

**Artículo científico***(Original paper)*

## HERPETOFAUNA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO TEMASCATIO, IRAPUATO, GUANAJUATO, MÉXICO

## HERPETOFAUNA OF THE RÍO TEMASCATIO LOWER BASIN, IRAPUATO, GUANAJUATO, MEXICO

SAMUEL CADENA-RICO<sup>1</sup>, ADRIAN LEYTE-MANRIQUE<sup>1\*</sup>, URIEL HERNÁNDEZ-SALINAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Biología, Tecnológico Nacional de México, Campus Salvatierra (ITESS). Manuel Gómez Morín 300, Col. Janicho, Salvatierra, Guanajuato, C.P. 38933, México. <samcadic@gmail.com>; <aleyteman@gmail.com>

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Durango, Calle Sigma 119, Fraccionamiento 20 de noviembre II, Durango, Durango, C.P. 34220, México. <uherndez3@gmail.com>

\*Autor corresponsal: <aleyteman@gmail.com>

Recibido: 12/08/2019; aceptado: 19/03/2020; publicado en línea: 30/04/2020

Editor responsable: Rogelio Cedeño-Vázquez

Cadena-Rico, S., Leyte-Manrique, A., Hernández-Salinas, U. (2020) Herpetofauna de la cuenca baja del Río Temascatio, Irapuato, Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36, 1–14. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612231>

**RESUMEN.** México es considerado uno de los países con una de las diversidades de anfibios y reptiles más notables del mundo, con alrededor de 1,290 especies y con un alto grado de endemismo. Esto hace que la herpetofauna mexicana sea digna de analizarse bajo hipótesis taxonómicas, ecológicas y biogeográficas. En un contexto de diversidad de especies, el presente trabajo se enfoca en medir la composición y diversidad de anfibios y reptiles distribuidos en tres tipos de vegetación (bosque tropical caducifolio = BTC, matorral xerófilo = MX y bosque de encino = BE) presentes en la cuenca baja del Río Temascatio en el municipio de Irapuato, Guanajuato, México. La herpetofauna en la cuenca está compuesta por 14 familias, 23 géneros y 31 especies. Según el índice de Shannon-Wiener, el BE presentó el valor más alto de diversidad de especies (6.25), seguido por el BTC (5.29) y el MX (4.16). Las curvas de rango abundancia indicaron que, tanto en la estación de lluvias como en secas, la herpetofauna de la cuenca está integrada en su mayoría por especies raras y pocas especies abundantes. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-059, tres especies de anuros y nueve de reptiles se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. Solo una especie de anuro se encuentra catalogada como vulnerable de acuerdo con la lista roja de la IUCN. El EVS, índice que evalúa el estatus de vulnerabilidad ambiental de anfibios y reptiles mexicanos, considera a cuatro especies de anuros bajo riesgo alto, dos en riesgo medio, y cinco en riesgo bajo. Respecto a los reptiles, este índice ubica a seis especies en riesgo alto, seis en peligro medio, y ocho en riesgo bajo. Este trabajo representa el primer listado de la fauna de anfibios y reptiles de la cuenca baja del Río Temascatio, el cual puede ser considerado como base de información para desarrollar futuros estudios que involucren aspectos ecológicos y biogeográficos, encaminados a proponer estrategias de conservación de una fauna poco explorada en la porción noreste del Bajío mexicano.

**Palabras clave:** riqueza; diversidad; tipos de vegetación; índice de vulnerabilidad ambiental; herpetofauna



**Cadena-Rico, S., Leyte-Manrique, A., Hernández-Salinas, U.** (2020) Herpetofauna from the Río Temascalio lower basin, Irapuato, Guanajuato, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36, 1–14.  
<https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612231>

**ABSTRACT.** Mexico is considered one of the countries with one of the most notable diversities of amphibians and reptiles in the world, with around 1,290 species and a high degree of endemism. This makes Mexican herpetofauna worthy of analyse under taxonomic, ecological and biogeographic hypotheses. In a context of species diversity, the present work focuses on measuring the composition and diversity of amphibians and reptiles distributed in three types of vegetation (tropical deciduous forest = TDF, xerophytic scrub = XS and oak forest = OF) present in the Río Temascalio lower basin, municipality of Irapuato, Guanajuato, Mexico. The herpetofauna in the study area is composed of 14 families, 23 genera, and 31 species. According to the Shannon-Wiener index, the OF presented the highest value of species diversity (6.25), followed by the TDF (5.29) and the XS (4.16). The abundance range curves indicated that, both in the rainy and dry seasons, the herpetofauna of the basin is composed mostly of rare species and few abundant species. According to the Mexican regulation NOM-059, three species of anurans and nine species of reptiles are under some category of risk. Only one species of anuran is listed as vulnerable according to the IUCN Red List. The EVS, an index that evaluates the environmental vulnerability status of Mexican amphibians and reptiles, considers four species of anurans at high risk, two at medium risk, and five at low risk. For reptiles, this index places six species at high risk, six at medium risk, and eight at low risk. This work represents the first list of the amphibian and reptile fauna of the Río Temascalio lower basin, which can be considered as an information base for developing future studies involving ecological and biogeographical aspects, aimed at proposing conservation strategies for a little-explored fauna in the northeastern portion of the Mexican Bajío.

**Key words:** richness; diversity; vegetation types; environmental vulnerability index; herpetofauna

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la pérdida masiva de biodiversidad es un problema que preocupa a todos los países megadiversos (Wilson, 1985; 2000). La destrucción de hábitats, el cambio de uso de suelo, el calentamiento global y la propagación de especies invasoras, entre otros factores, aceleran de manera directa la pérdida de biodiversidad. Su control, requiere el desarrollo de estrategias de conservación a mediano y largo plazo (Wilson, 1985; 2000). Por esta razón, el conocimiento de la diversidad local o regional en ciertas regiones de México ha sido tema central en análisis biogeográficos, de conservación y genéticos, los cuales, en conjunto permiten comprender el funcionamiento de los niveles de organización de la biota de una región en particular (Naeem *et al.*, 2009; 2012; Magurran & Mc Gill, 2011).

