

Artículo original

Avances y perspectivas en el estudio de la herpetofauna en el estado de Puebla, México

Advances and perspectives in the study of the herpetofauna in Puebla State, México

 MARTHA ANAHÍ GÜIZADO-RODRÍGUEZ,  *GUILLERMO A. WOOLRICH-PIÑA


División de Biología, Subdirección de Investigación y Posgrado, Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Tecnológico Nacional de México, Carretera Acuaco-Zacapoaxtla Km. 8, Col. Totoltepec, Zacapoaxtla, Puebla, C.P. 73680, México.

Editor responsable: J. Rogelio Cedeño-Vázquez



OPEN ACCESS

***Autor correspondiente:**

 Guillermo A. Woolrich-Piña
gwoolrich@live.itsz.edu.mx

Cita:

Güizado-Rodríguez, M. A., Woolrich-Piña, G. A. (2022) Avances y perspectivas en el estudio de la herpetofauna en el estado de Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38, 1–15.
10.21829/azm.2022.3812458
elocation-id: e3812458

Recibido: 17 octubre 2021

Aceptado: 08 diciembre 2022

Publicado: 28 diciembre 2022

RESUMEN. La herpetofauna es particularmente significativa para México, ya que a escala mundial ocupa el segundo lugar en diversidad de reptiles y el quinto lugar en diversidad de anfibios. En este contexto, el estado de Puebla ubicado en la región centro-sur de México, es de especial interés por ser uno de los estados con mayor diversidad herpetofaunística. En este trabajo se presenta un análisis bibliométrico de los estudios realizados en el campo de la herpetología en Puebla. A través de una búsqueda en bases de datos de artículos científicos, libros, capítulos de libros y tesis entre 1869 y 2020, se identificaron 187 trabajos relacionados con herpetofauna. Los temas con más representación fueron la ecología, distribución geográfica e inventarios herpetofaunísticos, mientras que los estudios relacionados con los efectos del cambio climático y la conservación estuvieron poco representados. Los reptiles fueron los más estudiados (53.5 %) con respecto a los anfibios (22.5 %), el restante 24 % corresponde a estudios que incluyeron ambos grupos taxonómicos. En el grupo de los reptiles, las lagartijas han sido objeto de un mayor número de estudios (66 %), seguidas de las serpientes (27 %), tortugas (3 %), cocodrilos (1 %) y de trabajos que incluyeron todos los grupos de reptiles (3 %). En el caso de los anfibios, los anuros han sido los más estudiados (59.6 %) con respecto a los caudados (35.7 %), mientras que sólo un 4.7 % de los estudios han abarcados



ambos grupos. Se observa un desarrollo considerable en el estudio de los anfibios y reptiles en Puebla durante las últimas dos décadas. Sin embargo, es necesario focalizar la atención en los tópicos relacionados con la conservación y el cambio climático, los cuáles permitirán implementar estrategias de conservación efectivas orientadas a las especies más vulnerables.

Palabras clave: anfibio; reptiles; estudio bibliométrico; Puebla; México

ABSTRACT. The herpetofauna is particularly significant for Mexico, since worldwide it ranks second in diversity of reptiles and fifth of amphibians. The Puebla State, located in the south-central region of Mexico, is of special interest because to the greatest herpetofaunal diversity. This paper presents a bibliographic review of the studies realized in the field of herpetology for the state of Puebla. Through a search in databases of scientific papers, books, chapters books and thesis between 1869 and 2020, we identified 187 products related to herpetofauna. The topics with more representation were the ecology, geographic distribution, and herpetofaunal inventories, compared to studies related to the effects of climate change and conservation. The reptiles were most studied (53.5%) with respect to amphibians (22.5%), the remaining 24% corresponds to studies that included both taxonomic groups. For reptiles, lizards have been most studied (66%), followed by snakes (27%), turtles (3%), crocodiles (1%) and works that included all reptile groups (3%). In the case of amphibians, anurans have been more studied (59.6%) with respect to caudates (35.7%), while only 4.7% of the studies have covered both groups. A considerable development is observed in the study of amphibians and reptiles in Puebla during the last two decades. However, it is necessary to focus attention on topics related to conservation and climate change, which will implement effective conservation strategies oriented to the most vulnerable species.

Key words: amphibians; reptiles; bibliometric study; Puebla; Mexico

INTRODUCCIÓN

La herpetología es particularmente significativa para un país megadiverso como México. En México se distribuyen 1,045 especies de reptiles de las 11,733 descritas a escala mundial, incluidas en 159 géneros y 40 familias, ubicándolo como el segundo país con mayor diversidad en el planeta (Uetz, 2022). En cuanto a los anfibios, México alberga 411 especies de las 8,337 descritas en el mundo, lo que lo ubica en el quinto lugar en diversidad de este grupo (AmphibiaWeb, 2021). Además, la alta proporción de especies endémicas a México constituye un componente especial de la diversidad de anfibios y reptiles, lo que imprime mayor valor a su diversidad biológica. En el caso de los reptiles, el 58.1 % de las especies que se distribuyen en México son endémicas, mientras que el 67.8 % de las especies de anfibios sólo las podemos encontrar en nuestro país (Johnson *et al.*, 2017).

El estado de Puebla, ubicado en la región centro-sur de México, aporta el 15 % de la biodiversidad mexicana y se ubica como el cuarto estado con mayor riqueza natural (CONABIO, 2011). Su herpetofauna está conformada por 267 especies, incluyendo 64 anuros, 25 salamandras, 174 escamosos y cuatro tortugas. Alrededor del 79 % de las especies de anfibios y reptiles que se

encuentran en el estado están restringidas a una o dos de las seis regiones fisiográficas reconocidas, lo cual denota la distribución restringida de estas especies. De las 267 especies, 162 son endémicas de México, 97 no son endémicas al país, cuatro son especies no nativas y seis son endémicas para el estado de Puebla (Pavón-Vázquez *et al.*, 2013; Woolrich-Piña *et al.*, 2017). Por consiguiente, la distribución restringida característica de anfibios y reptiles es un factor de vulnerabilidad para la herpetofauna estatal.

