

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/325229028>

# Biodiversidad del estado de Hidalgo

Chapter · January 2017

CITATIONS

0

READS

353

10 authors, including:



[Irene Goyenechea](#)

Autonomous University of Hidalgo

93 PUBLICATIONS 413 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Jesus Castillo](#)

Autonomous University of Hidalgo

42 PUBLICATIONS 193 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Norma L. Manriquez-Morán](#)

Autonomous University of Hidalgo

120 PUBLICATIONS 402 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Raciél Cruz-Elizalde](#)

Autonomous University of Queretaro

71 PUBLICATIONS 532 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

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



Biogeografía [View project](#)



Biodiversity [View project](#)

# Biodiversidad del estado de Hidalgo

TOMO II

Editores

Aurelio Ramírez-Bautista  
Arturo Sánchez-González  
Gerardo Sánchez-Rojas  
Consuelo Cuevas-Cardona



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DEL ESTADO DE HIDALGO



Pachuca de Soto, Hidalgo, México  
2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Adolfo Pontigo Loyola  
Rector

Saúl Agustín Sosa Castelán  
Secretario General

Jorge Augusto del Castillo Tovar  
Coordinador de la División de Extensión de la Cultura

Orlando Ávila Pozos  
Director del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

**Fondo Editorial**

Alexandro Vizuet Ballesteros  
Director de Ediciones y Publicaciones

Juan Marcial Guerrero Rosado  
Subdirector de Ediciones y Publicaciones

Cuidado de edición: los editores  
Ilustración de portada: José Daniel Lara Tufiño  
Diseño de portada: Martha L. Sánchez García

Primera edición, 2017

D. R. © Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Abasolo 600, Col. Centro, Pachuca de Soto, Hidalgo, México, C. P. 42000

Dirección electrónica: [editor@uaeh.edu.mx](mailto:editor@uaeh.edu.mx)

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta edición sin el consentimiento escrito de la UAEH.

ISBN Obra completa: 978-607-482-500-8  
ISBN Tomo II: 978-607-482-502-2

*Impreso y hecho en México*

## DIVERSIDAD DE ANFIBIOS DEL ESTADO DE HIDALGO

Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea, Jesús Martín Castillo-Cerón, Norma L. Manríquez-Morán, Raciél Cruz-Elizalde, Uriel Hernández-Salinas, Daniel Lara-Tufiño, Christian Berriozabal-Islas, Luis M. Badillo-Saldaña, Diego Juárez-Escamilla, y Aurelio Ramírez-Bautista

### RESUMEN

En este trabajo se presenta el inventario de los anfibios del estado de Hidalgo, el cual se ha incrementado significativamente a lo largo de los últimos seis años de muestreo exhaustivo, y se complementó con información bibliográfica reciente. En el año 2006 se consideraban un poco más de 20 especies de anfibios y el listado más reciente indica que Hidalgo cuenta con 53, distribuidas principalmente en los bosques templados húmedos localizados a lo largo de la Sierra Madre Oriental. Además, se compara la distribución de estos por regiones biogeográficas y por ecorregiones, y se analiza la situación de los anfibios en las Áreas Naturales Protegidas del estado. Se trata también de los usos y posibles amenazas que enfrentan, así como de algunas perspectivas para su conservación.

**Palabras clave:** Anuros, caudados, diversidad, regiones biogeográficas, riqueza de especies.

### INTRODUCCIÓN

Los anfibios vivientes conforman un grupo monofilético dentro de los tetrápodos, que se diferencian de los otros vertebrados porque presentan una piel lisa o verrugosa altamente vascularizada, con glándulas que humectan y lubrican la piel; algunos grupos secretan toxinas para defenderse de sus depredadores (por ejemplo, la familia Bufonidae); presentan huevos sin membranas extraembrionarias y son los únicos tetrápodos que sufren metamorfosis (excepto los géneros *Eleutherodactylus* y *Craugastor*), características que les hacen dependientes de los ambientes húmedos para evitar la desecación (Duellman y Trueb, 1994; Castillo-Cerón y Goyenechea, 2012; Vitt y Caldwell, 2014). Debido a que son ectotérmicos (para regular su temperatura dependen fundamentalmente de una fuente de calor externa como la radiación solar), su grado de actividad y frecuencia de alimentación aumenta o disminuye de acuerdo a la temperatura del ambiente (Goyenechea y Castillo-Cerón, 2012; Vitt y Caldwell, 2014).

Los anfibios actuales se clasifican en tres grandes clados que cuentan con características morfológicas, moleculares, conductuales y de historia natural (ecología) que los diferencia entre sí: Gymnophiona (cecilias), Caudata (salamandras) y Anura (ranas y sapos; Vitt y Caldwell, 2014). Se calcula que en el mundo existen unas 200 especies de cecilias, aproximadamente 655 especies de salamandras y más de 6,200 especies de ranas y sapos (Parra-Olea *et al.*, 2014). Los Gymnophiona o Ápoda, conocidos como cecílicos, son un grupo que puede distinguirse fácilmente por presentar un cuerpo delgado, alargado, anillado y sin extremidades (Halliday y Adler, 2007), semejantes a los gusanos de tierra. Presentan la cabeza en forma de una cuña afilada y fuertemente osificada, que usan para cavar; la cola es de forma roma, es decir, termina en forma de un corte, no en punta; son de hábitos hipogeos (viven bajo la tierra y pantanos). Todas las cecilias llevan a cabo fertilización interna, en general depositan sus huevos en lugares húmedos y las larvas, al eclosionar, se trasladan al agua (Goyenechea y Castillo-Cerón, 2012; Vitt y Caldwell, 2014).

La distribución de este grupo es Pantropical, es decir en las zonas tropicales del mundo; sin embargo, en México solo se conocen dos especies de cecilias que se distribuyen en los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas (Parra-Olea *et al.*, 2014), por lo que estas no se encuentran representadas en el estado de Hidalgo.