El conocimiento de la diversidad de vertebrados de México, particularmente de los anfibios y reptiles, resulta de vital interés debido a que son componentes esenciales para el buen funcionamiento de la mayoría de los ecosistemas, además de que sus características biológicas y funcionales (e.j., hábitos arborícolas, terrestres, saxícolas; ovíparos, vivíparos; carnívoros, insectívoros) los convierte en excelentes bioindicadores de la salud y calidad del ambiente, por lo tanto, suelen ser considerados puntos clave para el desarrollo de estrategias de conservación (Tilman, 2001; CONABIO, 2008). Además, ambos grupos son integrantes indispensables de las redes tróficas a las cuales pertenecen, debido a que su papel como depredadores y presas permite mantener en equilibrio a sus poblaciones y a las de otros grupos de vertebrados o invertebrados con los que coexisten (Vitt & Cadwell, 2014). Bajo un contexto biogeográfico, los anfibios y reptiles de México tienen una historia evolutiva muy particular, ya que, están ligados a la historia fisiográfica y orográfica de los sitios en los que se distribuyen; es decir, sus afinidades biogeográficas (e.j., neártica y neotropical), siendo ello resultado de diversos eventos vicariantes, que, a su



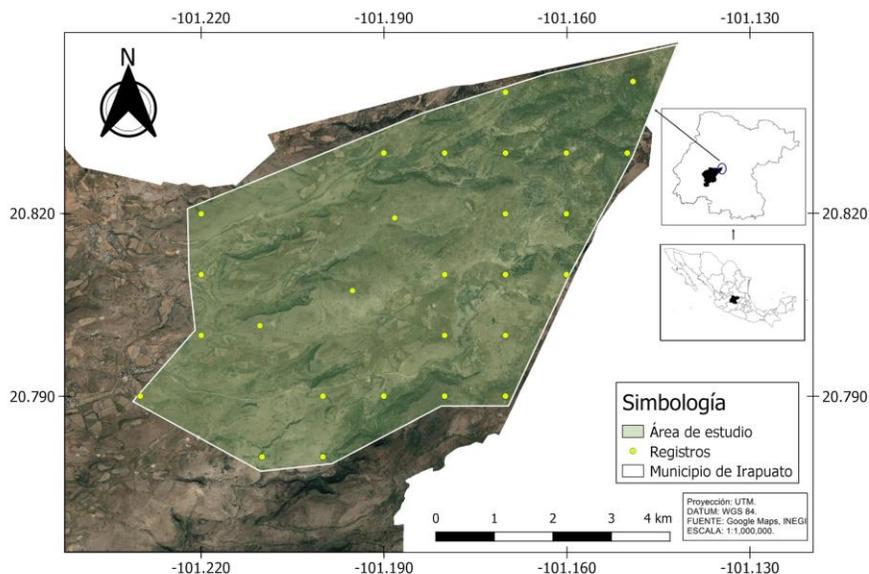
vez, dieron como resultado un alto grado de endemismos. Por esta razón, México es considerado un país con altos valores de recambio o diversidad beta entre las serranías y las provincias biogeográficas que lo componen (Flores-Villela & Canseco-Márquez, 2004; Ramírez-Bautista & Moreno, 2006). El estado de Guanajuato es un área geográfica con poco más de 30 mil km<sup>2</sup> (INEGI, 2018). Se encuentra insertado en la región central de México, específicamente localizado al final de la porción sur del Desierto Chihuahuense, donde ocupa una pequeña región de la Sierra Madre Oriental y parte sur de la Faja Volcánica Transmexicana (Leyte-Manrique *et al.*, 2015), ubicándose en el área de confluencia entre las regiones Neártica y Neotropical, por lo que resulta atractivo desde el punto de vista científico, a grado tal que el conocimiento de su biodiversidad ha sido tema de interés por naturalistas notables y expedicionistas del siglo XIX, como por ejemplo el famoso naturalista francés Alfredo Dugès, quien desarrolló las primeras listas de vertebrados para Guanajuato (Mendoza-Quijano *et al.*, 2001; Morrone, 2005; Leyte-Manrique *et al.*, 2015). Dugès logró cuantificar 56 especies de anfibios y reptiles, muchos de ellos especies tipo para México; además logró ilustrar más de 250 acuarelas de la biodiversidad de la capital del estado como de regiones aledañas (Mendoza-Quijano *et al.*, 2001). La contribución del Dr. Dugès en la herpetología de Guanajuato ha sido notable, que junto con el Dr. Hobart Smith por su trabajo del siglo XX, han sido considerados los pioneros en el estudio de los anfibios y reptiles de México (Flores-Villela, 1993). Lo anterior ha permitido comprobar que la riqueza de anfibios y reptiles de Guanajuato ha venido en aumento, aunque el número actual difiere entre autores (Reynoso *et al.*, 2012; Báez-Montes, 2018; Hernández-Arciga *et al.*, 2018). La información proporcionada por Reynoso *et al.* (2012) puede ser hasta el momento la más precisa, debido a que eliminan especies con distribución anecdótica y dudosa, y como resultado proporciona una lista de 102 especies (25 anfibios y 77 reptiles), que al considerar la ubicación geográfica del estado y los 12 tipos de vegetación que posee, se puede decir que este inventario es aún incompleto.

Por lo anterior, y a pesar de que en 2012 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad desarrolló el estudio de estado sobre la biodiversidad de Guanajuato, aún es necesario continuar con estudios faunísticos locales y regionales, particularmente en las regiones de la sierra de Santa Rosa, Xichú y Sierra Gorda de Guanajuato, con la intención de incrementar y actualizar dicha biodiversidad. La cuenca baja del Río Temascalio, resulta ser uno de los sistemas orográficos menos estudiados de Guanajuato, a tal grado que no existen inventarios básicos para un gran número de grupos zoológicos. Por lo anterior, resulta prioritario generar el primer inventario faunístico de anfibios y reptiles para dicha cuenca, con la intención de que esta información sirva como base de conocimiento para comprender los patrones de composición de especies a nivel local y temporal en ambientes conservados y perturbados de algunas regiones del estado de Guanajuato. Por lo tanto, el presente estudio se enfocó en explorar la riqueza herpetofaunística de la cuenca baja del Río Temascalio, un área con alto grado de perturbación causada por la deforestación y las actividades agropecuarias. La información del presente trabajo pretende ser útil para el desarrollo de estudios futuros enfocados a la ecología, conservación y distribución de los anfibios y reptiles de la porción centro-sur del estado de Guanajuato, área que se cree, puede sostener una alta diversidad de especies debido al amplio intervalo de elevaciones, complejidad climática y de vegetación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** La cuenca baja del Río Temascalio (CBRT) se ubica en la zona noroeste de la cabecera municipal del municipio de Irapuato, Guanajuato, en los paralelos 20.827417° y 20.848853° de latitud norte, y los meridianos 101.17153° y 101.20198° de longitud oeste (Fig. 1). Presenta elevaciones que van de los 1,600 a los 2,200 msnm (SEMARNAT, 2004). Colinda al norte con el área natural protegida “Cuenca Alta del Río Temascalio”, la cual se inserta en el municipio de Salamanca, Guanajuato (IEEG, 2014). La temperatura media anual es de 19°C, con una máxima de 29°C y una mínima de 9°C en las regiones más altas; la precipitación promedio anual oscila entre 400–900 mm (García, 2004). Los componentes vegetales más representativos son el bosque tropical caducifolio = BTC, bosque de encino = BE, y matorral xerófilo = MX (Estrada-Muñoz, 2002; Rzedowski, 2006; Zamudio-Ruíz, 2012). Hidrológicamente, la CBRT se

inserta en la región número 12-A de la cuenca alta Río Lerma, siendo su principal afluente el Río Temascatio, del cual toma el nombre (Pérez-Castillo & Palacios-Santillán, 2005).



**Figura 1.** Localización geográfica de la cuenca baja del Río Temascatio en el municipio de Irapuato, Guanajuato, México.

