



Biodiversidad de anfibios en México

Biodiversity of amphibians in Mexico

Gabriela Parra-Olea^{1✉}, Oscar Flores-Villela² y Cinthya Mendoza-Almeralla¹

¹Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-153, 04510 México, D. F., México.

²Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-399, 04510 México, D. F., México.
✉ gparra@ib.unam.mx

Resumen. Los anfibios constituyen un grupo de vertebrados con una diversidad total de 376 especies lo cual posiciona a México como el quinto país en riqueza de anfibios. México cuenta con un total de 16 familias con representantes de los 3 órdenes. Las salamandras de la familia Plethodontidae con 117 especies son la familia más diversa de anfibios seguida por la familia Hylidae con 96. En general, el nivel de endemismo es muy alto, ya que 7 de las 16 familias presentes en México, contienen más de un 50% de especies endémicas para el país, incluyendo 6 géneros (3 de anuros y 4 de salamandras) que también son endémicos de México. La distribución de anfibios por estado denota una marcada diferencia entre los estados de Oaxaca, Chiapas y Veracruz con el resto de México. El estado de Oaxaca es el más diverso con un total de 140 especies, los estados de Chiapas (100 especies) y Veracruz (96 especies) ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente. Actualmente los anfibios están sufriendo la peor crisis de extinción de toda su historia; se considera que el 43% de las especies están amenazadas o críticamente amenazadas para el caso de México.

Palabras clave: anfibios, salamandras, cecilias, anuros, biodiversidad.

Abstract. Amphibians represent a group with a total diversity of 376 species for Mexico which places the country as the 5th richest in terms of amphibian biodiversity. A total of 16 families are present in Mexico including representatives of the 3 orders of amphibians. Salamanders of the family Plethodontidae with 117 species is the most diverse group followed by the family Hylidae with 96 species. In general, endemism is very high, with 7 of the 16 families with more than 50% of their species being endemic to Mexico including 3 genera of frogs and 4 of salamanders endemic to the country. The distribution of species by state highlights the richness in the southern states of Oaxaca, Chiapas and Veracruz. The state of Oaxaca is the most diverse with a total of 140 species, the states of Chiapas with 100 species and Veracruz with 96 species occupy second and third places respectively. Currently amphibians are suffering their worst extinction crisis in their history, 43% of the species in Mexico are considered to be endangered or critically endangered.

Key words: amphibians, salamanders, caecilians, anurans, biodiversity.

Introducción

Descripción morfológica del grupo. Según algunos autores, los anfibios modernos son un grupo de vertebrados que se distinguen como grupo monofilético por presentar las siguientes características comunes en morfología externa: piel lisa y muy vascularizada sin protección de escamas, plumas o pelo, que facilita el intercambio de gases y que incluye glándulas mucosas y lechosas que humectan la piel y secretan toxinas que funcionan como mecanismo de defensa y huevos sin membranas extraembrionarias, los cuales dependen de ambientes húmedos para evitar la desecación (Duellman y Trueb, 1994; Halliday y Adler, 2007; Vitt y Caldwell, 2009) (Fig. 1).

Actualmente los anfibios se clasifican en 3 órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras y tritones) y Gymnophiona (cecilias) (Halliday y Adler, 2007). Cada orden presenta características específicas en algunos aspectos de su morfología e historia natural.

Orden Anura. Este orden, compuesto por 6 200 especies (Frost, 2013) y 6 233 (AmphibiaWeb), es el más abundante y diversificado de los anfibios vivientes. Las especies de este grupo se encuentran en hábitats acuáticos, terrestres, fosoriales y arborícolas en prácticamente todos los continentes (Heyer et al., 2001; Halliday y Adler, 2007). Los organismos de este grupo presentan una longitud hocico-cloaca de 1 a más de 30 cm. Las extremidades posteriores son largas, el tronco corto y no exhiben cola con excepción de los machos de la especie *Ascaphus truei* (Heyer et al., 2001; Halliday y Adler, 2007; Vitt y



Figura 1. A, *Bolitoglossa lincolni*; B, *Charadrahyla taeniopus* macho y C), *Parvimolge townsendi* (Fotografías: Carmen Loyola-Blanco, Instituto de Biología, UNAM).

