

***Ambytoma,* un fascinante género de anfibios en México**



**Lic. Arturo Yhair Cordero Lezama
Dr. Aurelio Ramírez Bautista
Dra. Sylvia Martínez Hernández
Dr. Pablo Octavio Aguilar
Centro de Investigaciones Biológicas
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo**

Abstract

Ambystoma species have a role in daily life, folklore, applications, customs, diet and medicinal treatments in Mexico, country with 17 endemic species. In addition, *Ambystoma* species function as bioindicators (species that help to detect alterations in ecosystems such as excessive exploitation, pollution or climate change) due to the nature of their life cycle, that fluctuates between aquatic and terrestrial life. The present work exposes the main generalities of the *Ambystoma* genus, the endemic species to Mexico, their ecological and cultural importance, and risks and threats that they face.

Keywords

Ambystoma, species, bioindicators, importance.

Resumen

Las especies pertenecientes al género *Ambystoma*, tienen un papel en la cotidianidad, folclor, usos, costumbres, dieta y tratamientos medicinales en México, cuyo territorio alberga 17 especies endémicas. Además, las especies de *Ambystoma* funcionan como bioindicadores (especies que ayudan a detectar alteraciones en los ecosistemas tales como explotación excesiva, contaminación o cambio climático) debido a la naturaleza de su ciclo de vida, que fluctúa entre una vida acuática y terrestre. El presente trabajo expone las principales generalidades del género *Ambystoma*, las especies endémicas a México, su importancia ecológica y cultural, así como los riesgos y amenazas que enfrentan.

Palabras clave

Ambystoma, especies, bioindicadores, importancia.

Introducción

Actualmente la diversidad biológica enfrenta fuertes problemas de conservación a nivel mundial, mismos que han conllevado a que estemos viviendo la sexta extinción masiva. Este desafortunado evento, se ha atribuido a seis causas principales: (1) destrucción, alteración y fragmentación del hábitat, (2) introducción de especies exóticas que pueden llegar a ser invasoras, (3) uso y explotación de recursos no renovables, (4) contaminación, (5) enfermedades emergentes, y (6) el cambio climático global. Ante este panorama, es urgente conocer la mayor cantidad de especies posible de los diferentes grupos biológicos debido a la alta tasa con la que se están perdiendo antes de ser percibidas y descritas para la ciencia (Johnson et al., 2017).

Se estima que en el mundo existe un total aproximado de 8.1 millones de especies tomando en cuenta todo tipo de organismos. De estas, 7,969 son especies de anfibios y más de 10,000 de reptiles. En este contexto, la herpetofauna mexicana se encuentra entre las más diversas del mundo, ya que representa el 10% a nivel mundial. Esta riqueza de especies, está distribuida en 59 familias, 216 géneros y 1,292 especies distribuidas en seis órdenes (Anura, Caudata, Gymnophiona, Crocodylia, Squamata y Testudines). De esta fauna, el 61.1% de las especies son endémicas a México. Estas cifras indican que México presenta una riqueza de especies alta. No obstante, el conocimiento de la herpetofauna mexicana es insuficiente debido, entre otros factores, a que se conoce poco del impacto que han tenido las actividades antropogénicas sobre la misma y a que muchas regiones del país permanecen aún sin ser estudiadas (Johnson et al., 2017).

En México, los anfibios (anuros, salamandras y cecilias) están representados por arriba de 394 especies, colocándolo en el quinto lugar del mundo, sólo antecedido por Brasil (1,040 especies), Colombia (776); Perú (589 especies), y Ecuador (556 especies). En lo que respecta a la familia Ambystomatidae (ajolotes), México cuenta con 18 especies, de las cuales 17 son endémicas (Johnson et al., 2017). Tomando en cuenta la gran proporción de especies endémicas de este género en el país, el presente trabajo expone las principales generalidades del género *Ambystoma*, las especies endémicas a México, así como los riesgos y amenazas que enfrentan, además de su importancia ecológica y cultural.