**Trabajo de campo.** Éste se llevó a cabo de julio de 2016 a septiembre de 2017 en tres tipos de vegetación (bosque tropical caducifolio = BTC, matorral xerófilo = MX y bosque de encino = BE), abarcando la estación de lluvias (junio-septiembre) y secas (octubre-mayo). Durante este periodo de tiempo se realizaron 12 muestreos (un muestreo por mes) con una duración de tres días cada uno, con la intención de registrar el mayor número de especies de anfibios y de reptiles de la región. El esfuerzo de muestreo fue homogéneo, es decir, invirtiendo la misma cantidad de horas-hombre para cada muestreo (7 h/3 personas/3 días), dando un total de 21 horas por mes, invirtiendo 84 horas en total para cada tipo de vegetación, resultando en 252 horas/hombre empleadas para todo el trabajo de campo de este estudio (Moreno, 2001).

Para la recolecta de ejemplares se establecieron dos transectos de un km de largo por 10 m de ancho en cada tipo de vegetación. Se realizaron muestreos de día (09:00–14:00 h) y de noche (18:00–23:00 h) con la intención de registrar especies con hábitos diurnos y nocturnos, consideraron las técnicas convencionales de recolecta sugeridas por Casa-Andreu *et al.* (1991), Hernández-Salinas (2009) y Ramírez-Bautista *et al.* (2014). Los anfibios se buscaron en cuerpos de agua como arroyos, pozas y estanques, así como dentro de la vegetación ribereña y bajo rocas; mientras que los reptiles se buscaron bajo rocas, troncos y ramas de los árboles. En el caso de las tortugas y serpientes con hábitos semi-acuáticos, estas se buscaron en cuerpos de agua y su periferia. En el caso de especies de anfibios, lagartijas y serpientes inofensivas, estas fueron atrapadas directamente con la mano, mientras que los víperidos fueron recolectados con pinzas y ganchos herpetológicos. Los ejemplares recolectados fueron identificados *in situ* a nivel de especie con apoyo de guías de campo (ej., Vázquez-Díaz & Quintero-Díaz, 2005; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009) y posteriormente fueron liberados en los sitios de muestreo.

**Análisis de datos.** Para conocer la completitud del inventario de la cuenca baja del Río Temascatio se generaron curvas de acumulación de especies, empleando estimadores no paramétricos de Chao 1 y ACE (Moreno, 2001), los cuales se basan en las abundancias de cada especie registrada en el área de estudio



(Moreno, 2001; Chao & Shen, 2010); estas curvas fueron desarrolladas utilizando el software Stimates ver. 750. La diversidad de especies entre tipos de vegetación fue evaluada utilizando el índice de Shannon-Wiener, bajo la siguiente fórmula:  ${}^qD = (\sum_{i=1}^S P_i^q)^{1/(1-q)}$ , donde:  ${}^qD$  = Diversidad,  $p_i$  = abundancia relativa de la especie  $i$ ,  $S$  = número de especies y  $q$  = sensibilidad del índice para la abundancia relativa de las especies en cada tipo de vegetación. El índice de Shannon-Wiener se ajustó a la ecuación de Jost con base al número de especies efectivas (ver Jost, 2006), permitiendo así comparar la magnitud de la diferencia sobre la diversidad entre dos o más comunidades, en este caso tipos de vegetación (Moreno *et al.*, 2011). El índice de Shannon-Wiener y su ajuste a la ecuación de Jost fueron estimados con el programa SPADE 5.0 (Chao & Shen, 2010).

Por otro lado, se comparó la riqueza de especies entre tipos de vegetación, utilizando la abundancia relativa de cada especie y el número de especies en cada comunidad vegetal, para lo cual se utilizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La composición de especies de anfibios y reptiles entre tipos de vegetación y estaciones (lluvias y secas) se expresó a partir de curvas de rango-abundancia, usando el número de especies y su abundancia relativa (Feinsinger, 2003). Por último, se desarrolló un resumen del estatus de conservación de las especies de anfibios y reptiles conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y lista roja de la IUCN. Además, se evaluó el estado de vulnerabilidad de las especies a partir del Índice de Vulnerabilidad Ambiental (EVS) propuesto por Wilson *et al.* (2013a; b). Dicho índice considera la vulnerabilidad de las especies en tres escalas: Baja (*B*, 3-9), Media (*M*, 10-13) y Alta (*A*, 14-19). El puntaje que obtiene cada especie es el resultado de (1) distribución geográfica, (2) extensión de la distribución ecológica (tipos de vegetación en que se encuentran las especies) y (3) modo de reproducción de anfibios y grado de persecución de los reptiles por humanos (ver Wilson *et al.*, 2013a; b).

## RESULTADOS

**Riqueza, diversidad y composición de especies.** La herpetofauna en la cuenca baja del Río Temascalco está compuesta por 31 especies. Los anfibios de esta cuenca se representan por 6 familias, 7 géneros y 11 especies; mientras que los reptiles se componen por 8 familias, 16 géneros y 20 especies. En los anuros, las familias Bufonidae y Ranidae están representadas por tres especies cada una; en los reptiles, las serpientes de la familia Colubridae presentaron la mayor riqueza de especies (8 especies; Cuadro 1). En el caso de los testudíneos, solo se registraron dos especies (Cuadro 1). En la figura 2 se muestran algunas de las especies registradas en la cuenca baja del Río Temascalco. Los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE predijeron un total de 34 y 35 especies, respectivamente. Cada estimador predijo una completitud de inventario del 86% y 91% (Fig. 3). Respecto a los tipos de vegetación, en el bosque de encino se registró el mayor número de especies con 23 (9 anfibios y 14 reptiles), seguido por el bosque tropical caducifolio con 21 especies (8 anfibios y 13 reptiles), y por último el matorral xerófilo con 19 especies (8 anfibios y 11 reptiles; Cuadro 1).

