

**PROGRAMA DE ACCIÓN
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LAS ESPECIES**



AMBYSTOMA

Ambystoma spp.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL
DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS

PROGRAMA DE ACCION PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS
ESPECIES: *AMBYSTOMA* spp

Fotografía de Portada:
Santiago Gibert Isern/Dimensión Natural

DR © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Av. Ejército Nacional No. 223 Sección I, Col. Anáhuac,
Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11320.
www.gob.mx/SEMARNAT

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Av. Ejército Nacional No. 223 Sección I, Col. Anáhuac,
Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11320.
Tel: 01(55) 54497000
www.gob.mx/CONANP

Primera edición, 2018
Edición: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Esta obra se publica dentro del Programa para la Conservación
de Especies en Riesgo (PROCER), como parte de los Programas
de Acción para la Conservación de Especies (PACE).

Se autoriza la reproducción del contenido de esta obra, siem-
pre y cuando se cite la fuente.

Forma de citar:
SEMARNAT, 2018. Programa de Acción para la Conservación de
las Especies *Ambystoma* spp, SEMARNAT/CONANP, México
(Año de edición 2018).

Hecho en México / Made in Mexico

COMITÉ DE REDACCIÓN

Aurora del Carmen Romo Cervantes
Gustavo Jiménez Velázquez

COLABORADORES

Gabriela Parra Olea
Leticia Margarita Ochoa Ochoa
Alejandro Calzada Arciniega
María Delia Basanta
Gonzalo Medina Rangel
Atziri Ibarra Reyes
Sandra Fabiola Arias Balderas
Ileri Suazo Ortuño
Joaquín Villegas Ruiz

SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS DE EDICIÓN

Valeria Stephanie Towns Alonso
Directora de Especies Prioritarias para la Conservación

COORDINACIÓN EDITORIAL

Dimensión Natural, S.C.

EDICIÓN Y CORRECCIÓN DE ESTILO

Santiago Gibert Isern
Alan Monroy-Ojeda
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

DISEÑO EDITORIAL

Juan Arturo Piña Martínez
Danai Espinoza Vicencio

FOTOGRAFÍAS

NATURALISTA: Pág. 11

Santiago Gibert Isern/Dimensión Natural: Pág. 16-17, 52-53

Gustavo Jiménez Velázquez: Pág. 54, 57

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	6
I. INTRODUCCIÓN	8
II. ANTECEDENTES	10
III. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES Y PROBLEMÁTICA	13
IV. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES EN MÉXICO	15
V. OBJETIVOS	59
VI. METAS GENERALES	60
VII. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN	61
1. Manejo y protección de poblaciones	61
2. Manejo integrado del paisaje	62
3. Conservación y manejo de especies en riesgo	62
4. Participación social y cultura para la conservación	64
5. Economía de la conservación	65
VIII. CUADRO DE INDICADORES DE ÉXITO	67
IX. LITERATURA CITADA	70

PRESENTACIÓN

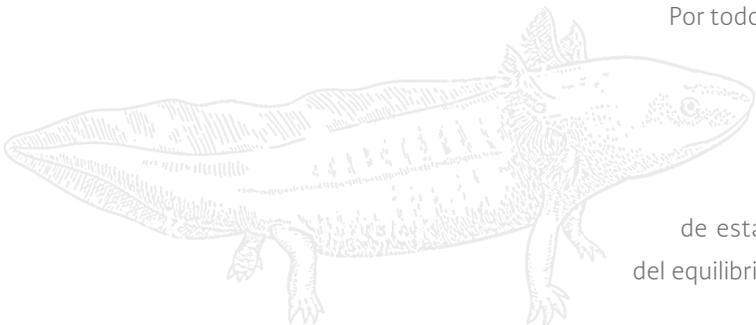
El Programa de Acción para la Conservación de las Especies de *Ambystoma* (PACE: *Ambystoma*) se desarrolla en el marco del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), documento rector de la Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación (DEPC) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). El PACE *Ambystoma* forma parte del eje de Conservación y Manejo de la Biodiversidad, de la Estrategia de la CONANP 2040 que se expresa en la línea estratégica como: Desarrollar e implementar programas de acción para la recuperación de especies en riesgo, vinculados con los Programas de Manejo de ANP y otros instrumentos, con la participación de la sociedad. Lo anterior constituye una herramienta básica para cumplir con los objetivos estratégicos del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas, del Programa Sectorial de Medio Ambiente y del Plan Nacional de Desarrollo.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos y de montaña se encuentran considerados como vulnerables frente a las fluctuaciones en las condiciones climáticas. El hecho de que el ciclo de vida típico de los ajolotes y achoques mexicanos (género *Ambystoma*) es en parte acuático y en parte terrestre, los hace doblemente vulnerables a la perturbación tanto del agua como de la tierra.

El género *Ambystoma* está constituido por 33 especies descritas, las cuales se distribuyen en Norteamérica desde el suroeste de Alaska y sur de Canadá, hasta el Altiplano Mexicano (Pough *et al.*, 2001). En el caso particular de México se encuentran 17 especies distribuidas en el noreste y centro del país; de éstas, 16 son endémicas, lo que representa más del 85% del total de especies de *Ambystomas* que habitan en México (Parra-Olea *et al.*, 2014).

De las 16 especies endémicas, 15 se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo; tres están clasificadas como amenazadas (A) y los doce restantes como sujetas a protección especial (Pr). Estas habitan en lagos y arroyos, donde las características propias de estos cuerpos de agua les han permitido adecuarse exclusivamente a ciertos sitios, lo cual los hace más vulnerables y por ende han sufrido una notoria disminución poblacional principalmente debido a factores relacionados a la modificación de su hábitat, contaminación de ríos y lagos e introducción de especies exóticas invasoras.



Por todo lo anterior, resulta de gran importancia tener injerencia en la toma de decisiones y la implementación de recursos para la conservación de éstas especies. El PACE *Ambystoma* spp. es un instrumento que, ligado a las Áreas Naturales Protegidas del país, resulta benéfico para asegurar la permanencia de estas especies en los ecosistemas mexicanos formando parte del equilibrio natural del ambiente.

II. ANTECEDENTES

Las primeras reuniones en el marco de interés por la conservación del género *Ambystoma* en México fueron enfocadas principalmente hacia la especie más trabajada y más reconocida a nivel mundial: *Ambystoma mexicanum*. En el año 2002, se realizó una alianza interinstitucional en la que participaron el Gobierno de la Gran Bretaña, la fundación “Darwin Initiative”, el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, The Durrell Institute of Conservation and Ecology y la Universidad de Kent. Posteriormente del 6 al 9 de diciembre del año 2004 se realizó un taller para preparar el Plan de Acción de Especie/Hábitat para el Ajolote, en el cual participaron representantes de la mayor parte de las organizaciones locales, gubernamentales y ONG interesadas, junto con representantes de los socios basados en el Reino Unido.

El día 29 de noviembre de 2005 se realizó la Primera reunión del GIA-X (Grupo de Investigación del ajolote en Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) en el Instituto de Biología de la UNAM, con el objetivo de dar a conocer entre sus integrantes, a los promotores del grupo, las metas, el protocolo de trabajo y las investigaciones que se estaban realizando hasta el momento. Durante dicha reunión se contó con la participación de 40 asistentes del sector académico y gubernamental, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, el Zoológico de Chapultepec, la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, la Facultad de Ciencias, UNAM y el Instituto de Biología de la UNAM. La temática se centró en la permanencia del ajolote de Xochimilco en el CITES, así como trabajos sobre censos, sobrevivencia y conservación *ex situ*. El 12 de junio de 2016 se realizó una segunda reunión del GIA-X. A esta reunión fueron invitados los investigadores titulares, así como los responsables de los programas relacionados con el ajolote en Xochimilco en el sector gubernamental y social, en donde básicamente se definieron cuatro líneas para la investigación y conservación de esta especie; siendo éstas: Efectos Antropogénicos, Sistemática, Conservación y Políticas Gubernamentales.

Posteriormente se realizó una tercera reunión los días 9 y 10 de enero del 2007 en las instalaciones de la CONABIO. Se contó con la presencia de 54 asistentes, entre los que destacaron integrantes de los sectores productivo y académico, autoridades locales y federales e

iniciativa privada, así como investigadores y observadores del extranjero. En esta reunión se puntualizaron mesas de trabajo y los responsables en cada una, así como agendas de trabajo. No se concertaron reuniones subsecuentes.

Durante el 2º Congreso Nacional sobre la Investigación y Conservación de los Anfibios y Reptiles celebrado en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias del CUCBA, Universidad de Guadalajara, del 15 al 18 de noviembre de 2011 se coordinó un Simposio relacionado a los trabajos de investigación y conservación de los ajolotes y achoques de México de manera general. En este simposio se manifestó la necesidad de la integración de diferentes sectores (académico, gubernamental y de la industria privada) para la conservación del género *Ambystoma* en México y la importancia de definir líneas específicas de continuidad sobre aspectos relacionados a la biología y conservación de estas especies.

Se identificó que la extracción de los ajolotes y achoques, la contaminación de los cuerpos de agua y la introducción de especies exóticas necesitaban un análisis más detallado.

Biología de la conservación de los *Ambystoma* en México

Probablemente el trabajo más antiguo enfocado únicamente al estudio de poblaciones de *Ambystoma* en vida libre en México, es la tesis de doctorado de la Dra. Virginia Graue. En este trabajo se estudiaron aspectos genéticos y demográficos de *A. mexicanum* en Xochimilco, Mixquic y una colonia de la Universidad de Indiana en Estados Unidos (Graue, 1988).

Este trabajo indica que no hay evidencia de cuellos de botella en la historia reciente de la población de Xochimilco; estima una densidad poblacional de 0.006 organismos



por metro cuadrado y comenta que este valor es muy bajo por lo que la especie podría verse afectada en el corto plazo si no se empleaban estrategias urgentes para su conservación.

El Dr. Luis Zambrano retoma la línea de investigación sobre la conservación de la población de *Ambystoma* en Xochimilco involucrándose con los grupos de trabajo mencionados anteriormente; publica una serie de trabajos enfocados en *A. mexicanum* entre los que destacan estudios de ecología poblacional (Zambrano-González, 2006; Sanchez *et al.*, 2007) y de distribución geográfica (Contreras *et al.*, 2009).

Sobre *Ambystoma mexicanum* también se han publicado artículos en los que se resumen las tendencias poblacionales y principales problemáticas de la especie además de proponer estrategias para su conservación. Estos trabajos destacan que las tendencias poblacionales de los ajolotes de Xochimilco se han degradado de manera muy severa en las últimas décadas y mencionan la invasión de especies exóticas, tales como carpas, tilapias y lirio acuático, así como la contaminación por agricultura, ganadería y urbanización, y en general la pérdida y fragmentación del hábitat como sus principales amenazas (Soto, 2009; Riveros, 2006; Recuero *et al.*, 2010; Zambrano *et al.*, 2010; Rendón 2006; Bride *et al.*, 2008).

Otro equipo de trabajo importante que ha realizado acciones de conservación de ajolotes es el liderado por Ileri Suazo Ortuño y Javier Alvarado Díaz, quienes han publicado trabajos de ecología aplicados a la conservación; entre ellos destacan estudios poblacionales y de alimentación de *Ambystoma ordinarium* en Michoacán (Alvarado-Díaz *et al.*, 2003; Montes-Calderón y Suazo-Ortuño, 2011; Ruiz-Martínez *et al.*, 2014).

La Dra. Gabriela Parra del Instituto de Biología y su equipo de trabajo ha coordinado trabajos importantes para la conservación del género *Ambystoma* en México principalmente en el área de la biología molecular y genética de la conservación. Probablemente los trabajos más influyentes en esta área son el desarrollo de marcadores moleculares para su uso en estudios de genética de poblaciones (Parra-Olea *et al.*, 2007) y un estudio de diversidad genética de las especies de *Ambystoma* endémicas a México (Parra-Olea *et al.*, 2012).

Más recientemente investigadores del estado de México han realizado estudios de genética de la conservación en poblaciones de *Ambystoma leorae* y *A. rivulare*, siendo estos últimos trabajos donde estudian especies poco estudiadas anteriormente (Sunny *et al.*, 2014; Heredia-Bobadilla *et al.*, 2016).

III. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES Y PROBLEMÁTICA

Taxonomía

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Clase:	Amphibia
Orden:	Caudata
Familia:	<i>Ambystomatidae</i>
Género:	<i>Ambystoma</i>
Especies:	<i>Ambystoma spp</i>

Los Ajolotes y achoques son anfibios del género *Ambystoma*; presentan un cuerpo parecido al de una lagartija, con piel lisa, glandular y húmeda. Poseen patas con cuatro dedos en los miembros anteriores y cinco en los posteriores, careciendo de uñas. Su coloración varía entre café, negro, verde, manchados, amarillos y algunas veces rosados, existiendo también ajolotes albinos. Su cuerpo es robusto, con surcos costales a los lados y cabeza ancha; la cola es algo aplanada lateralmente, carecen de párpados y presentan pulmones y branquias. Tienen una boca de gran capacidad y dientes diminutos que se disponen en hileras a la entrada de la cavidad oral con lengua retráctil como la de las ranas. A diferencia de lo que les ocurre a las salamandras y otros anfibios metamorfoseados, los ajolotes no presentan muda de piel. En algunas especies los adultos son paedomórficos o neoténicos, es decir, que alcanzan la madurez sexual con características larvarias, por ejemplo, la retención de branquias y la permanencia de su forma acuática (Ortega, 1999).

En México se distribuyen 17 especies de salamandras del género *Ambystoma*, de las cuales 16 son endémicas del país y una (*A. mavortium*) comparte distribución con Estados Unidos y Canadá. De las 17 especies mexicanas, 15 están en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una de ellas (*A. mexicanum*) está categorizada como en Peligro de Extinción (P), tres como Amenazadas (A) y 11 como Sujetas a Protección Especial (Pr). En la lista roja de la IUCN se enlistan doce

en alguna categoría de amenaza, nueve como en Peligro Crítico de Extinción (CR) y dos En Peligro de Extinción (EN). Fuera de las categorías de amenaza, tres especies se ubican como Preocupación Menor (LC) y tres más como Datos Insuficientes (DD).

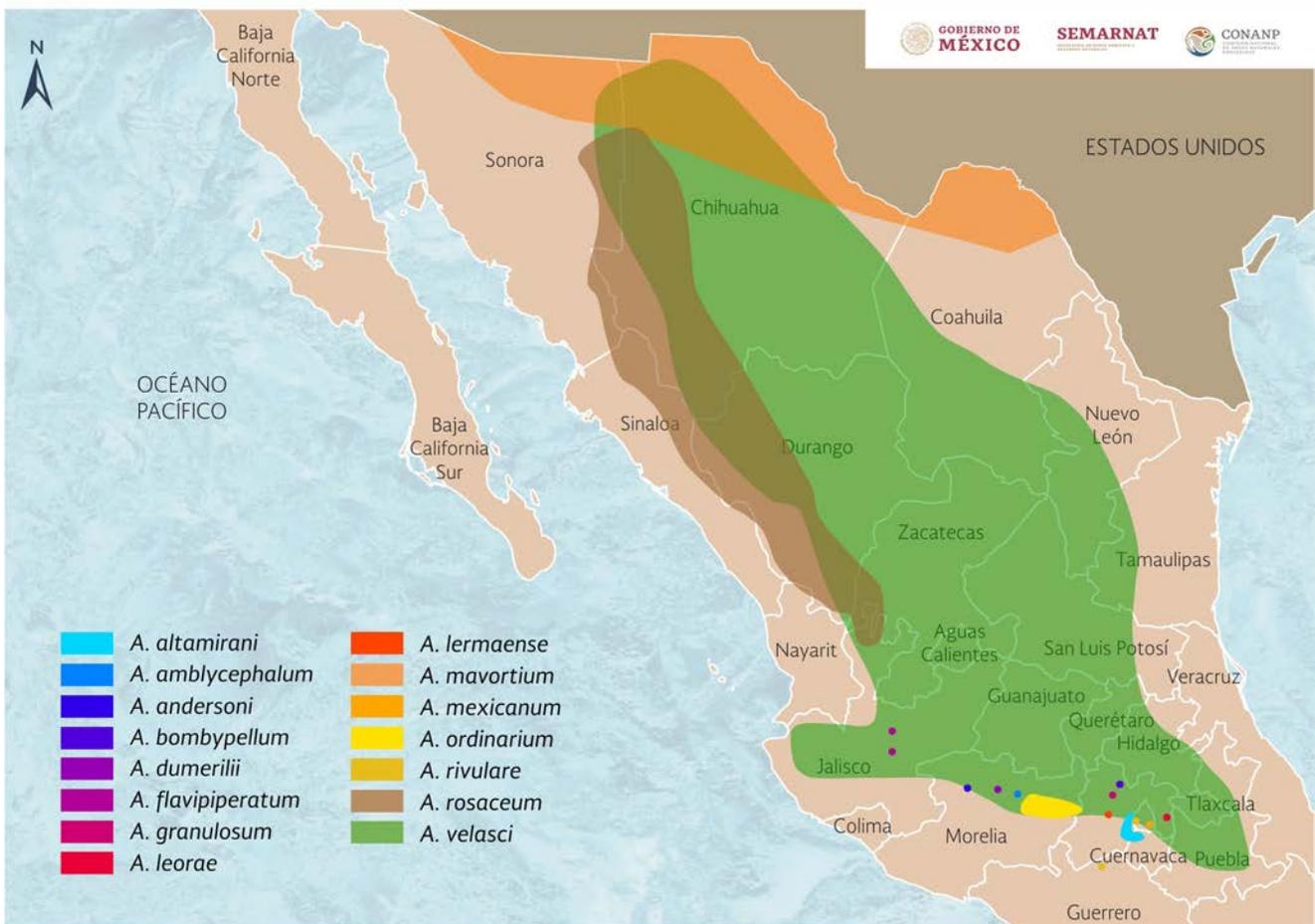
Las especies que están enlistadas en alguna categoría de riesgo de la UICN se incluyeron en esta únicamente por la restricción en su ocurrencia (menor a 5,000 km²) o debido a que se conoce sólo una población de las especies respectivas.