Los Caudata o Urodela, conocidos como salamandras son anfibios con cola y cuerpos alargados, de forma cilíndrica cabeza y cuello bien diferenciados, con un par de miembros anteriores y otro posterior (Halliday y Adler, 2007; Vitt y Caldwell, 2014). Las salamandras son un grupo ecológicamente muy diverso, las hay desde

completamente acuáticas, otras hipogeas, terrestres o arborícolas, ya que pueden vivir en epífitas, por ejemplo, en bromelias que se establecen en la copa de los árboles (Heyer *et al.*, 1994). En este grupo se encuentran algunas especies con larvas neoténicas (que alcanzan su madurez sexual en estado larval, por ejemplo *Ambystoma mexicanum*). Pueden respirar por branquias internas, externas, piel o pulmones; los integrantes de la familia Plethodontidae, una de las familias más diversas en México, carecen de pulmones y la respiración en ellos se lleva a cabo por medio de la piel (Vitt y Caldwell, 2014).

Los Caudata se distribuyen generalmente en la región Holártica, en ambientes templados de montaña de los bosques de América del Norte (Vitt y Caldwell, 2014), pero también hay salamandras de la familia Plethodontidae (Bolitoglossinae) en los trópicos de América (Parra-Olea *et al.*, 2014). En el estado de Hidalgo se pueden encontrar salamandras, principalmente en los bosques mesófilos de montaña y de pino-encino (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014).

El orden Anura o Salentia, representado por las ranas y los sapos, son el grupo más abundante y diverso entre los anfibios, por lo que se distribuyen en todos los continentes; además son morfológica, fisiológica y ecológicamente muy diversos (Vitt y Caldwell, 2014). En los anuros, el cuerpo carece de cola en estado adulto, las extremidades anteriores y posteriores se encuentran bien desarrolladas y el tronco es corto. Generalmente en este grupo los miembros posteriores son largos, más que la longitud del cuerpo, para facilitar su locomoción en forma de saltos. Presentan un hueso llamado urostilo, que se forma de la fusión de las vértebras caudales, y que junto con el ilion conforman una estructura muy resistente al momento del salto (Halliday y Adler, 2007). No todos los anuros saltan largas distancias y presentan diferencias morfológicas de acuerdo a su forma de vida: por ejemplo, el sapo *Rhinella marina* da brinco muy pequeños para desplazarse de un sitio a otro, mientras que otros anuros son completamente acuáticos o bien con vida anfibia (terrestre y acuática), como son las especies del género *Lithobates*, quienes sincronizan sus miembros posteriores para impulsarse, pero otros simplemente caminan (dan saltos pequeños) en el medio terrestre, como las especies de las familias Craugastoridae, Eleutherodactylidae, Leptodactylidae, Microhylidae, y algunas especies de la familia Bufonidae. Entre los anuros es muy frecuente la fecundación externa al ocurrir el amplexo, con oviposición en charcas, sobre la vegetación, sitios húmedos o simplemente en el suelo, generalmente presentan una metamorfosis completa (Haddad y Prado, 2005).

Los anfibios se distribuyen ampliamente, desde los polos hasta los trópicos (Wilson *et al.*, 2010), en los segundos es en donde ocurre la mayor diversidad de especies a consecuencia de la elevada heterogeneidad ambiental, la cantidad de tipos de microhábitats y eventos de diversificación (Wiens, 2012); mientras que en los polos la diversidad es baja debido a que los factores ambientales (temperatura y humedad adecuadas) necesarios para vivir y reproducirse son adversos (Lavín-Murcio y Lazcano, 2010). Se conocen solo cinco especies que pueden soportar temperaturas de hasta  $-8^{\circ}\text{C}$  (Vitt y Caldwell, 2014). Asimismo, los anfibios se encuentran representados en una amplia gama de tipos de vegetación como matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque de coníferas y bosque mesófilo de montaña, entre otros (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014; Vitt y Caldwell, 2014).

En cada uno de los ambientes mencionados existen grupos de especies característicos de los mismos, por ejemplo, las especies de salamandras pletodóntidas se encuentran en ambientes templados de montaña, como es el bosque mesófilo de montaña o bosque de coníferas, en altitudes de 2,500 a los 4,000 msnm (Parra-Olea *et al.*, 2014; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014), o bien, algunos anuros como *Spea multiplicata* que habita en ambientes de matorral xerófilo, desde los 1,500 a los 2,500 msnm (Huitzil-Mendoza y Goyenechea, 2011; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014).

Históricamente, los anfibios han sido poco estudiados en Hidalgo. Los primeros trabajos en los que se hace referencia sobre los anfibios del estado son los de Martín del Campo (1936, 1937), Smith y Taylor (1948) y Smith y Smith (1976). A finales del siglo XX se continuó con los estudios de los anfibios en diversas regiones del estado (Mendoza-Quijano, 1990; Camarillo-Rangel y Casas-Andreu, 1998). En los últimos años se ha incrementado el número de publicaciones sobre numerosos aspectos de los anfibios (Mendoza-Quijano

*et al.*, 2006; Huitzil-Mendoza, 2007; Ramírez-Pérez, 2008; Hernández-Salinas, 2009; Cruz-Elizalde, 2010; Fernández-Badillo y Goyenechea, 2010; Vite-Silva *et al.*, 2010; Huitzil-Mendoza y Goyenechea, 2011; Hernández-Salinas y Ramírez-Bautista, 2012; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Recientemente, Parra-Olea *et al.* (2014) mencionaron 33 especies de anfibios para el estado de Hidalgo; sin embargo, Ramírez-Bautista *et al.* (2014) registran 53 especies y más recientemente, Lemos-Espinal y Smith (2015) mencionan 54 especies de anfibios para el estado.