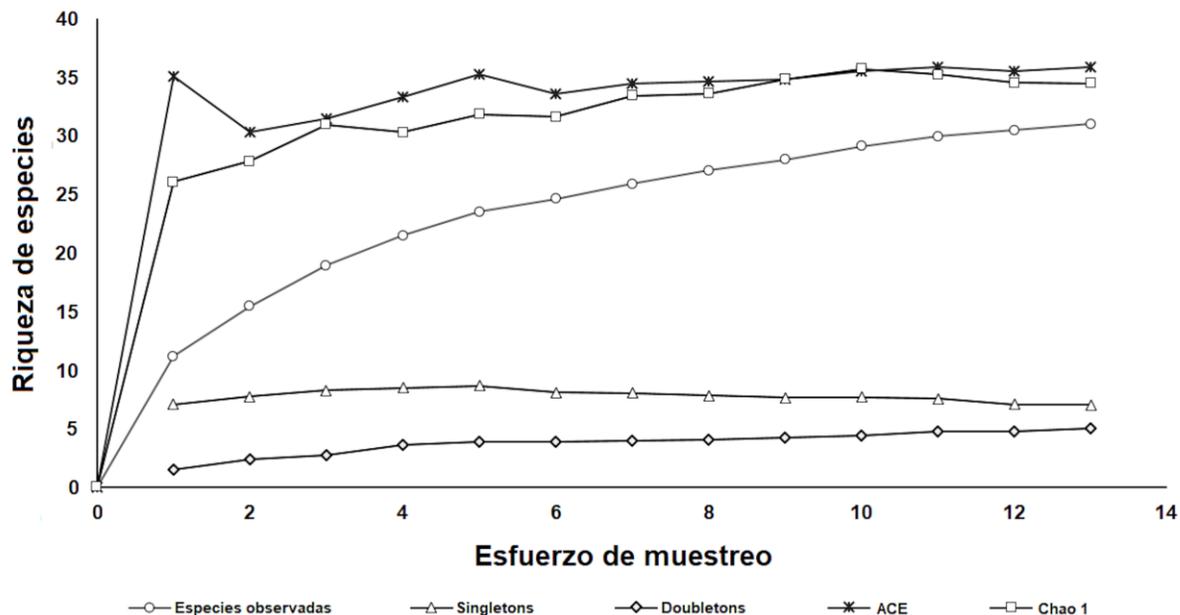
El valor del índice de Shannon-Wiener ajustado al modelo de Jost (2006) fue de:  ${}^qD = 6.25$  para el bosque de encino,  ${}^qD = 5.29$  para el bosque tropical caducifolio y  ${}^qD = 4.16$  para el matorral xerófilo. No hubo diferencias significativas ( $H = 4.13$ ;  $P = 1.12$ ) entre tipos de vegetación. Por su parte, el índice de Shannon-Wiener por temporada indicó una mayor diversidad de especies en lluvias ( ${}^qD = 6.3$ ) que en secas ( ${}^qD = 2.8$ ), mostrándose diferencias significativas ( $U = 2.35$ ;  $P = 0.002$ ) entre estaciones.

**Cuadro 1.** Distribución de anfibios y reptiles en tres tipos de vegetación en la cuenca baja del Río Temascatio, Irapuato, Guanajuato, México. Estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Protección especial, A = Amenazada, y Nc = No considerada. Lista Roja de la UINC: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable. EVS (Índice de Vulnerabilidad Ambiental; Wilson *et al.*, 2013a; b); Vulnerabilidad baja = B (valor de riesgo de 3-9), vulnerabilidad media = M (10-13), y vulnerabilidad alta = A (14-20). Las letras en superíndice después del nombre de la autoridad taxonómica representan las abundancias de las especies (ver Fig. 4, curvas de rango-abundancia), las cuales se ordenaron de la más a la menos abundante.

Clase/Familia/Especie	BTC	MX	BE	NOM059	IUCN	EVS
<b>AMPHIBIA</b>						
<b>Bufonidae</b>						
<i>Anaxyrus compactilis</i> (Wiegmann, 1833) <sup>N</sup>	X	X	X	Nc	LC	A
<i>Anaxyrus punctatus</i> (Baird y Girard, 1952) <sup>H</sup>			X	Nc	LC	B
<i>Incilius occidentalis</i> (Camerano, 1879) <sup>R</sup>	X	X	X	Nc	LC	M
<b>Craugastoridae</b>						
<i>Craugastor augusti</i> (Dugès, 1879) <sup>Ab</sup>	X			Nc	LC	B
<b>Hylidae</b>						
<i>Dryophytes arenicolor</i> (Cope, 1866) <sup>F</sup>	X	X	X	Nc	LC	B
<i>Dryophytes eximius</i> (Baird, 1854) <sup>A</sup>	X	X	X	Nc	LC	M
<b>Microhylidae</b>						
<i>Hypopachus variolosus</i> (Cope, 1866) <sup>H</sup>	X	X	X	Nc	LC	B
<b>Ranidae</b>						
<i>Lithobates megapoda</i> (Taylor, 1942) <sup>B</sup>	X	X	X	Pr	VU	A
<i>Lithobates montezumae</i> (Baird, 1854) <sup>C</sup>			X	Pr	LC	A
<i>Lithobates neovolcanica</i> Hillis y Frost, 1985 <sup>D</sup>	X	X	X	A	NT	A
<b>Scaphiopodidae</b>						
<i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863) <sup>Ad</sup>		X		Nc	LC	B
<b>REPTILIA</b>						
<b>Testudines/Kinosternidae</b>						
<i>Kinosternon hirtipes</i> (Wagler, 1830) <sup>F</sup>	X		X	Pr	LC	M
<i>Kinosternon integrum</i> Le Conte, 1824 <sup>I</sup>	X	X	X	Pr	LC	M
<b>Lacertilia/Phrynosomatidae</b>						
<i>Sceloporus horridus</i> Wiegmann, 1834 <sup>X</sup>			X	Nc	LC	M
<i>Sceloporus spinosus</i> Wiegmann, 1828 <sup>G</sup>	X	X	X	Nc	LC	A
<i>Sceloporus torquatus</i> Wiegmann, 1828 <sup>N</sup>	X	X	X	Nc	LC	A
<b>Scincidae</b>						
<i>Plestiodon lynxe</i> (Wiegmann, 1834) <sup>S</sup>			X	Pr	LC	M
<b>Teiidae</b>						
<i>Aspidoscelis gularis</i> (Baird y Girard, 1852) <sup>L</sup>	X	X		Nc	LC	B
<b>Serpente/Colubridae</b>						
<i>Conopsis nasus</i> (Günther, 1858) <sup>T</sup>		X	X	Nc	LC	M
<i>Drymarchon melanurus</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854) <sup>Z</sup>	X			Nc	LC	B
<i>Leptophis diplotropis</i> (Günther, 1872) <sup>Aa</sup>	X			A	LC	A
<i>Masticophis mentovarius</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854) <sup>U</sup>	X	X	X	A	LC	B
<i>Pituophis deppei</i> (Duméril, 1853) <sup>Ac</sup>	X	X		A	LC	A
<i>Senticolis triaspis</i> (Cope, 1866) <sup>Y</sup>	X			Nc	LC	B
<i>Tantilla bocourti</i> (Günther, 1895) <sup>K</sup>			X	Nc	LC	B
<i>Trimorphodon tau</i> Cope, 1870 <sup>O</sup>	X		X	Nc	LC	A
<b>Dipsadidae</b>						
<i>Hypsiglena jani</i> (Dugès, 1865) <sup>P</sup>	X	X	X	Nc	LC	B
<b>Natricidae</b>						
<i>Storeria storerioides</i> (Cope, 1866) <sup>V</sup>			X	Nc	LC	M
<i>Thamnophis cyrtopsis</i> (Kennicott, 1860) <sup>M</sup>	X	X	X	A	LC	B
<b>Viperidae</b>						
<i>Crotalus aquilus</i> Klauber, 1952 <sup>Q</sup>		X	X	Pr	LC	A
<i>Crotalus molossus</i> Baird y Girard, 1853 <sup>J</sup>		X	X	Pr	LC	B