La tabla a continuación enlista los nombres comunes de las especies mexicanas, así como su traducción al inglés:

Especie	Español	Inglés
<i>Ambystoma altamirani</i>	Ajolote	Mountain Stream Siredon
<i>Ambystoma amblycephalum</i>	Ajolote de cabeza chata	Blunthead Salamander,
<i>Ambystoma andersoni</i>	Achoque, ajolote	Anderson's Salamander
<i>Ambystoma bombypellum</i>	Ajolote	Delicateskin Salamander , Axolotl
<i>Ambystoma cabecerium</i>	Ajolote	Headwater Salamander
<i>Ambystoma dumerilii</i>	Achoque	Lake Patzcuaro Salamander
<i>Ambystoma flavipiperatum</i>	Ajolote de Chapala	Yellow-peppered Salamander
<i>Ambystoma granulorum</i>	Ajolote granulado	Granular Salamander
<i>Ambystoma leorae</i>	Ajolote	Leora's Stream Salamander, Leora's Stream Siredon
<i>Ambystoma lermaense</i>	Ajolote	Lake Lerma Salamander
<i>Ambystoma mavortium</i>	Ajolote	Barred Tiger Salamander, Gray Barred Tiger Salamander
<i>Ambystoma mexicanum</i>	Ajolote	Axolotl
<i>Ambystoma ordinarium</i>	Achoque, ajolote	Michoacan Stream Salamander, Michoacan
<i>Ambystoma rivulare</i>	Achoque, ajolote	Stream Siredon, Puerto Hondo Stream Salamander Michoacan Stream Salamander
<i>Ambystoma rosaceum</i>	Ajolote	Tarahumara Salamander
<i>Ambystoma silvense</i>	Ajolote, salamandra	Durango Salamander
<i>Ambystoma taylori</i>	Ajolote	Taylor's Salamander
<i>Ambystoma velasci</i>	Ajolote, Salamandra	Plateau Tiger Salamander

IV. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES EN MÉXICO

Mapa de distribución potencial de las especies de *Ambystoma*.







Ambystoma altamirani

(Dugès, 1985) Ajolote de arroyo de montaña, Axolote de Zempoala

Localidad tipo

“Manantial de los Axolotes” en la serranía de las Cruces perteneciente al Valle de México. 3,100 msnm.

Descripción

Los individuos de *Ambystoma altamirani* son de forma alargada. El tamaño medio del cuerpo es de 70.4 ± 3.2 mm, longitud de la cola 70.9 ± 5.3 mm, altura de la cola $13.0 \pm$ largo de la cabeza 17.4 ± 2.4 , ancho de la cabeza 17.4 ± 0.62 . La cabeza es grande de forma ovalada, con dientes mandibulares prevomerianos, presenta orificios nasales pequeños. La forma del cuerpo es aplanada dorsoventralmente; presenta 10 surcos laterales entre las extremidades. El color del cuerpo es oscuro con manchas pardo amarillo claro. En organismos pequeños las manchas son proporcionalmente más pequeñas (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Alimentación

Se ha documentado que la dieta de *Ambystoma altamirani* consiste principalmente en ostrácodos, gastropodos e insectos (Lemos-Espinal, 2015).

Reproducción

Lemos-Espinal *et al.* (2016) reportó la observación de tres cúmulos de huevos en el arroyo “Los axolotes” en el Estado de México en el mes de junio de 2015 con 21, 23 y 19 huevos respectivamente adheridos a plantas acuáticas. Los cúmulos de huevos fueron observados en porciones de arroyos de entre 40 y 53 cm de ancho y entre 10 y 25 cm de profundidad. La velocidad de la corriente de agua fue de entre 0 y 0.012 m/s y los valores de oxígeno disuelto donde se encontraron los cúmulos de huevos van de 5.81 y 5.92 mg/L. La temperatura del agua en donde se encontró uno de los cúmulos fue de 15.2° C.

Hábitat

Habita en pequeños arroyos que corren en bosques de pino, oyamel y pastizales de montaña (Lemos-Espinal, 1993). Lemos-Espinal *et al.* (2016) reportó que en el arroyo Los axolotes, *Ambystoma altamirani* está presente en sitios con las siguientes características: Ancho 84.8 ± 3.9 cm, profundidad 43.0 ± 1.62 cm, oxígeno disuelto 5.44 ± 0.44 mg/L, temperatura del agua 16.7 ± 0.28 °C, velocidad del flujo en la superficie 0.15 ± 0.020 m/s, velocidad del flujo a media profundidad 0.034 ± 0.006 m/s

Distribución

Se limita el oeste y sur del Valle de México en la Sierra de Las Cruces en los estados de Morelos, Estado de México y la Ciudad de México. Recientemente se han realizado trabajos con poblaciones en el Estado de México (García 2013; Lemos-Espinal *et al.*, 2015; 2016). Gómez-Álvarez y Reyes-Gómez (2006) reportaron una población en el estado de Tlaxcala, sin embargo, los ejemplares colectados fueron revisados por Ramírez-Bautista y colaboradores (2009), quienes encontraron características morfológicas correspondientes a la especie *A. velasci*, la cual históricamente se distribuye en ese estado. Actualmente se está llevando a cabo una tesis de licenciatura en distintos arroyos dentro de su distribución conocida en la Sierra de las Cruces (Estrella-Zamora, com. pers.).

Presencia en ANP

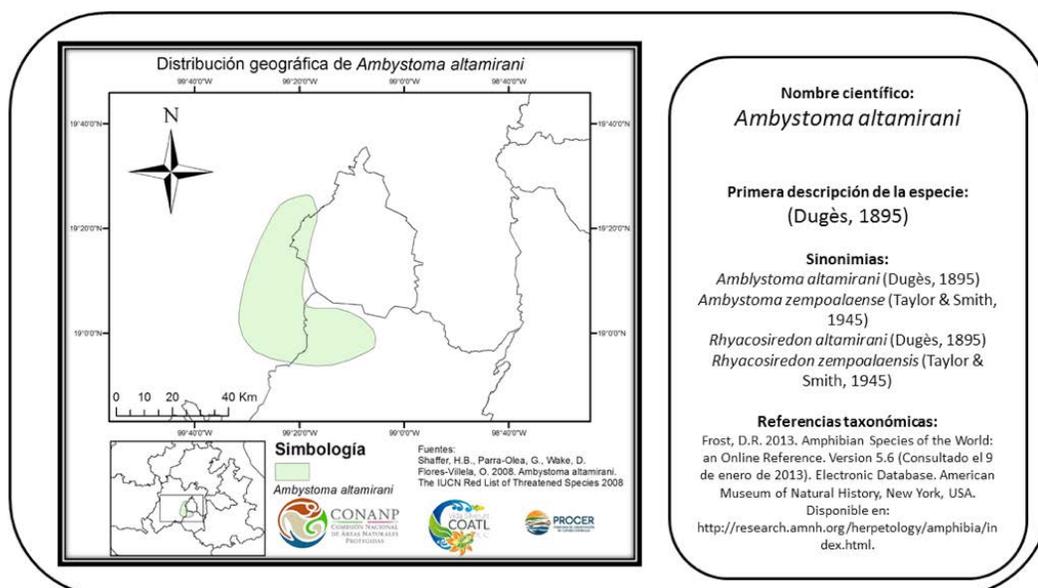
Esta especie habita arroyos dentro del Parque Nacional Lagunas de Zempoala (Castro-Franco, 2006) y dentro del Parque Nacional Cumbres del Ajusco y el Parque Nacional Desierto de los Leones (Shaffer, 2008).

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Amenazada (A); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro (En).

Principales amenazas

Las principales amenazas de esta especie son la pérdida del hábitat, el entubamiento de los arroyos donde esta especie se distribuye, la presencia de peces exóticos, principalmente la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).



Amblystoma amblycephalum

(Taylor, 1940) Axolote de cabeza chata

Localidad tipo

“15 km. al oeste de Morelia (Tacícuaro), Michoacán, México”.

Descripción

Los ejemplares utilizados en la descripción de esta especie midieron de longitud hocico-cloaca 90,93 y 64.5 mm; longitud cloaca cola, 71, 60 y 47 mm; ancho de la cabeza de 17.5, 16.5 y 13.5 mm; largo de la cabeza, 18.5, 20, 16mm (Taylor, 1940). De acuerdo con Aguilar-Miguel (2005) los ejemplares tienen de LHC entre 80 y 87 mm y una longitud total (LT) de 135 y 142 mm. Presentan una coloración de dorsal negruzca y la región ventral gris con manchas color crema. La porción media de la región ventral es un poco más oscura. En el pecho y la garganta presentan algunas manchas crema. Las porciones distales de la cola son más oscuras que la porción central (Taylor, 1940).

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

No existen datos específicos sobre su biología reproductiva.

Hábitat

Cuerpos de agua con poca corriente, en las formas larvarias y en los adultos transformados en las orillas de arroyos (Aguilar-Miguel, 2005).

Distribución Geográfica

Solo se conoce a esta especie de la localidad tipo, a 2000 msnm (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2016). En 2001 Huacúz realizó un muestreo en aproximadamente 15 km al oeste de la ciudad de Morelia, sin encontrar ejemplares, además revisó localidades reportadas anteriormente para esta especie, así como ejemplares recolectados en ellas; ningún ejemplar presentó las características descritas para la especie. Recientemente el grupo de trabajo de la Dra. Ileri Suazo (UMSNH) ha recolectado ejemplares de *Ambystoma* sp. dentro del área donde se reconoce históricamente la localidad típica para la especie (Taylor, 1940) sin embargo se están realizando trabajos de sistemática para aprobar la identidad específica de estos organismos (Rodolfo Pérez-Rodríguez com. pers.).

Presencia en ANP

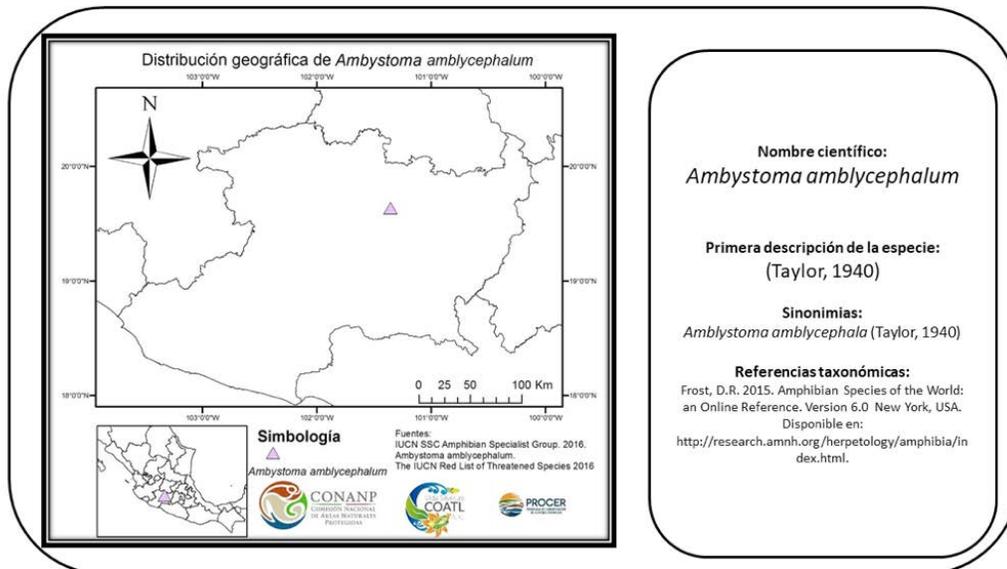
No existen poblaciones dentro de ningún Área Natural Protegida.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

Las principales amenazas de esta especie son la pérdida del hábitat y la contaminación de los cuerpos de agua donde habita.



Amblystoma andersoni

(Krebs y Brandon, 1984) Achoque, Achoque de Zacapu

Localidad tipo

“Laguna de Zacapu, 2000 m.s.n.m., Michoacán, México”.

Descripción

Los adultos miden de longitud hocico-cloaca entre 100 y 140 mm ($x = 120.9$, $SD = 10.2$), con una longitud total de 162 a 235 mm ($x = 197.9$, $SD = 18.3$); no existen evidencias de dimorfismo sexual utilizando estas medidas. El ancho de la cabeza comprende entre el 22 al 30% de la longitud hocico-cloaca. Los huevos miden entre 2.2 y 2.3 mm y son de color amarillento y negro (Krebs y Brandon, 1984). Presenta una coloración naranja oscuro, con manchas negras a lo largo del cuerpo, la aleta dorsal esta reducida en longitud en los adultos; patas posteriores con cuatro dedos cortos y palmeados; en el cuarto dedo de las extremidades posteriores presenta tres falanges (Aguilar-Miguel, 2005).

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

Alcanzan la madures sexual a los 90 mm y 12 meses de edad. Se han colectado hembras grávidas y apunto de eclosionar y machos con la cloaca distendida en el mes de julio, lo que indica que en ese mes es la temporada de reproducción (Krebs y Brandon, 1984).

Hábitat

Habita en la Laguna de Zacapu y en el arroyo que la alimenta. Los ejemplares reportados en la descripción de la especie se encontraron en sitios con salinidad de entre 85 y 90 ppm; la temperatura del agua entre 20 y 26 °C. Se colectaron a los ejemplares en porciones de la laguna y del arroyo con abundante vegetación (Krebs y Brandon, 1984).

Distribución Geográfica

Esta especie se distribuye dentro de la Laguna de Zacapu, en el estado de Michoacán. Históricamente se le podía encontrar en los canales circundantes a la Laguna, sin embargo, durante el trabajo de campo realizado en 2015 para la identificación de sitios prioritarios para la conservación de las especies de *Ambystoma*, no se obtuvo ningún ejemplar en dichos cuerpos de agua. Los pescadores de la localidad refieren que únicamente habita dentro de la Laguna, en donde si fue posible registrar su presencia mediante el uso de

redes. Recientemente la laguna de Zacapu fue descrita como un sitio en buen estado de conservación. (Zubieta-Rojas *et al.*, 2004).

Presencia en ANP

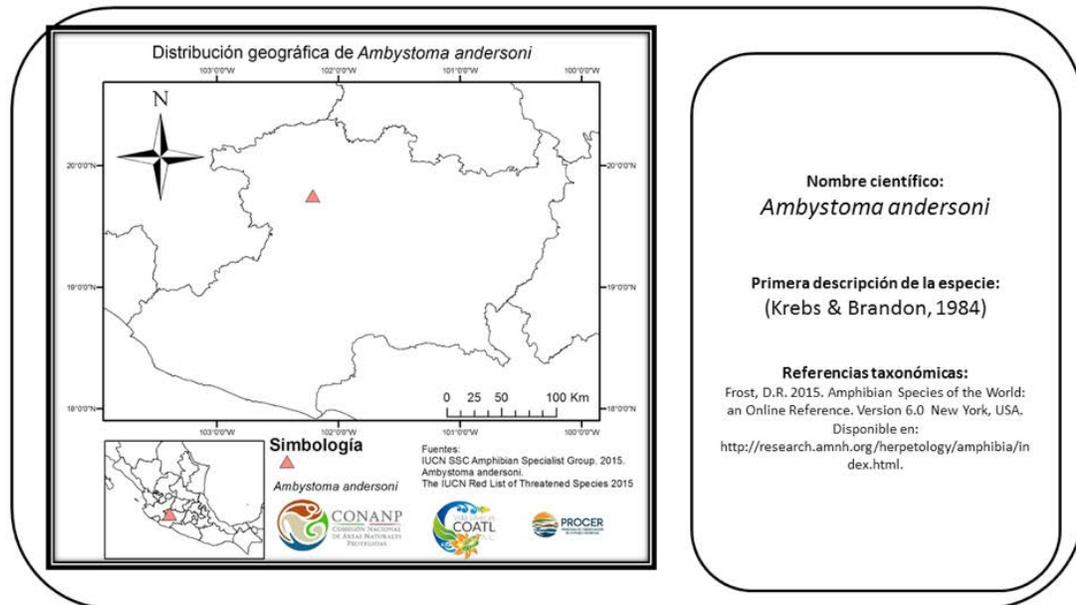
La Laguna de Zacapu se encuentra catalogada como Sitio Ramsar, lo cual no confiere un estatus de protección específico.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

Pérdida del hábitat y contaminación de la laguna de Zacapu por el crecimiento de la ciudad de Zacapu y la extracción no sustentable de axolotes para su venta en mercados cercanos (Aguilar-Miguel y Casas-Andreu, 2005).



Ambystoma bombypellum

(Taylor, 1940) Axolote, Axolote de piel fina

Localidad tipo

“Cerca del Rancho Guadalupe, 14 km. este de San Martín (Asunción), México”.

Descripción

La longitud hocico-cloaca registrada en la descripción 81 y 67 mm y la longitud de la cola 61 y 52.3 mm. Presenta once surcos intercostales. Su color es café-verde en la parte dorsal y crema a blanco en la parte ventral. Taylor (1940) menciona que se distingue por poseer piel con textura fina y coloración distintiva.

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

No existen datos específicos sobre su biología reproductiva.

Hábitat

Los dos ejemplares utilizados en la descripción de la especie fueron colectados bajo un tronco podrido cerca de un pequeño cuerpo de agua permanente (Taylor, 1940).

Distribución Geográfica

Esta especie fue descrita para el estado de México, sin embargo, un paratipo se ubicó dentro de Michoacán, 15 km al oeste de Morelia (Taylor, 1940). Actualmente la Lista Roja de las Especies (IUCN) ubica su localidad tipo en el noroeste del Estado de México a 2,500 msnm (Shaffer, 2008). Durante el proyecto realizado en el 2016 a través del Programa para la Conservación de Especies en Riesgo (PROCES), se ubicó un poblado dentro del Estado de México que quizá represente la localidad tipo descrita por Taylor. Esta localidad se localiza al Oeste del Nevado de Toluca. Cabe mencionar que se deberá llegar a un consenso entre los expertos para determinar el lugar exacto donde se colectó la serie tipo.

