

## **Amphibians occurring in the Necaxa River Hydrographic Basin, Puebla: list of species and risk status**

# **Anfibios presentes en la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Puebla: listado de especies y estatus de riesgo**

Roberto Tenorio-Mendoza<sup>1\*</sup> y

Janet Elizabeth Osnaya-Becerril<sup>2</sup>

### **Resumen**

La actual pérdida de diversidad ha conducido a aumentar el conocimiento sobre las especies que habitan una región particular y la revalorización de su estado de conservación. En este trabajo, se actualiza el listado de las especies de anfibios que habitan la porción poblana Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (APRN-CHRN), así como su estado de conservación. Se recabó la información de la literatura y sitios web para realizar el listado de especies y se usaron tres sistemas de categorización para evaluar el estado de conservación: el Valor de Sensibilidad Ambiental (EVS), la Lista Roja de la IUCN y la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el sistema de niveles de prioridad para la conservación (SCPL) para especies endémicas. La APRN-CHRN alberga 28 especies de anfibios, tres caudados y 25 anuros; 17 especies fueron endémicas; la familia Hylidae la de mayor proporción. En cuanto a los sistemas de categorización, la mayoría de las especies tienen un valor medio y bajo de acuerdo al EVS, mientras que la IUCN y la NOM-059-SEMARNAT-2010 consideran a varias especies en preocupación menor (LC) o no están consideradas (NC). El SCPL mostró que hay cinco especies endémicas en nivel de prioridad uno. Debido a la discrepancia en los sistemas de categorización, se recomienda usar el EVS como sistema de evaluación para las 28 especies de anfibios de la APRN-CHRN y tomar en consideración a las especies endémicas en nivel uno de prioridad; así como establecer medidas en cuanto al uso

<sup>1</sup> Departamento de Hidrobiología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa, C. P. 09340, Ciudad de México.

<sup>2</sup> Maestría en biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

\*Autor de correspondencia: cellbiologia@hotmail.com

de suelo y protección de los cuerpos de agua que ayuden a disminuir las diferentes amenazas a los anfibios.

**Palabras clave:** Anura. Amenazas. Diversidad. Conservación.

## Abstract

The current loss of diversity has led to increase the knowledge about the species that inhabit a particular region and the revaluation of their conservation status. In this work, we update the list of amphibian species inhabiting the portion of the Puebla State of the Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (APRN-CHRN), as well as their conservation status. Information was collected from literature and websites to make the species list and three categorization systems were used to evaluate the conservation status: the Environmental Value Sensitivity (EVS), the IUCN Red List and NOM-059-SEMARNAT-2010 and the system conservation priority levels for (SCPL) for endemic species. The APRN-CHRN is home to 28 species of amphibians, three caudates and 25 anurans; 17 species were endemic; the Hylidae family had the highest proportion. In terms of categorization systems, most species have a low (L) and medium (M) value according to the EVS, while the IUCN and NOM-059-SEMARNAT-2010 consider several species to be of least concern (LC) or not considered (NC). The SCPL showed that there are five endemic species at priority level one. Due to the discrepancy in the categorization systems, it is recommended to use the EVS as the evaluation system for the 28 amphibian species of the APRN-CHRN and take into consideration endemic species at priority level one.; as well as to establish measures in terms of land use and protection of of water bodies to help reduce the different threats to amphibians.

**Key words:** Anura. Caudata. Diveristy. Conservation.

## Introducción

Actualmente, el crecimiento exponencial de la población humana ha propiciado una elevada demanda de recursos naturales para la obtención de alimento, agua, minerales y espacio; por lo que diariamente son disminuidas bastas hectáreas de selvas y bosques y con ello, se ven

interrumpidos procesos biológicos y ecológicos además de la innata pérdida de diversidad (Elisha y Felix, 2020; Santos y Tellería, 2006; Pérez-García, 2020).