A pesar de la relevancia que tiene el estudio de anfibios y reptiles en Puebla, no existe un trabajo que sintetice el desarrollo de esta disciplina en los últimos años. En este contexto, los análisis bibliométricos de las publicaciones científicas reflejan la investigación que se realiza en todos los niveles del conocimiento. La bibliometría es una herramienta útil para determinar patrones de publicación que permite observar el estado de la ciencia a través de la producción global de la literatura científica (Solano-López *et al.*, 2009). Además, ayuda en el diseño de estrategias que promuevan la visibilidad internacional de las investigaciones científicas y como resultado se pueden diseñar acciones en las políticas científicas de un país o una institución determinada (Rojas-Sola & De San-Antonio-Gómez, 2010).

En este trabajo se presenta un análisis bibliométrico de los estudios realizados en el campo de la herpetología para el estado de Puebla desde 1869 hasta 2020, con la finalidad de conocer y evaluar el estado actual del conocimiento de esta disciplina. Los objetivos planteados son los siguientes: a) cuantificar la producción diacrónica, b) identificar las áreas temáticas de la herpetología en donde se ha realizado una investigación exhaustiva, c) determinar en qué tipo de revistas se publica la investigación herpetológica, d) conocer cuáles son los taxones que han atraído mayor interés, e) identificar la colaboración internacional en las publicaciones, f) establecer el coeficiente de colaboración a nivel de autoría, y g) conocer cuáles son las perspectivas de investigación de la herpetología en el estado de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Búsqueda de información. La búsqueda de literatura se realizó utilizando diferentes bases de datos (Scopus, Web of Science, Google Académico, Dialnet, Scindirect, Scielo, Redalyc), mediante búsquedas dirigidas usando palabras clave como "anfibios", "reptiles", "México" y "Puebla" en combinación con las siguientes palabras: "herpetofauna, riqueza, abundancia, diversidad, tamaño corporal, distribución geográfica, sistemática, taxonomía, reproducción, termorregulación, cambio climático, anidación, ecología, conservación, parasitología, toxicología, alimentación, genética, manejo en cautiverio". Se realizaron búsquedas complementarias, por ejemplo, utilizando el nombre de investigadores mexicanos que son reconocidos por su trabajo con la herpetofauna poblana.

El periodo de búsqueda fue a partir de 1869 (año en que se publicó el primer artículo relacionado con la herpetofauna poblana) hasta el año 2020. La información obtenida se clasificó en tres periodos, el primero comprende de 1869 a 1969, época basada principalmente en contribuciones extranjeras y en conocimiento indígena (Flores-Villela, 1993), el segundo periodo (1970–2000), muestra un marcado interés por el estudio de anfibios y reptiles (Flores-Villela *et al.*,

2004) y el tercer periodo (2001–2020), donde nuevas generaciones de herpetólogos han utilizados herramientas novedosas para el estudio de anfibios y reptiles en temáticas como descripción de especies y cambio climático, por mencionar algunas.

Se incluyeron artículos de investigación en diferentes idiomas, así como otro tipo de publicaciones (tesis, capítulos de libros, libros). La información anterior se conjuntó en una base de datos, la cual se revisó exhaustivamente, en algunos casos se consultó el resumen o el artículo para determinar con exactitud el tema, la escala de estudio (local: puede abarcar el estado de Puebla o más de un municipio dentro del estado; regional: abarca más de dos estados, incluyendo Puebla) y el país de adscripción de los autores.

Clasificación de categorías. Se establecieron 20 categorías de clasificación de los temas encontrados en la revisión bibliográfica (Biogeografía; Bioquímica; Cambio climático; Conservación y manejo; Distribución geográfica; Divulgación científica; Ecología, Etnoherpetología; Genética; Inventarios herpetofaunísticos; Métodos de colecta; Morfología; Paleontología; Parasitología; Reproducción; Sistemática; Taxonomía; Toxicología), modificando los criterios propuestos por García-Grajales y López-Luna (2010; Anexo I). El Grado de Colaboración (GC) propuesto por Subramanyam (1983), se define como la proporción de investigación colaborativa (número de artículos con más de un autor) con respecto al número total de artículos publicados de una disciplina durante un periodo determinado y el cuál se determinó por la fórmula:

$$GC = \frac{N_m}{N_m + N_s}$$

donde $0 \leq GC \leq 1$,

GC = grado de colaboración en una disciplina

N_m = número de publicaciones con múltiples autores durante un periodo

N_s = número de publicaciones con un solo autor durante un periodo

RESULTADOS

Después de eliminar los trabajos duplicados y de descartar aquellos que eran irrelevantes para el propósito de este estudio, se obtuvieron 187 productos para el periodo 1869–2020 (Anexo II).

Durante el periodo 1869–1969, se realizaron en promedio 1.2 trabajos herpetofaunísticos por año, mientras que para el periodo 1970–2000 se realizaron en promedio 2.2 estudios por año, en tanto que, para el periodo 2001–2020, el promedio se incrementó a 8 estudios anuales, lo cual es indicativo de una clara tendencia de un aumento continuo en la productividad durante los últimos 20 años, alcanzando un máximo de 16 estudios herpetológicos en 2019 (Fig. 1). De las 20 categorías temáticas propuestas sólo se registraron 14, los temas con mayor representación fueron los estudios ecológicos relacionados principalmente con los hábitos alimentarios de las especies, la ecología térmica, así como los estudios de reproducción, distribución geográfica y

aquellos que describen la diversidad de anfibios y reptiles (inventarios) de un sitio o área geográfica en particular (Cuadro 1).