Caldwell, 2009). Los huesos calcáneo y astrágalo se han alargado añadiendo un segmento más a las extremidades posteriores. En la región sacra las vertebrales caudales se han fusionado formando el urostilo, y junto con el ilion conforman una estructura muy resistente al momento del salto (Halliday y Adler, 2007).

Los anuros pueden presentar diferencias morfológicas dependiendo de su forma de vida. En México por ejemplo, los anuros semiacuáticos del género *Lithobates* tienen la cabeza puntiaguda, cuerpo hidrodinámico y extremidades posteriores muy largas con dígitos largos y palmeados. Los anuros que pasan la mayoría del tiempo fuera del agua y que son arborícolas como las especies del género *Agalychnis*, exhiben cuerpo plano y extremidades posteriores más largas con puntas de los dígitos extendidas; o bien, los anuros de los géneros *Rhinophrynus*, *Scaphiopus* y *Spea* que viven en climas áridos o muy estacionales son cavadores pequeños, presentan hocicos curvos, cabezas anchas, cuerpos globulares y extremidades cortas y robustas con dígitos no palmeados (AmphibiaWeb, 2012; Halliday y Adler, 2007).

En cuanto a los modos de reproducción, la mayoría de los anuros presentan fecundación externa, tienen un abrazo sexual que es el amplexo; ovopositan en charcas,

sobre la vegetación, en el suelo o en excavaciones. Generalmente presentan metamorfosis; sin embargo, algunas especies presentan desarrollo directo, es decir, eclosionan teniendo la forma anatómica de un adulto. En México el desarrollo directo se presenta en especies de las familias Eleutherodactylidae y Craugastoridae (Heyer et al., 2001; Halliday y Adler, 2007).

Orden Caudata. Las salamandras son un clado compuesto por 652-655 especies (Frost 2013, AmphibiaWeb) especies que se distribuyen mayoritariamente en la región Holártica pero se encuentran en mayor proporción en los bosques del sureste de Estados Unidos, aunque la familia Plethodontidae se ha diversificado en los trópicos del Nuevo Mundo (Halliday y Adler, 2007; AmphibiaWeb, 2012).

En general son de cuerpo alargado, con cola larga y 2 pares de extremidades de tamaño similar, si bien en algunas especies se han perdido o reducido las extremidades posteriores (Heyer et al., 2001; Halliday y Adler, 2007). De acuerdo a su modo de vida, que puede ser acuático o terrestre se presentan diferentes características morfológicas. Por ejemplo, en México los caudados completamente acuáticos como las larvas neoténicas del género *Ambystoma*, que habitan ríos, lagos, corrientes de montaña, charcas y cuevas subterráneas; presentan

cuerpos robustos y largos que alcanzan una longitud hocico-cloaca de hasta 34 cm, con una cola comprimida lateralmente (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010; AmphibiaWeb, 2012). Asimismo, algunas especies del género *Siren* presentan una longitud hocico-cloaca de hasta 90 cm pero carecen de extremidades posteriores (Halliday y Adler, 2007). En ambos casos la respiración es pulmonar o mediante branquias externas. En cambio, los organismos completamente terrestres exhiben un cuerpo de talla pequeña a mediana (de 2 a 15 cm) y el intercambio de gases ocurre en la piel y pulmones, con excepción de la familia Plethodontidae en la que la respiración se lleva a cabo completamente en la piel porque carecen de pulmones. Los caudados terrestres pueden habitar en troncos, debajo de rocas, algunos excavan en el suelo y otros pueden trepar árboles hasta una altura considerable (Heyer et al., 2001).

Sobre la reproducción y desarrollo, las especies acuáticas presentan apareamiento en el agua con fecundación interna o externa, y las larvas eclosionan con branquias. En larvas de especies semiacuáticas se produce la metamorfosis mediante la cual se transforman en adultos terrestres los cuales regresan al agua para reproducirse. Las salamandras terrestres tienen fertilización interna; la hembra deposita los huevos los cuales cuida hasta la eclosión de los organismos que tienen la forma de los adultos pero de talla pequeña (Heyer et al., 2001).