## MÉTODO

Para elaborar el inventario de los anfibios del estado de Hidalgo se consultó literatura, la base de datos generada en el proyecto “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo (tercera etapa)” FOMIX-CONACyT Hidalgo 191908 y se realizó un extenso trabajo de campo desde el año 2004 hasta el 2013, en el que se recolectaron los anfibios encontrados mediante búsqueda directa en los distintos tipos de vegetación correspondientes a las ecorregiones y provincias biogeográficas del estado. Una vez obtenida la lista de especies, se analizó su distribución tanto por provincia biogeográfica como por ecorregión, así como la situación de los anfibios en las Áreas Naturales Protegidas del estado. Se obtuvo el estatus de conservación de las especies con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y en la IUCN (2014).

Los nombres científicos fueron actualizados hasta el mes de septiembre de 2016, considerando los cambios taxonómicos en Caudados por Rovito *et al.* (2015), y anuros-hílicos de Duelman *et al.* (2016).

## RESULTADOS

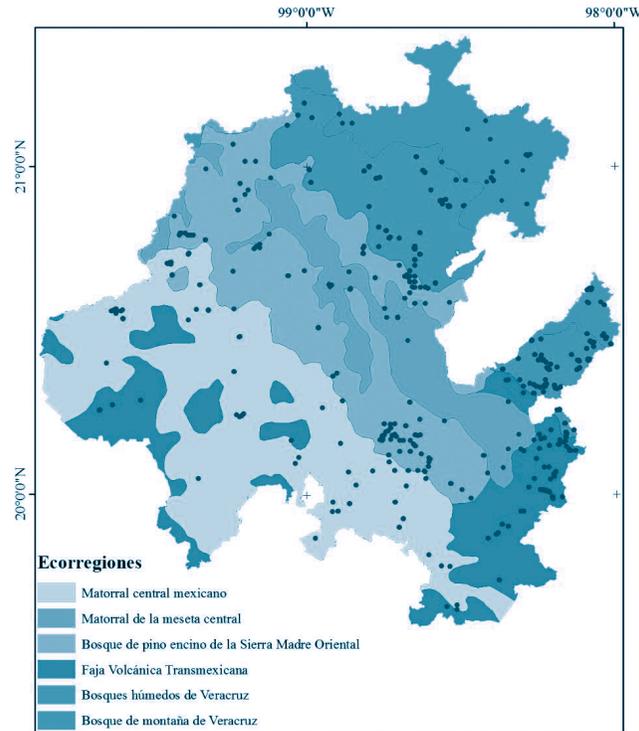
### Diversidad de especies

Como resultado del proyecto “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo” se ha registrado a 49 especies de anfibios; aunque al combinar todas las fuentes de información disponibles, Ramírez-Bautista *et al.* (2014) registran 53 especies que corresponden a 14 caudados y 39 anuros, representados por tres y ocho familias, respectivamente (Anexo 1; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014) y Lemos-Espinal y Smith (2015) a 54 especies, 14 caudados y 40 anuros. Cabe señalar que existen discrepancias entre las especies incluidas en las listas de los autores previamente mencionados, las cuales se analizan y discuten.

Dentro del Orden Caudata, la familia Plethodontidae es la más diversa, con 12 especies; esta familia está representada por cinco géneros: *Chiropetrotriton* con seis taxones, *Pseudoeurycea* e *Isthmura* con 2 especies, y *Aquiloerycea* y *Bolitoglossa* con una especie. Por otro lado, las familias Ambystomatidae y Salamandridae se encuentran representadas por una especie cada una. La familia Ambystomatidae está representada por *Ambystoma velasci* (se ha mencionado la presencia *A. mexicanum* en la laguna de Tecocomulco, sin que haya registros que aseguren la presencia de esta especie para la localidad), mientras que la familia Salamandridae está representada por *Notophthalmus meridionalis*. En el Orden Anura, la familia Hylidae es la más diversa, con 15 especies, seguida de la familia Bufonidae, con seis; las familias Eleutherodactylidae y Ranidae están representadas con cinco cada una, la familia Craugastoridae, con cuatro y la familia Leptodactylidae, con dos. Las familias Microhylidae y Scaphiropodidae son las menos ricas, representadas por una especie cada una (Anexo 1).

### Distribución geográfica y endemismos

El estado de Hidalgo cuenta con una extensión territorial de 20,905.12 km<sup>2</sup>, lo que lo sitúa en el lugar 26 de las 32 entidades federativas de México. Sin embargo, a pesar del área que ocupa, en el estado se presenta una gran variedad de climas y tipos de vegetación, efecto de su ubicación y compleja topografía, así como la ocurrencia de porciones de cuatro importantes provincias biogeográficas de México, la Sierra Madre Oriental (SMO), la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), el Altiplano Mexicano (AM) y el Golfo de México (GM; Morrone, 2014) y de seis ecorregiones, los bosques de montaña de Veracruz, los bosques húmedos de Veracruz, la Faja Volcánica Transmexicana, el matorral central mexicano, el matorral de la meseta central y los bosques de pino encino de la Sierra Madre Oriental (Fig. 2; Olson *et al.*, 2001).



**Figura 2.** Mapa de Hidalgo en donde se muestran las seis ecorregiones según Olson *et al.* (2001), y la ocurrencia de anfibios dentro de ellas de acuerdo con los registros de la base de datos del proyecto “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo (tercera etapa)”.