Las áreas protegidas destinadas a la conservación no están exentas de este deterioro, sobre todo aquellas en las que, dentro de sus límites, están presentes asentamientos o zonas urbanas (Tlapa-Almonte *et al.*, 2020). Ante esta problemática (principalmente la pérdida de especies) es importante conocer e inventariar las especies de flora y fauna presentes en un área protegida, así como su estado de conservación (Valdez-Rentería *et al.*, 2018). No obstante, si el monitoreo de especies en campo no se realiza de manera continua y con una planeación sistemática, será difícil actualizar esta información y el inventario puede quedar incompleto (Cruz-Flores *et al.*, 2017).

Sin embargo, una opción para ampliar y complementar este conocimiento es la recopilación bibliográfica de trabajos previos y la revisión de portales digitales de colecciones biológicas para actualizar, conjuntar y corroborar esta información (UNIBIO, REMIB, GBIF, etc.). El uso de estos sitios ha incrementado en los últimos años, ya que es un formato práctico de consulta y permite obtener distintos registros de especies, lo cual ha provocado un avance significativo en ecología y biogeografía (La Salle *et al.*, 2016).

Además de esto, se destaca la importancia de poder conocer los estados actuales de las especies, en este caso para los anfibios, debido a que son susceptibles a las alteraciones producidas en el ambiente debido a su piel delgada y permeable, además de tener un ciclo de vida bifásico acuático y terrestre (condición presente en diversas especies) y ser vulnerables a la pérdida del hábitat y fragmentación, sobreexplotación de recursos naturales, cambio climático, contaminación y a las enfermedades, lo que ha llevado al declive de sus poblaciones en diferentes escalas espaciales y temporales (Parra-Olea *et al.*, 2014; Suazo-Ortuño *et al.*, 2023).

Entonces, dado que hay discrepancia en cuanto a la categoría que se les asigna por indicadores como los listados CITES, la Lista Roja de especies de la IUCN y la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, provocando muchas veces que no sea claro su estatus, ya que los parámetros con los que se miden, evalúan y valoran, son distintos. A ello, se añaden cambios taxonómicos de las especies, lo que hace aún más complicado incluir a una especie en alguna de las categorías de riesgo y conservación conocidas. Por lo que una alternativa de uso práctico que está tomando fuerza es el Valor de Sensibilidad Ambiental (EVS, por sus siglas en inglés) propuesto por Wilson *et al.*, (2013), el cual considera aspectos de tipo reproductivo, de distribución ecológica y grado de persecución y que proporciona datos en tiempo real, a nivel local y regional, que pueden servir de apoyo a las valoraciones de la IUCN, los CITES y NOM-059 (Leyte-Manrique *et al.*, 2022) y en

la toma de decisiones para los programas de manejo como el del Área de Protección de Recursos Naturales de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (APRN-CHRN).

Considerando lo antes expuesto, el objetivo de este estudio fue obtener y actualizar los registros de las especies de anfibios presentes en el APRN-CHRN y evaluar su estatus de riesgo a partir del EVS (Wilson *et al.*, 2013) y compararlo con los estados de riesgo y conservación de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Lista Roja de la IUCN, además del sistema de niveles de prioridad para la conservación (SCPL, por sus siglas en inglés) que se basa en el EVS y su presencia en diferentes regiones fisiográficas aplicado únicamente para las especies endémicas (Johnson *et al.*, 2017), con el fin de poder establecer su estatus y con ello considerar propuestas para su conservación que puedan ser incluidas en el programa de manejo de esta área de protección.