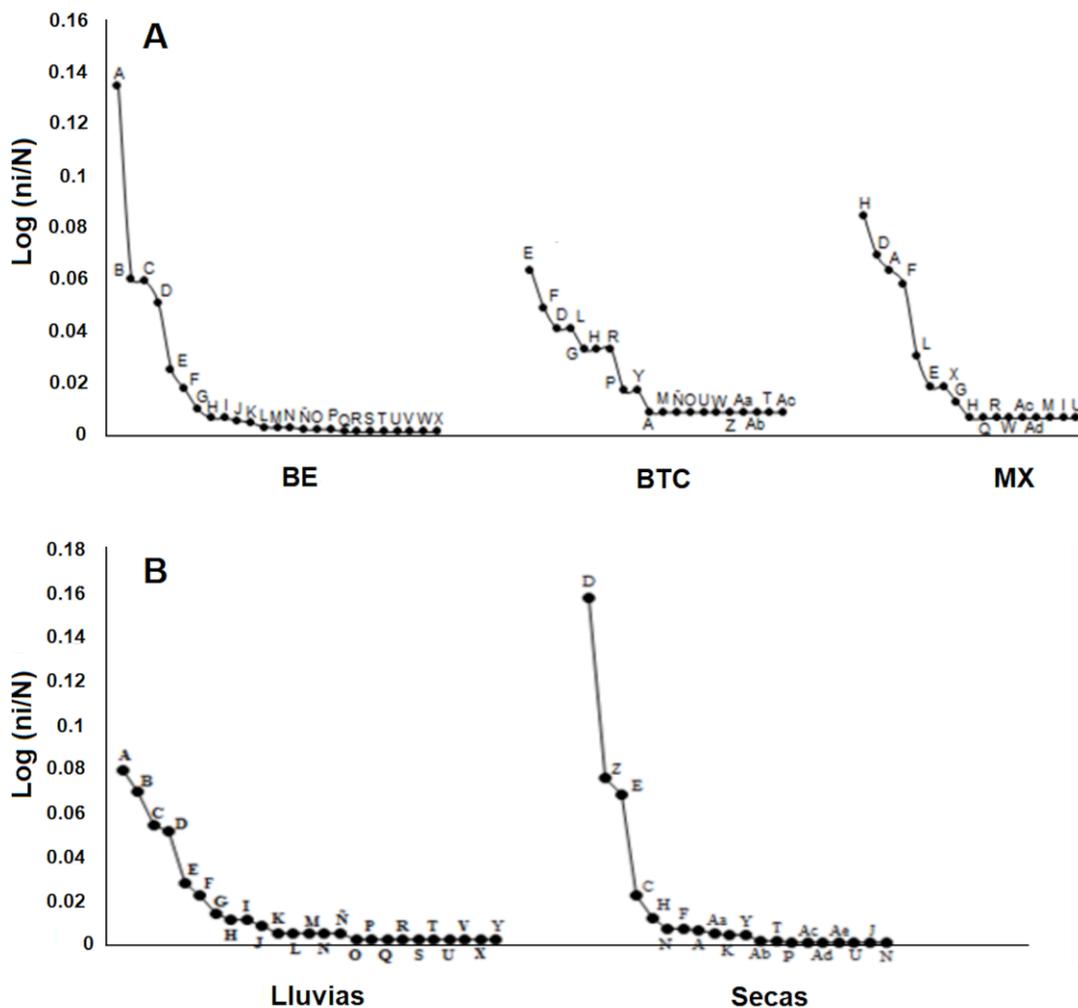
**Figura 2.** Familias y especies representativas de la herpetofauna en la cuenca baja del Río Temascalco. *Anfibios:* Bufonidae (H = *Anaxyrus punctatus*), Craugastoridae (Ab = *Craugastor augusti*), Hylidae (F = *Dryophytes arenicolor*), Microhylidae (W = *Hypopachus variolosus*), Scaphiopodidae (Ad = *Spea multiplicata*). *Reptiles:* Kinosternidae (E = *Kinosternon hirtipes*), Phrynosomatidae (G = *Sceloporus spinosus*, Ñ = *S. torquatus*), Scincidae (S = *Plestiodon lynxe*), Teiidae (L = *Aspidoscelis gularis*), Dipsadidae (P = *Hypsiglena jani*), Natricidae (V = *Storeria storerioides*, M = *Thamnophis cyrtopsis*), y Viperidae (J = *Crotalus molossus*, Q = *C. aquilus*). Fotografías: H, L, P y V: Peter Heimes, Ab: Daniel Lara Tufiño, F, W, Ad, E, J y Q: Christian Berriozabal Islas, G y S: Adrian Leyte Manrique, Ñ: Itzel Magno Benitez.



**Figura 3.** Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles de la cuenta baja del Río Temascatio en el municipio de Irapuato, Guanajuato, México.

Finalmente, las curvas de rango-abundancia estuvieron representadas por pocas especies dominantes (Fig. 4). Para el BE la especie más abundante fue *Dryophytes eximius*, en tanto que para el BTC fue *Kinosternon hirtipes* y para MX *Anaxyrus punctatus*. Durante la estación de lluvias, *D. eximius* y *Lithobates megapoda* fueron las especies más abundantes, mientras que en secas fueron *D. arenicolor* y *A. punctatus* (Fig. 4). En el Cuadro 1 se puede observar la presencia de cada especie en cada tipo de vegetación; la mayor parte de las especies se encontraron en los tres tipos de vegetación con una ocurrencia del 100% a excepción de *A. punctatus* y *L. montezumae* (presentes en el BE; 33.3%), *Craugastor augusti* (BTC; 33.3%) y *Spea multiplicata* (MX; 33.3%). En el caso de los reptiles, las especies que ocuparon los tres tipos de vegetación fueron: *K. integrum*, *Sceloporus spinosus*, *S. torquatus*, *Masticophis mentovarius*, *Hypsiglena jani* y *Thamnophis cyrtopsis* (Fig. 4 y Cuadro 1).

**Estatus de conservación.** Según la NOM-059-ECOL-2010, 12 especies de anfibios y reptiles se encuentran en alguna categoría de protección. Por ejemplo, *Lithobates neovolcanica* se encuentra como amenazada (A), mientras que *L. megapoda* y *L. montezumae* están sujetas a protección especial (Pr). En cuanto a los reptiles, *Masticophis metovarius*, *Pituophis deppei*, *Leptophis diplotropis* y *Thamnophis cyrtopsis* se encuentran como amenazadas, *Kinosternon hirtipes*, *K. integrum*, *Plestiodon lynxe*, *Crotalus aquilus* y *C. molossus* están sujetas a protección especial (Cuadro 1). En contraste, la gran mayoría de las especies incluidas en la lista roja de la IUCN se ubican principalmente en preocupación menor (LC); *L. montezumae* y *L. megapoda* se ubican en vulnerable (VU) y casi amenazada (NT), respectivamente. Finalmente, el índice de vulnerabilidad ambiental (EVS) considera a cuatro especies de anuros en riesgo alto (A), dos en riesgo medio (M) y cinco en riesgo bajo (B). En los reptiles, este índice ubica a seis especies en riesgo alto (A), seis más en peligro medio (M) y ocho en riesgo bajo (B; ver Cuadro 1).