Historia natural de la familia Ambystomatidae

Esta familia, se compone por 32 especies repartidas en dos géneros y se distribuye desde Norte América al sur del Altiplano Mexicano. Específicamente, desde Alaska y sur de Canadá hasta la Faja Volcánica Transmexicano. Estas especies son de hábitos terrestres, pero regresan al agua para reproducirse; son ovíparos, ponen sus huevos en cuerpos de agua temporales o permanentes; presentan desarrollo larvario, otros presentan metamorfosis y se tornan terrestres. No obstante, algunas especies (*Ambystoma gracile*, *A. mexicanum*, y *A. talpoideum*) son neoténicas, es decir, alcanzan la madurez sexual en estadios larvarios (paedomorfosis), esta condición se caracteriza por la retención de sus branquias externas y su permanencia en forma de “ajolote” (juvenil) mientras la calidad y cantidad de agua sean la óptimas para sus necesidades, es decir, si el embalse o cuerpo de agua en que viven se seca, cambian su forma de cuerpo a la forma adulta para migrar. La mayoría de las especies de esta

familia, pasan la mayor parte del año bajo tierra, en madrigueras, y emergen sólo en las noches de lluvia para reproducirse y alimentarse (Espinal y Smith, 2009).

Respecto al período reproductivo, se ha reportado que este puede ocurrir entre los meses de junio a julio, en época de lluvias o entre abril y mayo (Espinal y Smith, 2009).

Especies endémicas a México

En México, el género *Ambystoma* (Fig. 1) está conformado de 17 especies endémicas (Cuadro 1), de las 18 especies que habitan en el país (Johnson et al., 2017). Las especies de *Ambystoma* mexicanas, comúnmente conocidas como “ajolotes”, se distribuyen en el noreste y Altiplano Mexicano (Fig. 2), a una altitud que va de los 1, 600 a los 3, 600 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar) (Johnson et al., 2017). A menores elevaciones se encuentran *Ambystoma rosaceum* y *A. tigrinum* (a los 1600 m.s.n.m o metros sobre el nivel del mar); mientras que el resto, se distribuyen en la Faja Volcánica Transmexicana y en algunos lagos del Altiplano Mexicano, en los estados de Michoacán (*Ambystoma dumerili* en el Lago de Patzcuaro y *A. andersoni* en la laguna de Zacapu), Ciudad de México (*A. mexicanum* en el lago de Xochimilco) y Puebla (*A. taylori* en la laguna de Alchichica) (Huacuz-Elias, 2001).



Figura 1. Individuo juvenil de *Ambystoma velasci*.

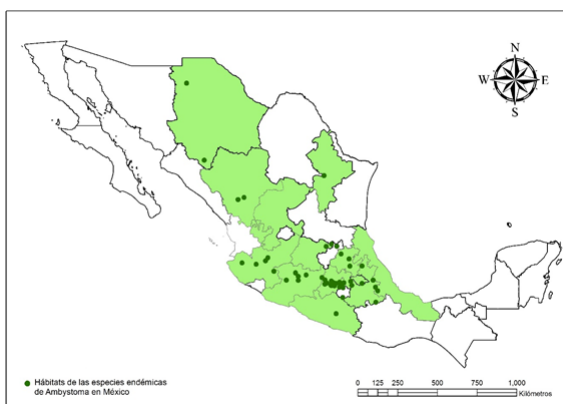


Figura 2. Distribución del género *Ambystoma* en México.

Importancia ecológica

En general, los anfibios funcionan como indicadores de la calidad del ambiente o bioindicadores (especies que ayudan a detectar alteraciones en los ecosistemas tales como explotación excesiva, contaminación o cambio climático) debido a la naturaleza de su ciclo de vida, que fluctúa entre una vida acuática y terrestre. Su piel húmeda, glandular y permeable, que les permite respirar, también los hace más vulnerables a los contaminantes, la salinización, la desecación y a los cambios de pH, etcétera. Además, sus huevos carentes de cascara, se encuentran en contacto con el agua, el suelo y la luz solar, esto hace que en esta etapa se vean expuestos y puedan presentar anomalías durante el desarrollo embrionario. Por ejemplo, las especies de *Ambystoma*

son integrantes importantes del ecosistema, y al desenvolverse en diferentes sectores ambientales, su equilibrio corporal refleja las múltiples influencias que operan en el ecosistema. Esto quiere decir que son excelentes indicadores biológicos de la calidad del ambiente, sobre todo de aquellos con gran disturbio, ya que, el hecho de habitar tanto el medio terrestre y como el medio acuático, los hace endeble al efecto de los contaminantes; también son químicamente sensibles, debido a que su piel, altamente permeable, absorbe rápidamente sustancias tóxicas (Huacuz-Elias, 2001).