Estas características geográficas y ecológicas dan como resultado una alta diversidad de especies de anfibios en Hidalgo, en comparación con estados más grandes como Chihuahua, que es el estado más grande de México y presenta solo 34 anfibios (Lemos-Espinal y Smith, 2007) o San Luis Potosí que ocupa el lugar 15 en extensión territorial y cuenta con 41 especies (Lemos-Espinal y Dixon, 2013) y con estados más pequeños como Querétaro que se sitúa por debajo de Hidalgo en el lugar 27 por su extensión territorial y es un estado vecino de Hidalgo que solo cuenta con 29 especies de anfibios (Dixon y Lemos-Espinal, 2010) o Aguascalientes, que ocupa el lugar 29 en extensión y que cuenta solo con 16 especies de anfibios (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005).

En el estado de Hidalgo se encuentran representados 10 de los 13 tipos de vegetación reconocidos para México (Cuadro 1; Rzedowski, 2006). La riqueza de especies de anfibios por tipos de vegetación es mayor en ambientes templados como el bosque mesófilo de montaña (BMM), el bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ), el bosque de *Quercus* (BE), y en el ambiente tropical, el bosque tropical perennifolio (BTP; Cuadro 1). El BMM presenta la mayor riqueza con 36 especies, el BTP con 26, el BPQ con 22, y el BQ con 19, y en menor grado, el resto de las comunidades vegetales, donde los ambientes áridos como el matorral submontano (MSM) y matorral xerófilo (MX) presentan la menor riqueza, con 10 y nueve especies, respectivamente (Cuadro 1, Anexo 1).

**Cuadro 1.** Tipos de vegetación presentes en el estado de Hidalgo (BMM = bosque mesófilo de montaña, BTP = bosque tropical perennifolio, BPQ = bosque de *Pinus-Quercus*, BQ = bosque de *Quercus*, R = vegetación riparia, P = potrero, BTC = bosque tropical caducifolio, BP = bosque de *Pinus*, MSM = matorral submontano, MX = matorral xerófilo), y número de especies de anfibios que ocurren en cada ambiente.

Tipos de vegetación	Riqueza de anfibios
BMM	36
BTP	26
BPQ	22
BQ	19
BTC	17
R	17
P	16
BP	10
MSM	10
MX	9

Si se considera a las provincias biogeográficas que ocurren en el estado, la Sierra Madre Oriental (SMO) presenta la mayor riqueza, con 47 especies, seguida de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) con 28, el Altiplano Mexicano (AM) con 25, y el Golfo de México (GM) con 23 (Anexo 1). Mientras que al tomar en cuenta las ecorregiones presentes en el estado, la región de los bosques de montaña de Veracruz cuenta con la mayor riqueza de especies, con 32, seguida de los bosques de pino encino de la Sierra Madre Oriental, con 28. La tercer ecorregión en importancia por su riqueza de anfibios la constituye la Faja Volcánica Transmexicana con 19 especies, el cuarto lugar le corresponde a la región de los bosques húmedos de Veracruz con 20, con 11 taxones la región del matorral central mexicano constituye el quinto lugar en cuanto a riqueza, y la meseta central mexicana es la ecorregión que contiene el menor número de anfibios con tan solo nueve especies (Cuadro 2).

Un aspecto de mayor relevancia en la fauna de anfibios del estado de Hidalgo, es que en este se distribuyen 34 especies endémicas de México, lo que representa el 64.2%, mientras que en el estado se distribuyen 19 especies (35.9%) no endémicas (Anexo 1). Los anuros presentan un mayor número de especies endémicas (21 especies) que las salamandras (13 especies); de estas cifras destacan los anuros hylidos: *Bromeliohyala dendroscarta*, *Charadrahyla taeniopus* y *Sarcohyala robertsonorum* y, para las salamandras, las especies del género *Chiropetrotriton* como *Chiropetrotriton multidentatus*, *C. terrestris*, *C. mosaueri*, *C. dimidiatus* y *C. arboreus*. Es importante señalar que las tres últimas son endémicas del estado. En el caso de las especies no endémicas, solo se presenta una especie de salamandra (*Notophthalmus meridionalis*) y 18 anuros.

**Cuadro 2.** Ecorregiones presentes en el estado de Hidalgo (BMV = Bosques de montaña de Veracruz, BHV = Bosques húmedos de Veracruz, FVT = Faja Volcánica Transmexicana, MCM = Matorral central mexicano, MeCMa = Meseta central matorral, SMO = Sierra Madre Oriental, bosques de pino encino) y número de especies de anfibios totales y por orden que ocurren en cada ecorregión. La regionalización es tomada de acuerdo a Olson *et al.* (2001).

*Ecorregión	Riqueza de anfibios	Riqueza de Anura	Riqueza de Caudata
BMV	32	22	10
SMO	28	17	11
FVT	19	13	6
BHV	20	18	2
MCM	11	9	2
MeCMa	9	7	2

### Datos del grupo en las Áreas Naturales Protegidas

En México, las estrategias de conservación han sido centradas en la preservación de los hábitats mediante la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANPs; Ceballos, 2007). En el año 2007 contaban con decreto federal 162 ANPs, que cubrían el 11.54% del territorio mexicano (CONANP, 2007). Este número se incrementó a 176 en el año 2014, lo que representa el 13.1 % del país (CONANP, 2014).

En el estado de Hidalgo se cuenta con 36 ANPs con legislación federal, estatal y/o municipal, las cuales cubren solo 139,357.56 hectáreas, es decir el 23% de la superficie prioritaria para la conservación, y el 7% de la extensión territorial del estado (INEGI, 1992). De estas, el Parque Nacional Los Mármoles (PNLM), el Parque Nacional El Chico (PNCH) y la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM) son las más importantes en el estado por su amplia cobertura territorial (Flores-Villela y Gerez, 1994; Ramírez-Bautista y Ramírez-Pérez, 2008; Vite-Silva *et al.*, 2010).

La riqueza de especies de anfibios representada en las tres ANPs es relativamente baja, con un total de 19 especies, lo que equivale al 35.9% de las especies registradas para la entidad (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). El PNLM contiene el mayor número de especies de anfibios con nueve, seguido del PNCH con ocho y la RBBM con cinco especies (Anexo 2). Los ambientes representados en las ANP's son principalmente templados y en menor número tropicales.