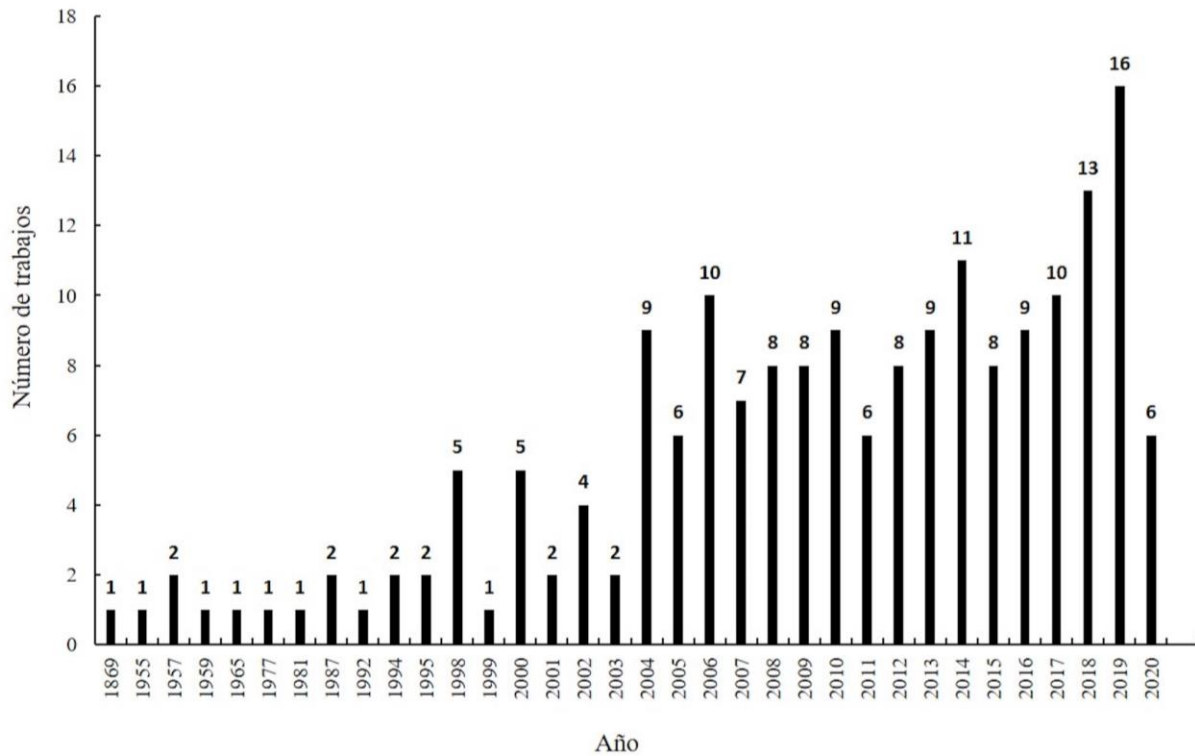


Figura 1. Producción diacrónica de estudios relacionados con la herpetofauna del estado de Puebla durante el periodo 1869–2020.

Cuadro 1. Categorías temáticas de los estudios herpetofaunísticos realizados en el estado de Puebla durante el periodo 1869–2020.

Categoría temática	Número de estudios
Cambio climático	1
Conservación y manejo en cautiverio	3
Distribución geográfica	40
Ecología	40
Etnoherpetología	4
Genética	1
Inventario de especies	39
Historia natural	7
Morfología	2
Paleontología	7
Parasitología	5
Reproducción	19
Sistemática	6
Taxonomía	13

Respecto a los organismos estudiados, la mayoría de los trabajos se enfocó en los reptiles (53.5 %, n= 100), después en anfibios (22.5 %, n= 42) y finalmente en su conjunto (anfibios y reptiles 24 %, n= 45). Los grupos de reptiles más representados en los estudios fueron las lagartijas (66 %, n= 66), después las serpientes (27 %, n= 27), las tortugas (3 %, n= 3), los cocodrilos (1 %, n= 1) y finalmente los estudios que incluyeron todos los grupos de reptiles en su conjunto (3 %, n= 3). Los géneros de reptiles con mayor número de trabajos fueron *Sceloporus* (n= 18) y *Xenosaurus* (n= 15) (Fig. 2). En el caso de los anfibios, los anuros (ranas y sapos) tuvieron el mayor número de estudios (59.6 %, n= 25), seguido de las salamandras (35.7 %, n= 15) y finalmente, en menor proporción los estudios que abarcaron ambos grupos (4.7 %, n= 2). Los géneros de anfibios más estudiados fueron *Dryophytes* (n= 9), *Incilius* (n= 7) y *Pseudoeurycea* (n= 7) (Fig. 3). La escala geográfica que más abordaron los estudios fue la local (85%, n= 159) seguida de la escala regional (15 %, n= 28).

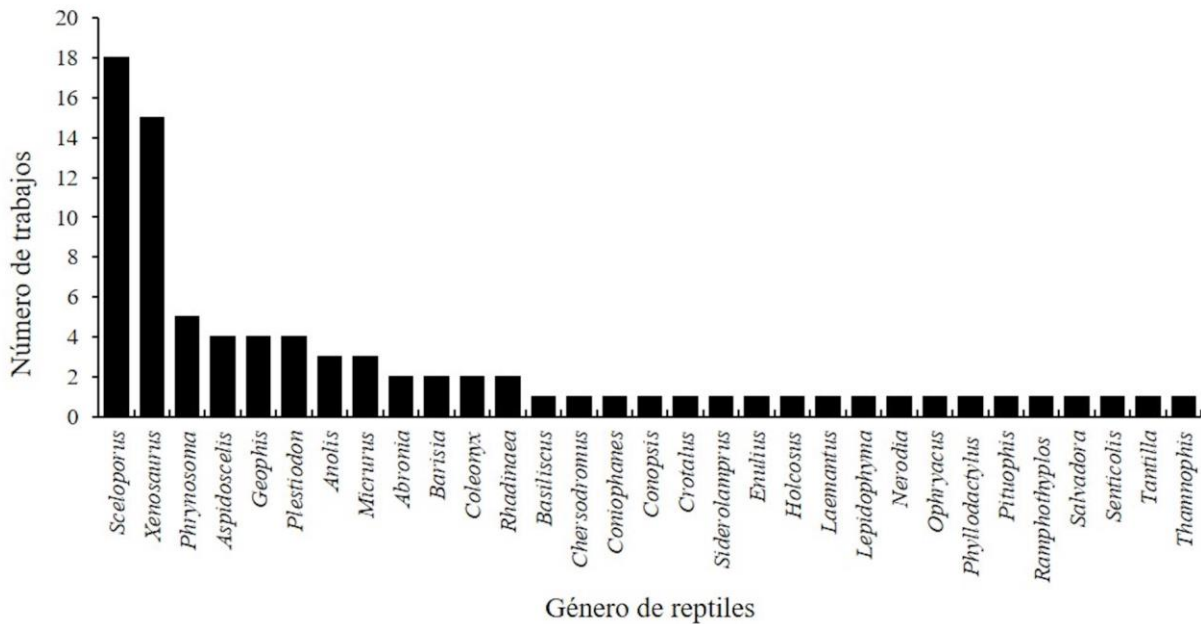


Figura 2. Número de publicaciones para los géneros de reptiles del estado de Puebla en el periodo 1869–2020.