La importancia de las especies del género *Ambystoma* como bioindicadores, se ha visto evidenciada en diversos estudios. Por ejemplo, en las Montañas Rocosas de Colorado (E.U.A) se determinó que las poblaciones de *Ambystoma tigrinum* son altamente afectadas por la acidificación del medio. Esto, debido a que se observó disminución en el tamaño de la población, debido a un escaso reclutamiento de larvas (Huacuz-Elias, 2001).

Por otra parte, *A. maculatum* es una excelente especie que puede detectar cambios en el pH, principalmente debido a que: (1) Es una de las especies más sensibles a los efectos tóxicos directos de un pH bajo, (2) Se reproduce en estanques temporales, hábitats más vulnerables a la acidificación, (3) Más del 75 % de su rango en Canadá está siendo afectado por la deposición ácida, y (4) Su abundancia y el éxito reproductivo son relativamente fáciles de medir en campo (Huacuz-Elias, 2001).

La evaluación de la salud de las poblaciones de anfibios se está volviendo cada vez más importante debido a la disminución a escala global de sus poblaciones

debido en gran medida a enfermedades y degradación del hábitat. Al respecto, los anfibios urodelos, como lo son los ajolotes, al carecer de un sistema inmunitario más especializado como el de los anuros, aves y mamíferos, dependen mayormente de los mecanismos de defensa innatos para proporcionar una protección rápida y no específica contra patógenos. En este sentido, los recuentos de la cantidad de células inmunes circulantes (glóbulos blancos o leucocitos) son especialmente útiles para medir el estado inmune de los animales, y los investigadores los utilizan cada vez más en una variedad de entornos de conservación y/o investigación. En estas situaciones, los números de cada uno de los cinco tipos de glóbulos blancos (el perfil de leucocitos) se determinan típicamente a partir del examen microscópico de películas de sangre. Cada tipo de célula realiza una función diferente en el sistema inmune innato. Los neutrófilos son los primeros leucocitos fagocíticos que actúan y proliferan en la circulación en respuesta a infecciones, inflamaciones y estrés. Los linfocitos están involucrados en varias funciones inmunológicas, como la producción de inmunoglobulina y la modulación del sistema inmunológico. Los eosinófilos actúan en procesos inflamatorios y están asociados con la defensa contra los parásitos metazoos. Los monocitos están asociados con la defensa contra infecciones y bacterias. Finalmente, el papel exacto de los basófilos no es aún aclarado, pero se sabe que están implicados en el proceso de inflamación (Barriga-Vallejo et al., 2015).

La evaluación del recuento diferencial de glóbulos blancos (leucocitos) a partir de frotis de sangre es una forma de obtener esta información, y los herpetólogos utilizan cada vez más este enfoque para medir la integridad de las poblaciones de

anfibios. Este enfoque es especialmente útil en entornos naturales porque los perfiles de leucocitos de anfibios pueden variar dependiendo de los procesos biológicos y fisiológicos, incluidos los causados por factores ambientales. En México, hay escasos estudios de esta naturaleza, pero en un estudio del perfil de leucocitos del Axolotl de Toluca (*Ambystoma rivulare*) realizado con individuos de Amanalco de Becerra, en el Estado de México, se pudo evaluar la salud de la población y, a su vez, los factores de estrés en la misma (Barriga-Vallejo et al., 2015).

Aunado a lo anteriormente mencionado, los integrantes del género *Ambystoma* son componentes importantes de la cadena trófica, ya que en su fase larvaria son herbívoros y como adultos son carnívoros y grandes consumidores de invertebrados (Huacuz-Elias, 2001).

Finalmente, es importante señalar que de las 17 especies endémicas de *Ambystoma* reconocidas en México, 15 se encuentran restringidas a altitudes por encima de los 1600 m.s.n.m, en las montañas de la Faja Volcánica Transmexicana, y cinco en lagos del Altiplano Mexicano, lo que convierte a la Faja Volcánica Transmexicana y a la orilla sur del Altiplano Mexicano en un área clave para la conservación de estas especies. Es una región que alberga una alta riqueza de plantas y factores micro ambientales favorables, siendo el sur de la planicie con un clima seco semiárido de bosques de encino, ocasionalmente pino y/o bosque de oyamel con los grandes lagos remplazados por arroyos de montaña de corriente rápida donde se localiza el resto de las especies; por lo que, es ecológicamente importante. Además, en esta área se localizan los límites de distribución del

género y se ha observado que el declive de las especies es más intenso en sus límites de distribución, tanto latitudinales como altitudinales (Huacuz-Elias, 2001).

El género *Ambystoma* y su importancia cultural

El origen del nombre del género *Ambystoma* ha sido discutido debido a que, por mucho tiempo, se ha pensado que esta deriva de la palabra griega *ambly*, que significa “tosco” o “amplio” o de la palabra griega *anaby*, que significa rellenar (dentro). En México, a los integrantes de este género se les conoce coloquialmente como ajolotes. Este nombre deriva del nahúatl (axólotl) que quiere decir “xólotl de agua”, significado que se ha traducido como “juguete de agua”, “monstruo acuático”, “gemelo de agua” o “perro de agua”, y está asociado al dios Xólotl, hermano gemelo, monstruoso y deforme del dios Quetzalcóatl (Mena-González y Servín-Zamora, 2014).

De acuerdo a la leyenda del quinto sol, en la ciudad sagrada de Teotihuacán, los dioses Nanahuatzin y Tecuciztécatl se arrojaron a la hoguera para transformarse en el sol y la luna, respectivamente; pero el resto de los dioses, al darse cuenta de que el sol y los astros seguían sin moverse, decidieron morir también, a excepción del dios Xólotl, quien se negó al sacrificio por temor a la muerte y escapó mediante sus poderes de transformación convirtiéndose en un ajolote, en cuya forma, finalmente halló la muerte (Mena-González y Servín-Zamora, 2014).

La importancia cultural del ajolote se refleja en la cotidianidad, folclor, sus usos, costumbres, dieta y tratamientos medicinales. En este sentido, el ajolote se utiliza en forma de jarabe para tratar

afecciones de las vías respiratorias, como tos, gripa y neumonía; para dar vitalidad a adultos mayores, niños y personas con anemia, o bien, para problemas asociados con la desnutrición; a las mujeres que se encuentran gestando o acaban de parir, se les da caldo de *achójki* con atole todos los días para que se “alivien”; además se utiliza como reconstituyente para las mujeres en período de lactancia, y además se consume para “curar la tristeza”. Su uso como un elemento peculiar de la dieta, se relaciona con el aporte proteínas, vitaminas y minerales, pero los datos sobre sus aportes nutricionales no han sido comprobados (Velarde-Mendoza, 2012).

Factores responsables de la declinación de las especies

Se han detectado diversos factores que han promovido la declinación mundial de las poblaciones de anfibios y estos se clasifican en factores de carácter global (mundial) y factores de carácter particular (Huacuz-Elias, 2001).

En lo que se refiere a los factores globales, se destaca el efecto invernadero o calentamiento global, debido al aumento en la cantidad de gases, como el monóxido y dióxido de carbono en la atmósfera, los cuales permiten el paso de la radiación solar, que calienta la superficie terrestre, pero impiden la salida de radiación infrarroja al espacio exterior, lo que resulta en un incremento en la atmósfera. Dicho aumento, propicia cambios generalizados en las condiciones climáticas, que a su vez puede producir una alteración de los ciclos de vida de los anfibios (Huacuz-Elias, 2001).

Otro factor importante es la lluvia ácida, fenómeno que es provocado por la reacción química que se produce entre los óxidos de

azufre y nitrógeno (emitidos por las centrales térmicas, automóviles, en industrias que utilizan combustibles fósiles) y la humedad presente en la atmósfera, provocan una baja en el pH del suelo, y del agua, la destrucción de la vegetación. En el caso de los anfibios, la acidificación del medio puede desencadenar importantes declives en las poblaciones debido a descensos temporales de pH al inicio del deshielo, como es el caso de algunos urodelos en Norteamérica (Huacuz-Elias, 2001).

Factores de carácter particular o local, son la destrucción y la modificación de hábitats mediante la deforestación, desarrollo urbano, canalización de ríos y arroyos y azolve; la contaminación dada por la descarga de aguas residuales y desechos sólidos; la introducción de especies alóctonas (ajenas al hábitat) que desencadena alteraciones en la cadena trófica. Así como la captura y explotación de estos organismos que mayormente se dan son de forma ilegal y sin control (Huacuz-Elias, 2001).

De acuerdo a un informe realizado publicado por la Universidad Nacional Autónoma de México sobre la abundancia y estructura poblacional de *A. mexicanum* en los sistemas dulceacuícolas de Chalco y Xochimilco. En este último sitio, la población decreció notablemente en un periodo de cinco años. Esto se relacionó con la sobrevivencia de los ajolotes ante diversas amenazas durante su primer año de vida, el cual es crucial en la tasa de crecimiento poblacional. Dentro de estas amenazas, se encuentran la baja calidad del agua que puede producir crecimiento de hongos en los huevos o disminución en la viabilidad de eclosión; la depredación de los huevos y juveniles, por parte de especies exóticas, en particular carpas

(que pueden depredar a los huevos) y las tilapias (que pueden depredar a los huevos y/o juveniles pequeños), y la pesca ya que los ajolotes, a los cuatro meses de edad, pueden ser fácilmente capturados. La combinación de estas tres amenazas puede explicar la distribución poco homogénea y la fuerte disminución de la población de *A. mexicanum* en Xochimilco. En este sentido, la IUCN (La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza o la International Union for Conservation of Nature por sus siglas en inglés) ha catalogado a *A. mexicanum* como una especie críticamente amenazada por ocupar apenas un área menor a 10 km². El hábitat acuático donde se puede desenvolver esta especie, se ha visto dramáticamente reducido. En Xochimilco, de los 180 km de canales, menos de 10 km aún conservan las condiciones requeridas para reproducción del ajolote (alta transparencia y concentración de oxígeno, salinidad apropiada y pocas especies exóticas) y dentro de esa área el hábitat se encuentra severamente fragmentado (Recuero et al., 2010).

Medidas de conservación

En México, casi todas las especies de *Ambystoma* están protegidas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2010) para la protección de especies nativas de flora y fauna. La mayoría de las especies *Ambystoma* incluidas en esta norma, se encuentran sujetas a protección especial (Pr), es decir, son especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que, se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. Por otro lado, las especies *A. altamirani*, *A. leorae* y *A. rivulare* se encuentran en la categoría de

especies amenazadas (A), la cual engloba a especies o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si se continúa con el deterioro de su ambiente. En una situación más preocupante, se encuentra *A. mexicanum*, especie que se ubica en la categoría de especie en peligro de extinción (P), que incluye especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional, han disminuido dramáticamente. Lo que pone en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural.

A nivel internacional, La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), cuyo objetivo principal es regular el tránsito de las especies amenazadas y de reducir el comercio ilícito de las mismas, establece diferentes categorías: Apéndices I, II y III, según el grado de protección que necesiten. En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio de especímenes de esas especies, se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. En el Apéndice II, se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Precisamente, en este último apéndice están incluidas las especies *Ambystoma dumerilii* y *A. mexicanum* (CITES, 2017).

Por su parte, la IUCN, cuyo objetivo es apoyar a las sociedades de todo el mundo en los programas de conservación y de esta forma cuidar la diversidad de la naturaleza, y asegurar que todo uso

de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sostenible. Ha desarrollado la llamada Lista Roja de Especies Amenazadas, que funge como un inventario mundial, que permite alertar respecto al estado de la biodiversidad mundial, además sus aplicaciones a nivel nacional permiten a los tomadores de decisiones considerar las mejores opciones para la conservación de las especies. Esta lista está organizada en una serie de categorías, las cuales son determinadas de acuerdo a un conjunto de criterios para evaluar el riesgo de extinción de las especies incluidas. En este sentido, especies como *A. velasci* y *A. rosaceum* están incluidas en la categoría de Preocupación menor (LC, Least Concern), en la que se engloban especies que no se encuentran en peligro crítico de extinción y que tienen una distribución amplia, además de que sus especies presentan alta densidad. No obstante, especies como *A. mexicanum* y *A. andersoni*, se encuentran catalogadas en la categoría En Peligro Crítico (CR, Critically Endangered), la cual engloba especies que enfrentan un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre. *A. andersoni*, se ve particularmente amenazada por la contaminación de su hábitat debido a las actividades agrícolas y turísticas de los alrededores, por su cosecha con fines alimentarios y por la introducción de peces depredadores en su hábitat (IUCN, 2019).

En el caso de *A. mexicanum*, gracias a la coordinación de investigadores e instituciones se han creado varias colonias cautivas en México y en el extranjero de esta especie, organizando redes de investigadores que promueven el estudio multidisciplinario de las poblaciones silvestres y cautivas, además de medidas de conservación para preservar todas las especies de *Ambystoma*,

así como el de sus hábitats. No obstante, aunque la conservación de las especies de *Ambystoma* puede estar garantizada debido a las colonias en cautiverio las poblaciones silvestres y sus hábitats requieren medidas de conservación urgentes para evitar su extinción en sus hábitats naturales. Además de los desafíos asociados con las restauraciones de hábitats, se deben considerar otros factores antes de la reintroducción de animales criados en cautiverio a poblaciones silvestres como la propagación enfermedades que a su vez provoca la diseminación de epidemias y enfermedades emergentes, como la quitridiomycosis que ha afectado a individuos en colonias cautivas de *Ambystoma mexicanum* en el Instituto de Biología (UNAM). Antes de cualquier reintroducción de estos individuos a poblaciones naturales o restauradas, debe haber plena seguridad de que todas las colonias estén libres de enfermedades (Recuero et al., 2010).

Manejo y Aprovechamiento Sustentable

Especies como *A. mexicanum* (Fig. 3) y *A. durmerilli* (Fig. 4) han sido objeto de una regulación y aprovechamiento sustentable a nivel nacional. Por ejemplo, la región purépecha del lago de Pátzcuaro, ha sido escenario de acciones de recuperación desde la década de los años 30 con el presidente Lázaro Cárdenas. Aunque en México, instancias de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal han tenido una presencia en infraestructura, oficinas y programas de manejo, no existe una coordinación adecuada entre las mismas, además existe gran desconfianza de la población hacia a las instituciones y desacuerdos al interior de la comunidad. A pesar de ello, se han logrado implementar Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs), las cuales son reguladas

por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Las UMAs, funcionan como una fuente de ingresos para los pobladores, evitando así la sustracción ilegal de especies en estado silvestre, y de esta forma, dar bases para que disminuya la pérdida de variabilidad genética a largo plazo al tener varias subpoblaciones de la especie (Velarde Mendoza, 2012).

Para *A. durmerilli* se han implementado algunas UMAs, y un PIMVS (Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre) dedicados exclusivamente al cultivo de esta especie (Velarde-Mendoza, 2012), los cuales son los siguientes:

La UMA Jimbani Erandi, se encuentra en una estación biológica para el estudio integral y aprovechamiento sustentable de *A. durmerilli*, pertenece a la comunidad de monjas dominicas de clausura, quienes elaboran desde hace más de cien años el “jarabe de achójkí”. Se ubica en el convento de Pátzcuaro, es una UMA bastante exitosa debido a la buena organización de sus propietarias (Velarde-Mendoza, 2012).

El PIMVS Jimbani Tzipekua, se encuentra en la isla de Janitzio, Pátzcuaro, comenzó su operación en el año 2009, y actualmente funge como un sitio clave para la conservación, la exhibición, la educación ambiental y el aprovechamiento comercial del *A. durmerilli* (Velarde-Mendoza, 2012).

La UMA Dumerilli destinada a la reproducción de *A. durmerilli* que se registró en el año 2010 (Velarde-Mendoza, 2012).

La UMA “CRIP PÁTZCUARO”, que en el año 2016 fue autorizada por la SEMARNAT para el cultivo de *Ambystoma*

dumerilli y para cumplir los siguientes objetivos:

- Contribuir en la reproducción del achoque (*Ambystoma dumerilli*), en condiciones de laboratorio.
- Contribuir en la recuperación de la población natural de achoque (*A. dumerilli*), mediante la liberación de crías producidas en laboratorio.
- Generar investigación sobre la biología y manejo de la especie, que nos permita contribuir en la sustentabilidad y conservación de la misma.

En lo que se refiere a *Ambystoma mexicanum*, el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC-UAEMX), es el único espacio a nivel mundial dedicado a la producción masiva de crías –juveniles y adultos– de esta especie con fines de conservación y liberación en áreas controladas. Este centro, se encuentra ubicado en el Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, en municipio de Xochimilco, Ciudad de México, que por la calidad del agua y ambiente resulta propicia para la propagación del ajolote (Díaz-Méndez, 2016).

Esta labor es apoyada de manera amplia por grupos de chinamperos que son capacitados para el manejo y el aprovechamiento de la especie (Díaz-Méndez, 2016).

Las acciones del CIBAC rindieron frutos en el año 2016 cuando se emprendió una serie de liberaciones con el fin de preservar el *Ambystoma mexicanum* lo que resultó en la generación anual de entre 3,000 y 5,000 individuos (Díaz-Méndez, 2016).

Además de lo anterior, se destaca el papel de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), como es el caso de los santuarios, que son áreas de preservación que se establecen en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora y fauna o por la presencia de especies o subespecies de distribución restringida. En dichos santuarios, sólo se llevan a cabo actividades de investigación, recreación y educación ambiental. Lo anterior, también favorece a otras especies distintas a las cuales está destinado el santuario, como es el caso del Santuario de la Mariposa Monarca que alberga a *Ambystoma ordinarium* y *A. rivulare* en Michoacán, México (Huacúz-Elías, 2001).



Figura 3. *Ambystoma mexicanum*. Tomado de: naturalista.mx/photos/27258533 (John P. Clare, 2011).



Figura 4. *Ambystoma mexicanum*. Tomado de: colombia.inaturalist.org/photos/8583778 (Pedro Castelán, 2017).

Cuadro 1. Especies de *Ambystoma* endémicas de México

Especie	Hábitat	Distribución	Altitud(metros sobre el nivel del mar)	Categorización de la IUCN*
<i>Ambystoma altamirani</i>	Bosque de coníferas, en cuerpos de agua como arroyos o pequeños ríos.	Ciudad de México y Estado de México.	2700-3600	EN
<i>Ambystoma amblycephalum</i>	Zonas de mezquital-pastizal y en bosque de pino encino.	Guajuato, Guerrero; Jalisco y Michoacán.	2000-2130	CR
<i>Ambystoma andersoni</i>	Hábitat restringido a la Laguna de Zacapu (Michoacán), la cual presenta remanentes de bosque pino-encino, pastizal inducido, rodeado de zona urbana.	Michoacán (Laguna de Zacapu)	1980	CR
<i>Ambystoma bombypellum</i>	Pastizales naturales y bosques de pino-encino.	Estado de México.	>2500	CR
<i>Ambystoma dumerilii</i>	Lago de Pátzcuaro	Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.	2035	CR
<i>Ambystoma flavipiperatum</i>	Matorral desértico.	Jalisco, Sierra de Quila.	1494-2400	DD
<i>Ambystoma granulosum</i>	Pastizales, praderas, humedales y estanques.	Estado de Méxcio	3000	CR
<i>Ambystoma leorae</i>	Pozas aledañas a riachuelos, en zonas ubicadas en bosque de oyamel.	Límite de los estados de México y Puebla.	3100	CR
<i>Ambystoma lermaense</i>	Márgenes de cuerpos residuales de la Laguna de Lerma y en los canales de riego alimentados por la misma.	Estado de México	2800-3000	CR
<i>Ambystoma mexicanum</i>	Esta especie habita en los lagos de Xochimilco, Tlahuac y Chalco.	Ciudad de México y Estado de México	2250	CR
<i>Ambystoma ordinarium</i>	Arroyos o manantiales de montaña en bosques de oyamel, pino y pino -encino.	Michoacán	2200	EN

*Categorías establecidas en la Lista Roja de la UICN para las especies endémicas de *Ambystoma* en México: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD).

Especie	Hábitat	Distribución	Altitud(metros sobre el nivel del mar)	Categorización de la IUCN*
<i>Ambystoma rivulare</i>	Cuerpos de agua lóticos, en zonas de bosque de oyamel, bosque de pino y bosque de pino-encino.	Estado de México y Michoacán.	2800	DD
<i>Ambystoma rosaceum</i>	Bosque de pino/ pino-encino, bosque de abetos, pastizales en elevaciones altas. y arroyos y pozas artificiales.	Sonora, Zacatecas, Chihuahua, Durango, Jalisco, Nayarit y Sinaloa.	1000-3110	LC
<i>Ambystoma silvense</i>	Pastizal de montaña y zonas de agua aisladas y carentes de peces.	Algunas localidades en la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua.	2080-2660	DD
<i>Ambystoma subsalsum</i>	Laguna de Alchichua, Puebla.	Altas elevaciones de Durango, Zacatecas y Puebla.	2350	NE
<i>Ambystoma taylori</i>	Aguas salobres profundas de la Laguna de Alchichua, Puebla.	Puebla (Laguna de Achichica)	2290	CR
<i>Ambystoma velasci</i>	Bosque de pino y pino-encino, en cuerpos de agua como lagos, charcos de aguas estacionales o ríos.	Puebla, Ciudad de México. Tlaxcala, Chihuahua, Nuevo León, Colima, Querétaro, San Luis Potosí, Morelos y Estado de México.	2700-3600	LC

*Categorías establecidas en la Lista Roja de la UICN para las especies endémicas de *Ambystoma* en México: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD).

Conclusiones

Las especies con distribuciones restringidas (microendémicas) son vulnerables a la extinción, y la modificación de los hábitats naturales dentro de sus pequeños rangos, es la amenaza principal para su conservación en tiempo y espacio (Recuero et al., 2010). En este sentido, los factores de declinación en las especies de *Ambystoma* en México, son varios y se pueden clasificar en: destrucción y modificación del hábitat (deforestación, desarrollo urbano, azolve y canalización de ríos y arroyos), contaminación (descarga de aguas negras, resúdales y domésticas y de desechos sólidos), introducción de especies exóticas (competencia trófica y depredación) y recolección captura y explotación. No obstante, la desecación del ambiente de las especies *Ambystoma*, debido al uso de agua para actividades humanas, es el factor principal factor que afecta a sus poblaciones. (Huacúz-Elías, 2001). Por ello, casi todas las especies de *Ambystoma* que habitan en México, se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción de acuerdo a la IUCN y bajo la protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A pesar de los esfuerzos por la conservación *in situ*, tales como la creación de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) y Áreas Naturales Protegidas (ANP), así como los proyectos de conservación *ex situ* emprendidos por parte de diferentes instituciones educativas, no se ha logrado una plena conservación de las especies de *Ambystoma* en México. La problemática ambiental que estas especies enfrentan, es acentuada por la destrucción y contaminación del ambiente en que viven. Esto ha dado pie a que organizaciones, como la IUCN y el CITES hayan fijado su atención sobre

las mismas. No obstante, la carencia de datos sobre historias de vida, fisiología, toxicología, genética, ecología, entre otras características de las especies, hace todavía más difícil dilucidar la situación real de las poblaciones de las mismas. Por ello, es conveniente redoblar esfuerzos en las acciones emprendidas hasta la fecha, y a su vez, desarrollar otras que garanticen resultados a mediano y largo plazo para tener un conocimiento integral de estas especies, para esto, se debe trabajar en la recuperación de los hábitats y cuidar los ecosistemas en que se distribuyen.

Referencias

- CITES. 2017. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 4 de octubre de 2017. cites.org/sites/default/files/esp/app/2017/S-Appendices-2017-10-04.pdf
- Díaz-Méndez, D.A. (ed.). 2016. Semanario de la UAM. Órgano informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Vol. XXII, Número 24. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México. 21 p.
- Huacuz-Elias, D. 2001. Estado de Conservación del Género *Ambystoma* en Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Morelia, México. 44 p.
- IUCN Red List of Threatened Species (fecha de consulta 20 de diciembre de 2019). Disponible en. www.iucnredlist.org/species/1095/3229615
- Johnson, J. D., L. D. Wilson, Mata-Silva,

V., García-Padilla, E. y De Santis. D. L 2017. The endemic herpetofauna of Mexico: organisms of global significance in severe peril. *Mesoamerican Herpetology* 4: 544–620.

Lemos-Espinal, J.A. y Smith H.M. 2009. *Anfibios y reptiles del estado de Chihuahua*. CONABIO, Ciudad de México, México. 613 p.

Mena-González, H. y E., Servín-Zamora. 2014. *Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (Ambystoma mexicanum)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 37 p.

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. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial, 10 de julio de 2010.

Recuero, E., J., Cruzado-Cortes, G., Parra-Olea y K. R. Zamudio. 2010. Urban aquatic habitats and conservation of highly endangered species: the case of *Ambystoma mexicanum* (Caudata, Ambystomatidae). *Ann. Zool. Fenn.* 47: 223–238.

Velarde-Mendoza, T. 2012. Importancia Ecológica y Cultural de una Especie Endémica de Ajolote (*Ambystoma dumerilii*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Et-nobiología* 10 (2): 40-49.