## Metodología

### Área de estudio

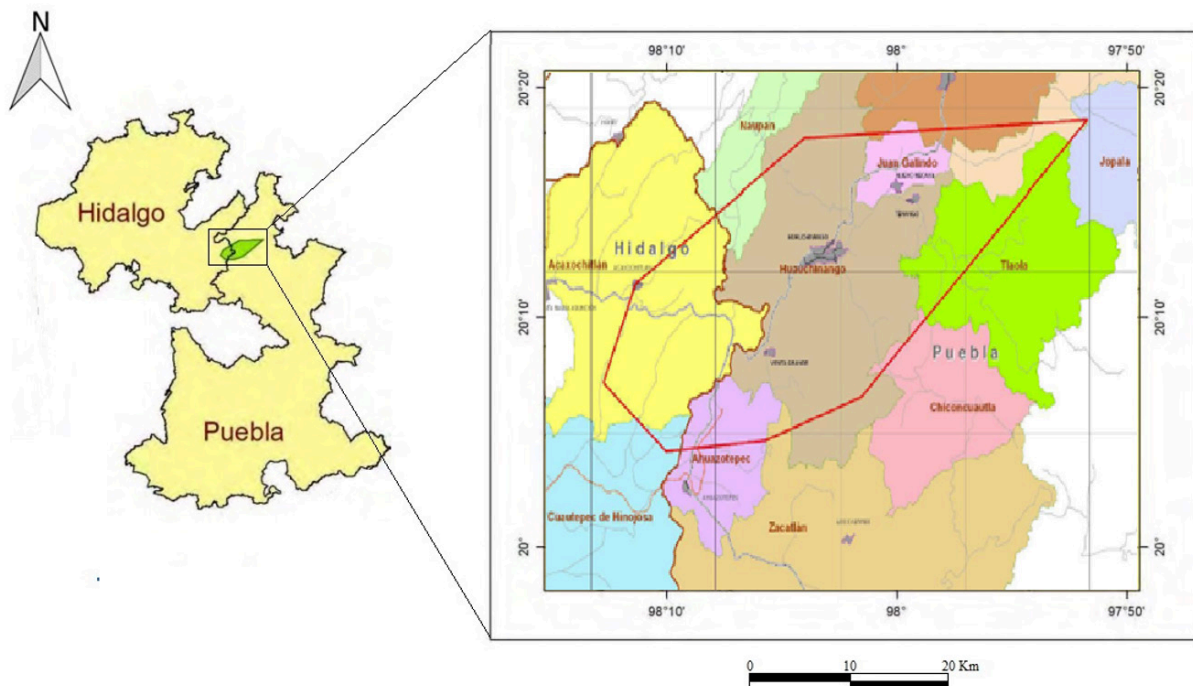
La APRN-CHRN se ubica entre los estados de Hidalgo y Puebla (sin embargo, este trabajo solo enfoca en la porción que corresponde a Puebla) en los paralelos 20° 03' y 20° 17' N y 97° 51' y 98 13' O (Fig. 1) con una extensión de 32,630 ha, con un gradiente altitudinal que va de los 560 hasta los 2,323 m.s.n.m. en los que están presentes diferentes tipos de vegetación natural e inducida (CONANP, 2013; Tenorio-Mendoza *et al.*, 2019). En cuanto a su fisiografía, se ubica principalmente en la Sierra Madre Oriental (SMO); sin embargo, una pequeña porción al sur se ubica en Eje Neovolcánico Transversal (ENT) y otra al nororiente se ubica en la Llanura Costera del Golfo (LCG) (Woolrich-Piña *et al.*, 2017).

## Método

La base del listado fue el trabajo herpetológico realizado por Tenorio-Mendoza *et al.* (2019) para la porción poblana de la APRN-CHRN y se complementó con el trabajo de Woolrich-Piña *et al.* (2017) quienes realizaron una exhaustiva recopilación sobre la riqueza de anfibios y reptiles del estado de Puebla y las especies presentes en cada tipo de vegetación, provincia biogeográfica y áreas naturales protegidas que convergen en esta entidad, así como su estado de conservación. La georeferencia de los registros obtenidos en ambos trabajos se corroboró con las bases de datos del portal GBIF (2023).

Con esta información se realizó un listado único y se utilizaron los sitios AmphibiaWeb (2023) e ITIS (2023) para revisar y corroborar la distribución geográfica y nomenclatura taxonómica, respectivamente. Aquellos registros repetidos, mal determinados o incompletos en los que su área de distribución no correspondía con el sitio de estudio fueron eliminados. Posteriormente a cada especie se le asignó el EVS (Wilson *et al.*, 2013), un algoritmo formado por la suma de tres elementos propios de cada especie: distribución geográfica (endémica o de amplia distribución), hábitat (tipo de vegetación) y modo reproductivo (desarrollo directo o indirecto). El EVS toma valores entre 3 y 20 de acuerdo con el grado de vulnerabilidad: de 3 a 9 (bajo = L), de 10 a 13 (medio = M), y de 14 a 20 (alto = H; L, M y H, por sus siglas en inglés). Además, se obtuvieron las diferentes categorías de riesgo para cada especie de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2019) y la Lista Roja de la IUCN (2024).