### Situación actual y perspectivas

A finales del siglo XX se documentó una disminución en las poblaciones de anfibios en el mundo, y se especuló acerca de la reducción de sus poblaciones. Los anfibios, al igual que toda la biota, son afectados por cambios que se dan de manera natural en la Tierra y también por los provocados por los humanos. Sin embargo, debido a sus características y su dependencia a la humedad, son muy susceptibles a los cambios ambientales, físicos y químicos del agua. Se ha documentado que los anfibios se están extinguiendo a tasas más aceleradas que otros vertebrados, y que están pasando por una de las peores crisis de extinción en su historia evolutiva (Wake y Vredenburg, 2008).

Factores como el cambio climático afectan las poblaciones de anfibios, pero también otros como la deforestación y fragmentación del hábitat, la contaminación química, la radiación ultravioleta, la lluvia ácida, así como algunos patógenos como los hongos del género *Batrachochytrium* han afectado enormemente a las poblaciones de diversos grupos. Esto ha permitido documentar que los anfibios pasan por un proceso de extinción a tasas aceleradas, comparativamente mayor a otros vertebrados y se estima que es una de las peores crisis de extinción en su historia evolutiva (Wake y Vredenburg, 2008).

En un estudio reciente, Frías-Álvarez *et al.* (2010) determinaron que los anfibios mexicanos han disminuido sus poblaciones, principalmente por la deforestación y la transformación de la vegetación original, por lo que también recomiendan desarrollar investigaciones que documenten con detalle el papel del hongo *Batrachochytrium* en la declinación de este grupo. Por otro lado, Ochoa-Ochoa *et al.* (2011) indican que otro de los problemas que enfrentan los anfibios mexicanos tiene que ver con lo restringido de sus distribuciones, por lo que se deben tomar medidas urgentes de conservación. Hidalgo tiene una de las tasas de transformación de hábitats más alta en México, muchos lugares se han convertido en potreros o en áreas urbanas y, en general, los anfibios que habitan en el estado con distribuciones restringidas son endémicos (por ejemplo, *Chiropetrotriton mosaueri*). Aunado a lo anterior, la introducción de peces (carpas para consumo humano en diversos cuerpos de agua, han puesto en riesgo a las larvas de ciertos anfibios, los cuales son depredados por dichos peces (Lazcano-Barrero *et al.*, 1986).

En particular, el conocimiento que se tiene de los anfibios en el estado de Hidalgo es aún fragmentario dado que hay pocos trabajos que investiguen exclusivamente a este grupo biológico, el cual es considerado en conjunto en estudios herpetofaunísticos (que incluyen anfibios y saurópsidos no aves), por lo que no siempre se tiene un esfuerzo de muestreo equivalente entre los dos grupos; actualmente Ramírez-Bautista *et al.* (2014) registran 53 anfibios, producto de 13 años de trabajo de campo en el estado, lo que implica un incremento de

casi el 40% en el número de especies, gracias a los trabajos de tesis realizados por distintos estudiantes de la UAEH, mientras que Lemos-Espinal y Smith (2015) mencionan la existencia de 54, por lo que es muy posible que todavía se pueda incrementar el número de anfibios conocidos para Hidalgo en el futuro próximo.

### Importancia y uso del grupo

A nivel mundial, los anfibios son considerados un grupo bioindicador de las condiciones en las que se encuentran los cuerpos de agua en sus características químicas y físicas, las cuales pueden cambiar de manera imperceptible para los seres humanos, pero que afectan a este grupo de vertebrados (Noss, 1990). Al tener la piel húmeda, los anfibios son portadores de ectoparásitos que no les causan daño, pero al resto de los organismos con los que interactúan pueden transmitirles ciertas enfermedades a través de su ingesta. Por otra parte, trabajos recientes (Bevins y Zasloff, 1990; Simmaco *et al.*, 1994; Duda *et al.*, 2002) desarrollados con las secreciones de la piel (mucus) han permitido aislar e identificar diversos polipéptidos con actividad antimicrobiana que pueden ser utilizados en el tratamiento de enfermedades provocadas por virus, bacterias o protozoarios. Asimismo, los anfibios, en particular las ranas y los sapos, tienen un papel ecológico muy importante como reguladores y controladores de las poblaciones de insectos, que de otra forma podrían convertirse en plaga (Vitt y Caldwell, 2014).

En México, como en el resto del mundo, es común su consumo; en el estado de Hidalgo son preparados en diversos guisos, ya sea temporalmente como parte de la comida exótica de las festividades de Semana Santa en el municipio de Santiago de Anaya o cotidianamente como en Tecocomulco, donde de forma tradicional consumen el ajolote (*Ambystoma velasci*), recurso que proporciona ingresos a la población de la laguna del mismo nombre, y donde actualmente se consumen de manera más comercial las ancas de rana (*Lithobates* sp.). Además, en varios municipios del estado es consumido el jarabe de ajolote (*A. velasci*) para tratar la tos. Asimismo, algunos anfibios (por ejemplo, *Lithobates catesbeianus* o *Rhinella marina*) son extraídos de la naturaleza para ser comercializados como mascotas, en la industria peletera, o transformados en artesanías en tiendas y en mercados locales (Lazcano-Barrero *et al.*, 1986).