Orden Gymnophiona. Los cecilidos son un clado compuesto por 192-199 especies (Frost, 2013, AmphibiaWeb). La distribución de este grupo es Pantropical en áreas selváticas y húmedas del sureste de Asia desde la India a Sri Lanka, sur de China, Archipiélago Malayo al sur de Filipinas; este y oeste de África; las Seychelles, México, América Central y gran parte de Sudamérica (Halliday y Adler, 2007; AmphibiaWeb, 2012).

Las cecilias presentan un cuerpo alargado, delgado y anillado con ausencia de extremidades. La cabeza está fuertemente osificada y su longitud hocico-cloaca oscila en un intervalo de 7 cm a 1.6 m (Halliday y Adler, 2007; AmphibiaWeb, 2012). Son organismos que utilizan su cabeza para cavar, por lo que es difícil recolectarlos si no salen de sus madrigueras. En cambio, las especies acuáticas de Sudamérica pueden observarse cuando quedan atrapadas en las redes de pesca (Heyer et al., 2001). Todas las cecilias exhiben fertilización interna. La mayoría depositan sus huevos en madrigueras y cuando eclosionan las larvas se trasladan al agua. Posteriormente ocurre la metamorfosis y los adultos presentan hábitos terrestres. Sin embargo, en algunas especies todo el desarrollo ocurre en el interior del huevo por lo que cuando los individuos eclosionan presentan la forma adulta en talla pequeña (Halliday y Adler, 2007; Vitt y Caldwell, 2009).

Diversidad

La diversidad de la herpetofauna de México constituye uno de los elementos más importantes de la fauna del país (Flores-Villela, 1993; Flores-Villela y Gérez, 1994). En particular, los anfibios contribuyen considerablemente a que México sea considerado un país megadiverso, pues poseen un grado de endemismo cercano al 60% de sus especies (Flores-Villela, 1993). El estudio de la diversidad de anfibios de México inició formalmente en el siglo XVIII con la publicación de el *Systema Naturae* de Linneo; en esta publicación, Linneo registró a *Rana marina* (*Rhinella marina*) con distribución en América. Después se describieron otras especies *Siren lacertina* y *Trachycephalus typhonius* cuyas localidades tipo no están en México. No es sino hasta 1798 cuando Shaw y Nodder describieron el ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) con localidad típica: México. Posteriormente, Gray (1831) describió otra salamandra, *Bolitoglossa platydactyla* (Gray, 1831). El primer anuro fue *Anaxyrus compactilis* (Wiegmann, 1833) y el primer cecilido, *Dermophis mexicanus* fue descrito por Duméril y Bibron (1841).

El cuadro 1 muestra el número de familias, géneros y especies de anfibios en el mundo y en México. En un marco mundial el porcentaje de familias de cada orden presentes en México es de un 10% para cecilidos, el grupo menos diverso de anfibios en México, un 20.37% de anuros y hasta un 40% en salamandras. Los porcentajes a nivel de género fluctúan entre un 2.85% para los cecilidos, un 8.08% para los anuros y un 23.8% en el caso de las salamandras. En total el 9.87% de géneros de anfibios del mundo se distribuyen en México. A nivel de especies, los porcentajes fluctúan entre 1.0% para los cecilidos, 3.69% de los anuros y 20.91% de las salamandras. Un total del 5.23% de las especies de anfibios del mundo están presentes en México. Esta diversidad total de anfibios posiciona a México como el quinto país más diverso a nivel mundial después de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. El cuadro 2 muestra la diversidad de especies por familia, resaltando la alta riqueza de salamandras de la familia Plethodontidae, ya que este grupo representa el 30.85% de los anfibios de México. En cuanto a diversidad del orden Caudata, México ocupa el segundo lugar en riqueza a nivel mundial con un total de 137 especies, después de Estados Unidos con un total de 189 especies.