Presencia en ANP

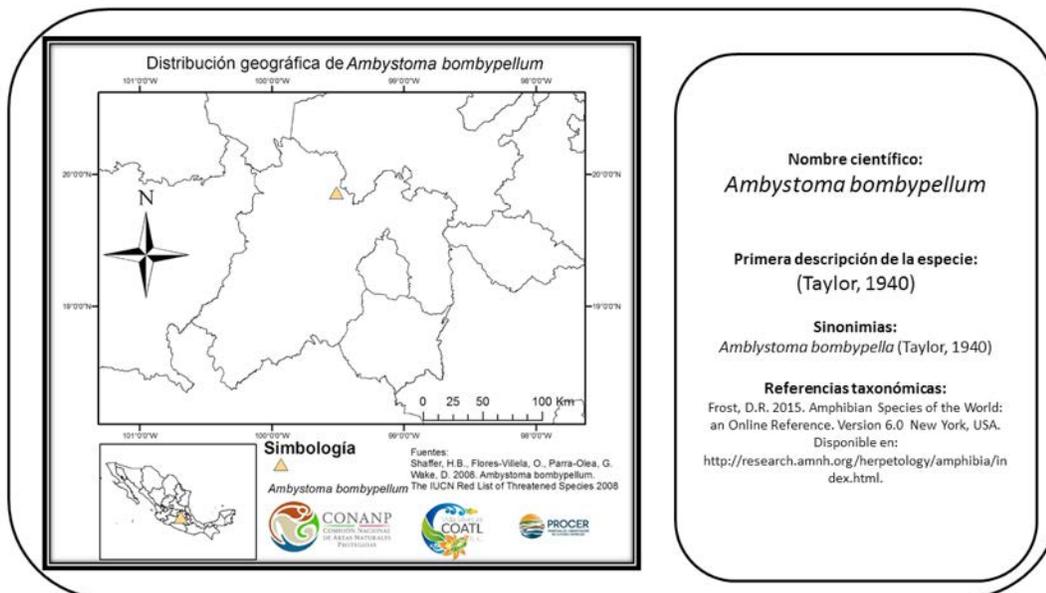
Hasta la fecha no se han identificado poblaciones pertenecientes a *A. bombypellum* en ninguna ANP.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

Pérdida del hábitat y contaminación de los cuerpos de agua donde se distribuye.



Ambystoma dumerilii

(Dugè, 1870) Achoque de Pátzcuaro, Achoque, Achójkí

Localidad tipo

“laguna de Pátzcuaro, Michoacán, México, 2,055 pies de altitud”.

Descripción

Es una especie grande con una longitud hocico-cloaca de en promedio 142 mm y longitud cloaca-cola de 118 mm. La cabeza esta redondeada y se presenta aplanada dorsoventralmente. La cola esta aplanada lateralmente. Su color es verde claro, con tonalidades violeta y café, color más claro en las extremidades y en la región ventral; en los costados presenta manchas blanquecinas, en cabeza y dorso; se pueden presentar depresiones por la presencia de glándulas en la piel. Su pliegue gular es visible (Aguilar-Miguel, 2005)

Alimentación

Se ha reportado que se alimenta de acociles (*Cambarellus montezumae*), plancton, crustáceos, insectos, moluscos, peces pequeños, gusanos y renacuajos (Velarde-Mendoza, 2012).

Reproducción

La madurez sexual es alcanzada a los 16 meses; la temporada reproductiva ocurre entre febrero y abril, ovopositan de 100 a 600 huevos por puesta y se ha registrado que el tiempo de incubación varía entre 16 y 23 días; se ha observado que esta variación está relacionada con la temperatura del ambiente (Servín-Zamora, 2017).

Hábitat

Se considera un animal epibentónico, aunque puede utilizar todos los estratos de la columna de agua (Aguilar-Miguel, 2005).

Distribución Geográfica

Únicamente se distribuye en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Recientemente Huacúz (2011) en su libro sobre el estado de conservación del género *Ambystoma* delimita la distribución de esta especie al lago de Pátzcuaro. Algunos pescadores de las comunidades aledañas al lago mencionan haber capturado ejemplares de esta especie recientemente. Durante el muestreo realizado en 2016 como parte de un proyecto PROCER se obtuvo acceso a ejemplares recolectados en 2014 por un pescador local.

Presencia en ANP

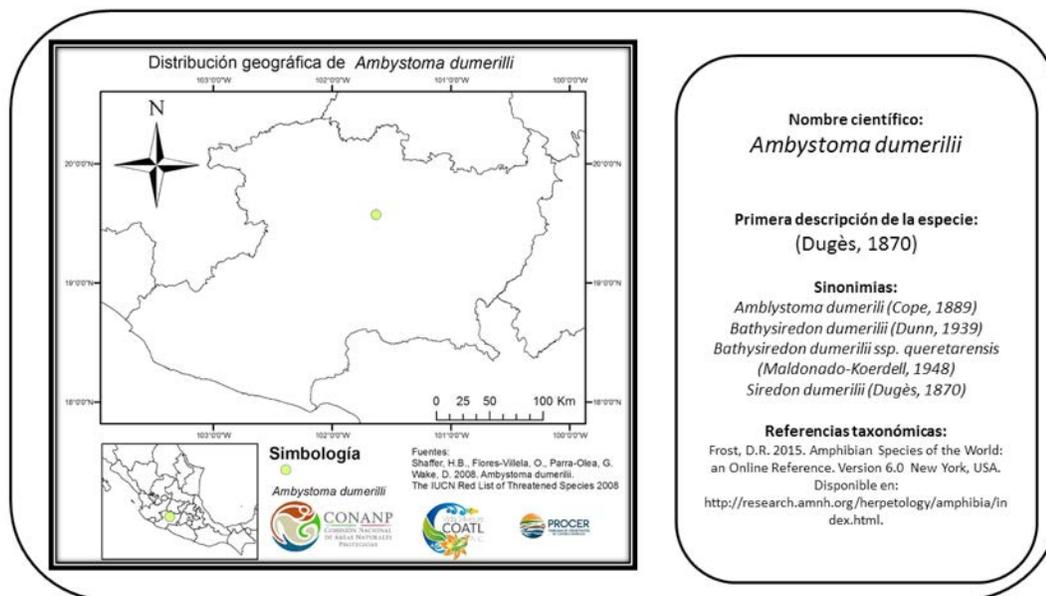
No se cuenta con registros de la especie dentro de algún Área Natural Protegida.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

Sobre explotación de las poblaciones de achoque para su venta y consumo como alimento y para elaborar remedios tradicionales. Contaminación del lago de Pátzcuaro con aguas residuales y residuos sólidos urbanos, introducción de especies de peces exóticos como la carpa y la tilapia.



Ambystoma flavipiperatum

(Dixon, 1963) Axolote de Chapala, Axolote

Localidad tipo

“una milla al norte de Santa Cruz, Jalisco, México, 4,900 pies de altitud”.

Descripción

El holotipo es un organismo macho metamórfico con 99.5 mm de longitud hocico-cloaca (LHC) y 175.0 mm de longitud total (LT). Los paratipos son tres hembras metamórficas que alcanzaron los 80.0 a 103.0 de LHC y 137.0 - 188.0 de LT (Dixon, 1963). Rosas-Espinoza *et al.*, 2013 registró un macho metamórfico de 133.3 mm de LT, 62.2 mm de LHC, 16.2 mm de longitud del ancho de la cabeza (LAC) y 22.3 mm de largo de la cabeza (LLC). Rosas-Espinoza *et al.*, también registraron las dimensiones de dos organismos neoténicos, un macho de 173 mm de LT, 83.66 mm LHC y 15.87 mm LAC y 20.84 mm LLC, y una hembra de 154.7 mm LT, 77.7 mm LHC, 15.17 mm de LAC y 22.9mm de LLC. Son de color café, café-amarillento con manchas negras y amarillas en la región dorsal del cuerpo. La región ventral es clara con una marcada línea oscura bordeada de manchas amarillentas. Los adultos terrestres son grises con machas amarillas en el dorso y en los costados. Presentan de 11 a 13 surcos intercostales (Santiago-Pérez *et al.*, 2012).

Alimentación

Se alimenta de insectos, moluscos y lombrices (Santiago-Pérez *et al.*, 2012).

Reproducción

No existen datos específicos sobre su biología reproductiva.

Hábitat

Los individuos neoténicos habitan en arroyos de poca profundidad y poca corriente con abundante materia orgánica, en bosques de pino, encino y pastizales. Los individuos metamórficos se encuentran en las cercanías de los arroyos (Santiago-Pérez, *et al.*, 2012) y en madrigueras de mamíferos pequeños (Rosas-Espinoza *et al.*, 2014).

Distribución Geográfica

Se distribuye en los arroyos y zonas aledañas de la sierra de Quila, en el Municipio de Tecolotlán, Jalisco (Cortéz-Vázquez *et al.*, 2016). Esta especie se conocía únicamente de la localidad tipo en las cercanías de la ciudad de Guadalajara en el estado de Jalisco, sin embargo, recientemente se reportó su presencia en la Sierra de Quila en el mismo estado. Además, se conocen poblaciones cercanas a estas localidades donde se han reportado *Ambystoma* spp. las cuales probablemente representen a esta especie (IUCN, 2016).

Presencia en ANP

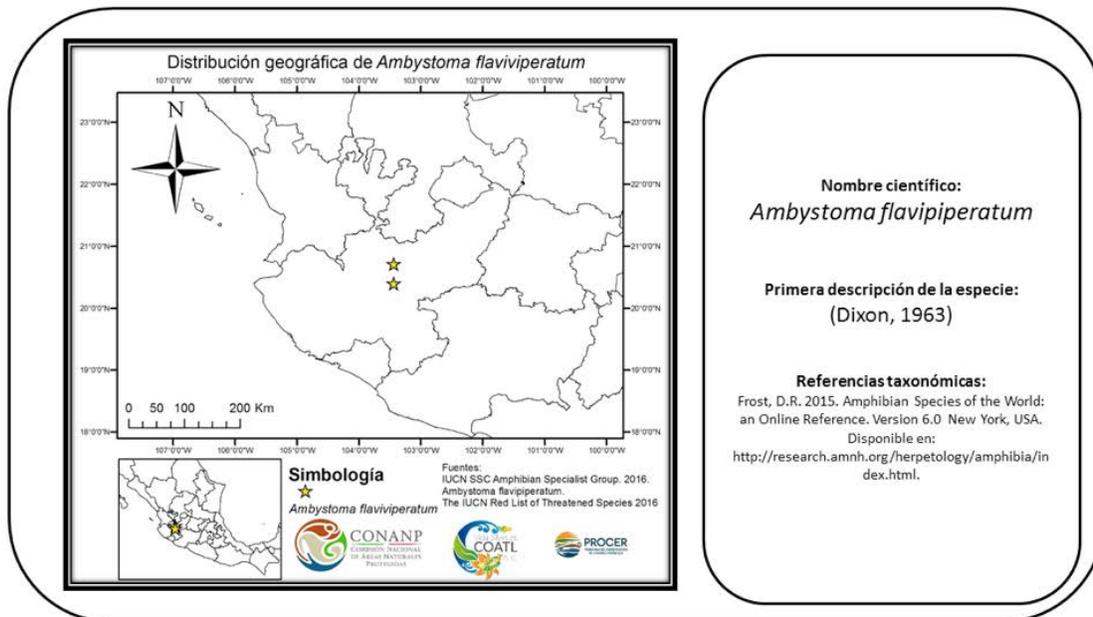
Esta especie se distribuye dentro del Área Natural Protegida Sierra de Quila.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro (En).

Principales amenazas

Las principales amenazas de esta especie es la pérdida del hábitat y la instalación de tuberías en los arroyos donde se distribuyen.



Ambystoma granulorum

(Taylor, 1944) Axolote de Toluca

Localidad tipo

“km. 74, aproximadamente 12 millas al noroeste de Toluca, México, México”.

Descripción

Los adultos neoténicos miden 90 mm de longitud hocico-cloaca (LHC) y 70 mm de la longitud de la cola (LC); 28 mm de longitud del ancho de la cabeza (LAC), pudiendo ser más ancha a nivel de la base de las branquias con hasta 36.5 mm. Los adultos metamórficos pueden medir desde 81-92 mm de LHC y 62-77 mm la LC. Son de color amarillo-olivo, en todo el organismo y cola. La porción dorsal es más oscura que la ventral, la cual es amarillo opaco, con manchas en el dorso y partes laterales. Las larvas son ligeramente verdes con pocas o sin manchas en el cuerpo (Aguilar-Miguel, 2005).

Alimentación

Se han alimentado en cautiverio con acociles, peces y larvas de insecto colectados en dos localidades donde también se colectaron ejemplares de *A. granulorum* utilizados en un estudio de biología reproductiva (Aguilar-Miguel et al., 2009).

Reproducción

Se ha documentado que *A. granulorum* alcanzan su madures sexual a los 100 mm de LHC. El periodo de reproducción ocurre entre los meses de mayo a septiembre. En cautiverio se ha documentado la reproducción de adultos neoténicos y metamórficos con puestas de 664 ± 325 huevos y porcentajes de fecundidad de entre el 40 y 90% (Aguilar-Miguel et al., 2009).

Hábitat

Habita en cuerpos de agua poco profundos y áreas aledañas.

Distribución Geográfica

Esta especie se distribuye en un área pequeña al Noreste de la ciudad de Toluca, Estado de México, a aproximadamente 3000 msnm (Shaffer et al., 2008). Actualmente se ha registrado su presencia en seis cuerpos de agua ubicados desde la zona antes mencionada hasta el este del estado de Michoacán (Parra-Olea et al., 2011; Aguilar-Miguel, 2009; Frías-Alvarez, 2008).

Presencia en ANP

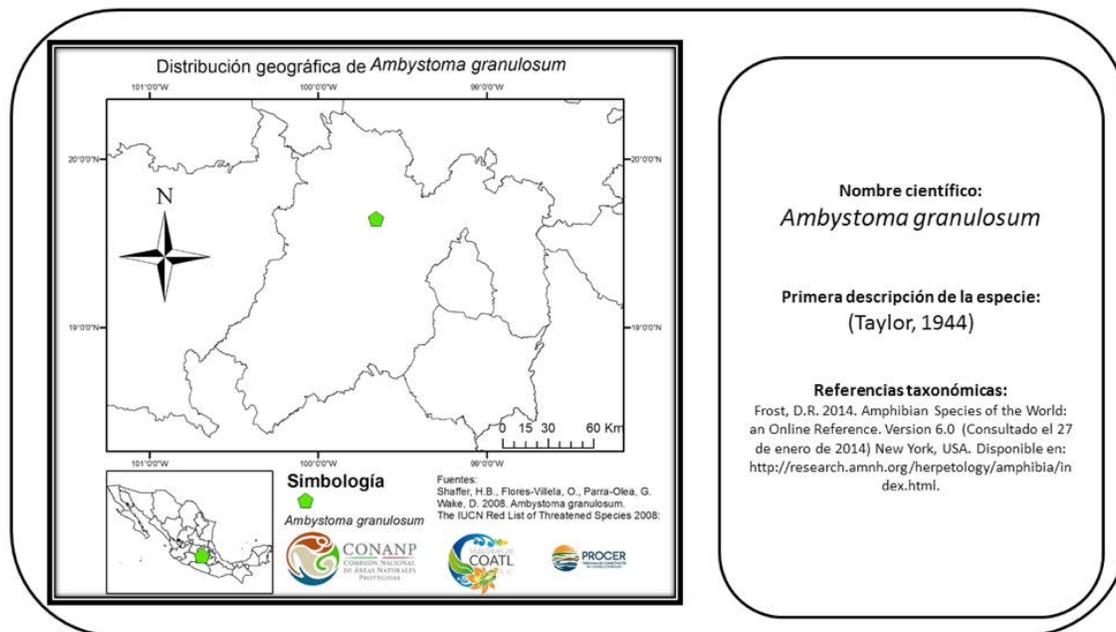
No se cuenta con registros de la especie dentro de algún Área Natural Protegida.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

Pérdida del hábitat, contaminación de los cuerpos de agua, introducción de peces exóticos y captura para comercialización no sustentable. Todas las amenazas antes mencionadas se incrementan por la expansión acelerada de la ciudad de Toluca (Aguilar-Miguel, 2005).



Ambystoma leorae

(Taylor, 1943) Axolote de Río Frío

Localidad tipo

“Río de montaña cerca de Río Frío, México, ya sea dentro de los estados de Puebla o México (Cuenca del Río Balsas), México”.

Descripción

De los 161 ejemplares de *Ambystoma leorae* que reportan Sunny *et al.* (2014), 151 corresponden a organismos neoténicos, mientras que el resto corresponden a organismos metamórficos. Ellos reportan que la longitud total de los organismos va desde los 42 a los 226 mm. Presenta una coloración verde olivo con marcas de color café en la porción dorsal y en los lados; la cola presenta puntos cafés de tonalidades más oscuras o claras y el vientre es de color crema (Taylor, 1943).

Alimentación

Se ha documentado que *Ambystoma leorae* se alimenta de insectos del orden Trichoptera y Diptera, además de pequeños invertebrados acuáticos (Vega-López y Álvarez, 1992).

Reproducción

Entre febrero y junio fueron observados puestas de huevos adheridos en vegetación acuática o en pequeñas cavidades, los cúmulos de huevos median entre 8.5 a 20 mm. Los cúmulos de huevos variaban entre uno y 10 huevos (Sunny *et al.*, 2014).

Hábitat

Pequeñas pozas con medidas de entre 0.033 a 0.47 m de profundidad y 1.35 a 3.75 m de ancho, con fondo arenoso, fangoso o con rocas. Arroyos pequeños con poca corriente de (0.3–0.4 m/s), temperatura de entre 12 y 18.5 °C, pH del agua entre 6.9 y 7.4 con niveles de oxígeno 6.5 mg/L; vegetación acuática de entre cero a 40%. La vegetación próxima a los cuerpos de agua donde se distribuye es de pastizales de *Muhlenbergia sp.* y bosques de pino y de oyamel (*Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*). (Sunny *et al.*, 2014).