### Conservación

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) mediante la normatividad mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) presenta un grupo de especies que se consideran en algún riesgo de conservación a nivel nacional; por otro lado, la International Union for Conservation of Nature (IUCN, por sus siglas en inglés) hace lo mismo mediante la lista roja de especies amenazadas. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, 24 especies (45.3%) se encuentran bajo alguna categoría de riesgo y 29 (54.7%) no se incluyen en la normatividad. De las 24 especies enlistadas, 15 se encuentran bajo protección especial (Pr; por ejemplo, *Ambystoma velasci*, *Chiropterotriton chondrostega*, *C. mosaueri* y *C. multidentatus*), siete amenazadas (A; por ejemplo, *Isthmura bellii*, *Aquiloerycea cephalica* y *Charadrahyla taeniopus*) y solo dos en peligro de extinción (P; *Notophthalmus meridionalis* y *Lithobates johni*; Anexo 2).

Para el caso de la IUCN (2014), el total de especies de anfibios que se registran en Hidalgo se encuentran consideradas bajo alguna categoría, aunque *C. mosaueri* está enlistada con datos insuficientes (DI). Se consideran 28 especies como de preocupación menor (LC) (por ejemplo, *Ambystoma velasci* y *Craugastor augusti*), nueve amenazadas (EN; por ejemplo, *C. chondrostega* y *Sarcohyala robertsororum*), siete vulnerables (VU; por ejemplo, *Isthmura belli* y *C. decoratus*), y cuatro como casi amenazadas (NT; por ejemplo, *Bolitoglossa platydactyla* y *Rheohyla miotypanum*) y críticamente amenazadas (CR; por ejemplo, *C. arboreus* y *Bromeliohyala dendroscata*; Anexo 2).

## DISCUSIÓN

En años recientes y como parte del proyecto “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo” se ha realizado un esfuerzo enorme para recolectar en el estado de Hidalgo, lo que ha permitido incrementar ampliamente la

lista de anfibios conocidos, por lo que el impacto del proyecto es innegable. Cuando inició, en el año 2006, se contaba con 523 registros, la mayoría bibliográficos, de tan solo 20 especies de anfibios. Actualmente, las cifras se han incrementado de manera importante, debido al trabajo de campo constante, así como al compromiso de los estudiantes, los profesores y de la comunidad en general de conservar intactos los ambientes donde se han monitoreado diversas poblaciones de este grupo, lo que ha permitido que, al finalizar el proyecto, los registros en la base de datos representen más del triple (1,923), que corresponden a 49 especies, con lo que se duplicó el número de especies registradas para el estado. Con el trabajo de Ramírez-Bautista *et al.* (2014), este número se incrementó a 53, que corresponde al 14% del total de anfibios que se distribuyen en México (372 especies). Sin embargo, aunque ya se tiene un porcentaje de completitud del 90%, el inventario estatal de anfibios es aún incompleto, ya que se han detectado individuos de estos grupos que podrían ser nuevas especies (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014). Recientemente, Lemos-Espinal y Smith (2015) mencionan la presencia de 54 especies de anfibios para Hidalgo, lo cual supondría un incremento de una especie con respecto al trabajo de Ramírez-Bautista *et al.* (2014). Sin embargo, existen diferencias notables en las listas de ambos trabajos, las cuales pueden deberse a las distintas fuentes de información consultadas o a que los autores del artículo más reciente cuentan con información no publicada. Las diferencias radican en que Lemos-Espinal y Smith (2015) no incluyen en su lista a la salamandra *Pseudoeurycea altamontana* ni a los anuros *Craugastor mexicanus*, *Eleutherodactylus guttilatus*, *Bromeliohyala dendroscarta* y *Lithobates spectabilis* probablemente por falta de datos. Sin embargo, se cuenta con ejemplares recolectados de dichas especies en distintas localidades del estado derivadas del muestreo en campo durante el proyecto y Ramírez-Bautista *et al.* (2014) mencionan su presencia en el estado. Por el contrario, Lemos-Espinal y Smith (2015) incluyen en su lista a los anuros *Craugastor berkenbuschii*, *Lithobates neovolcanicus*, *Rhinophrynus dorsalis* y *Scaphiopus couchii*; de los cuales no se recolectaron ejemplares de estas especies durante los muestreos en campo. Ramírez-Bautista *et al.* (2014) no registran estas especies en sus listados y en las revisiones bibliográficas no se incluyen dentro de los anfibios que habitan Hidalgo. Probablemente Lemos-Espinal y Smith (2015) incluyeron estas especies porque alguno de los taxones se distribuyen en estados vecinos a Hidalgo (Querétaro o San Luis Potosí). No obstante, en ese caso pudieran considerarse de posible ocurrencia en el estado.

La representación de los anfibios en el estado se incrementó considerablemente, ya que al inicio del proyecto solo se habían registrado anfibios en el 70% del territorio hidalguense, mientras que para el año 2010 se cubrió más del 85% de la superficie del estado. Sin embargo, a pesar del muestreo intensivo, el esfuerzo ha sido desigual, ya que existen zonas mejor muestreadas que otras (ver Fig. 2). Por ejemplo, casi la mitad de las especies de anfibios se han registrado en la Sierra Madre Oriental, provincia biogeográfica que resguarda una importante extensión de bosques húmedos y templados, los cuales están relativamente mejor muestreados que la parte oeste, correspondiente a la provincia del Altiplano Mexicano, en donde si bien se cuenta con ambientes áridos, también es posible encontrar algunas especies de anfibios (Huitzil-Mendoza y Goyenechea, 2011; Ramírez-Bautista *et al.*, 2010, 2014). Por lo tanto, es deseable que en un futuro cercano se realicen estudios puntuales en los sitios poco muestreados, lo que seguramente incrementará la lista de especies.

Resulta importante resaltar que más de la mitad de los anfibios que se distribuyen en Hidalgo son endémicos a México (64%; Anexo 1) y de estos hay tres especies de salamandras del género *Chiropterotriton* que son endémicas para el estado. Sin embargo, es muy posible que el número de salamandras endémicas se incremente cuando se realicen estudios detallados de taxonomía y distribución del grupo (Parra-Olea *et al.*, 2014).

Es ampliamente aceptado que las poblaciones de anfibios han disminuido drásticamente en las últimas décadas, sobre todo por la fragmentación del hábitat debido principalmente a la deforestación (Frías-Álvarez *et al.*, 2010). Los anfibios de Hidalgo no escapan a esta situación, y esto se agrava cuando solo 19 de las 53 especies de anfibios habitan dentro de alguna Área Natural Protegida, y del total, solo la mitad se encuentran enlistados en la normatividad mexicana (Anexo 2). Además, durante el desarrollo del proyecto, se logró observar poblaciones de la especie exótica *Lithobates catesbeianus*, la cual es considerada una amenaza y se registró en el Matorral Central Mexicano y en los Bosques Húmedos de Veracruz. Esta, como otras especies

introducidas, provoca serios problemas a las poblaciones nativas en términos de competencia alimentaria y puede desplazarlas de su hábitat y causar su extinción a otras especies (Bury y Whelan, 1984).

Por lo anterior y de manera optimista se espera que en el futuro cercano se tomen medidas para proteger una buena parte o la totalidad de los anfibios que viven en Hidalgo, lo que se logrará si se proponen Áreas Naturales Protegidas en diferentes tipos de vegetación, que incluyan además de los bosques templados, los ambientes xéricos y tropicales. Para lograrlo deben realizarse estudios puntuales sobre las poblaciones de anfibios, que den información taxonómica, ecológica y de salud ambiental que permita conservar, pero también aprovechar sustentablemente a las especies de anfibios de Hidalgo.

### AGRADECIMIENTOS

Al proyecto “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo” (tercera etapa) FOMIX-CONACyT 191908 por el apoyo económico y logístico para desarrollar el trabajo.

La buena conclusión de un proyecto de la envergadura de este, no habría sido posible sin la participación de los alumnos: Saúl Filemón Domínguez Guerrero, Leonardo Fernández Badillo, Arely Flores Guzmán, Oscar González Solís, Tania Vianney Gutiérrez Santillán, Juan Carlos Hernández Zenil, Julio César Huitzil Mendoza, Adriana López Mejía, Nallely Morales Capellán, Leonardo Daniel Orozco Rodríguez, Judith Teodora Pampa Ramírez y Mara Aleyda Pineda Meléndez, que a través de sus tesis de licenciatura y de grado enriquecieron los datos que se resumen en el capítulo. Los permisos de colecta científica fueron emitidos por SEMARNAT, con las siguientes claves: IGMG: FAUT-0052, NLMM, FAUT-0220; ARB: SEMARNAT08-017-A, HESSX1304811, y SEMARNAT-SGPA/DGVS/02726/10.

### LITERATURA CITADA

- Bevins, C. L. y M. Zasloff. 1990. Peptides from frog skin. *Annual Review of Chemistry*, 59:395-414.
- Bury, B. R. y J. A. Whelan. 1984. Ecology and management of the bullfrog. Fish and Wildlife Service. Washington, D. C., 23 pp.
- Camarillo-Rangel, J. L. y G. Casas-Andreu. 1998. Notas sobre la herpetofauna del área comprendida entre Zacualtipán, Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 69:231-337.
- Castillo-Cerón, J.M. e I. Goyenechea. 2012. Biología de animales III (deuterostomados), pp. 85-95. En Márquez-Luna, J. y K. González-Rodríguez (Eds.), *Introducción a la Biología de Organismos*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.
- Ceballos, G. 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: The efficiency of reserve networks. *Ecological Applications*, 17:569-578.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2007. Programa nacional de áreas naturales protegidas. D.F. México, 50 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2014. Áreas protegidas decretadas. Recuperado el 11 de diciembre de 2014 desde: [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/)
- Cruz-Elizalde, R. 2010. Análisis herpetofaunístico por tipos de vegetación en los municipios de Acaxochitlán y Cuauhtepic de Hinojosa, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México, 125 pp.
- Dixon, J. R. y J. A. Lemos-Espinal. 2010. Anfibios y reptiles del Estado de Querétaro, México. Texas A & M University, Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. D.F. México, 428 pp.
- 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, 77 pp.
- Duda, T. F., D. Vanhoye y P. Nicolas. 2002. Roles of diversifying selection and coordinated evolution in the evolution of amphibian antimicrobial peptides. *Molecular Biology and Evolution*, 19:858-864.