**Figura 4.** Curvas de rango-abundancia de anfibios y reptiles por tipos de vegetación y estacionalidad de la cuenca baja del río Temascatio en el municipio de Irapuato, Guanajuato, México. Las letras representan a las especies: A = *Dryophytes eximius*, B = *Lithobates megapoda*, C = *L. montezumae*, D = *L. neovolcanica*, E = *Kinosternon hirtipes*, F = *D. arenicolor*, G = *Selaporus spinosus*, H = *Anaxyrus punctatus*, I = *K. integrum*, J = *Crotalus molossus*, K = *Tantilla bocourti*, L = *Aspidoscelis gularis*, M = *Thamnophis cyrtopsis*, N = *A. compactilis*, Ñ = *S. torquatus*, O = *Trimorphodon tau*, P = *Hypsiglena jani*, Q = *C. aquilus*, R = *Incilius occidentalis*, S = *Plestiodon lynxe*, T = *Conopsis nasus*, U = *Masticophis mentovarius*, V = *Storeria storerioides*, W = *Hypopachus variolosus*, X = *S. horridus*, Y = *Senticolis triaspis*, Z = *Drymarchon melanurus*, Aa = *Leptophis diplotropis*, Ab = *Craugastor augusti*, Ac = *Pituophis deppei*, y Ad = *Spea multiplicata*.

## DISCUSIÓN

A pesar de que la cuenca baja del Río Temascatio es un área perturbada por actividades antropogénicas como la ganadería, la agricultura y el aprovechamiento forestal, resguarda una cantidad importante de anfibios y reptiles (31 especies), casi el 36 % de la herpetofauna del estado de Guanajuato (Reynoso *et al.*, 2012; Cuadro 1). Bajo el contexto de riqueza de especies, el número de especies para la CBRT es superado por el área natural protegida Cuenca Alta del Río Temascatio con 38 especies (IEEG, 2014). Sin embargo, la diversidad de especies para la CBRT resulta mayor a lo reportado previamente en ambientes de bosque

tropical caducifolio del municipio de Irapuato (24 especies; Uriarte-Garzón & Lozoya-Gloria, 2009) y para el área natural protegida cerro de Arandas y Cerro del Veinte (23 especies; Leyte-Manrique *et al.*, 2016a).

La riqueza de especies registrada en el área de estudio y analizada por los estimadores Chao 1 y ACE indican que la curva de riqueza de especies aun no alcanza una fase asintótica, demostrando así que faltarían por añadir entre tres y cuatro especies al inventario (Fig. 3). Chao *et al.* (2004) señalan que la falta de completitud de los inventarios puede deberse en primer lugar a un sesgo en la recolecta de datos, o bien, a los valores de las abundancias proporcionales de las especies añadidas a la muestra, considerando que no todas las especies son igualmente abundantes, y que, tampoco habitan de manera simpátrica en un plano espacial o estacional.

La riqueza de especies observada en este trabajo, como era de esperarse, fue mayor en el bosque de encino, algo registrado en otros estudios, en los que se menciona que este tipo de vegetación resguarda una alta riqueza y diversidad de especies, debido a que es considerado un ambiente estable y que los cambios de temperatura y humedad no suelen ser tan variables, como en ambientes desérticos y áridos, lo que brindan mejores condiciones eco-fisiológicas para anfibios y reptiles (Medina-Aguilar *et al.*, 2011; Cruz-Elizalde & Ramírez-Bautista, 2012; Ramírez-Bautista *et al.*, 2014; Luja *et al.*, 2017). Al respecto, la mayor diversidad de especies para el BE, se dio en reptiles, principalmente en serpientes, en el que especies como *Tantilla bocourti* y *Storeria storerioides* se presentaron únicamente en este componente vegetal, lo que infiere que estas dos especies, están bien adaptadas a las condiciones micro ambientales de este tipo de vegetación, así como a los refugios que les proporcionan (Ramírez-Bautista *et al.*, 2016). En el caso de las lagartijas, *Plestiodon lynxe* es una especie restringida a este tipo de vegetación, y en el caso de *Sceloporus horridus*, a pesar de ser una especie con una mayor plasticidad a distintos ambientes, se le encontró únicamente en el BE. Al respecto, autores como Berrizobal-Islas (2012) y Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista (2012), señalan que las condiciones que ofrece el BE se reflejan en adaptaciones de orden fisiológico, morfológico, reproductivo y conductual hacia un ambiente más estable. Si bien para BTC y MX se presentaron valores de diversidad bajos en comparación con el BE, se observó que el grupo más representativo en cuanto a taxones fue el de las serpientes (Vitt & Caldwell, 2014; Leyte-Manrique *et al.*, 2016a). En ese sentido y en un contexto general, los reptiles a diferencia de lo anfibios presentan adaptaciones de orden conductual, fisiológico y reproductivo para hacer frente a las variaciones climáticas y de temperatura que son comunes en ambientes de tipo estacional en los que, además, ocurren cambios temporales en la composición de clases de edad y abundancia de las especies.

En el caso del BTC, se presentó un patrón de riqueza similar al de otros estudios (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008; García & Cabrera-Reyes, 2008; Vite-Silva *et al.*, 2010; Berriozabal-Islas, 2012; Berrizoabal-Islas *et al.*, 2017; Leyte-Manrique *et al.*, 2016a; b; 2019). Estos trabajos coinciden en que la estructura de los microhábitats de este tipo de vegetación es compleja, y por tal razón, soportan una alta riqueza de especies a nivel local y estacional, beneficiando en la mayoría de los casos la actividad reproductiva y los nacimientos de algunas especies de anfibios y reptiles (Luria-Manzano, 2012; Vitt & Caldwell, 2014; Luja *et al.*, 2016). Por último, en el matorral xerófilo se registró la menor riqueza y diversidad de especies. Este resultado parece ser un patrón común para este tipo de vegetación, debido a que las condiciones climáticas y condiciones áridas hacen que exista una baja riqueza de especies, pero a diferencia de otros tipos de vegetación en ambientes templados y tropicales, la riqueza de especies de este tipo de vegetación resulta ser altamente exclusiva, es decir, estos ambientes son hábitats que restringen la distribución de las especies. Por ejemplo, la mayoría de las especies que integran el género *Sceloporus* se ven favorecidas por ambientes áridos y semiáridos, como es el caso de la CBRT donde *S. spinosus* y *S. torquatus* se presentaron en los tres tipos de vegetación muestreados, aunque se pueden encontrar también en ambientes templados dada su alta plasticidad fenotípica y ecológica, lo cual les permite habitar distintos ambientes (Leyte-Manrique *et al.*, 2005; Marshall *et al.*, 2006; Leyte-Manrique, 2011). En la CBRT se presentó un patrón atípico acerca de la composición y riqueza de especies entre estaciones, dado que la estación de secas presentó una diversidad más alta en cuanto a reptiles se refiere y no en anfibios, siendo



que la mayoría de los estudios mencionan que generalmente es durante las lluvias cuando los valores de riqueza, abundancia y cambios en la estructura de las poblaciones y comunidades se incrementan (Vitt y Caldwell, 2014; Berriozabal-Islas, 2012; Luja *et al.*, 2017), como en el caso de los anfibios de la CBRT.