Distribución Geográfica

Es una especie que se distribuye únicamente en arroyos de la Sierra Nevada (Iztaccihuatl y Popocatepetl y Monte Tláloc) en el Centro de México. Hasta hace poco esta especie se creía extinta y no se encontró en la localidad tipo durante más de 30 años (Shaffer, 2008), sin embargo, en 2013 Sunny y colaboradores (2013) reportaron una población en un cuerpo de agua en la localidad tipo en Río Frío. Sunny *et al.* (2014) mencionan que los únicos sitios donde esta especie está presente actualmente son dos pequeños arroyos de aproximadamente 1km de largo.

Presencia en ANP

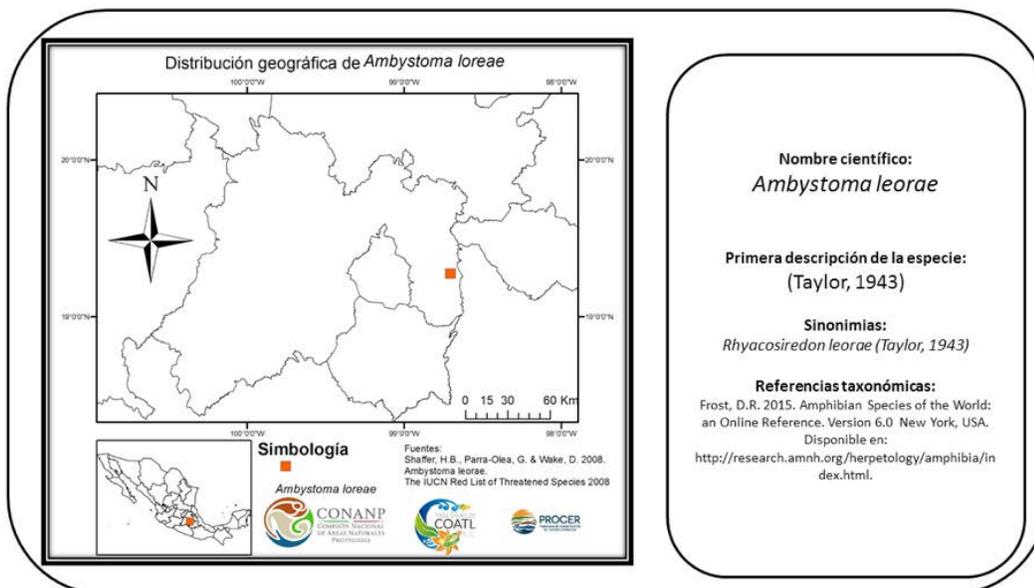
Esta especie se distribuye dentro del Área Natural Protegida Parque Nacional Iztacíhuatl-Popocatepetl.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Amenazada (A); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

La principal amenaza de esta especie es la pérdida del hábitat, la contaminación del agua y la instalación de infraestructura para explotar los arroyos y cuerpos de agua del monte Tláloc y en general de la Sierra Fría (Monroy-Vilchis *et al.*, 2014).



Ambystoma lermaense

(Taylor, 1940) Axolote de Lerma

Localidad tipo

“Lago Lerma, este de Toluca, México, México”.

Descripción

Los adultos neoténicos miden entre de 118-125 mm de longitud hocico-cloaca (LHC). Los adultos metamorfoseados alcanzan los 78 mm de LHC y 68 mm de longitud cloaca-cola (LCC) (Aguilar-Miguel, 2005). En un estudio en cautiverio se registraron las siguientes medidas morfométricas: hembras LT (217 ± 13 mm), LHC (120 ± 6 mm); machos LT (223 ± 37), LHC (123 ± 8) (Aguilar-Miguel et al., 2009). Presenta de 11 a 12 surcos intercostales. Su coloración es gris a negra en la porción ventral y dorsal y la punta de los dígitos es color crema, los labios son más claros que la cabeza y puede presentar pequeñas manchas color crema bajo los ojos (Taylor, 1940).

Alimentación

Se han alimentado en cautiverio con acociles, peces y larvas de insecto colectados en una localidad donde también se colectaron ejemplares de *Ambystoma lermaense* utilizados en un estudio de biología reproductiva (Aguilar-Miguel et al., 2009).

Reproducción

Se ha documentado que *A. lermaense* alcanzan su madures sexual a los 100 mm de LHC y no presentan dimorfismo sexual por talla. El periodo de reproducción de esta especie es entre los meses de mayo a septiembre (Aguilar-Miguel et al., 2009).

Hábitat

Habita en la Laguna de Lerma y en los canales de riego y cuerpos de agua artificiales alimentados por la misma (Aguilar-Miguel, 2005). Los individuos metamórficos pueden encontrarse en pastizales adyacentes a los cuerpos de agua. (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2015).

Distribución Geográfica

Se considera que históricamente *Ambystoma lermaense* se distribuía en 6 municipios contiguos a Toluca, entre los 2,500 y 3,000 msnm. Actualmente se considera que su distribución está restringida a los cuerpos de agua del Rio Lerma y de la Laguna de Lerma en lugares cercanos a la ciudad de Toluca (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2015). En 2008 se registró su presencia en tres lagunas de la Ciénega de Lerma (IUCN, 2015).

Presencia en ANP

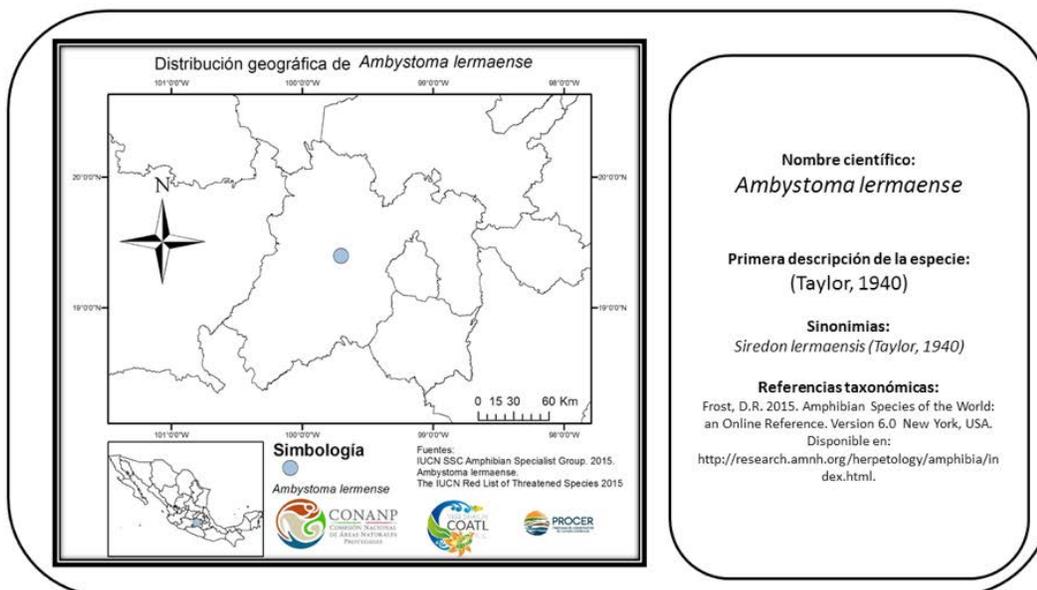
Se han registrado poblaciones dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénagas de Lerma (IUCN, 2015).

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Protección especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro (En).

Principales amenazas

Las principales amenazas para esta especie son la pérdida del hábitat por la expansión de la frontera agrícola y urbana; la contaminación de los cuerpos de agua; presión en las poblaciones por la captura para consumo y comercialización local de los individuos como alimento o para su uso en remedios tradicionales (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2015).



Ambystoma mavortium

(Baird, 1850) Axolote tigre rayado

Localidad tipo

“Nuevo México” (probablemente en el Valle del Río Grande, entre Santa Fé, Nuevo México, y El Paso, Texas”.

Descripción

Los adultos metamórficos pueden llegar a medir hasta 345 mm de longitud Total (LT), mientras que los individuos neoténicos hasta 385 mm. Presentan de 12 a 13 surcos intercostales. La cola es comprimida y no tiene aleta dorsal. Los individuos neoténicos presentan una coloración amarilla uniforme y en algunos casos con pequeñas manchas oscuras. Los individuos metamórficos son de color café oscuro con manchas en forma de franjas transversales que cruzan la línea vertebral (Lemos-Espinal *et al.*, 2016).

Alimentación

Se alimentan de pequeños invertebrados acuáticos o terrestres, principalmente cladóceros y copépodos. En menor medida moluscos, insectos y nematodos (Lemos-Espinal *et al.*, 2016).

Reproducción

Los individuos se agrupan alrededor de cuerpos de agua en la temporada de lluvias para reproducirse. Los machos estimulan a las hembras a través de cortejos rituales y depositan espermátóforos que posteriormente recoge la hembra con la cloaca. Las hembras pueden depositar hasta 5000 huevos; estos regularmente se encuentran adheridos a sustratos vegetales en el agua y las larvas eclosionan aproximadamente a las dos semanas. Después de depositar los huevos en el agua, los adultos se retiran de los cuerpos de agua y las larvas permanecen ahí hasta su madurez. Si las condiciones son variables pueden metamorfosear a los 50 mm de longitud total, sin embargo, si las condiciones son favorables pueden presentar reproducción en estadio larvario (Lemos-Espinal *et al.*, 2016).

Hábitat

Cuerpos de agua con vegetación acuática y áreas aledañas entre los 200 y 1500 msnm.

Distribución Geográfica

Esta especie cuenta con una amplia distribución, habita en Canadá, Estados Unidos y México. Particularmente en México está restringida a zonas áridas del norte del territorio nacional (IUCN, 2015). Esta especie se le conoce en algunas comunidades aisladas del Desierto Chihuahuense y el extremo sureste de Coahuila. Además, se distribuye en el Desierto Sonorense en el Extremo Noroeste de Sonora, así como en la costa norte del estado en Puerto Peñasco (Lemos-Espinal *et al.*, 2015).

Presencia en ANP

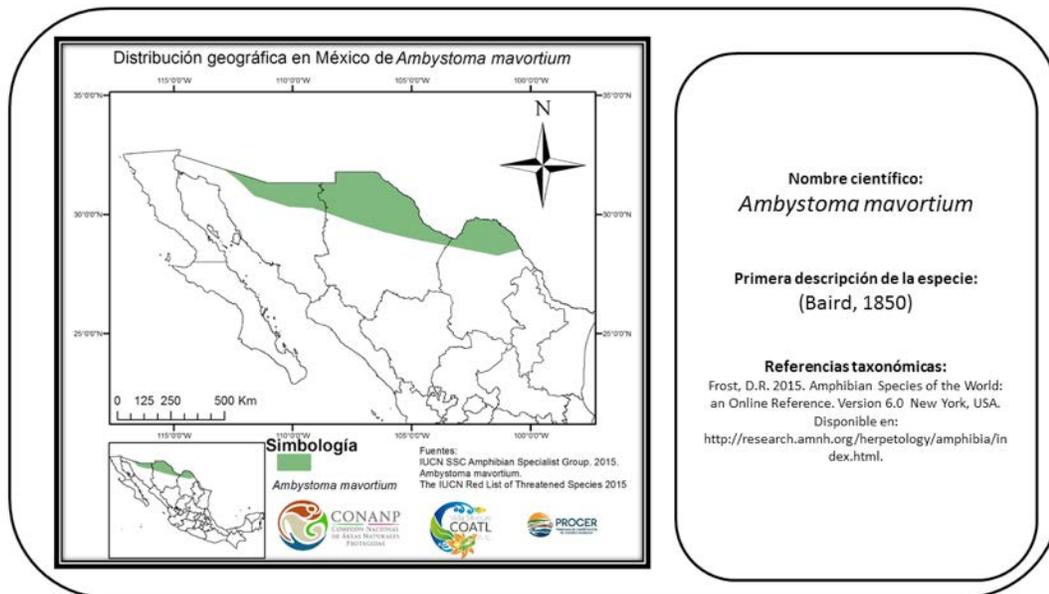
No se cuenta con registros de la especie dentro de algún Área Natural Protegida.

Estado de conservación

No está considerado en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza la enlista en la categoría de menor preocupación (LC).

Principales amenazas

Pérdida del hábitat, contaminación y extracción no sustentable del agua e invasión de especies exóticas de peces en sus hábitats.



Ambystoma mexicanum

(Shaw y Nodder, 1978) Axolote, Axolote de Xochimilco, Axolote mexicano

Localidad tipo

“México”, Smith y Taylor, 1950. Restringen la localidad a “Xochimilco”, Distrito Federal, México.

Descripción

Es una salamandra con longitud hocico-cloaca de 133.3 ± 12.5 mm y de cloaca cola (LC) 108.3 ± 11.9 mm. El largo de la cabeza es de 42.7 ± 3.4 mm, mientras de que ancho es de 37.9 ± 4.2 mm. La altura de la cola es de 25.8 ± 0.29 mm. Presenta 11 pliegues intercostales. La cola está dorsolateralmente aplanada. La piel es lisa con numerosos poros en cuerpo y cabeza y las extremidades se sobreponen cuando se pliegan sobre el cuerpo. Son de color café oscuro con numerosas manchas dispersas en todo el cuerpo; la parte inferior de la garganta y la región ventral son de color crema o amarillo. La punta de los dedos es color crema (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Alimentación

Se ha documentado la dieta de *Ambystoma mexicanum* a través del análisis del contenido intestinal de 12 especímenes capturados en los canales de Xochimilco entre 2002 y 2008 (Zambrano *et al.*, 2010). En este trabajo reportan que la dieta de los axolotes en vida libre consiste en materia orgánica, raíces, semillas, hojas de plantas, algas, dafnias y rotíferos, pequeños crustáceos, como anfípodos e isópodos, insectos, sanguijuelas, caracoles y peces pequeños (Zambrano *et al.*, 2010).

Reproducción

En cautiverio se ha documentado que la madurez sexual la alcanzan al año y que las hembras ovopositan entre 100 a 600 huevos por puesta; dependiendo de la temperatura del agua el tiempo de incubación puede oscilar entre los 12 y 18 días. Se ha documentado que los machos realizan un cortejo ritual para atraer a las hembras y que posteriormente los machos secretan por la cloaca un espermátforo. El espermátforo es absorbido por la cloaca de la hembra para así lograr la fertilización (Mena-González y Sevin-Zamora, 2014).

Hábitat

Habita en el fondo de los canales de Xochimilco, entre sustratos fangosos, con arena, grava o entre la vegetación acuática.

Distribución Geográfica

Únicamente se distribuye en el centro del país, en el límite suroeste de la Ciudad de México en canales y humedales de Xochimilco, Texcoco, Zumpango y Chalco. Se cree que esta especie tenía una amplia distribución en el Valle de México, en los lagos de Texcoco y Zumpango, pero ha desaparecido en esas localidades (Zambrano *et al.*, 2010). Adicionalmente se conoce una población en el parque Chapultepec en la Ciudad de México, la cual ha sido estudiada recientemente (Recuero *et al.*, 2010).

Presencia en ANP

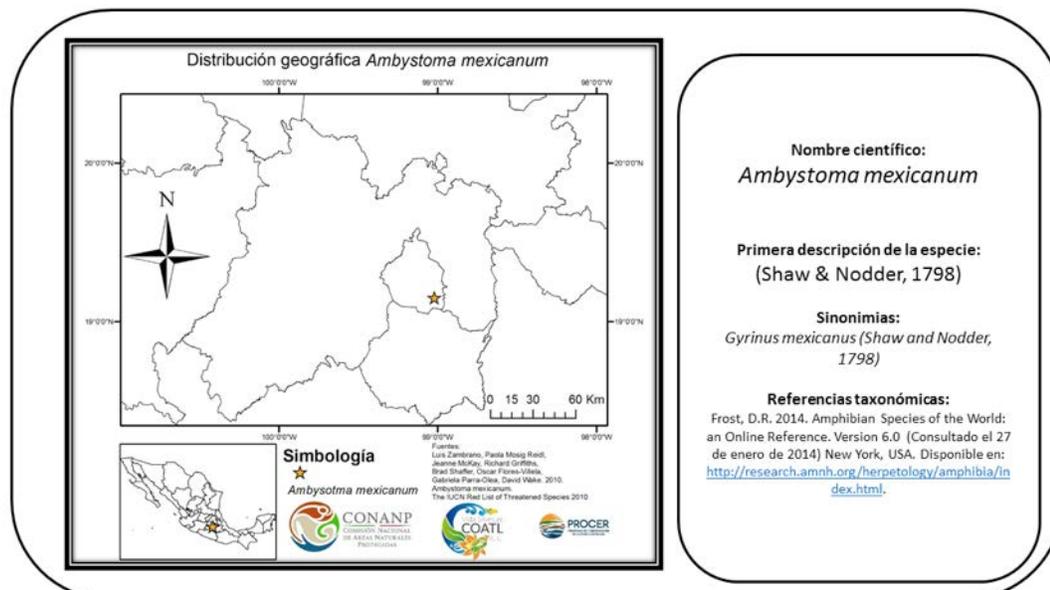
Esta especie se distribuye dentro del Sitio Ramsar “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio” en la Ciudad de México.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de en Peligro de Extinción (P); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

El hábitat original de esta especie ha desaparecido o está completamente modificado. En Xochimilco, los canales están fuertemente contaminados y eutrofizados por las aguas residuales y residuos sólidos urbanos y por contaminantes producto de actividades agrícolas o industriales. Otra amenaza de los axolotes es la invasión de especies exóticas en los canales de Xochimilco, tanto de vegetación acuática como de peces exóticos como carpas y tilapias. También existe extracción no supervisada por parte de pescadores, para su posterior consumo o comercialización para la elaboración de remedios tradicionales.



Ambystoma ordinarium

(Taylor, 1940) Achoque de Michoacán

Localidad tipo

“Pequeño arroyo a una elevación de 9,000 pies, 4 millas al oeste de El Mirador, cerca de Puerto Hondo, Michoacán, México”.