Finalmente, para las especies endémicas se aplicó el SCPL (Johnson *et al.*, 2017) que toma valores entre 1 y 18 dependiendo del valor del EVS y su presencia en diferentes regiones fisiográficas (que puede ser una, dos, etc.), por ejemplo: prioridad uno (1): especies con un valor alto de vulnerabilidad (EVS) presentes solo en una región fisiográfica.



**Figura 1.** Ubicación el polígono del APRN Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa en los estados de Hidalgo y Puebla.

## Resultados y discusión

Después de revisar y comparar los listados obtenidos en ambos trabajos y de las bases de datos digitales, se obtuvieron un total de 2,850 registros (muchos de ellos repetidos) los cuales correspondieron a 42 especies (21 obtenidas por Tenorio-Mendoza *et al.* (2019); 19 por Woolrich-Piña *et al.* (2017) y dos, del portal GBIF (2023); de este total se eliminaron 14 especies, de las cuales, cinco, no se determinaron a nivel de especie y las nueve restantes, eran registros dudosos, pues su georreferenciación no coincidía con su distribución para el APRN-CHRN, ya que se encontraban fuera de esta Área Natural Protegida.

Finalmente, el presente estudio reporta que la riqueza de anfibios para la APRN-CHRN está conformada por 28 especies (tres caudados, 10%, y 25 anuros, 90%) divididas en ocho familias y 17 géneros. La familia Hylidae es la más amplia con nueve especies (32%). De este total, 17 especies (60%) son endémicas, 16 de México y una es microendémica del estado de Puebla, además nueve son de amplia distribución y dos son exóticas (Tabla 1).

El valor del EVS se distribuyó de la siguiente manera: 10 especies (36%) tuvieron un valor bajo (L); en 9 especies (32%) fue medio (M) y alto (H) también en 9 especies (32%). *Bolitoglossa platydactyla* tuvo el mayor (H) EVS (18), mientras que *Rhinella horribilis* (3), *Smilisca baudini* (3) y *Scinax staufferi* (4) obtuvieron los menores valores (L). Las familias más amenazadas fueron Plethodontidae y Craugastoridae, ya que la mayoría de las especies pertenecientes a estas familias tuvieron un EVS alto (Tabla 1).

Para la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019), siete especies (25%) se encontraron en la categoría de Protección especial (Pr), dos (7%) Amenazadas (A), una (3%) en peligro de extinción (P) y 18 (64%) no están consideradas (NC). Mientras que, para la lista roja de la IUCN 23 (83%) se encontraron en la categoría de preocupación menor (LC), dos (7%) en Peligro Crítico (CR), el resto de las categorías Casi Amenazada (NT), en Peligro (EN) y Vulnerable (VU) tuvo una especie cada una (10%), respectivamente (Tabla 1).

El SCPL aplicado a las 17 especies endémicas, indicó que cinco especies (17%) se encontraron en el nivel de prioridad uno, mientras que el resto se distribuyó en diferentes niveles de prioridad (Tabla 1).

La anfibiafauna presente en la APRN-CHRN, está compuesta por 28 especies que pertenecen a diferentes familias; la mitad de ellas son endémicas y otras, son de amplia distribución y exóticas. Esta composición, es ocasionada por la ubicación del área de protección entre diferentes provincias biogeográficas, siendo la SMO la de mayor influencia y que es considerada una de las regiones

con mayor presencia de especies de anfibios en el estado de Puebla, principalmente en la región norte (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006; García-Vázquez et al., 2009) y que es ocasionado, por la presencia de bosque mesófilo de montaña que genera levadas tasas de humedad relativa, factor esencial para la el desarrollo y supervivencia de los anfibios (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2006; Gual-Díaz y Mayer-Goyenechea, 2014).