Para los tres tipos de vegetación, las curvas de rango-abundancia estuvieron marcadamente dominadas por especies raras. En términos generales, dichas curvas indicaron que, para la estación de lluvias, las ranas *Dryophytes eximius* y *Lithobates megapoda* fueron las especies con mayores abundancias; en tanto que, para la estación de secas las especies más dominantes fueron *D. arenicolor* y *Anaxyrus punctatus*, en tanto que las especies raras están conformadas por serpientes y lagartijas (20 especies; Cuadro 1). Las especies de lagartijas más dominantes fueron *Aspidoscelis gularis* y *Sceloporus spinosus*. Al comparar nuestros resultados con otros estudios en ambientes tropicales estacionales muestran un patrón atípico que no concuerda con los valores de abundancia y ocurrencia de manera estacional, ya que, se ha registrado una alta diversidad de lagartijas y serpientes en ambas estaciones (Cuadro 1; Fig. 4; Cruz-Elizalde & Ramírez-Bautista, 2012; Berrizoabal-Islas *et al.*, 2017; Leyte-Manrique *et al.*, 2016a; b; 2019; Luja *et al.*, 2017). En el caso de las tortugas, *Kinosternon hirtipes* fue abundante en la estación de secas del BTC, mientras que *K. integrum* a pesar de registrarse en los tres tipos de vegetación tuvo mayor abundancia en el BE. Ambas especies de tortugas son poco abundantes en los ambientes en que se distribuyen (Leguer & Vogt, 2013), sin embargo, las altas abundancias observadas en este trabajo se deben a que las dos especies fueron encontradas en varias ocasiones en los mismos cuerpos de agua. En este sentido, autores como Macip-Ríos *et al.* (2009), indican que diferentes especies y diferentes grupos biológicos pueden vivir de manera simpátrica, siempre y cuando logren cubrir sus requerimientos alimentarios como parte de la estructura de su nicho fundamental.

Finalmente, el método de evaluación del estatus de conservación del EVS tuvo una valoración para las especies de anfibios y reptiles que va de bajo a alto riesgo (Cuadro 1). Al respecto del EVS al considerar aspectos ecológicos como tipo de hábitats, distribución ecológica y modos reproductivos en anfibios, permite observar que especies como *Anaxyrus punctatus* e *Incilius occidentalis* presentaron un alto y mediano riesgo, además de presentar bajas abundancias en los tipos de vegetación en que fueron registradas (BTC, BE y MST). Estas observaciones o asignación del estatus de vulnerabilidad pueden ser independientes de la abundancia de las especies y pueden reflejar las condiciones de perturbación del hábitat que utilizan, afectando aspectos demográficos como reproducción, tasas de supervivencia y de crecimiento. En el caso de los reptiles, de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2010 las tortugas se encuentran sujetas a protección especial; sin embargo, la lista roja de la IUCN las cataloga en preocupación menor y el EVS las coloca como especies con mediano riesgo. Respecto a las lagartijas, sólo *Plestiodon lynxe* fue considerada por la NOM-059-ECOL-2010 como sujeta a protección especial, en tanto que la IUCN la cataloga en preocupación menor, lo cual no ocurrió con el EVS, ya que cuatro de las cinco especies se valoran de mediano a alto riesgo. Las serpientes, grupo con mayor riqueza de especies, pero el menos abundante en la cuenca, incluye a cuatro especies como amenazadas y dos en protección especial conforme a la NOM-059-ECOL-2010. Lo anterior permite visualizar que el EVS es un método efectivo para evaluar el estatus de preocupación ecológica de los reptiles, ya que proporciona un panorama medible a escala temporal de la situación y estado de conservación de las comunidades de reptiles de este estudio. Lo anterior proporciona una ventaja sobre el estado de conservación de la NOM-059-ECOL-2010 y la lista roja de la IUCN debido a que el EVS emplea características de la historia natural y distribución para emitir un juicio más preciso. Los resultados aquí expuestos proporcionan nueva información sobre la riqueza y diversidad de los anfibios y reptiles de la cuenca baja del Río Temascalco, ampliando el conocimiento de la fauna de ambos grupos para la porción norte del municipio de Irapuato, y permiten ser integrados en futuros estudios que respondan hipótesis con enfoques ecológicos, biogeográficos y de conservación para la herpetofauna de esta cuenca.

**AGRADECIMIENTOS.** A los habitantes de la comunidad de El Garbanzo, municipio de Irapuato. A Francisco Alejo Iturvide, Fernanda Rodríguez Gutiérrez, Carmen G. Mendoza Portilla y Ruth Liliana González García

por su apoyo y colaboración durante el desarrollo del trabajo de campo. A la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por el otorgamiento del permiso para colecta científica SGPA/DGVS/06622/13. Así mismo, queremos agradecer a los revisores anónimos que con sus comentarios enriquecieron la calidad de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Báez-Montes, O.** (2018) *Anfibios y reptiles de la Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato*. Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, México, 138 pp.
- Berriozabal-Islas, C.** (2012) *Riqueza y diversidad herpetofaunística del bosque tropical, cafetales y potreros del municipio de Huehuetla, Hidalgo, México*. (Tesis de licenciatura). México: Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Berriozabal-Islas, C., Badillo-Saldaña, L. M., Ramírez-Bautista, A., Moreno, C. E.** (2017) Effects on habitat disturbance on lizard functional diversity in a tropical dry forest of the Pacific Coast of Mexico. *Tropical Conservation Science*, 10, 1–11.
- Carvajal-Cogollo, J. E., Urbina Cardona, J. N.** (2008) Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1, 397–416.
- Casas-Andreu, G., Valenzuela-López, G., Ramírez-Bautista, A.** (1991) *Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles*. Cuaderno del Instituto de Biología, UNAM, México, D.F., 68 pp.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Shen, T. J.** (2004) Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. Pp. 85-96. *En: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff, A. Melic (Eds.). Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma*. M3M: Monografías Tercer Milenio, Vol.4, S.E.A., Zaragoza, España.
- Chao, A., Shen, T. J.** (2010) *Programa SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). Programa y guía de uso*. [serial online]. Disponible en línea: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/spade/> (última consulta 18 de junio 2019).
- Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A.** (2012) Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 458–467.
- Estrada-Muñoz, R.** (2002) *Resumen del programa de Manejo del Área Natural Protegida “Cuenca Alta del río Temascalio”*. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Periódico oficial No. 125. Tercera parte.
- Feinsinger, P.** (2003) *El Diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad [The design of field studies for biodiversity conservation]*. FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 236 pp.
- Flores-Villela, O., Canseco-Márquez, L.** (2004) Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 20, 115–144.
- García, E.** (2004) *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. 5ta edición, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 91 pp.
- García, A., Cabrera-Reyes, A.** (2008) Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 24, 91–115.
- Hernández-Arciga, R., Villegas-Ruíz, J., Elizalde-Arellano, C., López Vidal, J. C.** (2018) Los anfibios y reptiles de Guanajuato. Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial y Herpetario de la Sierra Gorda, 284 pp.
- Hernández-Salinas, U.** (2009) *Estudio herpetofaunístico del estado de Hidalgo, México*. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- IEEG** (2014) *Fauna Presente en el Área Natural Protegida Cuenca Alta del Río Temascalio*. Áreas Naturales Protegidas, 6 pp.