El conocimiento acumulado de la fauna de anfibios de México ha tenido una pendiente ascendente a partir de la década de 1940. Si observamos la figura 2, es notorio que todavía hay un número considerable de especies por ser descubierto. Por ejemplo, sólo en la última década se describieron 41 especies de anfibios para el país y existe un número de aproximadamente 22 especies que

Cuadro 1. Riqueza de familias, géneros y especies de anfibios a nivel mundial y en México. Los asteriscos indican datos tomados de AmphibiaWeb: <http://amphibiaweb.org>.

Taxa	Familias a nivel mundial	Familias en México	% Riqueza en México	Géneros a nivel mundial	Géneros en México	% Riqueza en México	Especies a nivel mundial	Especies en México	% Riqueza en México
Amphibia									
Anura	54*	11	20.37	445*	36	8.08	6 333*	234	3.69
Caudata	10*	4	40.0	67*	16	23.8	655*	137	20.91
Gymnophiona	10*	1	10.0	35*	1	2.85	199*	2	1.0
Total	74	16	21.62	547	54	9.87	7 187	376	5.23

ya reconocemos como nuevas para la ciencia y que serán descritas a corto plazo: 7 especies de salamandras del género *Thorius* (Rovito, et al. en revisión) y 8 especies del género *Chiropterotriton* (Parra-Olea, datos no publicados), 2 especies de *Incilius* (Santos-Barrera y Flores-Villela, datos no publicados) y 5 especies de hylidos (Flores-Villela et al. datos no publicados).

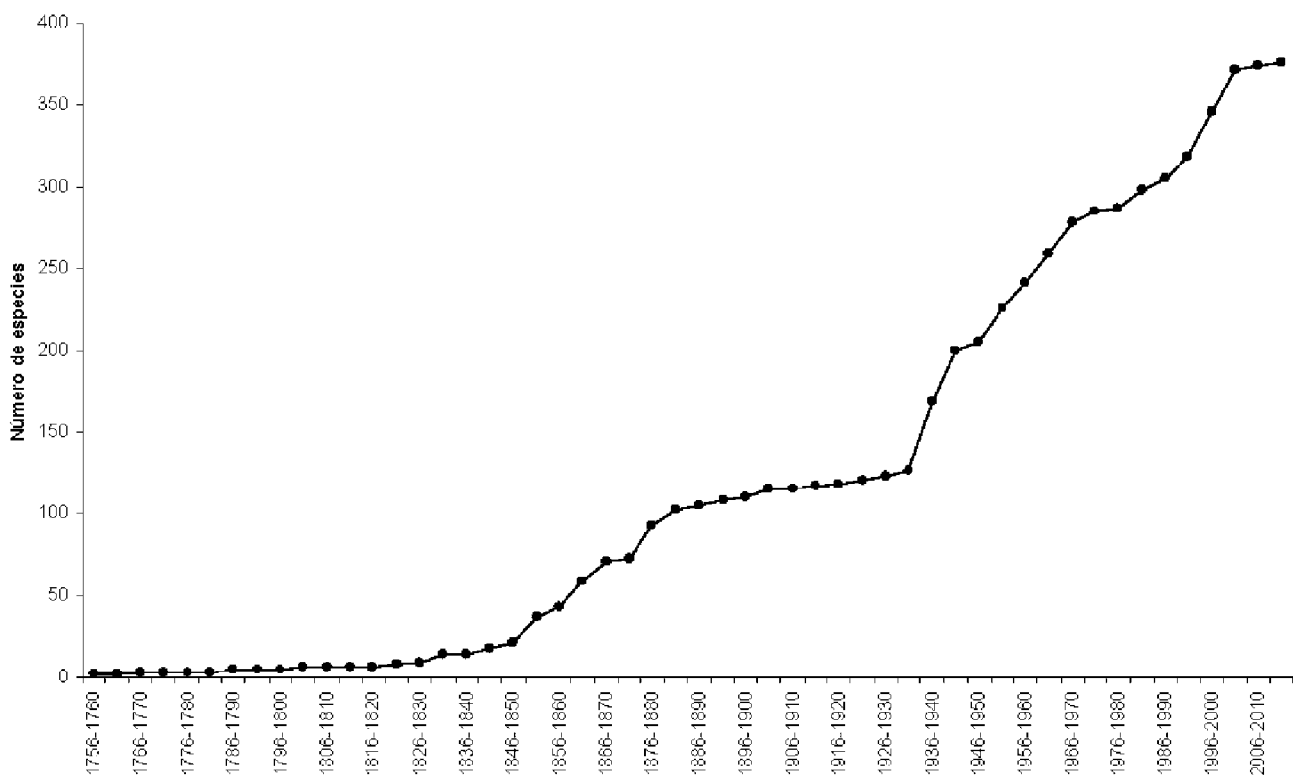
Existe un alto nivel de endemismo con un total de 252 especies de anfibios endémicas de México, lo cual equivale al 67% de la riqueza total (Cuadro 2). En general, el nivel de endemismo es muy alto, ya que 7 de las 17 familias presentes en México contienen más de un 50% de especies endémicas para el país. Hay 3 géneros endémicos de ranas (*Charadrahyla* [5 spp.], *Diaglena* [1 sp.] y *Megastomahyla* [4 spp.]) y 4 géneros endémicos de salamandras (*Chiropterotriton* [12 spp.], *Ixalotriton* [2 spp.], *Parvimolge* [1 sp.] y *Thorius* [23 spp.]); todos ellos pertenecientes a las familias Hylidae y Plethodontidae, respectivamente.