**Tabla 1.** Riqueza de especies de anfibios presentes actualmente en la APRN-CHRN. Valor de vulnerabilidad (EVS): bajo = L, medio = M y alto = H. NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada =A, Protección especial =Pr, No considerada =NC. IUCN (por sus siglas en inglés): Preocupación menor =LC, En Peligro =EN, En Peligro Critico =CR, Vulnerable= VU, Casi Amenazado=NT. Distribución: E = endémica, NE = No endémica, ME = micro endémica a Puebla; EX = exótica. SCPL: varía de 1 a 18, dependiendo del EVS y el número de provincias fisiográficas que las especies endémicas ocupen.

Clase, orden y familia	Género y Especie	EVS	Nom-059	IUCN	Distribución	SCPL
Amphibia						
Anura						
Bufonidae	<i>Incilius nebulifer</i>	(L) 6	NC	LC	NE	
	<i>Incilius occidentalis</i>	(M) 11	NC	LC	E	8
	<i>Incilius marmoreus</i>	(M) 11	NC	LC	E	12
	<i>Rhinella horribilis</i>	(L) 3	NC	LC	EX	
Hylidae	<i>Rheohyla miotypanum</i>	(L) 9	NC	LC	E	17
	<i>Charadrahyla taeniopus</i>	(M) 13	A	VU	E	7
	<i>Dryophytes arenicolor</i>	(L) 7	NC	LC	NE	
	<i>Dryophytes eximius</i>	(M) 10	NC	LC	E	11
	<i>Dryophytes plicatus</i>	(M) 11	A	LC	E	9
	<i>Sarcohyala arborescandens</i>	(M) 11	Pr	NT	E	8
	<i>Sarcohyala bistrincta</i>	(L) 9	Pr	LC	E	17
	<i>Scinax staufferi</i>	(L) 4	NC	LC	NE	
	<i>Smilisca baudinii</i>	(L) 3	NC	LC	NE	
Craugastoridae	<i>Craugastor loki</i>	(M) 10	NC	LC	NE	
	<i>Craugastor decoratus</i>	(H) 15	Pr	LC	E	1
	<i>Craugastor mexicanus</i>	(H) 16	NC	LC	E	2
	<i>Craugastor rugulosus</i>	(M) 13	NC	LC	E	9
	<i>Craugastor rhodopsis</i>	(H) 14	NC	LC	E	1
Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus verrucipes</i>	(H) 16	Pr	LC	E	2
Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	(L) 7	Pr	LC	NE	
	<i>Lithobates catesbeianus</i>	(M) 10	NC	LC	EX	
	<i>Lithobates pueblae</i>	(H) 15	P	CR	ME	1
	<i>Lithobates spectabilis</i>	(H) 12	NC	LC	E	9
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	(L) 5	Pr	LC	NE	
Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>	(L) 6	NC	LC	NE	
Caudata						
Plethodontidae	<i>Isthmura gigantea</i>	(H) 16	NC	EN	E	1
	<i>Bolitoglossa platydactyla</i>	(H) 18	Pr	LC	E	4
	<i>Chiropoterotriton terrestris</i>	(H) 15	NC	CR	E	1

La APRN-CHRN podría ser considerada un sitio importante para la conservación de anfibios, ya que para el estado de Puebla es la única área de protección en la región norte de esta entidad y la única que abarca un fragmento de la Sierra Madre Oriental (Woolrich-Piña *et al.*, 2017), y que la presencia de bosque mesófilo de montaña provoca que esta región muestre algunos patrones similares con áreas adyacentes que también presentan este tipo de vegetación, como: el número de anuros superior al de los caudados, una amplia representación de la familia Hylidae y numerosos endemismos como *Charadrahyla taeniopus*, *Rheohyla myotimpanum* y *Craugastor decoratus* (Luis-Canseco y Gutiérrez-Mayen, 2006., Gual y Goyenechea, 2014).