- Duellman, W. E. y L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, E.U.A., 670 pp.
- Duellman, W. E., A. B. Marion y S. B. Hedges. 2016. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs. (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa*, 4104:1-109.
- Fernández-Badillo, L. e I. Goyenechea. 2010. Anfibios y reptiles del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81:705-712.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad -Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México, 499 pp.
- Frías-Álvarez, P., J. J. Zúñiga-Vega y O. Flores-Villela. 2010. A general assessment of the conservation status and decline trends of Mexican amphibians. *Biodiversity and Conservation*, 19:3699-3742.
- Goyenechea, I. y J. M. Castillo-Cerón. 2012. Herpetología, pp.163-169. En Márquez-Luna, J. y K. González-Rodríguez (Eds.), *Introducción a la Biología de Organismos*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.
- Haddad, C. F. B. y C. P. A. Prado. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *Bioscience*, 55:207-217.
- Halliday, T. y K. Adler, 2007. *La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles*. Libsa, Madrid, España, 2240 pp.
- Hernández-Salinas, U. 2009. Estudio herpetofaunístico del estado de Hidalgo, México. Tesis de maestría en ciencias en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México, 200 pp.
- Hernández-Salinas, U. y A. Ramírez-Bautista. 2012. Diversity of amphibian communities in four vegetation types of Hidalgo State, Mexico. *The Open Conservation Biology Journal*, 5:25-35.
- Heyer, R., M. Donnelly, R. McDiarnid, L. Hayek y M. Foster. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institute, Washington, D.C., 354 pp.
- Huitzil-Mendoza, J. C. 2007. Herpetofauna en dos localidades en la región de Zimapán, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México, 98 pp.
- Huitzil-Mendoza, J. C. e I. Goyenechea. 2011. Primeros registros de herpetozoos en Zimapán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82:717-720.
- INEGI. 1992. *Síntesis geográfica del estado de Hidalgo*. Secretaría de Programación y Presupuesto. Aguascalientes, México, 134 pp.
- IUCN. 2014. *The 2014 IUCN red list of threatened species. Version 2014.3*. Recuperado el 10 de mayo de 2014 desde: <http://www.iucnredlist.org>.
- Lavín-Murcio, P. A., y D. Lazcano. 2010. Geographic distribution and conservation of the herpetofauna of northern 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.
- Lazcano-Barrero, M. A., Flores-Villela, O., M. Benabib, J. Hernández, M. Chávez-Peón y A. Cabrera. 1986. Estudio y conservación de los anfibios y reptiles de México: una propuesta. Cuadernos de divulgación. INIREB. D.F., México, 53 pp.
- Lemos-Espinal, J. A. y J. R. Dixon. 2013. *Amphibians and reptiles of San Luis Potosí*. Eagle Mountain Publishing, LC, Utah, 300 pp.
- Lemos-Espinal, J. A. y H. M. Smith. 2007. *Anfibios y reptiles del Estado de Chihuahua, México*. Universidad Nacional Autónoma de México, University of Colorado at Boulder y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. D.F., México, 613 pp.
- Lemos-Espinal, J. A. y G. R. Smith. 2015. Amphibians and reptiles of the state of Hidalgo, Mexico. *Check List*, 11:1-11.
- Martín del Campo, R. 1936. Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo. IV vertebrados observados en la época de secas. *Anales del Instituto de Biología*, 7:271-286.

- Martín del Campo, R. 1937. Contribución al conocimiento de los batracios y reptiles del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología*, 8:259-266.
- Mendoza-Quijano, F. 1990. Estudio herpetofaunístico en el transecto Zacualtipán-Zoquizoquiapan-San Juan Metztlán, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 97 pp.
- Mendoza-Quijano, F., G. Quijano-Manilla, y R. F. Mendoza-Paz. 2006. Análisis fenético de la herpetofauna de los bosques mesófilos de montaña del estado de Hidalgo, pp. 99-109. En Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez, y F. Mendoza-Quijano (Eds.), *Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad*. Sociedad Herpetológica Mexicana A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. D.F., México.
- Morrone, J. J. 2014. Cladistic biogeography of the Neotropical region: identifying the main events in the diversification of the terrestrial biota. *Cladistics*, 30:202-214.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4:355-364
- Ochoa-Ochoa, L. M., J. E. Bezaury-Creel, L. B. Vázquez y O. Flores-Villela. 2011. Choosing the survivors? A GIS based triage support tool for micro-endemics: application to data for Mexican amphibians. *Biological Conservation*, 144:2710-2718.
- Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burges, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'Amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnut, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao y K. R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience*, 51:933-938.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento*, 85:460-466.
- Ramírez-Bautista, A., y A. Ramírez-Pérez. 2008. ¿Sabes quién vive en el Parque Nacional El Chico? Anfibios y reptiles. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Secretaría de Educación Pública y Dirección del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. D.F., México, 28 pp.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, D. Lara-Tufiño, I. Goyenechea Mayer-Goyenechea y J. M. Casillo-Cerón. 2014. Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: diversidad, biogeografía y conservación. *Sociedad Herpetológica Mexicana A. C. Hidalgo, México*, 387 pp.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, F. Mendoza-Quijano, R. Cruz-Elizalde, B. P. Stephenson, V. Vite-Silva y A. Leyte-Manrique. 2010. Lista anotada de los anfibios y reptiles del Estado de Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., 104 pp.
- Ramírez-Pérez, A. 2008. Herpetofauna del Parque Nacional El Chico y su zona de influencia, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México, 100 pp.
- Rovito, S. M., G. Parra-Olea, E. Recuero, y D. B. Wake. 2015. Diversification and biogeographical history of Neotropical plethodontid salamanders. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 175:167-188.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Primera edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., 504 pp.
- Simmaco, M., G. Mignogna, D. Barra y F. Bossa. 1994. Antimicrobial peptides from skin secretions of *Rana Esculenta*. *The Journal of Biological Chemistry*, 269:11956-11961.
- Smith, H. M. y R. B. Smith. 1976. Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. IV Source analysis and index for Mexican amphibians. John Johnson, North Bennington, Vermont. 259 pp.
- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibian of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum*, 194:1-118.
- Vázquez-Díaz, J. y G. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y reptiles de Aguascalientes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., 318 pp.

- Vega Badillo, V. 2012. Regionalización biogeográfica del estado de Hidalgo, con base en un análisis de parsimonia de endemismos de las especies de Coleoptera (Insecta). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México, 117 pp.
- Vite-Silva, V. D., A. Ramírez-Bautista y U. Hernández-Salinas. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80:473-485.
- Vitt, L. J. y J. P. Caldwell. 2014. *Herpetology, an introductory biology of amphibians and reptiles*. Elsevier. Utah, 757 pp.
- Wake, D. B. y V. T. Vredenburg. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105:11466-11473.
- Wiens, J. J. 2012. Why biogeography matters: Historical biogeography vs. phylogeography and community phylogenetics for inferring ecological and evolutionary processes. *Frontiers of Biogeography*, 4:128-135.
- Wilson, L. D., J. H. Townsend y J. D. Johnson. 2010. *Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles*. Eagle Mountain Publishing. L. C. Eagle Mountain, Utah, E.U.A, 812 pp.

**Nota:** Las fotografías correspondientes a este capítulo se encuentran en las páginas 596 y 597.