La distribución de anfibios por estado denota una marcada diferencia entre los estados de Oaxaca, Chiapas y Veracruz con el resto de México. El estado de Oaxaca es el más diverso del país con un total de 140 especies, los estados de Chiapas (100 especies) y Veracruz (96 especies) ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente. Este mismo orden se presenta cuando se consideran sólo los anuros, Oaxaca es el primer lugar con 97 especies, Chiapas con 76 y Veracruz con 62, sin embargo, en cuanto al número de especies de salamandras, Oaxaca es el más diverso con 41 especies, Veracruz se posiciona en segundo lugar con 33 especies y Chiapas ocupa el tercer lugar con 22. Los estados con menor diversidad de anfibios son Baja California Sur con 5 especies, Guanajuato y Zacatecas con 13 y 14 especies, respectivamente (Cuadro 3). En cuanto a número de especies endémicas por estado, Oaxaca posee el mayor número con 97 especies endémicas, seguido de Guerrero (49 spp.), Veracruz (55 spp.), Puebla (48 spp.) y Michoacán (31 spp.).

Se considera que los anfibios están sufriendo la peor crisis de extinción de toda su historia (Wake y Vredenburg, 2008). Su tasa de extinción supera a la de otros vertebrados (Collins y Storer, 2003; Young et al., 2004). Actualmente, se considera que de los anfibios de México, 164 especies están amenazadas o críticamente amenazadas, lo cual equivale al 43% de la diversidad total. Cuarenta y dos especies son vulnerables y para un 14% de las especies no se tiene suficiente información para asignarlas a una categoría. Los factores identificados como causantes del declive de anfibios son de diferente índole, tanto antropogénicos tales como la destrucción de hábitat, explotación, introducción de especies exóticas, así como el efecto del cambio climático global o bien las

Cuadro 2. Riqueza específica de anfibios de México y su nivel de endemismo

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Núm. de géneros</i>	<i>Núm. de especies</i>	<i>Núm. de especies endémicas</i>	<i>% de especies endémicas</i>
Anura	Bufonidae	3	34	13	38.2
	Centrolenidae	1	1	0	0
	Craugastoridae	1	39	26	66.6
	Eleutherodactylidae	1	25	18	72
	Hylidae	20	97	66	68
	Leptodactylidae	2	3	0	0
	Microhylidae	2	5	0	0
	Pipidae	1	1	0	0
	Ranidae	2	27	16	59.2
	Rhinophrynidae	1	1	0	0
	Scaphiopodidae	2	4	0	0
Gymnophiona	Dermophiidae	1	2	1	50
Caudata	Ambystomatidae	1	18	16	88.8
	Plethodontidae	13	116	96	82.7
	Salamandridae	1	1	0	0
	Sirenidae	1	2	0	0
Total		53	376	252	67.0