De los 187 estudios herpetológicos realizados en el estado de Puebla, 115 (61.5 %) fueron artículos científicos, mientras que 64 (34.2 %) fueron tesis (54 de licenciatura, 8 de maestría y 2 de doctorado), 5 fueron capítulos de libros (2.7 %) y 3 fueron libros (1.6 %). Los artículos científicos fueron publicados en 42 revistas, las revistas internacionales tuvieron el mayor número de publicaciones (76.5 %, n= 88) en comparación con las revistas nacionales (23.5 %, n= 27). La proporción de publicaciones en revistas indizadas (49.6 %, n= 57) fue similar a la proporción en revistas no indizadas (50.4 %, n= 58). Entre las revistas con más publicaciones destacan *Herpetological Review* (25.2 %, n= 29), *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) (7 %, n= 8), *Revista Mexicana de Biodiversidad* (7 %, n= 8) y *Herpetologica* (7 %, n= 8) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Revistas científicas que han publicado el conocimiento sobre la herpetofauna del estado de Puebla. N= número de publicaciones; Origen (Nac= Nacional, Int= Internacional); Impacto (repercusión de una revista en la comunidad científica): NI= No Indizada, I= Indizada.

Revista	N	Origen	Impacto
Áreas Naturales Protegidas Scripta	1	Nac	NI
Biological Journal of the Linnean Society	1	Int	I
Acta Herpetologica	1	Int	I
Acta Zoológica Mexicana	8	Nac	NI
Amphibia-Reptilia	1	Int	I
Anales del Instituto de Biología, UNAM, Ser. Zool.	1	Nac	NI
Animal Biodiversity and Conservation	1	Int	I
Biodiversity and Conservation	1	Int	I
Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana	3	Nac	NI
Bulletin of the Maryland Herpetological Society	1	Int	NI
Bulletin of the Southern California Academy of Sciences	1	Int	NI
Canadian Journal of Zoology	1	Int	NI
Check List	1	Int	NI
Copeia	2	Int	I
Current herpetology	1	Int	I
Herpetologica	8	Int	I
Herpetological Conservation and Biology	3	Int	I
Herpetological Review	29	Int	NI
Herpetology Notes	4	Int	I
Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine	1	Int	I
Journal of Herpetology	2	Int	I
Journal of Paleontology	1	Int	I
Mesoamerican Herpetology	5	Int	NI
Molecular Phylogenetics and Evolution	1	Int	I
Monatsberichte der deutschend Akademie der Wissenschaften zu Berlin	1	Int	NI
PeerJ 8	1	Int	I
Phyllomedusa	2	Int	I
Proceedings of the Biological Society of Washington	2	Int	I
Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana	3	Nac	NI
Recherches Amérindiennes au Québec	1	Int	NI
Revista Chilena de Historia Natural	1	Int	I
Revista Latinoamericana de Herpetología	1	Nac	NI
Revista Mexicana de Biodiversidad	8	N	I
Saberes y Ciencias	2	N	NI
The Southwestern Naturalist	3	Int	I
University of Colorado Studies, Series of Biology	1	Int	NI
Vertebrate Zoology	1	Int	I
Western North American Naturalist	1	Int	I
ZooKeys	2	Int	I

Revista	N	Origen	Impacto
Zoological Journal of the Linnean Society	2	Int	I
Zoological Science	1	Int	I
Zootaxa	3	Int	I
Total	115		

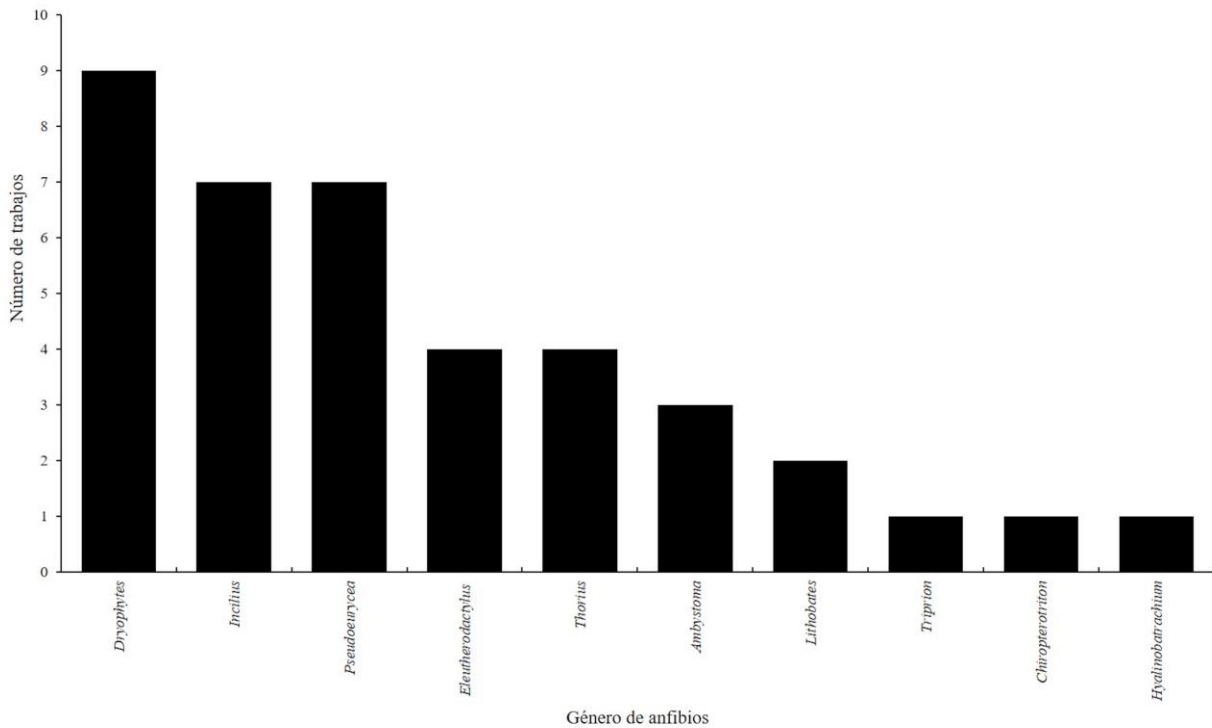


Figura 3. Número de publicaciones para los géneros de anfibios del estado de Puebla en el periodo 1869–2020.