No obstante, aunque es un patrón común tener mayor presencia de anuros que de caudados (Altamirano-Álvarez *et al.*, 2016), no se debe descartar la posibilidad de que esta región posee una elevada humedad relativa a nivel edáfico característico del bosque mesófilo de montaña (Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2017) y que por la riqueza de especies que se ha reportado (Gual-Díaz y Goyenechea, 2014) en este ecosistema el número de salamandras pueda ser superior al registrado hasta ahora, sin embargo llevar a cabo trabajo de campo en este y muchos otros microhábitats es complicado ya que requiere un gran esfuerzo, apoyo económico y tiempo. Por otro lado, es necesario el desarrollo de trabajos en los que se reporten nuevos registros o especies que nos permitan conocer mejor los patrones de distribución y las variaciones morfológicas que pueden ocurrir dentro de este grupo y tener listados más completos.

Al comparar los tres sistemas de categorización, para las 28 especies de anfibios del APRN-CHRN, el EVS parece ser el más útil para evaluar el estado de conservación de las especies, ya que, a diferencia de los otros dos, el EVS agrupa a las especies en sus tres niveles de vulnerabilidad, siendo el nivel más bajo (L) el de mayor proporción. Mientras que, la NOM-059-SEMARNAT-2010 no considera (NC) a 18 especies y la lista roja de IUCN considera en grado de preocupación menor (LC) a 23 especies (Tabla 1). Además, ambos sistemas parecen enfocarse en categorizar especies endémicas que, sin embargo, son poco abundantes para esta región como *Sarcohyla arborescandens* o *Lithobates pueblae*, de la cual no se sabe nada al respecto desde hace más de 50 años (IUCN Red List, 2024).

Woolrich-Piña *et al.* (2017) también encontraron discrepancias al aplicar el EVS, la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la IUCN a la herpetofauna de Puebla. Si bien, el EVS separó a las especies en sus tres niveles de vulnerabilidad, siendo el valor alto (H) el de mayor proporción, la NOM-059-SEMARNAT-2010 omitió (NC) a 149 especies (55%) y la IUCN catalogó a 152 especies (57%) en grado de preocupación menor (LC) de la herpetofauna total del estado. Por lo que, recomiendan



una revisión minuciosa del grado de vulnerabilidad para cada especie y establecer un sistema de categorización único basado en el EVS y la UICN. En este trabajo, se encontró un patrón similar aplicado a un menor número de especies, sin embargo, muchas de ellas también deben ser reconsideradas y revaluadas para la IUCN y NOM-059-SEMARNAT-2010, respectivamente. Entonces se recomendaría también que el grado de vulnerabilidad asignado a cada especie de anfibio de la APRN-CHRN se base en el EVS, ya que permitirá conocer el grado de susceptibilidad de las diferentes especies a los cambios ambientales, sobre todo cuando no se tenga la información suficiente para hacer una evaluación pertinente (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014; Heredia-Bobadilla y Sunny, 2021) y no solo se dé prioridad a las especies por su distribución, principalmente las endémicas.

Sin embargo, para la APRN-CHRN las especies endémicas podrían evaluarse mediante el uso del SCPL, si bien las especies endémicas prioritarias coinciden con las de los valores más altos del EVS, la APRN-CHRN podría tomar más relevancia, ya que alberga especies de anfibios con distribución limitada y altamente sensibles a los cambios en su hábitat y por lo tanto, podría tomarse esta información para crear zonas con alto valor para la conservación, ya que el lugar que abarca está área de protección forma parte de la Sierra Madre Oriental, la provincia con mayor número de endemismos (Johnson *et al.*, 2017).

Por otra parte, el EVS mostro que los valores más altos (H) pertenecieron principalmente a las especies de las familias Craugastoridae y Plethodontidae (Tabla 1). Si consideramos el modo reproductivo de estas familias es principalmente terrestre (desarrollo directo), mientras que el resto de las especies con un EVS bajo y medio se desarrollan en cuerpos de agua (desarrollo indirecto). Por lo que, a partir de esta información se podrían establecer dos estrategias dentro del área de protección que ayuden a mitigar las principales amenazas a los anfibios: una que permita proteger el suelo a través de un uso y manejo adecuado, por ejemplo evitar el uso de agroquímicos industriales y el desmonte total de vegetación natural para la creación de zonas de cultivo; y dos, encaminada a proteger los cuerpos de agua en la que se evite su contaminación y la introducción de especies exóticas (Ramírez-Bautista *et al.*, 2021; Quintero-Vallejo y Ochoa-Ochoa, 2022;. Lara-Bejines *et al.*, 2023). Sin embargo, se espera que con el tiempo, estas medidas puedan permitan una buena sincronía que permitan un desarrollo económico en la región y a la par, la conservación a futuro de estas especies de anfibios.