Descripción

Los individuos neoténicos de esta especie presentan hasta 100 mm de longitud hocico-cloaca (LHC) y hasta 86 mm de LHC en adultos metamórficos. La cola es igual o un poco más corta que el cuerpo. Los adultos metamórficos son de color gris oscuro a negro en la parte dorsal, y la parte ventral gris oscuro y opaco uniforme. En algunos individuos el dorso presenta manchas claras y en otros individuos se presentan tres líneas de puntos claros en sus diferentes regiones dorsal, lateral y ventrolateral. Generalmente presentan 12 surcos costales (Aguilar-Miguel, 2005).

Alimentación

Se ha documentado que esta especie en vida libre consume hasta 57 tipos de presas, principalmente insectos de las familias Chironomidae, Baetidae, Daphniidae, Simuliidae, y crustáceos del orden Ostracoda (Ruíz-Martínez *et al.*, 2013).

Reproducción

La madurez sexual se presenta en tallas de 70 a 75 mm de longitud hocico-cloaca (LHC) tanto en neoténicos como metamórficos. Esta especie presenta puestas de huevos de entre 92 y 192 huevos con un promedio de 109. Los huevos miden en promedio 2.8mm de diámetro. Las puestas de huevos son adheridas a la vegetación acuática o ramas. La temporada reproductiva de esta especie podría ser entre los meses de junio a enero o a través de todo el año (Anderson y Worthington, 1971).

Hábitat

Habita en arroyos y manantiales a altitudes mayores a 2,200 msnm en bosques de encino, pino y oyamel. Montes-Calderón *et al.* (2011) estudiaron una población de *Ambystoma ordinarium* en la localidad conocida como Agua Zarca en Michoacán y reportan que los organismos están en condiciones de entre 10 y 50 cm de profundidad; el ancho del arroyo es de entre 0.5 y 3.5 m, la temperatura promedio del agua es de 15°C y la velocidad media de la corriente es de 0.28m/seg. Los adultos metamórficos también pueden observarse en troncos podridos o debajo de ellos en las inmediaciones de los arroyos (Anderson y Worthington, 1971).

Distribución Geográfica

Esta especie se distribuye en el noreste del estado de Michoacán. Hay poblaciones reportadas desde Zitácuaro (cerca del Estado de México), pasando por Morelia hasta Tacámbaro entre los 2,400 a 2,900 msnm (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2015; Medina-Aguilar *et al.*, 2011). Esta especie habita arroyos o manantiales de montaña en bosques templados en el estado de Michoacán. En el 2001 Huacúz reporta la presencia de esta especie en varias de las localidades reportadas e incluso hace el primer registro de ejemplares para algunas de ellas, todas dentro de los límites del Estado de Michoacán.

Presencia en ANP

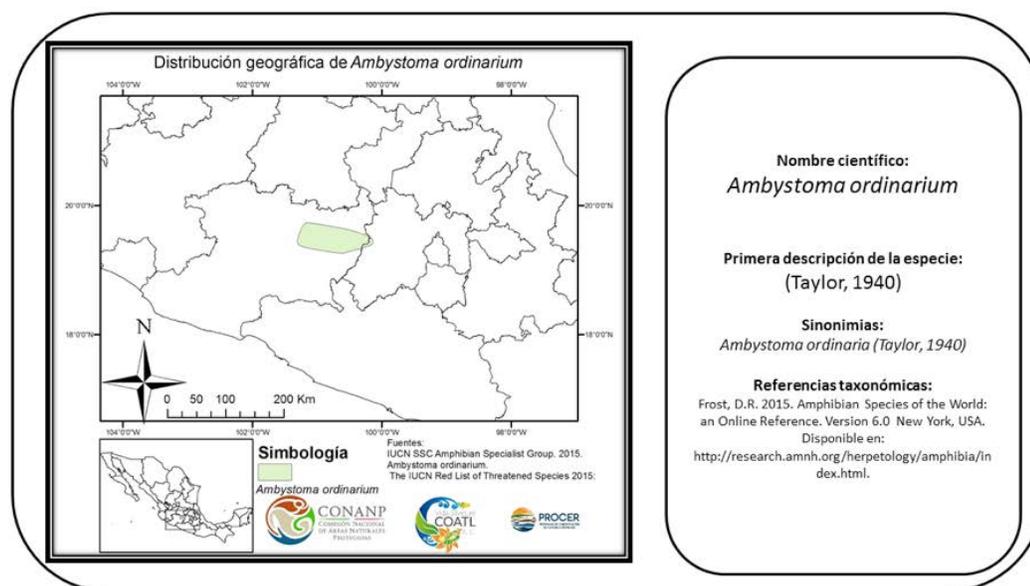
Se conoce una población dentro del Parque Nacional Bosencheve (IUCN, 2015), sin embargo, esta información contradice lo mencionado por Huacúz (2011), además de que no se encontraron ejemplares en colecciones científicas referidos a esta localidad.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de en Peligro de Extinción (P); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de En peligro crítico (Cr).

Principales amenazas

Pérdida y degradación del hábitat debido a urbanización, agricultura, ganadería. Extracción no sustentable de los arroyos, contaminación de los cuerpos de agua e introducción de peces exóticos (e.g. *Cyprinus carpio*, *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus*, *O. niloticus*) (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2015).



Ambystoma rivulare

(Taylor, 1940a) Axolote de arroyo de Michoacán,
Ajolote arroyero de Toluca

Localidad tipo

"Cerca de 13 km. al oeste de Villa Victoria, México, en un pequeño arroyo dentro de un bosque de pino, México".

Descripción

Se analizaron 75 machos y 55 hembras de *Ambystoma rivulare*. Los machos alcanzaron de longitud hocico-cloaca (LHC) de 85 mm y 114 mm de longitud total (LT). Las hembras alcanzaron 87 mm de LHC y 115 de LT (Sánchez-Manjarrez, 2017). En el dorso la coloración tiene tonos negruzcos y grisáceos en los lados. Presentan manchas amarillas o negras en la porción dorsal (Taylor, 1940a).

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

Se ha reportado la ovoposición el 30 de junio del 2010 de una hembra que se colectó en campo y que se mantuvo en cautiverio. Al momento de la ovoposición la hembra midió 100mm de longitud de hocico-cloaca (LHC) y 197mm de longitud total (LT), con un peso de 38 gr. En este evento el tamaño de la puesta fue de 463 huevos, los cuales fueron depositados en un acuario de 40 lt a 18°C. En promedio los huevos alcanzaron 1.96 ± 0.19 mm, con un rango de 1.70–2.50 mm. Se observó una fertilidad de 86% y las crías eclosionaron entre las 288 y 312 hrs. Existe el reporte de un avistamiento de puesta de huevos en campo en primavera y verano de Brandon y Altig (1973) y Bille (2009) respectivamente citados en Legorreta-Balbuena *et al.* (2014).

Hábitat

Habita en arroyos con poca corriente de agua en zonas de montaña entre los 2,720 y 3,180 msnm (Woolrich-Piña *et al.*, 2017).

Distribución Geográfica

Se distribuye en zonas montañosas del Eje Neovolcánico en los estados de Estado de México, Michoacán y Guerrero. La localidad tipo de la especie se ubica en las serranías que limitan al Estado de México y Michoacán, a 13 km de la localidad de Villa Victoria en el Estado de México. Además, se conocen poblaciones en la Ciudad de México, así como en las partes adyacentes del Estado de México y en el Nevado de Toluca. Existe, además una población en el estado de Guerrero (Shaffer *et al.*, 2008).

Presencia en ANP

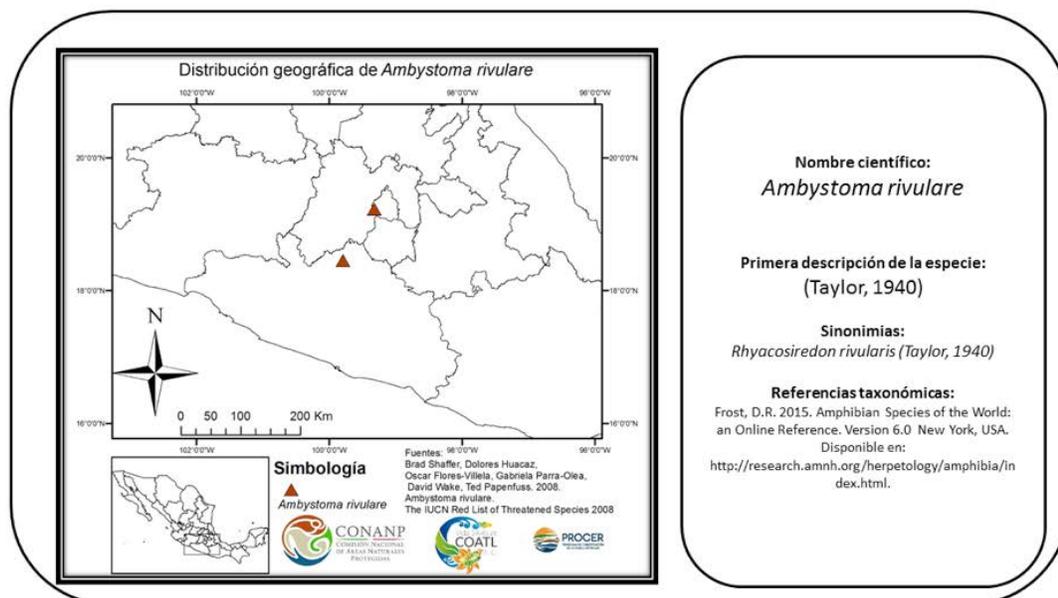
Esta especie se distribuye dentro del Parque Nacional Nevado de Toluca y en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca en el Santuario de Chincua (Shaffer *et al.*, 2008; Huacúz, 2001).

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene la categoría de Amenazada (A); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de datos deficientes (DD).

Principales amenazas

Pérdida del hábitat y uso no sustentable de los arroyos en su área de distribución.



Ambystoma rosaceum

(Tylor, 1941) Axolote, Axolote rosado, Axolote tarahumara, Salamandra de la Sierra Madre Occidental, Salamandra tarahumara.

Localidad tipo

“Mojárachic, Chihuahua, México”.

Descripción

Esta especie rara vez presenta neotenia, los adultos metamórficos alcanzan 85 mm de longitud hocico cloaca (LHC), y 152.0 mm de longitud total (LT). El tamaño al cual alcanzan la metamorfosis varía de 48.0 a 62.0 mm LHC y de 98.0 a 121.0 mm LT. Al momento de la eclosión las larvas miden entre 9 a 10 mm de LHC (Anderson, 1961; Anderson y Webb, 1978; Lemos-Espinal, 2003).

Las larvas de entre 9 y 35 mm presentan una coloración oscura en la porción dorsal y crema en la región ventral. Las larvas de más de 35 mm tienen manchas o manchas claras de color blanco, amarillo o rosa sobre un fondo café oscuro (Anderson, 1961; Anderson y Webb, 1978; Lemos-Espinal, 2003).

Los individuos metamórficos presentan una coloración café oscura con puntos de colores blanco a amarillo en los costados o la porción dorsal. El vientre y la región gular es de color café a crema. El vientre es color crema o amarillo y puede presentar manchas claras (Anderson, 1961; Anderson y Webb, 1978; Lemos-Espinal, 2003).

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

Se ha registrado huevos en los meses de julio en arroyos con poca corriente o pozas. Los huevos son adheridos a sustratos como troncos, vegetación acuática o bajo rocas a una profundidad de hasta 10 cm de la superficie. Los cúmulos de huevos pueden medir hasta 15 mm mientras que los huevos miden en promedio 2.6 mm; el periodo de incubación podría ser de entre 20 y 25 días con una temperatura ambiental de 11 a 15 °C.

Hábitat

Habita en arroyos de poca profundidad y baja corriente que corren bosques de pino, encino y pastizales. Los individuos metamórficos viven bajo troncos, rocas o refugios que mantengan mucha humedad en los alrededores de los arroyos (Anderson y Webb, 1978).

Distribución Geográfica

Esta especie es endémica para México y se distribuye únicamente en la Sierra Madre Occidental. Habita en arroyos pequeños en los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Zacatecas (Lemos-Espinal *et al.*, 2015; IUCN, 2015) entre los 1,000 y 3,110 msnm (Carbajal-Márquez *et al.*, 2015).

Presencia en ANP

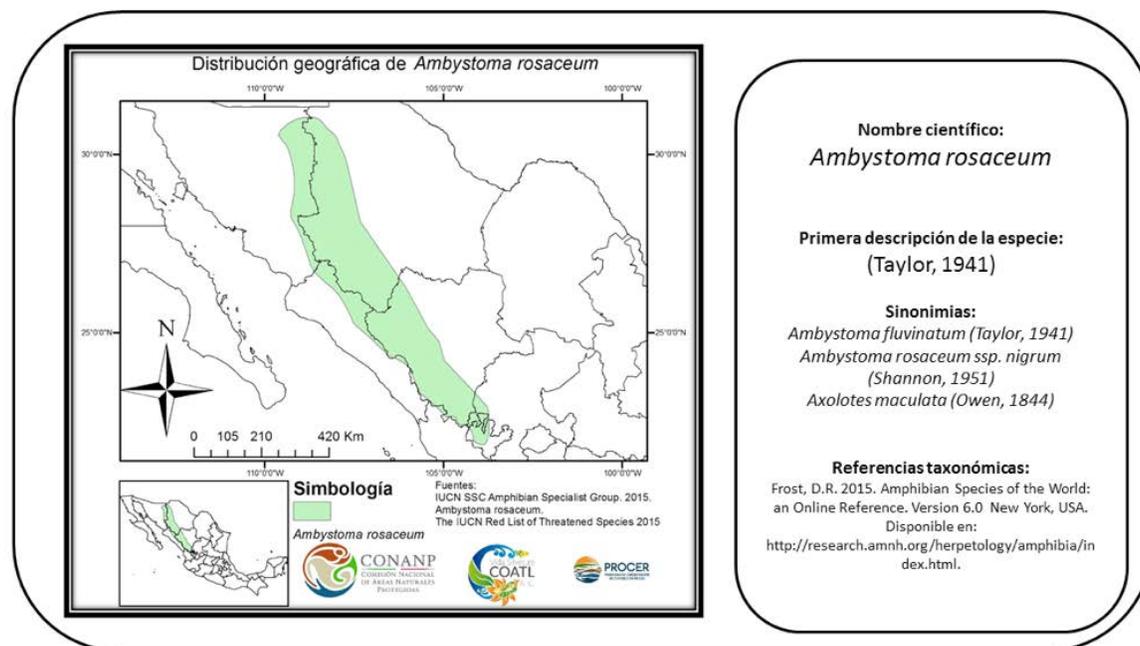
Se menciona que esta especie se distribuye dentro las ANP Área de Protección de Flora y Fauna Cerro Mohinora en el Municipio de Guadalupe y Calvo (Diario Oficial de la Federación, 2015) y Área de Protección de Flora y Fauna Campo Verde (IUCN, 2015), ambas en el estado de Chihuahua.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 esta enlistado bajo la categoría de Protección Especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de menor preocupación (LC).

Principales amenazas

Las principales amenazas de esta especie es la pérdida del hábitat y la contaminación de los arroyos (Carbajal-Márquez *et al.*, 2015, Lemos-Espinal, 2003).



Ambystoma silvense

(Webb, 2004) Axolote del bosque de pino

Localidad tipo

“Una poza a 4.5 millas (7.2 km) al noreste de Navios (Navios ca. 23° 54' N, 105° 03' W), 8,000 pies (2,438 m), Durango, México”.

Descripción

Los ejemplares encontrados por Web (2004) son organismos neoténicos; la longitud total del ejemplar tipo es de 125 mm, 75 mm de longitud hocico-cloaca (LHC) y 53 mm de longitud de la cola (LC). La cabeza tiene una longitud media 15.9 mm de ancho. Los once paratipos median en promedio 80.1 mm de LHC, con un rango de 72 a 91mm. La longitud promedio de la cola fue de 64.1 (57-72mm) y la longitud total tuvo en promedio 142.2 mm (129-159mm). Presentan 10 surcos intercostales. Los ejemplares son de color café oscuro en la porción dorsal con manchas pequeñas de color negro. La región ventral es de color café claro con manchas negras a lo largo del cuerpo (Webb, 2004).

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

Son sexualmente maduros en estado neoténico y metamórfico (Webb *et al.*, 2008).

Hábitat

Arroyos, otros cuerpos de agua y áreas adyacentes en bosques de encino-pino, entre los 2,438 a 2,469 msnm (Webb, 2004).

Distribución Geográfica

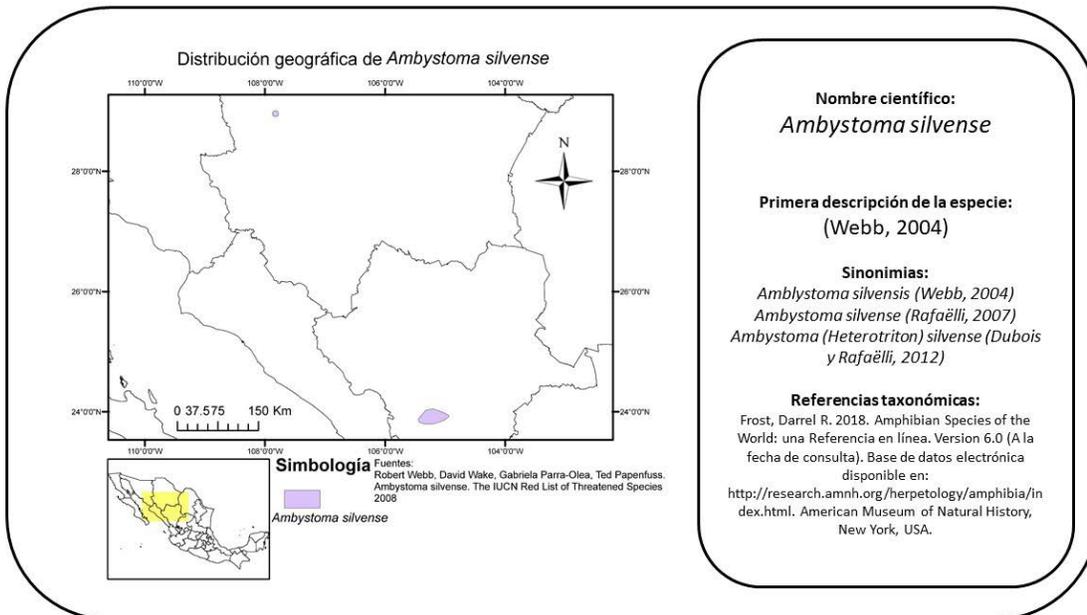
Bosques de encino-pino en la Sierra Madre Occidental de Durango.

Estado de conservación

No está evaluado en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de datos insuficientes (DD).

Principales amenazas

Las principales amenazas de esta especie es la pérdida del hábitat, la contaminación de los arroyos y la introducción de peces exóticos en su hábitat (Webb *et al.*, 2008).



Ambystoma taylori

(Brandon *et al.*, 1981) Axolote de Alchichica

Localidad tipo

“Laguna Alchichica, Puebla, México, alrededor de 24 km al suroeste Perote”.

Descripción

En vida libre solo se han observado individuos neoténicos; en cautiverio si se ha observado metamorfosis. Los adultos neoténicos miden en promedio 76 mm de longitud hocico cloaca (LHC) con un intervalo de 60 a 113mm. Cuando eclosionan las larvas miden entre 10 y 17 mm (Brandon *et al.*, 1981). La cabeza es un poco más ancha que larga y la cola es corta aproximadamente al 65% del tamaño del cuerpo. (Aguilar-Miguel, 2005).

Los ejemplares neoténicos son de color amarillo brillante con manchas oscuras, mientras que los organismos metamórficos son color café oscuro en el dorso con manchas crema. Presentan un par de manchas claras en la región occipital y una mancha clara en la región occipital (Aguilar-Miguel, 2005).

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

Los organismos son reproductivos cuando alcanzan los 70 mm de LHC.

Hábitat

Habita en aguas salobres profundas de la Laguna de Alchichica (Aguilar-Miguel, 2005).

Distribución Geográfica

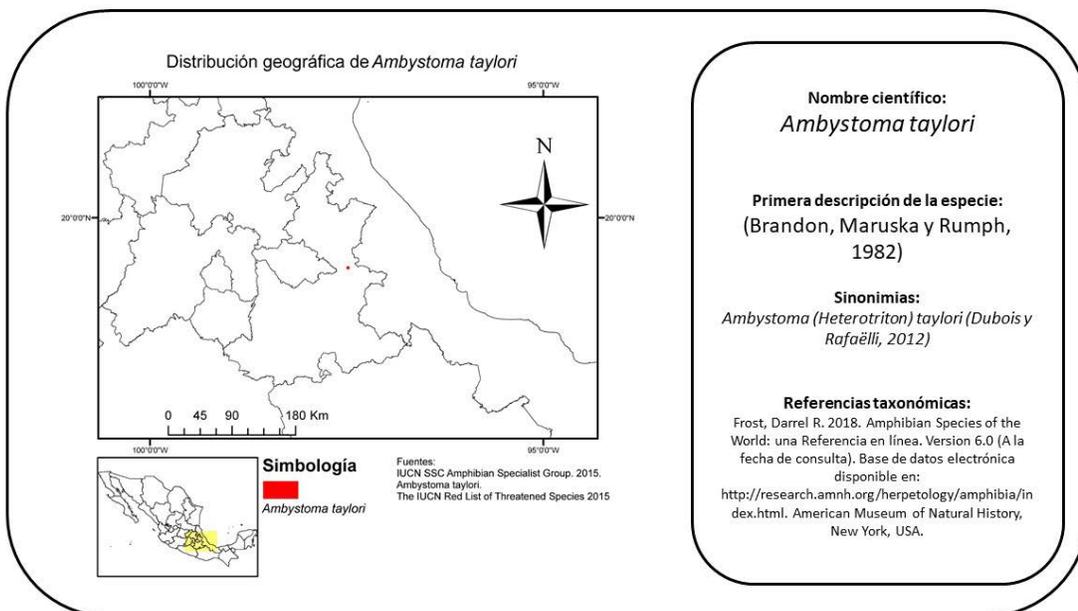
Su distribución está restringida a la Laguna de Alchichica, en el Municipio de Tepehuayo, Puebla.

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 esta enlistada bajo la categoría de Protección Especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría críticamente amenazada (Cr).

Principales amenazas

Las principales amenazas de esta especie es la pérdida del hábitat y la contaminación y extracción del agua de la de la Laguna de Alchichica (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2015a).



Ambystoma velasci

(Dugès, 1888) Axolote del altiplano

Localidad tipo

“Lago de Santa Isabel, Cerca de la Villa de Hidalgo, México” (= Villa Gustavo Madero, Distrito Federal).

Descripción

Son organismos robustos con una longitud hocico-cloaca (LHC) de en promedio 106.4 ± 21 mm, cola de 85 ± 13.4 mm; largo de la cabeza de 58.2 ± 26.5 mm, ancho de la cabeza de 27 ± 2 mm y la altura de la cola de 19.2 ± 2.1 mm (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009). Los individuos neoténicos son de color café oscuro en la región ventral con manchas amarillas o amarillos con manchas negras, incluso algunos con manchas muy poco conspicuas. Los individuos metamórficos son café oscuro con manchas negras amarillas o crema y con la región ventral también clara.

Alimentación

No existen datos específicos sobre su alimentación, pero se puede asumir que se alimentan de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños.

Reproducción

Los ejemplares reproductivos más pequeños reportados son de hasta 96 mm.

Hábitat

Habita en arroyos, cuerpos de agua y sus alrededores, en pastizales, matorrales y bosques de encino.

Distribución Geográfica

Probablemente es la especie endémica a México con mayor extensión de distribución en el país, la cual abarca desde localidades muy cercanas a los límites con Estados Unidos, pasando por el Altiplano hasta el Eje Volcánico Transversal, muy cerca de la Ciudad de México. Los estados en donde se distribuye esta especie son: Michoacán, Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Coahuila, y Querétaro (Dixon y Lemos-Espinal, 2010; Shaffer *et al.*, 2010; Aguilar-Miguel, 2005).

Presencia en ANP

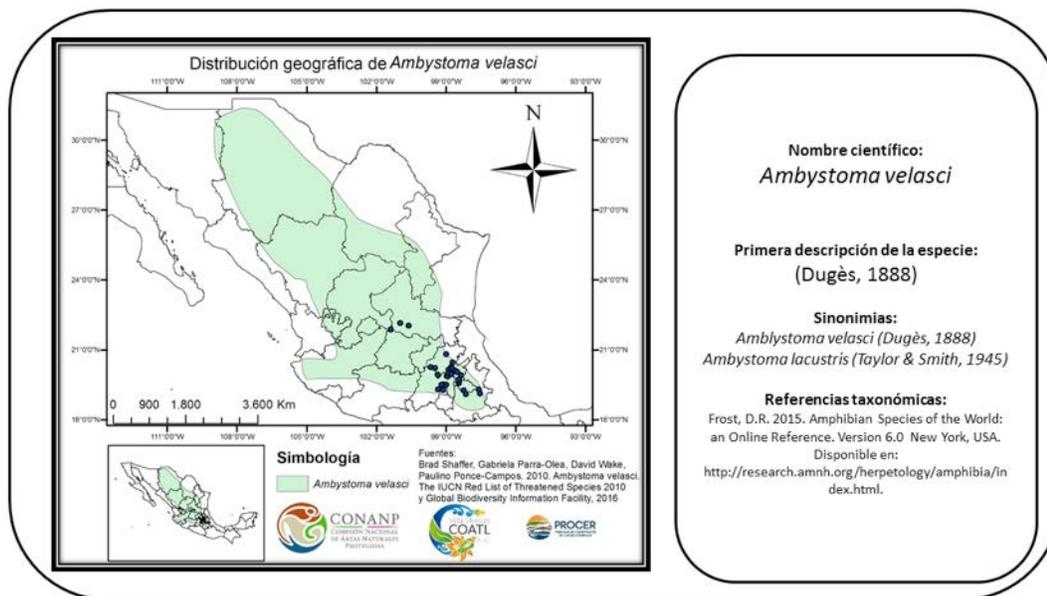
No se conoce con certeza la distribución de esta especie dentro de ANP sin embargo es probable que ocurra en algunas de ellas (Shaffer *et al.*, 2010).

Estado de conservación

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 esta enlistado bajo la categoría de Protección Especial (Pr); de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza está en la categoría de menor preocupación (LC).

Principales amenazas

Las principales amenazas de esta especie es la pérdida del hábitat y la contaminación y extracción del agua de los cuerpos de agua donde se distribuye, en algunos sitios existe una extracción ilegal de individuos para consumo y elaboración de remedios tradicionales.







Principales amenazas

La mayoría de las revisiones concernientes al estado de conservación de los anfibios en México y en el mundo, han identificado la pérdida y fragmentación del hábitat, la contaminación, la introducción de especies exóticas, el cambio climático y las enfermedades emergentes como los principales factores que han promovido la declinación de las poblaciones de anfibios (Simon *et al.*, 2008; Frías-Alvarez *et al.*, 2010). Sin embargo, no existen estudios de vida libre en donde de manera puntal se evalúen cuáles son las dimensiones de las declinaciones por determinado factor o factores.

De hecho, solo para *Ambystoma mexicanum* se conoce la magnitud del declive poblacional que se ha llevado a cabo desde el primer estudio demográfico realizado en 1988 hasta el año 2007 (Zambrano *et al.*, 2007). En este caso, los factores que afectan el hábitat y a las poblaciones de ajolotes son: contaminación del agua por urbanización, contaminación del agua por actividades agrícolas, actividades ganaderas, turismo, introducción de peces exóticos, introducción de lirios exóticos,

entubamiento de los afluentes que alimentaban al cuerpo lacustre de Xochimilco, extracción desmedida para su consumo y comercialización por mencionar los más evidentes.

A continuación, se enlistan las diversas amenazas identificadas para el grupo y se discuten las consecuencias en las poblaciones por dichas amenazas.

Pérdida del hábitat

Probablemente *Ambystoma mexicanum* sea la especie que más drásticamente haya sufrido pérdida del hábitat. Actualmente sólo se tiene conocimiento de una población natural que persiste en los canales de Xochimilco y se ha planteado que la distribución histórica de esta especie era el gran complejo lacustre del Valle de México (Contreras *et al.*, 2009).

Sobre las otras 17 especies mexicanas prácticamente no existen trabajos en donde se haya evaluado el impacto de la pérdida del hábitat en sus áreas de distribución. Esto se debe a varias razones, por un lado, no hay certeza taxonómica para muchas poblaciones (e. g. *A. amblycephalum* y *A. bombype-*



llum), tampoco se han realizado muestreos sistemáticos para conocer la distribución de las especies y por último no se cuenta con información ambiental a la resolución adecuada para modelar la distribución de muchas especies, especialmente las que se distribuyen únicamente en arroyos y pequeños cuerpos de agua, como es el caso de *A. altamirani* y *A. leorae*.

Existen aproximaciones metodológicas como es el uso de polígonos mínimos convexos para estimar el área ocupada, pero en estos casos es evidente que se producirían sobre-estimaciones de la amplitud geográfica del taxón.

Por lo anterior, las aproximaciones sobre la pérdida del hábitat de las especies de *Ambystoma* son gruesas; se puede mencionar que la mayor parte de los bosques templados de la Faja Volcánica Transmexicana -donde se distribuyen 15 de las 17 especies de México-, se han perdido acelerada y continuamente, ya que es en esta provincia biogeográfica donde ha habido un mayor crecimiento poblacional desde épocas precolombinas hasta el presente.

Los cuerpos de agua donde habitan los *Ambystoma* son ecosistemas altamente vulnerables; se puede mencionar que geográficamente ocupan un área muy pequeña con respecto a los grandes ríos del país (donde estas especies no se distribuyen), y además, son mucho más propensos a disminuir la calidad de su agua por afectaciones locales. Por ejemplo, los arroyos y ríos pequeños de las montañas son asediados por las poblaciones humanas para el aprovisionamiento de agua potable para consumo humano y para actividades agropecuarias e industriales, tal es el caso del Río Magdalena en la CDMX donde habita *A. altamirani*.

Esta problemática se vuelve especialmente preocupante para especies con poblaciones restringidas a un solo cuerpo de agua como es el caso de *A. taylori* en el lago de Alchichica, en el estado de Puebla o *A. andersoni* en el lago de Zacapú, Michoacán.

En conclusión, la pérdida del hábitat de los *Ambystoma* en México se puede resumir en deforestación de los bosques templados y matorrales, y el entubamiento o desecamiento de los cuerpos de agua donde se distribuyen los ajolotes; estos fenómenos implican la extirpación de las poblaciones.

Fragmentación del hábitat

El concepto de fragmentación del hábitat se emplea para describir un gran número de procesos y de patrones que en general tienen como fin describir la disrupción del paisaje (Fahrig, 2003). Este concepto tiene implicaciones prácticas que se tienen que aterrizar a la vagilidad de las especies y a la temporalidad con la que ocurren los fenómenos de cambio de la estructura espacial del paisaje.

Para el caso de los *Ambystoma* con distribución en México se deben de considerar interrupciones en el paisaje o en el hábitat que van desde unos metros hasta decenas de kilómetros. Las disrupciones pueden ser temporales, como es en el caso de los periodos de estiaje, o permanentes, cuando se modifica severamente los flujos hídricos o la vegetación nativa.

De cualquier forma, existen al menos dos trabajos que mencionan que las poblaciones del género pueden enfrentar problemas de erosión de la diversidad genética por falta de conectividad en sus hábitats, lo que trae consigo endogamia y cuellos de botella. Esta pérdida genética altera y en general disminuye la adecuación de las poblaciones y la posibilidad de enfrentar situaciones de estrés ocasionadas por enfermedades emergentes (Sunny *et al.*, 2014; Heredia-Bobadilla *et al.*, 2016), contaminación y cambio climático.

Contaminación de los cuerpos de agua

La contaminación de los cuerpos de agua es otra de las amenazas más severas a las que están expuestas las poblaciones de *Ambystoma* en México. Fuera de ensayos realizados en laboratorios, se cuenta con poca información sobre el efecto que pueden causar los contaminantes de distintas índoles en las poblaciones de ajolotes en México.

El origen de los contaminantes que afectan a los *Ambystoma* y su hábitat son de origen diverso, y en México se pueden enlistar los siguientes:

Contaminación por agroquímicos

Estos pueden ser abonos artificiales -ricos en nitrógeno y fosforo-, y los cuales provocan la eutrofización del agua en los cuerpos donde se depositan. La eutrofización promueve

afloramientos de micro-algas que modifican drásticamente la composición química del agua en parámetros como el Oxígeno Disuelto que promueve la proliferación de patógenos. (Johnson *et al.*, 2007).

También contaminantes químicos asociados a las actividades agrícolas son los pesticidas (Wagner *et al.*, 2014); en varios trabajos realizados en el extranjero se ha demostrado que los anfibios son excepcionalmente susceptibles a estos contaminantes y que los efectos en los individuos comprende malformaciones y baja capacidad para reconocer predadores (Polo-Cavia *et al.*, 2016).

Contaminación por actividades relacionadas a la industria ganadera

El sobrepastoreo conlleva la erosión del suelo, el cual por gravedad y por el efecto de los vientos y precipitación se deposita en los cuerpos de agua que están en cuenca abajo. Este fenómeno contribuye a la eutrofización del agua por la disposición de elementos nitrogenados y materia orgánica. En menor medida y probablemente menos estudiado es la aportación por las excretas y orina del ganado en los cuerpos de agua.

Como ya se mencionó anteriormente el incremento en los niveles de nitrógeno tiene efectos nocivos en los individuos y poblaciones de anfibios (Rouse *et al.*, 1999). Dichos efectos van desde la muerte inmediata de los organismos, deformaciones, cambios conductuales, disminución en su capacidad de alimentarse y moverse, dificultad para reconocer predadores, entre otras.

Contaminación por desechos asociados a la acuicultura

La acuicultura es una actividad que afecta potencialmente de varias maneras a los *Ambystoma*, sin embargo, la contaminación que produce este tipo de industria y el efecto sobre las poblaciones de anfibios es un tema poco estudiado en México. Se ha demostrado que la industria acuícola genera una gran cantidad de residuos ricos en materia orgánica que contribuye a la eutrofización de los cuerpos de agua donde los anfibios habitan (Cao *et al.*, 2007).

Contaminación asociada actividades mineras

La minería probablemente sea una de las industrias que causan mayores impactos en los hábitats terrestres y acuáticos, por un lado, la modificación del hábitat terrestre es prácticamente total, pero además en esta industria se utilizan una gran cantidad de químicos y edemas. Durante la extracción, gran cantidad de metales pesados y residuos son vertidos tanto a las aguas superficiales, como a vasos que eventualmente tienen infiltraciones en las aguas subterráneas. Un ejemplo que demuestra el efecto nocivo sobre el sistema de defensa oxidativo de poblaciones de anfibios asociados a minas de carbón mineral en Brasil lo presenta Zocche y colaboradores (2014).

Contaminación por urbanización

Los asentamientos humanos generan y depositan residuos que son contaminantes importantes en los ecosistemas acuáticos. Dichos contaminantes representan una amenaza a los ajolotes de México y especialmente a los que se distribuyen en cuerpos de agua próximos a las grandes urbes del país como lo son las poblaciones de *Ambystoma altamiranoi* y *Ambystoma mexicanum* en la Ciudad de México.

Introducción de especies exóticas

La introducción de especies exóticas en los ecosistemas acuáticos es uno de los principales problemas para la conservación de los anfibios y el género *Ambystoma*.

Desde hace ya varias décadas el gobierno mexicano ha promovido la implementación de criaderos de peces exóticos como son la tilapia, la carpa, la trucha y la lobina para fines comerciales en los cuerpos de agua de México, lo que probablemente ha puesto en grave riesgo de extinción a las poblaciones de *Ambystoma* en toda la Faja Volcánica Transmexicana.

En distintas revisiones se ha hecho énfasis en que la introducción de peces exóticos tiene efectos directos e indirectos sobre los organismos y las poblaciones del género (Kats *et al.*, 2003). Los efectos directos tienen que ver con

la depredación de huevos, larvas y adultos de los ajolotes por parte de los peces, y los indirectos por la competencia por recursos alimenticios y la contaminación que causan sus desechos orgánicos.

Por otro lado, la introducción de especies exóticas puede traer como consecuencia la transmisión de enfermedades patógenas y parásitos. Esto incluye animales exóticos tales como peces y otros anfibios como *Lithobates catesbeianus*, especie de anuro de interés comercial que se conoce como un eficiente transmisor de *Bathrachytrium dendrobatidis* (Greenspan *et al.*, 2012).

También se ha documentado que salamandras polimórficas pueden presentar procesos de metamorfosis cuando en los cuerpos de agua hay peces exóticos (Winand *et al.* 2015). Este tema no se ha estudiado en México pero es posible que suceda con especies del género *Ambystoma*. La metamorfosis en algunas especies como

A. mexicanum es un proceso poco común y se sabe que los organismos mueren poco tiempo después de este evento pues son muy vulnerables en este estado (Rafaelli, 2007).

Enfermedades emergentes

Como se mencionó en los apartados pasados, muchas especies exóticas han promovido la propagación de patógenos de importancia para la conservación de los anfibios, que, aunado a los altos niveles de contaminación en los cuerpos de agua, así como el cambio climático global, favorecen que ocurran importantes declinaciones poblacionales que han sido las causantes de extinciones rápidas.

El caso más conocido de este tipo de extinciones es el de los sapos dorados de Costa Rica, fenómeno que pudo documentarse completamente pues, durante los meses de abril y mayo de 1987 se registraron más de 1,500 adultos y para el año de 1989 no se encontraron ejemplares de la especie (Crump *et al.*, 1992). Dado



que este evento de extinción ocurrió en un área protegida prístina, se consideró que los factores climáticos eran la principal amenaza, sin embargo, poco tiempo después se sugirió (con base en estudios realizados en Centroamérica y Australia) que los cambios en la epidermis causados por hongos quitridiomycetos son los causantes de este tipo de declinaciones poblacionales tan aceleradas (Berger *et al.*, 1998; Cheng *et al.*, 2011). Desde finales de la década de los ochenta y hasta el presente se han documentado la presencia y prevalencia de quitridiomycosis en anfibios de todo el mundo incluyendo un trabajo donde se evaluó la presencia de Bd en a los *Ambystoma* de México (Frías-Alvarez *et al.*, 2008).

En el trabajo de Frías-Alvarez y colaboradores del 2008 se estudiaron poblaciones de *Ambystoma*: *A. mexicanum* (cautiverio), *A. altamirani*, *A. granulosum*, *A. rivulare* y *A. velasci* de vida libre; en todas las especies se encontró Bd, sin embargo, no se reporta el número de zoosporas equivalentes dado que sus métodos de extracción y procesamientos de muestras no son comparables entre sí (Frías-Alvarez *et al.*, 2008), por lo tanto, se desconoce si hay poblaciones de *Ambystoma* en vida libre comprometidas por quitridiomycosis.

Cambio climático

El cambio climático ha sido señalado como otro fenómeno que potencialmente podría causar extinciones de especies de anfibios en los siguientes años (Parra-Olea *et al.*, 2005; Simon *et al.*, 2008).

La Dra. Parra-Olea y colaboradores en el 2005 realizaron modelos de nicho ecológico para evaluar la pérdida de hábitat climáticamente favorable en dos especies de plelodóntidos de las montañas del centro de México y concluyeron que en el escenario más conservador, a 50 años, el 75 % de la distribución de la especie se habrá perdido. Esta modelación no incluía los efectos de las actividades humanas directas como la deforestación, la contaminación del hábitat o la urbanización (Parra-Olea *et al.*, 2005), las cuales aceleran el proceso de pérdida.

Actualmente se realizan modelos incorporando información ecofisiológica para evaluar el riesgo de extinción en las especies (Sinervo *et al.*, 2010), sin embargo, esta área de investigación aún no se ha desarrollado para los *Ambystoma* de México por lo que es un campo que urge desarrollar en el futuro.

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Constituir una estrategia integral para la conservación de los Ajolotes y Achoques mexicanos, la cual permita incrementar el conocimiento de las especies, robustecer las medidas de manejo para su aprovechamiento sustentable y prevenir y mitigar las posibles amenazas para las especies y sus hábitats.

Objetivos Particulares

1. Armonizar estrategias de acción y líneas de operación entre los diferentes actores, incluyendo a la sociedad civil y los tres órdenes de gobierno involucrados en la protección, manejo, investigación y recuperación de los Ajolotes y Achoques en México.
2. Identificar y mitigar los impactos antropogénicos que podrían estar afectando la biología y el hábitat de los *Ambystoma* en el territorio mexicano.
3. Diseñar, instrumentar y consolidar sistemas confiables y robustos para la integración de datos biológicos con un enfoque de manejo, mediante la participación de todos los actores que generan información sobre las especies de *Ambystoma* en México.
4. Contar con prácticas de conservación que sean compatibles con el desarrollo en las regiones donde se distribuyen las distintas especies de *Ambystoma*.
5. Establecer las actividades necesarias a corto, mediano y largo plazo que deberán realizarse para la conservación de las especies y determinar los indicadores de éxito.

VI. METAS GENERALES

METAS	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
<p>CONAFOR/CONANP/DGVS-SEMARNAT para coordinar esfuerzos en procesos y mecanismos de conservación de ajolotes y achoques y su hábitat.</p> <p>Aprovechar el recurso de manera sustentable, definiendo cuotas de extracción natural y fomentando las buenas prácticas a través de UMA.</p>			
<p>Darle el debido posicionamiento a la problemática de los Ambystoma en relación a otras cuestiones ambientales, por parte de las instituciones competentes, nacionales e internacionales.</p> <p>Actualización constante de la investigación aplicada a la conservación de los Ambystoma y su hábitat.</p>			
<p>Darle continuidad al monitoreo comunitario logrando que los grupos comunitarios puedan ser autosuficientes en su realización.</p> <p>Contar con grupos por región, con una agenda común que trabajen de manera coordinada y complementaria, que compartan información y realicen una retroalimentación a los diferentes instrumentos de gestión para orientar la toma de decisiones.</p>			
<p>Contar con acuerdos sobre las políticas de uso y manejo de la información derivada de iniciativas conjuntas de monitoreo biológico, fisicoquímico y socioeconómico relacionadas con las especies.</p> <p>Facilitar la identificación de ejemplares a fin de poder mejorar la inspección.</p>			
<p>Promover la formalización de alguna categoría de protección para todos los sitios de distribución de poblaciones de Ambystoma en México.</p>			

VII. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Las estrategias de conservación de este programa derivan de las Líneas Estratégicas establecidas en el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) cuya visión a largo plazo está enmarcada en la Estrategia 2040 de la CONANP.

1. Manejo y protección de poblaciones

Objetivos

- Diseñar y establecer acciones de manejo interdisciplinarias que aseguren la conservación de las poblaciones de *Ambystoma*, considerando estrategias de vigilancia, monitoreo, investigación y aprovechamiento responsable.
- Establecer mecanismos para la coordinación entre los diversos actores y sectores involucrados para la vigilancia y manejo, de tal manera que se asegure la participación de CONANP, DGVS -SEMARNAT, CONAFOR, PROFEPA y los actores locales.
- Generar información técnica y científica sólida a través de métodos estructurados, ordenados, sistematizados y estandarizados con la participación de actores locales, a fin de sustentar la toma de decisiones, definir y aplicar estrategias de conservación que garantice la protección de los *Ambystoma* y su hábitat, así como su aprovechamiento sustentable.

2. Manejo integrado del paisaje

Objetivos

Evitar que en zonas críticas para la conservación de las especies se desarrollen actividades que resulten incompatibles, de forma directa o indirecta con la supervivencia de los *Ambystoma* a largo plazo.

Acciones

Componente Protección y restauración del Hábitat.

- Promover la restauración de humedales, cuerpos de agua lénticos, lóticos y bosques templados donde se distribuyen los *Ambystoma* susceptibles a ser recuperados y establecer un programa de monitoreo de los proyectos de restauración.
- Evaluar los Planes de Manejo de las ANP para involucrar acciones de conservación para las especies en la ejecución de los Programas Operativos Anuales.
- Incorporar acciones del presente PACE en los Programas Operativos Anuales de las ANP donde se distribuyen los *Ambystoma*.

3. Conservación y manejo de especies en riesgo

Componente Protección y Vigilancia

- Desarrollar o fortalecer mecanismos de inspección y vigilancia (e.g. Comités de vigilancia comunitaria y cooperativas pesqueras) para prevenir la extracción ilegal, la contaminación de cuerpos de agua y el uso de artes de pesca que afecten a las poblaciones.
- Promover la denuncia ciudadana estableciendo mecanismos de coordinación con PROFEPA para su pronta atención.
- Capacitar a los comités de vigilancia y personal de las ANP, sobre el marco legal relacionado con las atribuciones que le correspondan, así como en el manejo de conflictos.

Componente Prevención de Impactos

- Promover la implementación de programas que disminuyan el impacto de las actividades forestales, agrícolas, ganaderas y pesqueras mediante la aplicación de estrategias regulatorias y constante monitoreo.
- Promover un comercio sustentable que sea regulado y trazable para fomentar la creación de mercados justos y disminuir los impactos sobre las poblaciones por el comercio ilegal de las especies.

Componente Manejo de Poblaciones

- Elaborar un protocolo estandarizado de monitoreo de poblaciones de *Ambystoma* y su hábitat, así como de la detección y cuantificación de *Bathrachochytrium dendrobatidis* y *B. salamandrivorans*.

Componente Coordinación de Actores.

- Realizar una agenda conjunta sobre la conservación y monitoreo de *Ambystoma* y sus hábitats entre distintas autoridades competentes para coordinar acciones concretas.
- Desarrollar directorios de productores, comercializadores, exportadores, importadores e instituciones con instalaciones y recursos humanos en el manejo de las especies del género *Ambystoma* de México y el extranjero.
- Realizar reuniones de valoración para dar seguimiento a los convenios de acciones de supervisión y vigilancia coordinada.
- Capacitar a los productores mexicanos para el uso de los planes de manejo, protocolos de monitoreo y estimación de tasas de aprovechamiento, así como protocolos crianza en cautiverio.
- Capacitar a los actores relevantes de la cadena productiva en el uso del sistema de trazabilidad a ser construido y las herramientas de identificación.

Componente de investigación y monitoreo.

- Promover acciones de investigación participativa y estandarización de metodologías que involucren a los principales actores locales de cada región y para cada especie.
- Promover la realización de talleres de expertos en el estudio de los *Ambystoma* y su hábitat con el fin de contar con la mejor información científica disponible para la toma de decisiones de manejo.
- Realizar estudios de mercado nacional e internacional enfocados a conocer la demanda para comparar y mejorar la producción nacional.
- Promover la realización de proyectos de investigación a corto y mediano plazo contemplando las siguientes líneas de investigación.
 - Filogenia y límite de especies de los *Ambystoma* de México.
 - Distribución geográfica de los *Ambystoma* de México.
 - Filogeografía de los *Ambystoma* de México.
 - Ecología de poblaciones de los *Ambystoma* de México.
 - Dinámicas meta-poblacionales de los *Ambystoma* de México.
 - Calidad del hábitat de los *Ambystoma* de México.
 - Alimentación, reproducción y crianza de *Ambystoma* en cautiverio.
 - Métodos de marcaje, identificación y procesamiento de individuos en campo.
- Actualizar la información de comercio internacional de *Ambystoma* mexicanos.
- Estructurar una base de datos donde se tenga acceso a la información técnica científica que favorezca la toma de decisiones para la conservación y manejo de las especies y su hábitat.

4. Participación social y cultura para la conservación

Objetivos

- Contar con una estrategia de difusión integral sólida, así como un esquema para que la sociedad civil tenga acceso a información adecuada sobre la importancia de los *Ambystoma*, así como sobre la legislación nacional e internacional vigente.
- Favorecer el valor social y sentido de pertenencia por las especies de *Ambystoma* mediante educación ambiental y campañas mediáticas responsables, y promoción de la tolerancia y co-existencia con la vida silvestre.
- Promover la generación de capacidades técnicas locales y regionales para la implementación de acciones de monitoreo, protección y aprovechamiento sustentable de los *Ambystoma* y su hábitat.

Componente Cultura

- Difundir información sobre las especies de *Ambystoma* y sus hábitats, el marco legal y educación ambiental entre las comunidades locales.
- Difundir información sobre las especies de *Ambystoma* y sus hábitats, el marco legal y educación ambiental con los servidores públicos de dependencias municipales, estatales y federales, así como organismos descentralizados que tengan competencia en la conservación y uso sustentable de la biodiversidad.
- Consolidar grupos de trabajo de educación ambiental que organice talleres en las regiones con presencia de *Ambystoma*.
- Elaborar guías de identificación a nivel de especie de los *Ambystoma* de México.
- Fomentar estrategias de difusión mediante medios de comunicación locales, informando a los habitantes y visitantes de los sitios donde se distribuyen las salamandras del género *Ambystoma*.
- Promover la coexistencia de los *Ambystoma* en sus distintos hábitats a través de la sensibilización directa con actores clave que entran en conflicto directo con las especies por las actividades productivas que realizan. Es deseable que este tipo de promoción este acompañada siempre de alternativas productivas viables para los habitantes locales.

Componente Participación Social y Capacitación.

- Fomentar la ciencia ciudadana que permita generar información sobre las especies de *Ambystoma* disponibles en plataformas web como NaturaLista y que funcione como foro electrónico de discusión e intercambio de información entre los grupos que trabajan con la especie, así como herramienta de difusión al público en general.
- Involucrar a los actores locales en el monitoreo poblacional como en el seguimiento de los impactos a las especies.

5. Economía de la conservación

Objetivos

- Contribuir al fortalecimiento económico de las comunidades donde se distribuyen los *Ambystoma*, promoviendo la valoración de las especies e impulsando alternativas productivas y negocios sustentables que garanticen la conservación de las especies y sus hábitats.
- Establecer las bases de un aprovechamiento sustentable justo y equitativo de los *Ambystoma* que genere recursos necesarios para implementar y desarrollar el PACE.
- Contribuir a que las actividades alternativas al comercio y las actividades locales sean una actividad competitiva con las del comercio de *Ambystoma*.

Componente Alternativas Económicas Sustentables

- Apoyar esquemas locales de pago por servicios ambientales (PSA) hidrológicos, conservación de biodiversidad y captura de carbono, en los bosques y cuerpos de agua prioritarios para la conservación de los *Ambystoma*. Dentro de estos programas se debe de asegurar que el apoyo económico del esquema se dirija a los dueños de predios que conservan las áreas forestales. Asimismo, se debería de fomentar el uso del PSA para el desarrollo de prácticas de manejo sostenible del bosque y los cuerpos de agua a través de actividades sustentables.
- Incorporar y apoyar las iniciativas locales de grupos organizados y las ONG involucradas en el manejo de los *Ambystoma* y su hábitat.

Componente Aprovechamiento Sustentable de la Especie

- Crear y dar seguimiento a un sistema de trazabilidad con base en documentar la cadena productiva para sentar las bases del manejo a través de mecanismos comerciales.
- Promover la organización social y capacitación en los grupos comunitarios de interés que habitan dentro y fuera de ANP donde se distribuyen los *Ambystoma*.

Evaluación y operación del programa

Objetivos

Contar con mecanismos de evaluación y análisis de los avances para el cumplimiento de acuerdos y compromisos del PACE.

Acciones

Componente Evaluación y Seguimiento

- Conformar y formalizar comités a nivel regional que den seguimiento a los programas de manera coordinada.
- Compilar los resultados anuales de los impactos generados por la realización de acciones de conservación de los *Ambystoma*, para proponer acciones directas para el año siguiente tomando en cuenta los actores y recursos que se tengan disponibles.
- Promover un seguimiento puntal a las acciones de conservación dirigidas a los *Ambystoma* y su hábitat, que se lleven a cabo dentro y fuera de ANP, a través de generar indicadores claros que permitan apoyar el manejo adaptativo y la toma de decisiones a los actores locales, regionales, nacionales e internacionales.

Componente Financiamiento.

- Llevar a cabo sinergias entre instituciones gubernamentales, no gubernamentales, comunidades locales y ciudadanía en general para gestionar anualmente, recursos financieros tanto externos como autogenerados, para la conservación de los *Ambystoma* y sus hábitats.