Al analizar el tipo de colaboración, la mayoría de los manuscritos son realizados en coautoría (más de dos autores) (61 %, n= 114), los menos son contribuciones realizadas de manera individual (39 %, n= 73). Lo anterior se ve apoyado por los resultados obtenidos con el grado de colaboración (GC), dicha colaboración se mantiene por arriba del 50 % desde que se llevó a cabo el primer estudio en 1869 (Fig. 4), indicando la formación de redes interinstitucionales en el estudio de anfibios y reptiles en Puebla. En relación con la colaboración nacional e internacional, se observó que predominaron las colaboraciones nacionales (cuando al menos uno de los autores tiene su adscripción en México) (Fig. 5). La colaboración internacional se realizó principalmente con Estados Unidos de América, ya que el 35.7 % de la producción científica se llevó a cabo con investigadores de dicho país. Sin embargo, también se han realizado colaboraciones con herpetólogos de Alemania (2.6 %), Canadá (1.7 %), Arabia Saudita, Dinamarca, España, Honduras e Inglaterra (0.9 % cada uno).

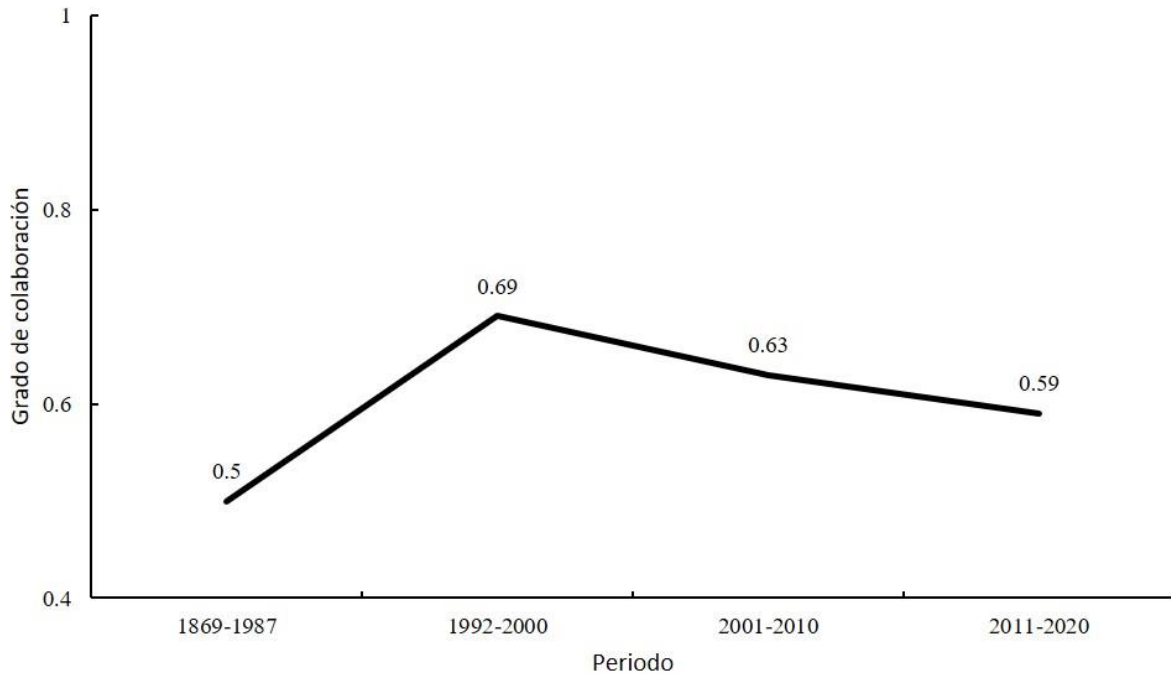


Figura 4. Grado de colaboración en las publicaciones de estudios herpetológicos en el estado de Puebla.

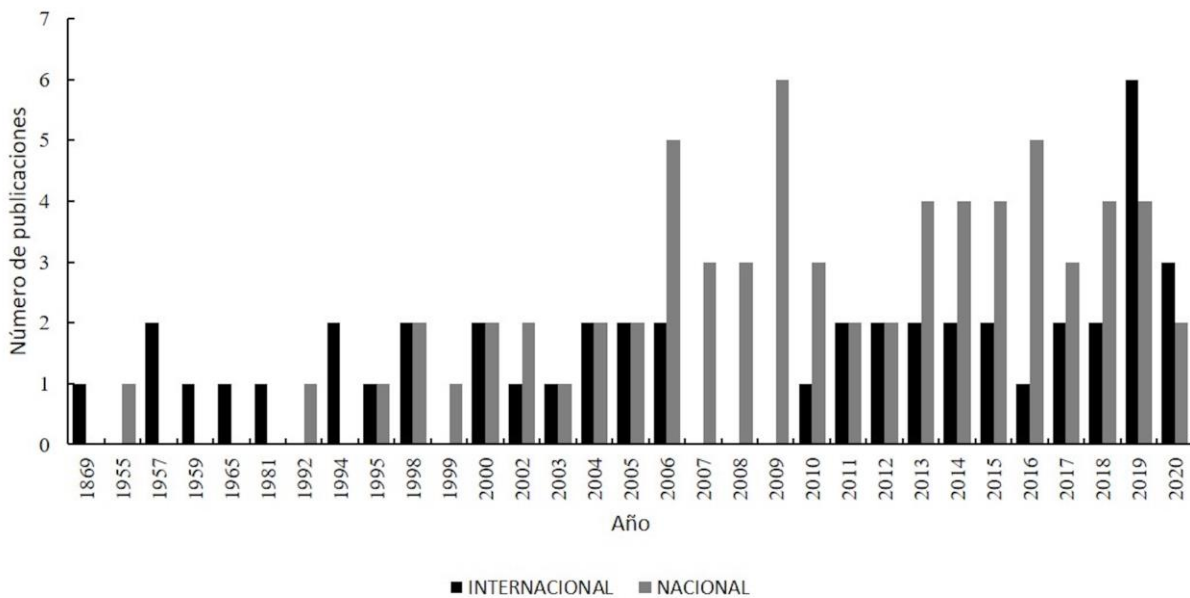


Figura 5. Variación anual de la colaboración nacional e internacional en las publicaciones sobre herpetofauna en el estado de Puebla, durante el periodo 1869–2020.

DISCUSIÓN

A escala mundial, la fauna de anfibios y reptiles de México es una de las más diversas (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014; Parra-Olea *et al.*, 2014). Su estudio en nuestro país inició desde

tiempos coloniales (Flores-Villela, 1993; Flores-Villela *et al.*, 2004). La diversidad de anfibios y reptiles del estado de Puebla se ubica en el cuarto lugar nacional después de Oaxaca, Chiapas y Veracruz, que ostentan el primero, segundo y tercer lugar, respectivamente (Guzmán-Guzmán *et al.*, 2011; Morales-Mávila *et al.*, 2011; Johnson *et al.*, 2015; Mata-Silva *et al.*, 2015). Sin embargo, a escala estatal la herpetofauna ha sido escasamente estudiada. Según Flores-Villela *et al.* (2004) y Flores-Villela y Pérez-Mendoza (2006), Puebla es un estado poco explorado en general, aunque hay algunas regiones como Zapotitlán Salinas, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y la Sierra Norte de Puebla que son bastante conocidas (Woolrich-Piña *et al.*, 2005; Gutiérrez-Mayén & Salazar-Arenas, 2006; Canseco-Márquez & Gutiérrez Mayén, 2006a; b; Woolrich-Piña *et al.*, 2007; Canseco-Márquez & Gutiérrez Mayén, 2010).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el conocimiento sobre la diversidad de anfibios y reptiles en el estado de Puebla indica un desarrollo significativo en los últimos 20 años. Los temas que se han abordado con mayor frecuencia tienen que ver con aspectos sobre diversidad, descripción de nuevas especies, distribución geográfica (amplitud del ámbito de distribución), ecología (uso de hábitat, alimentación y termorregulación) y reproducción (Cuadro 1). La aplicación del conocimiento generado con respecto al estudio de los patrones de diversidad de especies y los procesos ecológicos subyacentes, puede ser un aspecto crítico en el desarrollo de estrategias y políticas para la conservación (Koleff *et al.*, 2008), principalmente para los anfibios y reptiles que tienen áreas de distribución reducidas en comparación con otros grupos de vertebrados. Puntualmente, para las especies endémicas con distribución restringida como los anfibios *Ambystoma taylori*, *Aquiloerycea quetzalanensis*, las lagartijas *Lepidophyma zongolica*, *Xenosaurus fractus*, y las serpientes *Tantilla robusta* (Woolrich-Piña *et al.*, 2017) y *Geophis turbidus* (Pavón-Vázquez *et al.*, 2013).

Por otra parte, tópicos como los efectos del cambio climático, la conservación y los conocimientos tradicionales de la herpetofauna han recibido poca atención por parte de los investigadores (Ávila-Soriano, 1987; Güizado-Rodríguez *et al.*, 2012; Hernández-Jiménez & Pérez, 2014; García-López *et al.*, 2017; Beaucage *et al.*, 2019). Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar un mayor número de estudios relacionados con el estado de las poblaciones naturales a través de estudios a largo plazo para generar el conocimiento necesario sobre el papel ecológico que juegan las especies dentro de los ecosistemas, analizar los efectos de la fragmentación del hábitat y los cambios ambientales en las comunidades de anfibios y reptiles, aprovechar el desarrollo tecnológico y el uso de metodologías computarizadas para mejorar el conocimiento sobre la distribución y los factores que condicionan el que una especie se encuentre o no en un lugar determinado, lo que permitirá establecer estrategias para la conservación de especies prioritarias y aquellas en las que sus poblaciones estén colapsando. Así, particularmente los biólogos de la conservación tendrán elementos para abordar temáticas específicas para investigar (Stinchcombe *et al.*, 2002); en particular, considerando las especies endémicas y con distribución sumamente restringida (i.e. *Ambystoma taylori*, *Aquiloerycea quetzalanensis*, *Lepidophyma zongolica*, *Xenosaurus fractus*, *Tantilla robusta* y *Geophis turbidus*).

Asimismo, es importante romper el sesgo taxonómico que existe en los trabajos herpetológicos realizados, ya que más de la mitad de los estudios se llevaron a cabo con reptiles,

mientras que sólo una cuarta parte se enfocó en los anfibios como modelo de estudio (Anexo II). Cabe mencionar que México tiene un alto nivel de endemismo en anfibios, con un total de 267 especies cuya distribución es exclusiva al territorio nacional, lo cual equivale al 67.8 % de la riqueza total de esta fauna (Johnson *et al.*, 2017). Por su parte, Puebla ocupa el tercer lugar a nivel nacional en número de especies endémicas, por lo cual urge emprender estudios para comprender mejor la relación que tienen estos organismos con su ambiente (Parra-Olea *et al.*, 2014), ya que son considerados como indicadores de la calidad ambiental (Vitt *et al.*, 1990; Blaustein, 1994; Blaustein & Wake, 1995), por presentar una piel permeable carente de tegumentos y huevos sin cascarón, lo que favorece la absorción de sustancias tóxicas provenientes del medio donde se desarrollan, además su complejo ciclo de vida los expone a variaciones de temperatura y humedad, así como a distinta intensidad de radiación UV-B durante su transición del medio acuático a tierra firme (Young *et al.*, 2001). Aunado a lo anterior, los anfibios están sufriendo la peor crisis de extinción en toda su historia (Stuart *et al.*, 2004), superando incluso la de otros vertebrados (Collins & Storer, 2003). En este contexto, es importante ampliar los estudios herpetológicos hacia este grupo de organismos en el estado de Puebla.

El inicio del desarrollo de la herpetología en México como campo de estudio se remonta a la época colonial (Casas-Andreu, 2008), aunque de acuerdo con Flores-Villela (1993) a partir de 1970 hay un aumento en el interés por el conocimiento de anfibios y reptiles. Por lo tanto, se podría decir que es un campo de estudio fundamental aún por explorar, sobre todo para un país como México que a nivel mundial ocupa los primeros lugares en diversidad de esta fauna (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014; Parra-Olea *et al.*, 2014). List *et al.* (2017) destaca que uno de los principales retos para la conservación en México es el desarrollo de grupos de trabajo verdaderamente multidisciplinarios (académicos trabajando de manera coordinada con profesionistas de diversas disciplinas) y transdisciplinarios (que trabajen con actores no académicos que estén relacionados con la conservación). Por lo tanto, el mejor mecanismo para conocer, analizar y comprender a profundidad a los anfibios y reptiles desde distintos contextos (e. g. ecológicos, biológicos, sociales, culturales), es por medio de los grupos de estudio multidisciplinarios, además de establecer y mantener colaboraciones internacionales permanentes. Al analizar el tipo de colaboración nacional e internacional se observa que, en gran medida, el estudio herpetológico en Puebla se ha desarrollado en el ámbito nacional, mientras que la cooperación internacional está vinculada principalmente con los Estados Unidos de América, en donde se tiene el mayor número de colaboraciones. Además, se observó un aumento sustancial de los trabajos realizados en coautoría a partir de 1981, lo que puede interpretarse como resultado de equipos de trabajo y del establecimiento de redes académicas tanto nacionales como internacionales. Esto se debe a que los científicos no trabajan de manera aislada, en realidad todos son miembros de una comunidad mundial trabajando en conjunto para investigar y comprender los procesos de la naturaleza, de tal manera que puedan proporcionar la base teórica sobre la que se construye la ciencia (Subramanyam, 1982).

La realización del presente trabajo ha permitido definir las tendencias sobre las diferentes temáticas estudiadas a lo largo de siglo y medio, de los anfibios y reptiles distribuidos en el estado de Puebla, así como reconocer la importancia que tienen las colaboraciones nacionales y extranjeras para llevar a cabo trabajos que respondan a preguntas más específicas, profundas y

complejas. Por otra parte, las principales áreas de oportunidad detectadas para la elaboración de investigaciones futuras se vinculan con tópicos relacionados con cambio climático, conservación y etnoherpetología; así como la inclusión de especies de otros géneros (sobre todo de anfibios) para la realización de estudios sobre ecología e historia natural, ya que la mayor parte de las investigaciones se han enfocado a especies de lagartijas de los géneros *Sceloporus*, *Xenosaurus* y *Phrynosoma*, por lo que se sugiere poner la mayor atención a las especies endémicas, con distribución altamente restringida, y por tanto vulnerables a los cambios ambientales derivados de las actividades antrópicas.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos a la Subsecretaría de Educación Superior (a través de la Dirección General de Educación Superior Universitaria e Intercultural y a la Dirección de Superación Académica) por los fondos otorgados para el fortalecimiento del cuerpo académico Ecología, Distribución y Conservación de Fauna Silvestre IDCA 27963, Clave ITESZACA-CA-4; así como al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla por el financiamiento a los proyectos 10029.21-PD y PI.LB-21-04. Agradecemos también a dos revisores anónimos, cuyas observaciones y comentarios contribuyeron a mejorar el contenido del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Ávila-Soriano, A.** (1987) Algunos aspectos etnoherpetológicos de un municipio Totonaco de la Sierra Norte de Puebla: Tepango de Rodríguez. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- AmphibiaWeb.** (2021) University of California, Berkeley, CA, USA. Disponible en: <https://amphibiaweb.org> (acceso 2 de abril 2021).
- Beaucage, P., Rojas-Mora, X., Woolrich-Piña, G. A., Mora-Guzmán, E., López-Salgado, E.** (2019) Les reptiles dans les savoirs et l'imaginaire des Nahuas/Maseualmej de la Sierra Norte de Puebla (Mexique). *Recherches Amérindiennes au Québec*, 49, 17–28. <https://doi.org/10.7202/1074537ar>
- Blaustein, A. R.** (1994) Chicken Little or Nero's fiddle? A perspective on declining amphibian populations. *Herpetologica*, 50, 85–97.
- Blaustein, A. R., Wake, D. B.** (1995) The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*, 272, 52–57. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0495-52>
- Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, M. G.** (2006a) Herpetofauna del municipio de Cuetzálán del Progreso, Puebla. Pp 180–196. En: A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez, F. Mendoza-Quijano (Eds.). *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad*. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, M. G.** (2006b) Guía de Campo de los Anfibios y Reptiles del Valle de Zapotitlán, Puebla. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 78 pp.

- Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, M. G.** (2010) Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 57 pp.
- Casas-Andreu, G.** (2008) Contribuciones al estudio de los anfibios y reptiles de México durante el siglo XVIII y la Ilustración. *Ciencia Ergo Sum*, 15, 101–107.
- Collins, J., Storer, A.** (2003) Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9, 89–98.
<https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2003.00012.x>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)** (2011) La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 440 pp.
- Flores-Villela, O.** (1993) Breve historia de la herpetología en México. *Elementos: Ciencia y Cultura*, BUAP, 3, 11–21.
- Flores-Villela, O., Pérez-Mendoza, H. A.** (2006) Herpetofaunas estatales de México. Pp. 327–346. *En: A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez, F. Mendoza-Quijano (Eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad.* Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Flores-Villela, O., García-Vázquez, U. O.** (2014) Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 467–475.
<https://doi.org/10.7550/rmb.43236>
- Flores-Villela, O., Smith, H. M., Chiszar, D.** (2004) The history of herpetological exploration in Mexico. *Bonner Zoologische Beiträge*, 3–4, 311–335.
- García-Grajales, J., López-Luna, M. A.** (2010) Análisis bibliográfico del conocimiento de los cocodrilianos en México. *Revista 3 de Conservación*, 1, 25–31.
- García-López, R., Villegas, A., Pacheco-Coronel, N., Gómez-Álvarez, G.** (2017) Traditional use and perception of snakes by the Nahuas from Cuetzalan del Progreso, Puebla, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13, 6.
<https://doi.org/10.1186/s13002-016-0134-7>
- Güizado-Rodríguez, M. A., Ballesteros-Barrera, C., Casas-Andreu, G., Barradas-Miranda, V. L., Téllez-Valdés, O., Salgado-Ugarte, I. H.** (2012) The impact of global warming on the range distribution of different climatic groups of *Aspidoscelis costata costata*. *Zoological Science*, 29, 834–843.
<https://doi.org/10.2108/zsj.29.834>
- Gutiérrez-Mayén, M. G., Salazar-Arenas, J.** (2006) Herpetofauna de los municipios de Camocuautla, Zapotitlán de Méndez y Huitzilán de Serdán de la Sierra Norte de Puebla. Pp. 197–223. *En: A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez, F. Mendoza-Quijano (Eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad.* Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Guzmán-Guzmán, S., Morales-Mávil, J. E., Pineda-Arredondo, E.** (2011) Anfibios. Pp. 517–529. *En: La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

- Hernández-Jiménez, C. A., Pérez, R.** (2014) Los anfibios y reptiles de Tetela de Ocampo, biodiversidad e intereses encontrados. *Saberes y Ciencias*, 23, 10.
- Johnson, J. D., Mata-Silva, V., García-Padilla, E., Wilson, L. W.** (2015) The herpetofauna of Chiapas, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2, 272–329.
- Johnson, J. D., Wilson, L. D., Mata-Silva, V., García-Padilla, E., DeSantis, D. L.** (2017) The endemic herpetofauna of Mexico: organisms of global significance in severe peril. *Mesoamerican Herpetology*, 43, 544–620.
- Koleff, P., Soberón, J., Arita, H. T., Dávila, P., Flores-Villela, O., Golubov, J., Halffter, G., Lira-Noriega, A., Moreno, C. E., Moreno, E., Munguía, M., Murguía, M., Navarro-Sigüenza, A. G., Téllez, O., Ochoa-Ochoa, L., Townsend Peterson, A., Rodríguez, P.** (2008) Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies. Pp. 323–364. *En: J. Sarukán (Ed.). Capital natural y bienestar social Volumen 1. Conocimiento de la biodiversidad.* México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- List, R., Rodríguez, P., Pelz-Serrano, K., Benítez-Malvidoc, J., Lobato, J. M.** (2017) La conservación en México: exploración de logros, retos y perspectivas desde la ecología terrestre. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 65–75.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.007>
- Mata-Silva, V., Johnson, J. D., Wilson, L. W., García-Padilla, E.** (2015) The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2, 6–62.
- Morales-Mávil, J. E., Guzmán-Guzmán, S., Canseco-Márquez, L., Pérez-Higareda, G., González-Romero, A., Vogt, R. C.** (2011) Reptiles: diversidad y conservación. Pp. 531–543. *En: La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., Mendoza-Almeralla, C.** (2014) Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 460–466.
- Pavón-Vázquez, C. J., Canseco-Márquez, L., Nieto-Montes de Oca, A.** (2013) A new species in the *Geophis dubius* group (Squamata: Colubridae) from Northern Puebla, Mexico. *Herpetologica*, 69, 358–370.
- Rojas-Sola, J. I., De San-Antonio-Gómez, C.** (2010) Análisis bibliométrico de las publicaciones científica colombianas en la categoría Engineering, Multidisciplinary de la base de datos Web of Science (1997-2009). *Dyna*, 77, 9–17.
- Solano-López, E., Castellanos-Quintero, S. J., López-Rodríguez del Rey, M. M., Hernández-Fernández, J. I.** (2009) La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *MediSur*, 7, 59–62.
- Stinchcombe, J., Moyle, L. C., Hudgens, B. R., Bloch, P. L., Chinnadurai, S., Morris, W. F.** (2002) The influence of the academic conservation biology literature on endangered species recovery planning. *Conservation Ecology*, 6, 1–15.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L., Waller, R. W.** (2004) Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306, 1783–1786.
<https://doi.org/10.1126/science.1103538>

- Subramanyam, K.** (1983) Bibliometric studies of research collaboration: A review. *Journal of Information Science*, 6, 33–38.
<https://doi.org/10.1177/016555158300600105>
- Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Hošek, J.** (2022) The reptile database. Disponible en: <http://www.reptile-database> (acceso 21 de septiembre 2022).
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P., Wilbur, H. M., Smith, D. C.** (1990) Amphibians as harbingers of decay. *Bioscience*, 40, 418.
<https://doi.org/10.1093/bioscience/40.6.418>
- Woolrich-Piña, G. A., Oliver-López, L., Lemos-Espinal, J. A.** (2005) *Anfibios y Reptiles del Valle de Zapotitlán Salinas*. Puebla. UNAM-CONABIO, 54 pp.
- Woolrich-Piña, G. A., Oliver-López, L., Lemos-Espinal, J. A.** (2007) Herpetofauna del Valle de Zapotitlán Salinas. Pp. 91–105. En: M. C. Arizmendi, G. Ávila, F. López, M. Murguía, S. Rodríguez, S. Solórzano (Eds.). *Deterioro ambiental en zonas áridas. Una década de experiencia multidisciplinaria del proyecto UBIPRO*. FES Iztacala, UNAM. México.
- Woolrich-Piña, G. A., García-Padilla, E., DeSantis, D. L., Johnson, J. D., Mata-Silva, V., Wilson, L. D.** (2017) The herpetofauna of Puebla, México: composition, distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 4, 791–884.
- Young, B. E., Lips, K. R., Reaser, J. K., Ibáñez, R., Salas, A. W., Cedeño, J. R., Coloma, L. A., Ron, S., La Marca, E., Meyer, J. R., Muñoz, A., Bolaños, F., Chaves, G., Romo, D.** (2001) Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*, 15, 1213–1223.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.00218.x>