## Conclusión

La APRN-CHRN alberga a 28 especies de anfibios, que si bien más de la mitad son endémicas se recomienda hacer una reevaluación de su estado de conservación basada únicamente en el EVS, así cada especie estaría considerada en este sistema y el cual podrá a futuro permitir el establecimiento de las bases necesarias para su conservación.

## Literatura citada

- Altamirano-Álvarez, T.A., M. Soriano-Sarabia y J. Franco-López. 2016. *Ecología de anfibios y reptiles Métodos y técnicas para su estudio*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Liga Mexicana de Fauna Silvestre A.C. Ciudad de México, México. 100 pp.
- AmphibiaWeb. 2023. AmphibiaWeb: Information on Amphibia biology and conservation. Consultado: 24-08-2023. En: <http://amphibiaweb.org>.
- Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayen. 2006. Herpetofauna del municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla. Pp 180-196. En: Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds.). *Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad*. Sociedad Herpetológica Mexicana. Publicaciones de la Sociedad Herpetologica Mexicana No. 3. 355 pp.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2013. *Estudio previo justificativo para la modificación de la declaratoria del Área de Protección de Recursos Naturales "Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa" ubicada en los estados de Hidalgo y Puebla*. México. 118 pp.
- Cruz-Flores, D. D., D. Martínez-Borrego, J. L. Fontenla y C. A. Mancina. 2017. *Inventarios y estimaciones de la biodiversidad*. Pp. 26-43. En: Mancina, C. A. y D. D. Cruz-Flores (Eds.). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA. La Habana. 502 pp.
- Elisha, O. D. y M. J. Felix. 2020. *The loss of biodiversity and ecosystems: a threat to the functioning of our planet, economy and human society*. *Internacional Journal of Economics, Environmental Development and Society*, 1 (1): 30-44.

- García-Vázquez, U. O., L. Canseco-Márquez, G. Gutiérrez-Mayen y M. Trujano-Ortega. 2009. *Actualización del conocimiento de la fauna Herpetológica en el Estado de Puebla*. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana. 17(1): 12-36.
- GBIF 2023. Descarga de registros de GBIF. Consultado: 22-08-2023. En: <https://www.gbif.org/es/>.
- Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa. 2017. *Los bosques mesófilos de montaña de México*. Agroproductividad, 10: 3-9.
- Gual-Díaz, M. y I. G. Mayer-Goyenechea. 2014. *Anfibios en el bosque mesófilo de montaña en México*. Pp. 249-262 En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (Eds.). *Bosques mesófilos de montaña de México diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Ciudad de México. 356 pp.
- ITIS 2023. Integrated Taxonomic Information System. Consultado: 22-08-2023. En: <https://www.gbif.org/es/species/>.
- Heredia-Bobadilla, R. L. y A. Sunny. 2021. *Análisis de la categoría de riesgo de los ajolotes de arroyos de alta montaña (Caudata: Ambystoma)*. Acta Zoológica Mexicana 37 (nueva serie): 1-19.
- IUNC 2024. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. Consultado: 17-05-2024. En: <https://www.iucnredlist.org>.
- Johnson, J. D., L. D. Wilson, V. Mata-Silva, E. García-Padilla, y D. L. DeSantis. 2017. *The endemic herpetofauna of Mexico: organisms of global significance in severe peril*. Mesoamerican Herpetology 4: 544-620.
- Lara-Bejines, L., F. R. Méndez-De la Cruz y Donald. B. Miles. 2023. *Amenazas a los anfibios durante la sexta extinción masiva*. Revista de Divulgación Multidisciplinaria del Centro Universitario de la Costa, 4: 2992-6807.
- La Salle, J., K. Jennifer-Williams y C. Moritz. 2016. *Biodiversity analysis in the digital era*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 371: 20150337.
- Leyte-Manrique, A. V. Mata-Silva, O. Báez-Montes, L. A. Fucsko, D. L. DeSantis, E. García-Padilla, A. Rocha, J. D. Jonhson, L. W. Porras y L. D. Wilson. 2022. *The herpetofauna of Guanajuato, Mexico: composition, distribution and conservation status*. Amphibians & Reptiles Conservation 16 (2): 133-180.
- Ochoa-Ochoa, L.M. y O. Flores-Villela. 2006. *Áreas de diversidad de endemismo de la herpetofauna mexicana*. Las prensas de ciencias. Universidad Nacional autónoma de México. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. 211 pp.

- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. *Biodiversidad de anfibios en México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 460-466.
- Pérez-García, J. N. 2020. *Causas de la pérdida global de diversidad*. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 32: 183-198.
- Quintero-Vallejo, D. E. y L. M. Ochoa-Ochoa. 2022. *Priorización y distribución de los anfibios en las áreas naturales protegidas de México*. Revista Mexicana de Biodiversidad 93: e933939.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, D. Lara-Tufiño, I.G. Mayer-Goyenechea y J.M. Castillo-Cerón. 2014. *Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: diversidad, biogeografía y conservación*. Sociedad Herpetológica Mexicana. Pachuca, Hidalgo, México. 387 pp.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde y C. Berriozabal-Islas. 2021. Factores que amenazan la diversidad de anfibios y reptiles. Pp. 411-420. En: Cruz-Angón, A., J. Cruz-Medina, D. López-Higareda, E. Daniela-Melgarejo y A. Islas-Islas (Eds.). *La biodiversidad de Hidalgo. Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. 455 pp.
- Santos, T. y J. L. Tellería. 2006. *Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies*. Ecosistemas, 2: 3-12.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2019. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.
- Suazo-Ortuño, I., A. Ramírez-Bautista y J. Alvarado-Díaz. 2023. *Amphibians and reptiles of Mexico: diversity and conservation*. Pp: 105-127. En: Jones, R. W., C. P. Ornelas-García, R. Pineda-López y F. Álvarez (Eds.). *Mexican Fauna in the Anthropocene*. Springer Nature Switzerland Cham. 356 pp.
- Tenorio-Mendoza, R., M. Martínez-Coronel, G. López-Ortega y I.H. Salgado-Ugarte. 2019. *Riqueza herpetológica de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa*. Áreas Naturales Protegidas Scripta 5 (1): 1-18.
- Tlapa-Almonte, M., A. Bustamante-González, S. Vargas-López, B. Ramírez-Valverde, V. Cervantes-Gutiérrez y G. Cruz-Bello. 2020. *Factores del deterioro de las áreas naturales protegidas periurbanas del Valle de Puebla, México*. Estudios Demográficos y Urbanos (1) 103: 51-82.

- Valdez-Rentería, S.Y., L. Fernández-Badillo, C.R. Olvera-Olvera, G. Sánchez-Martínez y I. Goyenechea. *Listado actualizado de la herpetofauna de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Hidalgo, México. Áreas Naturales Protegidas Scripta* 4 (2): 29-48.
- Wilson, L. D., J. Johnson y V. Mata-Silva. 2013. *A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure. Amphibians and Reptile Conservation*: 7 (1): 97-127.
- Woolrich-Piña, G.A., E. García-Padilla, D. L. De Santis y J. Johnson. 2017. *The herpetofauna of Puebla, Mexico: composition, distribution and conservation status. Mesoamerican herpetology*: 794-884.

#### Cita de artículo:

Tenorio-Mendoza R. y J.E. Osnaya-Becerril. Anfibios presentes en la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Puebla: listado de especies y estatus de riesgo. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2024. Vol. 10 (1): 41-53. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2024.10.10.01.0003>

*Sometido: 10 de octubre de 2023*

*Aceptado: 13 de junio de 2024*

*Editor ejecutivo: Dr. Arturo Sánchez Paz*

*Editor asociado: Dr. Arturo Sánchez Paz*

*Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández*