53)	89 (23)	42
	Crocodylia	3	0	1 (33)	0
Total		1 227	736 (60)	194 (16)	105

¹ Los valores entre paréntesis en esta columna indican el porcentaje respecto al total nacional. ² Especies endémicas a México con distribución en Hidalgo. Fuente: Wilson *et al.* 2013a, b, Ramírez-Bautista *et al.* 2014.

señalados previamente. La desaparición de herpetofauna en el ecosistema conlleva al aumento de las poblaciones de sus presas, lo que causa un desequilibrio tanto en la capacidad de carga del ambiente como en la dinámica poblacional de otras especies (Beschta y Ripple 2009, Ritchie y Johnson 2009).

Fragmentación y cambio de uso del suelo

La fragmentación del paisaje y el cambio de uso del suelo son dos de los principales factores que originan pérdida del hábitat, y representan importantes amenazas a la diversidad al causar la extinción local y regional de especies. La construcción de vías de comunicación como carreteras (federales y urbanas), entre otras obras de infraestructura, son algunas de las principales causas de fragmentación de las poblaciones de anfibios y reptiles, lo que ocasiona que la reproducción se lleve a cabo entre pocos integrantes de una misma población (endogamia), y por lo tanto, la pérdida de la variedad de sus características heredables (diversidad genética; Altieri

y Anderson 1992, Primack *et al.* 2001). Este proceso genera la reducción del tamaño efectivo de la población,¹ lo que podría ocasionar severos daños a las características de la historia de vida (p.e. reproducción, cuidado parental) de las poblaciones (Serna-Lagunes y Díaz-Rivera 2011), particularmente para las especies endémicas (aquellas que solo habitan áreas específicas), ya que la persistencia de endogamia favorece la extinción de poblaciones aisladas (Allendorf *et al.* 2014).

En ambientes húmedos y templados de montaña, que son los entornos con la mayor riqueza de especies de salamandras, la fragmentación ocasiona su extinción local por falta de refugios y sitios adecuados para la reproducción (Ramírez-Bautista *et al.* 2014). Por su parte, las especies consideradas como raras (p.e. la culebra *Chersodromus rubriventris*, figura 1), que han sido desplazadas de sus hábitats a causa de la fragmentación, suelen ser más vulnerables a la extinción (ya que son más sensibles a los cambios ambientales) en comparación con las especies abundantes (p.e. las lagartijas *Sceloporus grammicus* y *S. spinosus*), que toleran sus efectos y

¹ Se refiere al tamaño de una población ideal que presentaría la misma cantidad de desviaciones genéticas de manera aleatoria que la población real.



Figura 1. Culebra *Chersodromus rubriventris* en Chilijapa, Tepehuacán de Guerrero. Foto: Christian Berriozabal Islas.



Figura 2. Rana *Lithobates berlandieri* en Agua Zarca, Tenango de Doria. Foto: Uriel Hernández Salinas.

pueden vivir en zonas completamente alteradas por el ser humano.

El cambio de uso del suelo relacionado con la urbanización también ha afectado diversas poblaciones de anfibios. En la periferia de la ciudad de Pachuca, en 2006, se podían encontrar cuerpos de agua temporales (en época de lluvias), en los que se observaban anfibios como sapitos (*Spea multiplicata*), ranas (*Lithobates berlandieri*, figura 2) y ajolotes (*Ambystoma velasci*, figura 3), además de reptiles como lagartijas (*S. spinosus*, figura 4; *S. grammicus*, figura 5), culebras (*Pituophis deppei*) y serpientes de cascabel (*Crotalus aquilus*; Ramírez-Bautista *et al.* 2014); todos ellos actualmente son escasos. Estas extinciones locales a nivel poblacional también se han reportado en el Parque Nacional El Chico, en la rana de árbol *Plectrohyla robertsororum* (Rabb y Mossiman 1955). El calentamiento global ha generado la desecación de una importante cantidad de cuerpos de agua estacionales y permanentes, lo que pone en riesgo a especies que pasan alguna parte de su ciclo de vida en ellos.

Comercio ilegal

A menudo la preservación de la biodiversidad entra en conflicto con otras necesidades humanas, así el fenómeno de la pobreza, presente en diversas zonas rurales de Hidalgo, lleva a la población a la extracción de recursos naturales. En el caso de la herpetofauna, la extracción ilegal ha ocurrido durante décadas en diferentes regiones del estado;

algunos reptiles como las tortugas *Kinosternon herrerae* y *K. hirtipes*, y anfibios como el ajolote *A. velasci* son comercializadas en mercados de la ciudad de Pachuca por personas provenientes de zonas rurales (Ramírez-Pérez 2008). Lo mismo ocurre con las ranitas arborícolas (familia Hylidae), que son traficadas como mascotas. Esta extracción excesiva de anfibios y reptiles con fines de comercialización puede reducir rápidamente sus poblaciones a nivel local.

Colectas científicas

Lamentablemente no existe un mecanismo de vigilancia permanente para inspeccionar el número de individuos de cada especie que se recolecta con fines científicos. Cabe mencionar que, si esta actividad no se realiza con un sentido ético, el recolector científico puede contribuir a la disminución de las poblaciones silvestres de estos organismos. En este contexto, es importante fortalecer los mecanismos institucionales que regulan las colectas con fines de estudio; además, deben fomentarse buenos hábitos durante las prácticas de campo de las diferentes escuelas (específicamente para biología), de modo que se recolecte lo mínimo posible.

Usos y percepciones

La conservación de los recursos naturales está fuertemente vinculada con las creencias religiosas y filosóficas establecidas por los diversos grupos humanos frente a la naturaleza. En ocasiones, tales creencias



Figura 3. Larva de ajolote *Ambystoma velasci* en Cuautepec de Hinojosa. Foto: Uriel Hernández Salinas.



Figura 4. Lagartija macho *Sceloporus spinosus*, en Atotonilco de Tula. Foto: Diego Juárez Escamilla.

han sido un factor negativo para la conservación de especies. En Hidalgo, como en otros sitios de México, muchas personas consideran que los anfibios son venenosos o pueden ocasionar enfermedades (principalmente los sapos, figura 6), por lo que muchos individuos son sacrificados.

En el caso de los reptiles, en algunas localidades del municipio Mineral del Chico y en la ciudad de Pachuca, se ha escuchado decir que si una persona es orinada por un camaleón (*Phrynosoma orbiculare*), ésta puede perder la vista. Otro ejemplo es el caso de la lagartija escorpión (*Barisia imbricata*), que en muchas áreas rurales se considera erróneamente como venenosa, al igual que la lagartija *Plestiodon lynxe*, la cual se cree que inyecta veneno por la cola. Además, se ha reportado en localidades de los municipios El Arenal y Actopan que la carne de serpientes de cascabel es efectiva para curar el cáncer, por lo que son recolectadas para secar y triturar su carne hasta obtener una especie de harina, empleada para la fabricación de píldoras. Estas especies tienen un papel muy importante en los ecosistemas como depredadores, por lo que el desconocimiento y uso irracional de este recurso puede llevar a la disminución de sus poblaciones y, con ello, al desequilibrio ecológico.

Especies exóticas

La distribución de las especies animales y vegetales está restringida por barreras ambientales (latitud, altitud, temperatura, precipitación), ecológicas

(alimento, hábitat, vegetación) y físicas (desiertos, islas, lagos, montañas). Este aislamiento geográfico ha sido clave en los procesos evolutivos de las diferentes especies del mundo (Primack *et al.* 2001). Sin embargo, el comportamiento del ser humano ha alterado fuertemente este patrón al transportar especies de un lugar a otro con fines diversos (p.e. medicinales, comerciales, ornamentales), lo que genera un fuerte desequilibrio en las poblaciones y comunidades nativas.

En Hidalgo, existen especies no nativas difíciles de erradicar (llamadas especies exóticas invasoras), como los anfibios *Rhinella horribilis* y *Lithobates catesbeianus*, los cuales generan graves problemas en los sitios que invaden, ya que se alimentan de huevos, renacuajos, larvas y adultos de anfibios; así como de reptiles adultos (culebras, lagartijas) y mamíferos pequeños (ratones), disminuyendo drásticamente las poblaciones de especies nativas y provocando la pérdida de biodiversidad regional y estatal (González *et al.* 2014).

Enfermedades emergentes

Los anfibios presentan una historia de vida compleja, que incluye una etapa larvaria acuática y una adulta de vida terrestre, haciéndolos vulnerables a alteraciones ambientales producidas en ambos medios, así como a enfermedades. Un ejemplo es la quitridiomycosis, enfermedad causada por el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis*, que afecta la piel de los anfibios y provoca su muerte (Mendoza-



Figura 5. Lagartija macho *Sceloporus grammicus* en Rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo. Foto: Uriel Hernández Salinas.



Figura 6. Sapo *Rhinella horribilis* (especie erróneamente considerada como venenosa) en el municipio Chapulhuacán. Foto: Uriel Hernández Salinas.

Almeralla *et al.* 2015). A su vez, el parasitismo ha diezmando las poblaciones de reptiles a nivel local y mundial (Stuart *et al.* 2008).

A pesar de que en Hidalgo no se ha observado evidencia de que las poblaciones de anfibios sean afectadas por enfermedades asociadas a vectores, en el Parque Nacional El Chico, investigaciones por parte del grupo de trabajo del primer autor de este capítulo, han reportado (con una frecuencia baja) ausencia o malformaciones de las extremidades traseras en la rana de árbol *Dryophytes plicatus* (Aguillón-Gutiérrez *et al.* 2018). Según los investigadores, estas malformaciones podrían deberse a un leve entrecruzamiento parental o algún factor externo, como el plomo transportado por los vehículos o el uso de insecticidas o fertilizantes en áreas de cultivos cercanas al parque. En el caso de los reptiles, se ha logrado comprobar que diversos trematodos parasitan a las lagartijas del género *Sceloporus*; sin embargo, no se conoce si estos parásitos han invadido otras especies o poblaciones, o si su efecto ha disminuido los tamaños poblacionales (Bursey y Goldberg 1991, Monks *et al.* 2008).

Como medida precautoria para mantener lo más saludables posible las poblaciones de anfibios y reptiles, es recomendable no liberar especies en sitios donde no han sido reportadas previamente, ya que podrían presentar agentes infecciosos que

se activan cuando el hospedero es liberado en un ambiente nuevo (Montali 1999, Stuart *et al.* 2008). Otra medida importante es que los investigadores encargados del monitoreo de los anfibios y reptiles utilicen recipientes individuales y sacos de manta previamente desinfectados para almacenar temporalmente a los individuos capturados, así como limpiar con desinfectante todo el equipo de campo, principalmente las botas, antes y después de introducirse a los cuerpos de agua; de esta forma se reduce la posibilidad de infección de nuevas poblaciones de anfibios y reptiles.

Especies vulnerables a la extinción y endemismos

En Hidalgo se presenta un número elevado de especies endémicas a México y vulnerables (Ramírez-Bautista *et al.* 2014), como la rana de la huasteca *Lithobates johni* (figura 7). Ésta se distribuye exclusivamente en la región centro de la Sierra Madre Oriental, requiere de cuerpos de agua con suficiencia de oxígeno para reproducirse (Ramírez-Bautista *et al.* 2014, Hernández-Austria *et al.* 2015) y se encuentra en peligro de extinción según la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010).

Otros anfibios, tales como las salamandras *Chiropterotriton arboreus*,² *C. chondrostega*,²

² Especie sujeta a protección especial conforme a la NOM-059.



Figura 7. *Lithobates johni* en Coxhuacan, Molango. Foto: Uriel Hernández Salinas.



Figura 8. *Isthmura gigantea* en Chilijapa, Tepehuacán de Guerrero. Foto: Christian Berriozabal Islas.

C. dimidiatus,² *C. chico*,³ *C. mosaueri*,^{2,3} *C. multidentatus*,² *C. terrestris*, *Isthmura gigantea* (figura 8) e *I. bellii*,⁴ que habitan regiones restringidas y altas de la Sierra Madre Oriental, se encuentran en peligro latente de desaparecer a causa de la deforestación. En el caso de los reptiles, la serpiente *Chersodromus rubriventris*,⁵ sujeta a protección especial conforme a la NOM-059 (figura 1), habita ambientes de bosque mesófilo de montaña, los cuales son talados sin control para transformarlos en potreros o cultivos (Ramírez-Bautista *et al.* 2014). Cabe destacar que en Hidalgo los anfibios están representados por 19 especies de amplia distribución y 35 endémicas; mientras que, para el caso de los reptiles, 70 especies son endémicas al país, y otras 70 son no endémicas (cuadro 1).

Estrategias de conservación

Debido a que en el estado existen áreas con un alto número de endemismos y grandes poblaciones (característica por la que estos sitios pueden ser considerados *hotspots*), durante décadas se han realizado esfuerzos por mantener y procurar la conservación de esta diversidad biológica. Hasta 2019, se han decretado 35 áreas naturales protegidas (ANP) federales, estatales y municipales (cuadro 2), donde ha sido posible registrar 19 especies de anfibios y 43

de reptiles (Ramírez-Bautista *et al.* 2014). No obstante, la conservación biológica ha sido afectada por intereses sociales y económicos de grupos reducidos, así como por políticas públicas que no tienen como prioridad la preservación o mejora de la integridad de los ecosistemas, por lo que algunas ANP continúan siendo deforestadas para la elaboración de carbón de encino, especialmente en localidades cercanas a la Reserva Privada Finca Tegalome en Tlanchinol, y en el Parque Nacional Los Mármoles (Carrillo *et al.* 2011). Este último, en la región norte del estado, es parte del área de distribución de jaguar (Morales-García *et al.* 2015).

Otra área en la que se debe poner especial atención es en el Parque Nacional El Chico, ya que es visitada por una gran cantidad de personas que acuden a sus bosques y zonas de recreación para acampar y descansar. Lamentablemente, la falta de educación ambiental ha generado que se acumulen grandes cantidades de basura en cuerpos de agua, arroyos y en el interior del bosque, a pesar de que existen contenedores y señalamientos municipales para colocar los desechos. Lo anterior reduce el hábitat disponible para diversos grupos biológicos; de no atenderse con la seriedad que implica, generará una pérdida acelerada de la biodiversidad.

³ Especie endémica a Hidalgo.

⁴ Especie amenazada conforme a la NOM-059.

⁵ Especie que desde su descripción, hace más de 65 años, no se había vuelto a reportar para el estado (Ramírez-Bautista *et al.* 2014).

Cuadro 2. Áreas naturales protegidas en Hidalgo con jurisdicción federal (F), estatal (E) y municipal (M).

Área natural protegida	Superficie (ha)	Municipio	Decreto
Parque Ecológico Cubitos	90.45	Pachuca de Soto	E
Parque Estatal Bosque El Hiloche	99.88	Mineral del Monte	E
Reserva Privada Finca Tegolome	6.00	Tlanchinol	M
Reserva Privada El Zoológico	9.46	Tepeji del Río de Ocampo	E
Mixquiapan	80.98	Acatlán	E
La Lagunilla	28.37	Singuilucan	E
El Campanario	41.50	Cuautepec de Hinojosa	E
Cascada de Cuatenahuatl	17.64	Huautla	E
Cerro El Aguacatillo	44.86	Chapulhuacán	E
Cerro La Paila-El Susto	11.98	Singuilucan	E
Cerro La Paila-Matías Rodríguez	24.27	Nopala de Villagrán	E
Cerro Nopala y La Estancia	1 753.75	Apan	E
Alcantarillas	911.39	Apan	E
Cocinillas	77.80	Apan	M
La Gloria	59.58	Apan	M
Tezoyo	43.40	Almoleya	M
Coatlaco	231.80	Almoleya	M
Rancho Nuevo	627.61	Singuilucan	M
San Mateo Tlajomulco	484.36	Tepeapulco	M, E
Matías Rodríguez	1 068.66	Huichapan	E
Bondojito	67.97	Huichapan	E
Dandhó	30.00	Huichapan	E
Dothí	20.00	Huichapan	E
Mamithí	10.00	Huichapan	E
Zóthe	20.00	Huichapan	E
La Cañada Huixcazdha	234.00	Huichapan	M
Rancho Huixcazdha	392.00	Huichapan	M
La Laguna	115.00	Huichapan	M

Cuadro 2. Continuación.

Área natural protegida	Superficie (ha)	Municipio	Decreto
Rancho Ñathu	216.06	Huichapan	E
Arroyo Nogales	164.37	Huichapan	E
Cruz de Plata	399.82	Atotonilco El Grande	E
Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán	96 042.90	Acatlán, Atotonilco el Grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztitlán, San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles	F
Parque Nacional El Chico	2 739.00	Mineral del Chico	F
Parque Nacional Los Mármoles	23 150.00	Zimapán, Jacala de Ledezma, Pacula y Nicolás Flores	F
Parque Nacional Tula	99.50	Tula de Allende	F
Total	129 414.50		

El total de la superficie conformado por las ANP de Hidalgo representa 1.3% de la superficie prioritaria de conservación en el estado. Fuente: Cano *et al.* 2016, CONANP 2017.

Un grupo de anfibios que puede ser utilizado como especie bandera como parte de un plan de protección y conservación de un área natural, es el de los pletodóntidos (salamandras). Estos habitantes de los bosques templados de montaña (bosque de pino, pino-encino y mesófilo), presentan una gran diversidad y endemismos en la Sierra Madre Oriental dentro de Hidalgo (Ramírez-Bautista *et al.* 2014). Otro ejemplo son las serpientes de cascabel del grupo *triseriatus*, que habitan ambientes de montaña a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana. Ambos grupos de especies están amenazadas, debido a que su hábitat o nicho (sitio donde un individuo vive y obtiene todo lo necesario para sobrevivir: alimento, pareja, hogar) se encuentra fuertemente fragmentado y alterado por procesos de origen antropogénico.

Para proponer estrategias efectivas para la conservación de los anfibios y reptiles en Hidalgo, es esencial contar con conocimientos básicos sobre su distribución, el comportamiento de sus poblaciones

y su biología. A partir de este conocimiento se podrían actualizar las listas de especies registradas bajo las categorías de protección de la legislación ambiental nacional e internacional. La identificación de las especies y poblaciones en peligro de desaparecer permitirá generar estrategias para su conservación.

Conclusiones

La disminución de cuerpos de agua temporales y áreas con vegetación original ha afectado a muchas poblaciones de anfibios y reptiles (especialmente en zonas urbanas), y ha tenido consecuencias irreversibles sobre la biodiversidad. Las estrategias para la conservación de este grupo requieren la cooperación de las instituciones dedicadas a la preservación del ambiente, el apoyo de gobiernos municipales, estatales y federales, y el respaldo ciudadano alrededor de un objetivo público común: la conservación de los ecosistemas donde habitan (Caballero-Cruz *et al.* 2016).

Para esto es importante hacer propuestas a los ciudadanos de las comunidades rurales y urbanas, que contribuyan a cambiar su percepción sobre estos elementos de la biodiversidad, y que se vinculen al aprovechamiento en actividades económicas no sustractivas como el senderismo y el turismo de observación de flora y fauna, los cuales pueden ser una fuente alternativa de ingresos económicos, como ocurre en Estados Unidos, Canadá y algunos países sudamericanos (Donohoe y Needham 2006). De esta forma se reduciría el impacto sobre las poblaciones de fauna silvestre locales (López-Medellín e Íñigo 2009).

También es recomendable el fortalecimiento de los mecanismos institucionales de vigilancia que

regulan las colectas con fines científicos, de manera que se fomenten recolectas mínimas (al sustituir la extracción por material fotográfico), y que los especímenes colectados sean catalogados y depositados en colecciones científicas registradas ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Finalmente, se debe promover la conservación de los diferentes hábitats y ecosistemas, para que la herpetofauna pueda vivir y reproducirse (Ramírez-Bautista *et al.* 2014); de no ser así, se presentará una baja o nula variabilidad genética en su área de distribución, lo que conducirá a la extinción de las especies a nivel local e incluso global.

Referencias

- Aguillón-Gutiérrez, D.R., A. Ramírez-Bautista y C. Romo-Gómez. 2018. Spectrochemical analysis of tissues of frog *Dryophytes plicatus* tadpoles (Amphibia: Hylidae) developing under lead and iron pollution. *Journal of Environmental Science and Management* 21(1):74-81.
- Altieri, M.A. y M.K. Anderson. 1992. Peasant farming system modernization and the conservation of crop genetic resources in Latin America. En: *Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management*. P.L. Fielder y S.K. Jain (eds.). Springer, Reino Unido, pp. 49-64.
- Allendorf, F.W., O. Berry y N. Ryman. 2014. So long to genetic diversity, and thanks for all the fish. *Molecular Ecology* 23(1):23-25.
- Badillo-Saldaña, L.M., A. Ramírez-Bautista, D. Lara-Tufiño *et al.* 2015. Diversity and conservation status of the herpetofauna for an area from north of Hidalgo, Mexico. *Cuadernos de Herpetología* 29(2):131-139.
- Berriozabal-Islas, C., L.M. Badillo-Saldaña, A. Ramírez-Bautista *et al.* 2015. Effects of habitat disturbance on lizard functional diversity in a tropical dry forest of the Pacific coast of Mexico. *Tropical Conservation Science* 10:1-11.
- Berriozabal-Islas, C., A. Ramírez-Bautista, R. Cruz-Elizalde y U. Hernández-Salinas. 2018. Modification of landscape as promoter of change in structure and taxonomic diversity of reptile's communities: an example in tropical landscape in the central region of Mexico. *Nature Conservation* 28:33-49.
- Beschta, R.L y W.J. Ripple. 2009. Large predators and trophic cascades in terrestrial ecosystems of the western United States. *Biological Conservation* 142(11):2401-2414.
- Burse, C. y S. Goldberg. 1991. *Thubunaea intestinalis* n. sp. (Nematoda: Spiruroidea) from Yarrow's Spiny Lizards, *Sceeloporus jarrovi* (Iguanidae), from Arizona, U.S.A. *Transactions of the American Microscopical Society* 110(3):269-278.
- Caballero-Cruz, P., G. Herrera-Muñoz, C. Berriozabal-Islas *et al.* 2016. Conservación basada en la comunidad: importancia y perspectivas para Latinoamérica. *Estudios Sociales* 26(48):337-353.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2017. *Listado de las áreas naturales protegidas de México*. En: <<https://www.gob.mx/conanp>>, última consulta: 11 de julio de 2018.
- Cano, L., R. Rodríguez, R. Valdez *et al.* 2016. Representatividad de la vegetación de las áreas naturales protegidas (ANP) del estado de Hidalgo, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 3:88-97.
- Carrillo, A., V. Bustamante, F. Garza y R. Froughback. 2011. Factores económicos en la producción de carbón vegetal. En: *Economía en el manejo sustentable de los recursos naturales*. F. Garza y A. Carrillo (eds.). Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Autónoma de Nuevo León, México, pp. 112-126.
- Donohoe, H.M. y R.D. Needham. 2006. Ecotourism: the evolving contemporary definition. *Journal of Ecotourism* 5(3):192-210.
- González, A.I., Y. Barrios, G. Born-Schmidt y P. Koleff. 2014. El sistema de información sobre especies invasoras. En: *Especies acuáticas invasoras en México*. R. Mendoza y P. Koleff (coords.). CONABIO, México, pp. 95-112.
- 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 de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86(1):269-271.