**Figura 2.** Curva acumulativa de especies de anfibios por año de descripción (en intervalos de 5 años).

Cuadro 3. Distribución de especies de anfibios de México por estados de la república

	BC	BCS	SON	CHIH	COAH	NL	DGO	SIN	NAY	ZAC	SLP	TAMP	JAL	AGS	GTO	QRO
Anura	15	5	32	32	14	20	25	35	30	12	29	30	38	13	11	17
Caudata	3	0	2	4	3	3	3	1	0	2	7	11	4	2	2	7
Gymnophiona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Total	18	5	34	36	16	23	29	36	30	14	36	38	43	15	13	22
	HGO	PUE	TLAX	MEX	MICH	COL	DF	MOR	GRO	VER	OAX	TAB	CHIS	CAMP	YUC	QROO
Anura	21	46	10	16	34	23	8	28	52	60	95	18	73	19	15	17
Caudata	12	20	6	18	9	0	8	7	13	36	42	3	27	1	1	3
Gymnophiona	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0
Total	32	64	16	34	44	23	16	34	67	96	140	23	100	20	16	20

enfermedades infecciosas emergentes (Collins y Storfer, 2003; Daszak et al., 2003; Lips et al., 2008). Sin embargo, en el análisis llevado a cabo por la IUCN se determinó que con certeza el factor más importante para la disminución de las poblaciones de anfibios mexicanos era sin duda la deforestación y transformación de vegetación, aunque hace falta hacer más estudios para tener la información necesaria para calificar el grado de amenaza que tienen muchas especies de la fauna de anfibios de México (Frías-Alvarez et al., 2010). Por otro lado se ha propuesto que por lo menos el 50% de las especies microendémicas de México necesitan urgentes medidas de conservación; la mayoría de estas especies se distribuyen en el Eje Neovolcánico y la sierra Madre del Sur en los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo y Oaxaca, entre otros (Ochoa-Ochoa et al., 2011).

Agradecimientos

Gabriela Parra Olea agradece al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT-UNAM) IN212111; Cinthya Mendoza Almeralla, alposgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM y al Conacyt por la beca otorgada y Oscar Flores Villela agradece el apoyo de The National Science Foundation Proyecto Núm. DEB-0613802 y de la Conabio, Actualización del catálogo de autoridad taxonómica de la herpetofauna de México, Proyecto Núm. CS003.

Literatura citada

- AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. [web application]. 2013. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Disponible: <http://amphibiaweb.org/>; última consulta: 08.X.2013.
- Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Conabio, Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán, A. C., y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 302 p.
- Collins, J. y A. Storfer. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions* 9:89-98.
- Daszak, P., A. Cunningham y A. D. Hyatt. 2003. Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity and Distributions* 9:141-150.
- Duellman, W. E. y L. Trueb. 1994. *Biology of amphibians*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 670 p.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. *In* Biological diversity of Mexico: origins and distributions, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds.). Oxford University Press, New York. p. 253-280.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Conabio/

- UNAM. México. 439 p.
- Frías-Alvarez, 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.
- Frost, D. R. 2013. Amphibian species of the World: an online reference. Version 5.6 (9 de enero 2013). Electronic database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA; última consulta: 08.X.2013.
- Halliday, T. y K. Adler. 2007. La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles. Libsa, Madrid. 240 p.
- Heyer, R., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek y F. Mercedes. 2001. Medición y monitoreo de la diversidad biológica, metodos estandarizados para anfibios. Editorial Universitaria de la Patagonia, Argentina. 349 p.
- Lips, K. R., J. Diffendorfer, J. R. Mendelson III y M. W. Sears. 2008. Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. *PloS Biology* 6:441-454.
- 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.
- Vitt, L. L. y J. P. Caldwell. 2009. Herpetology an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic Press, Burlington, Massachusetts. 697 p.
- Wake, D. y V. Vredenburg. 2008. Are we in midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:11466-11473.
- Young, B., S. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox y T. M. Boucher. 2004. Joyas que están desapareciendo: el estado de los anfibios en el Nuevo Mundo. Nature Serve. Arlington, Virginia. 53 p.