- INEGI (2018) Disponible en línea: <http://www/inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/default.aspx> (última consulta 20 de junio 2018).
- Jost, L. (2006) Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 365–375.
- Legler, J., Vogt, R. C. (2013) *The turtles of Mexico: land and freshwater forms*. University of California Press, 416 pp.
- Leyte-Manrique, A. (2011) *Especiación en el Complejo Sceloporus grammicus: Evidencias morfológicas y ecológicas*. (Tesis de Doctorado). Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Leyte-Manrique, A., Hernández Navarro, E. M., Escobedo-Morales, L. A. (2015) Herpetofauna de Guanajuato: Un análisis histórico y contemporáneo de su conocimiento. *Revista Mexicana de Herpetología*, 1, 1–14.
- Leyte-Manrique, A., Morales-Castorena, J. P., Escobedo-Morales, L. A. (2016a) Variación estacional de la herpetofauna en Cerro de El Veinte, Irapuato, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 150–155.
- Leyte-Manrique, A., Gutiérrez Álvarez, N., Hernández-Navarro, E. M. (2016b) Percepción cultural de la herpetofauna en tres comunidades rurales del municipio de Irapuato, Guanajuato, México. *Revista Etnobiología*, 14, 73–84.
- Leyte-Manrique, A., Buelna-Chontal, A. A., Torres-Díaz, M. I., Berriozabal-Islas, C., Maciel-Mata, C. A. (2019) A Comparison of amphibian and reptile diversity between disturbed and undisturbed environments of Salvatierra, Guanajuato, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 12, 1–12.
- Luja, V. H., López, J. A., Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A. (2017) Herpetofauna inside and outside from a natural protected area: the case of Reserva Estatal de la Biósfera Sierra San Juan, Nayarit Mexico. *Nature Conservation*, 21, 15–38.
- Luria-Manzano, R. (2012) *Ecología trófica del ensamblaje de anuros riparios de San Sebastián Tlacotepec, Sierra Negra de Puebla, México*. (Tesis de Maestría). Centro de Investigaciones Biológicas, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Macip-Ríos, R., Arias-Cisneros, M. L., Aguilar-Miguel, X. S., Casas-Andreu, G. (2009) Population ecology and reproduction of the Mexican mud turtle (*Kinosternon integrum*) in Tonicato, Estado de México. *Western North American*, 69, 501–510.
- Magurran, A. E., McGill, B. J. (2011) *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, Oxford.
- Marshall, J. C., Arévalo, E., Benavides, E., Sites, J. L., Sites Jr. J. W. (2006) Delimiting species: comparing methods for mendelian characters using lizards of the *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) complex. *Evolution*, 60, 1050–1065.
- Medina-Aguilar, O., Alvarado-Díaz, J., Suazo-Ortuño, I. (2011) Herpetofauna de Tacámbaro, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1194–1202.
- Mendoza-Quijano, F., Mejenes-López, S., Reynoso-Rosales, V., Estrada-Hernández, A., Rodríguez-Blanco, M. (2001) Anfibios y reptiles de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato: cien años después. *Anales del Instituto de Biología (Serie Zoología)*, 72, 233–243.
- Moreno, C. E. (2001) *Métodos para medir la biodiversidad*. M y T-Manuales y Tesis SEA, Volumen I. Zaragoza, España, 86 pp.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, N. (2011) Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249–1261.
- Morrone, J. J. (2005) Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76, 207–252.
- Naeem, S., Bunker, D. E., Hector, A., Loreau, M., Perrings, C. (Eds.). (2009) *Biodiversity, ecosystem functioning, and human wellbeing: an ecological and economic perspective*. Oxford University Press, Oxford.

- Naeem, S., Duffy, J. E., Zavaleta, E.** (2012) The Functions of biological diversity in an age of extinction. *Science*, 336,1401–1406.
- Pérez-Castillo, L., Palacios-Santillán, A.** (2005) *Proceso constructivo de la presa de control de avenidas Ortega, Guanajuato*. (Tesis de Licenciatura). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, U., Leyte-Manrique, A., Canseco-Márquez, L.** (2009) *Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Comisión Nacional para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., 213 pp.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Cruz-Elizalde, R., Berriozabal- Islas, C., Lara-Tufiño, D., Goyenechea Mayer-Goyenechea, I., Castillo-Cerón, J.** (2014) *Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, biogeografía y conservación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Sociedad Herpetológica Mexicana, México, D.F., 387 pp.
- Reynoso, V., González-Hernández, A., Sánchez-Luna, M.** (2012) Anfibios y reptiles. Pp. 220–226. En: CONABIO & Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (Eds.). *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado Vol. II. México*. Impreso en México.
- Rzedowski, J.** (2006) *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. [serial online] 2006. Disponible en línea: [www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf/](http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf/) (última consulta el 28 de mayo 2018).
- SEMARNAT** (2004) *Programa para mejorar la calidad del aire en Salamanca*. Guanajuato, México.
- SEMARNAT** (2010) *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental–especies nativas de México de flora y fauna silvestre–categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección, 30 de diciembre de 2010, Ciudad de México, México.
- Tilman, D.** (2001) Functional Diversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, 3, 109–120.
- IUCN** (2019) *Red List*. Disponible en línea: <https://www.iucnredlist.org/search?query/searchType/species> (última consulta el 27 de julio de 2019).
- Uriarte-Garzón, P., Lozoya-Gloria, E.** (2009) *Manual del inventario de la fauna del Área Natural Protegida Cerro de Arandas*. Parque Ecológico de Irapuato, A.C., Irapuato, Guanajuato, México.
- Vázquez-Díaz, J., Quintero-Díaz, G. E.** (2005) *Anfibios y reptiles de Aguascalientes*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIEMA, México, 318 pp.
- Vite Silva, V., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U.** (2010) Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 473–485.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P.** (2014) *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. 4<sup>th</sup> edition. Academic Press, USA, 757 pp.
- Wilson, E. O.** (1985) The biological diversity crisis. *Bioscience*, 35,700–706.
- Wilson, E. O.** (2000) On the future of conservation biology. *Conservation Biology*, 14,1–3.
- Wilson, L. D., Mata-Silva, V., Johnson, J. D.** (2013a) A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. Special Mexico Issue. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7, 1–47.
- Wilson, L. D., Johnson, J. D., Mata-Silva, V.** (2013b) A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure. Special Mexico Issue. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7, 97–127.
- Zamudio-Ruiz, S.** (2012) La diversidad vegetal. Pp. 97–108. En: CONABIO & Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (Eds.). *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado Vol. II. México*. Impreso en México.