VIII. CUADRO DE INDICADORES DE ÉXITO

ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN	ACTIVIDAD	INDICADOR DE ÉXITO	CORTO MEDIANO LARGO		
			PLAZO	PLAZO	PLAZO
MANEJO Y PROTECCIÓN DE POBLACIONES	Componente Protección y Vigilancia				
		Número de comités de vigilancia capacitados.	■		
		Número de denuncias atendidas.	■	■	■
		Número de vigilantes y personal de las ANP capacitados en el marco legal.	■		
	Componente Prevención de Impactos.				
		Número de programas para disminuir las amenazas de los Ambystoma.		■	■
		Protocolo de trazabilidad implementado.		■	■
	Componente manejo de poblaciones				
		Protocolo de acciones elaborado.	■		
	Componente coordinación de actores				
		Número de reuniones de coordinación realizadas por año.	■	■	■
		Directorio de personas relacionadas con los Ambystoma.	■		
		Número de reuniones de valoración.	■	■	■
		Número de productores capacitados.	■	■	■
		Número de actores relevantes capacitados.	■	■	■
	Componente de investigación y monitoreo				
		Número de proyectos de investigación que involucren a los actores locales.	■	■	■
		Numero de talleres impartidos.	■	■	■
		Estudio de mercados nacionales e internacionales.		■	■
		Número de líneas de investigación retomadas por académicos.	■	■	■
		Información de comercio internacional actualizadas cada año.		■	■
	Protocolo de monitoreo estandarizado.		■		
	Base de datos estructurada y disponible.		■		
MANEJO INTEGRAL DEL HÁBITAT	Componente protección del hábitat				
		Número de sitios en proceso de restauración monitoreados.	■	■	■
		Número de ANP que incluyen acciones para Ambystoma en sus POA.		■	■
		Número de acciones PACE incorporadas en los POA de las ANP pertinentes.		■	■
	Componente Conectividad				
		Hectáreas de bosque en proceso de restauración.		■	■
	Numero de cuerpos de agua en proceso de restauración.		■	■	

Hectáreas de cuerpos de agua en proceso de restauración.	■	■
Km lineales de cuerpos de agua (ríos y arroyos) en proceso de restauración.	■	■
Número de redes de colaboración en operación.	■	■

Componente Cultura

PARTICIPACIÓN SOCIAL Y CULTURA

Número de eventos de difusión.	■	■
Número de grupos de trabajo de educación ambiental consolidados.	■	
Número de guías de identificación de Ambystoma publicadas.		■
Estrategias de difusión locales implementadas.		■
Número de actividades recreativas y de educación que contribuyan a la reducción de amenazas.		■
Número de actores relevantes capacitados en coexistencia con la vida silvestre.		■

Componente Participación Social y Capacitación

Sitio web construido para promover la ciencia ciudadana.	■	■	■
Número de actores locales involucrados en el monitoreo de las especies.		■	■

Componente Alternativas Económicas Sustentables

ECONOMÍA DE LA CONSERVACIÓN

Número de esquemas por PSA implementados.		■	■
Número de ONG y otros actores involucrados en el manejo de las especies.	■	■	■

Componente Aprovechamiento Sustentable de la Especie

Sistema de trazabilidad creado.		■	■
Número de comunidades organizadas.		■	■

Componente Evaluación y Seguimiento

EVALUACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA

Comités regionales conformados.	■	■	■
Número de resultados anuales de los impactos generados por la reducción de amenazas.		■	■
Número de acciones de conservación anuales.		■	■

Componente Financiamiento

Número de sinergias entre instituciones.		■	■
Cantidad de recursos económicos (líquido y en especie) destinados a la conservación de los Ambystoma y su hábitat.	■	■	■

IX. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Miguel, X. (compilador). 2005. *Algunas especies de anfibios y reptiles contenidos en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2000*. Facultad de Ciencias, Centro de Investigación en Recursos Bióticos, Universidad Autónoma del Estado de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W035. México, D.F.
- Aguilar-Miguel, X., G. Legorreta y G. Casas-Andreu. 2009. *Reproducción ex situ en *Ambystoma granulatum* y *Ambystoma lermaense* (Amphibia: Ambystomatidae)*. Acta Zoológica Mexicana, 25(3), 443–454.
- Anderson, J. D. 1961. *The Life History and Systematics of *Ambystoma rosaceum**. Copeia, 1961(4), 371–377.
- Anderson, J. D. y R.G. Webb. 1978. *Life History Aspects of the Mexican Salamander *Ambystoma rosaceum* (Amphibia, Urodela, Ambystomatidae)*. Journal of Herpetology, 12(1), 89–93.
- Anderson, J. D. y R.D. Worthington. 1971. *The Life History of the Mexican Salamander *Ambystoma ordinarium* Taylor*. Herpetologica, 27(2), 165–176.
- Baird, S. F. 1850. *Revision of the North American tailed-batrachia, with descriptions of new genera and species [Including: Descriptions of four new species of North American salamanders, and one new species of scink]*. Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Series 2, 1: 281–294.
- Becker, C.G., C.R. Fonseca, C.F.B. Haddad, R.F. Batista y P.I. Prado. 2007. *Habitat split and the global decline of amphibians*. Science, 318(5857), 1775–1777.
- Berger, L., A.D. Hyatt, R. Speare y J.E Longcore. 2005. *Life cycle stages of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis**. Diseases of aquatic organisms 68, 51–63.

- Bille, T. 2009. *Field observations on the salamanders (Caudata: Ambystomatidae, Plethodontidae) of Nevado de Toluca, Mexico*. Salamandra 45:155–164.
- Brandon, R. A. 1989. *Natural history of the axolotl and its relationship to other ambystomatid salamanders*. Armstrong, J. B., y G. M. Malacinski eds., Developmental Biology of the Axolotl: 13–21. New York, Oxford University Press.
- Brandon, R. A. y R.G. Altig. 1973. *Eggs and Small Larvae of Two Species of Rhyacosiredon*. Herpetologica, 29(4), 349–351.
- Brandon, R. A., E.J. Maruska y W.T. Rumph. 1981. *A new species of neotenic Ambystoma (Amphibia, Caudata) endemic to Laguna Alchichica, Puebla, Mexico*. Bulletin of Southern California Academy Sciences, 80(3), 112–125.
- Carbajal-Márquez, R. A., G.E. Quintero-Díaz y C. Chávez-Floriano. 2015. *Abystoma rosaceum Taylor, 1941, the Tharahumara Salamander (Caudata: Ambystomatidae), a new state record for Aguascalientes, México*. Check List, 11(3), 10–12.
- Chaparro-Herrera, D.J., S. Nandini, S.S.S. Sarma. 2013. *Effect of water quality on the feeding ecology of axolotl Ambystoma mexicanum*. Journal of Limnology, 72(3), 46.
- Cheng, T.L., S.M. Rovito, D.B. Wake y V.T. Vredenburg. 2011. *Coincident mass extirpation of neotropical amphibians with the emergence of the infectious fungal pathogen Batrachochytrium dendrobatidis*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(23), 9502–9507.
- Cortéz-Vázquez, S., D. Cruz-Saenz y L.D. Wilson. 2016. *Notes on a leucistic Ambystoma flavipiperatum Dixon, 1963 (Caudata :Ambystomatidae)*. Mesoamerican Herpetology 3(4):1077–1080.
- Daszak, P., A.A. Cunningham y A.D. Hyatt. 2003. *Infectious disease and amphibian population declines*. Diversity and Distributions, 9(2), 141–150.
- Davidson, E. W., M. Parris, J.P. Collins, J.E. Longcore, A.P. Pessier y J. Brunner. 2003. *Pathogenicity and transmission of chytridiomycosis in tiger salamanders (Ambystoma tigrinum)*. Copeia, 2003(3), 601–607.
- Dixon, J. R. y J. A. Lemos-Espinal. 2010. *Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México*. Universidad de Texas A&M, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 428 p.
- Dugès, A. A. D. 1888. *Erpetología del Valle de México*. La Naturaleza. Serie 2. México 1: 97–146.
- Dugès, A. 1895. *Description d'un axolotl des montagnes de Las Cruces (Amblystoma altamirani, A. Dugès)*. Imprimerie du Ministère de Fomento. Institut Medico-National. México, D.F.
- Elías, D.D.C.H. 2001. *Estado de conservación del género Ambystoma en Michoacán, México*. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- Frías-Alvarez, P., J.J. Zúñiga-Vega y O. Flores-Villela. 2010. *A general assessment of the conservation status and decline trends of Mexican amphibians*. Biodiversity and Conservation, 19(13), 3699–3742.

- Global Bd mapping proyect. 2013. Recuperado el 05 diciembre 2013, de http://www.bdmmaps.net/surveillance/s_country.asp?country=MX
- Heredia-Bobadilla R.L., O. Monroy-Vilchis, M.M. Zarco-González, D. Martínez-Gómez, G.D. Mendoza-Martínez, A. Sunny. 2017. *Genetic variability and structure of an isolated population of Ambystoma altamirani, a mole salamander that lives in the mountains of one of the largest urban areas in the world.* Journal of Genetics 96:873–883.
- Hoverman, J.T., M.J. Gray, N.A. Haislip y D.L. Miller. 2011. *Phylogeny, life history, and ecology contribute to differences in amphibian susceptibility to ranaviruses.* EcoHealth, 8(3), 301-319.
- Irschick, D. J. y H. B. Shaffer. 1997. *The polytypic species revisited: Morphological differentiation among tiger salamanders (Ambystoma tigrinum) (Amphibia: Caudata).* Herpetologica 53: 30–49.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2016. *Ambystoma amblycephalum.* The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T59050A53973313.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2015. *Ambystoma lermaense.* The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T1093A53947147.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2015a. *Ambystoma taylori.* The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T59070A53974679.
- Krebs, S. L. y R. A. Brandon. 1984. *A new species of salamander (family Ambystomatidae) from Michoacan, Mexico.* Herpetologica 40: 238–245.
- Legorreta-Balbuena, G., G. Gutierrez-Ospina, I. Villalpando-Fierro, G. Parra-Olea. 2014. *Ambystoma rivulare (Toluca siredon) Reproduction.* Herpetological Review. 45(1):107
- Lemos-Espinal, J. A. 2003. *Rhyacosiredon altamirani. Fichas diagnósticas para 10 especies de anfibios y reptiles mexicanos.* Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W002. México. D.F.
- Lemos-Espinal, J.A., G.R. Smith, R.E. Ballinger y A. Ramírez-Bautista. 1999. *Status of protected endemic salamanders (Ambystoma: Ambystomatidae: Caudata) in the transvolcanic belt of México.* British Herpetological Society Bulletin. 68: 1-4.
- Lemos-Espinal, J. A. 2003. *Ficha técnica de Ambystoma rosaceum. Fichas diagnósticas para 10 especies de anfibios y reptiles mexicanos.* Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W002. México, D.F.
- Lemos-Espinal JA, G.R. Smith, A.H. Ruíz y R. Montoya-Ayala. 2016. *Stream use and population characteristics of the endangered salamander, Ambystoma altamirani, from the Arroyo Los Axolotes, State of Mexico, Mexico.* The South Western Naturalist 61(1): 61:28–32.

- Lemos-Espinal J.A., G.R. Smith y G. Woolrich-Pinã. 2015. *Diet of Larval Ambystoma altamiranoi from Llano de los Axolotes, Mexico*. Current Herpetology 34(1)75-79.
- Lemos-Espinal, J.A., H.M. Smith, J.R. Dixon y A. Cruz. 2016. *Amphibians and Reptiles of Sonora, Chihuahua and Coahuila, Mexico*. CONABIO. México.
- Martel, A., A. Spitzen-van der Sluijs, M. Blooi, W. Bert, R. Ducatelle, M.C. Fisher y F. Pasmans. 2013. *Batrachochytrium salamandrivorans sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(38), 15325-15329.
- Medina-Aguilar, O., I. Suazo-Ortuño y J. Díaz-Alvarado. 2011. *Herpetofauna de Tacámbaro, Michoacán, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82, 1194–1202.
- Mena Gonzales, H. y E. Servín Zamora. 2014. *Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (Ambystoma mexicanum)*. Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología, UNAM. México.
- Miller, D., M. Gray y A. Storfer. 2011. *Ecopathology of ranaviruses infecting amphibians*. Viruses, 3(11), 2351-2373.
- Monroy-Vilchis, O., H. Domínguez-Vega, M. Zarco-González y A. Sunny. 2014. *Distribution of an endemic stream river salamander (Caudata: Ambystoma leorae) notes, natural history, habitat and threats*. Herpetozoa.27:166-168.
- Olson, D. H., D.M. Aanensen, K.L. Ronnenberg, C.I. Powell, S.F. Walker, J. Bielby y M.C. Fisher. 2013. *Mapping the global emergence of Batrachochytrium dendrobatidis, the amphibian chytrid fungus*. PloS one, 8(2), e56802.
- Owen, R. 1844. *Characters of a new species Axolotl*. Annals and Magazine of Natural History, Series 1, 14: 23.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. *Biodiversidad de anfibios en México*. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 460-466.
- Picco, A. M. y J.P. Collins. 2008. *Amphibian commerce as a likely source of pathogen pollution*. Conservation Biology, 22(6), 1582-1589.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. O. García-Vázquez, A. Leyte-Manrique y L. Canseco-Márquez. 2009. *Herpetofauna del Valle de México. Diversidad y Conservación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. D. F. México. 240 p.
- 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)*. In: Annales Zoologici Fennici (pp. 223-238). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Romansic, J. M., K.A. Diez, E.M. Higashi, J.E. Johnson y A.R. Blaustein. 2009. *Effects of the pathogenic water mold Saprolegnia ferax on survival of amphibian larvae*. Diseases of aquatic organisms, 83(3), 187-193.

- Rosas-Espinoza, V. C., E.S. García-Mata, A.L. Santiago-Pérez y J. Villarreal-Méndez. 2014. *Herpetofauna asociada a madrigueras de la tuza Pappogeomys bulleri en el bosque templado de sierra de Quila, Jalisco*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85(1), 328–331
- Rosas-Espinoza, V. C., J.M. Rodríguez-Canseco, A.L. Santiago-Pérez, A. Ayón-Escobedo y M. Domínguez-Laso. (2013). *Distribution of some amphibians from central western Mexico: Jalisco*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 84(2), 690–696.
- Ruiz-Martínez, L., J. Alvarado-Díaz, I. Suazo-Ortuño y R. Pérez-Munguía. 2014. *Diet of Ambystoma ordinarium (Caudata: Ambystomatidae) in undisturbed and disturbed segments of a mountain stream in the trans-Mexican Volcanic Belt*. Salamandra, 50(2), 63–70.
- Sánchez-Manjarrez, D. 2017. *Dimorfismo sexual en Ambystoma rivulare (Caudata: Ambystomatidae)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Santiago-Pérez, A. L., M. Domínguez-Laso, V. C. Rosas-Espinoza y J. M. Rodríguez-Canseco. 2012. *Anfibios y Reptiles de las Montañas de Jalisco: Sierra de Quila*. Universidad de Guadalajara / CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), México.
- SEMARNAT. 2010. *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*. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre, 2010.
- Shaffer, H.B., O. Flores-Villela, G. Parra-Olea y D. Wake. 2008. *Ambystoma granulatum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T59058A11877234.
- Smith, H.M. y E.H. Taylor. 1948. *An annotated checklist and key to the amphibia of Mexico*. Smithsonian Institution United States National Museum. (194): 9.
- Smith, H.M. y W.L. Necker, W.L. 1943. *Alfredo Dugès' types of Mexican reptiles and amphibians*. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, 3, 179–233.
- Strand, E. 1928. *Miscelanea nomenclatorica zoologica et palaeontologica*. Archiv für Naturgeschichte. Abteilung A. Berlin 92: 30–75.
- Stuart, S.N., J.S. Chanson, N.A. Cox, B.E. Young, A.S. Rodrigues, D.L. Fischman y R.W. Waller. 2004. *Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide*. Science, 306(5702), 1783-1786.
- Sunny, A., O. Monroy-Vilchis, V. Fajardo y U. Aguilera-Reyes. 2014. Genetic diversity and structure of an endemic and critically endangered stream river salamander (Caudata: *Ambystoma leorae*) in Mexico. Conservation Genetics 1:49-59
- Sunny, A., O. Monroy-Vilchis, C. Reyna-Valencia y M.M. Zarco-Gonza. 2014. *Microhabitat Types Promote the Genetic Structure of a Micro-Endemic and Critically Endangered Mole Salamander (Ambystoma leorae) of Central Mexico*, 9(7), 1–11.
- Taylor, E. H. 1940. *New salamanders from Mexico, with a discussion of certain known forms*. University of Kansas Science Bulletin 26: 407–430.

- Taylor, E. H. 1940a. *A new Rhyacosiredon (Caudata) from western Mexico*. Herpetologica 1: 171–176.
- Taylor, E. H. 1943. *Herpetological novelties from Mexico*. University of Kansas Science Bulletin 29: 343–361.
- Taylor, E. H. 1941. *Two new ambystomid salamanders from Chihuahua*. Copeia 1941: 143–146.
- Taylor, E. H. 1944. *A new ambystomid salamander from the Plateau Region of Mexico*. University of Kansas Science Bulletin 30: 57–61.
- Taylor, E. H. y H. M. Smith. 1945. *Summary of the collections of amphibians made in México under the Walter Rathbone Bacon traveling scholarship*. Proceedings of the United States National Museum 95: 521–613.
- Thien, J.A. 1969. *Ambystoma Mole Salamanders. Catalogue of American Amphibians and Reptiles*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists.
- The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. <www.iucnredlist.org>. Consultado el 15 octubre de 2016
- Uribe-Peña, Z., A. Ramírez-Bautista y G. Casas-Andreu. 1999. *Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México*. Cuadernos del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 32: 1–119.
- Vega-López, A. y T. Álvarez. 1992. *La herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztacihuatl*. Acta Zoológica Mexicana 51: 1-131.
- Velarde-Mendoza, T. 2012. *Importancia ecológica y cultural de una especie endémica de ajolote (Ambystoma dumerilii) del lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Etnobiología 10(2):40-49.
- Webb, R. G. 2004. *Observations on tiger salamanders (Ambystoma tigrinum complex, family Ambystomatidae) in Mexico with description of a new species*. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 40: 122–143.
- Webb, R. D. Wake, G. Parra-Olea y T. Papenfuss. 2008. *Ambystoma silvense*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T61893A12563435.
- Woolrich-Pinã, G., G.R. Smith, J.A. Lemos-Espinal, A.B.E. Zamora y R.M. Ayala. 2017. *Observed localities for three endangered, endemic Mexican ambystomatids (Ambystoma altamirani, A. leorae, and A. rivulare) from central Mexico*. The Herpetological Bulletin 139:12–15.
- Zambrano, L., M. Scheffer y M. Martínez-Ramos. 2001. *Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction*. OIKOS 94: 344–350. Copenhagen 2001.
- Zambrano, L., E. Valiente y M.J. Vander Zanden. 2010. *Food web overlap among native axolotl (Ambystoma mexicanum) and two exotic fishes: carp (Cyprinus carpio) and tilapia (Oreochromis niloticus) in Xochimilco, Mexico City*. Biological Invasions, 12(9), 3061–3069..

INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES PARTICIPANTES EN EL CONSENSO DEL PACE: *Ambystoma*

Instituciones de Gobierno Federal:

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- Comisión Nacional para Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO).

Academia y centros de educación:

- Facultad de ciencias, UNAM.
- Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Instituto de Biología, UNAM.
- Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo.
- Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

Organizaciones de la Sociedad Civil:

- Asociación para la Investigación y Conservación de Anfibios y Reptiles.
- COATLAN.
- Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Vida silvestre COATL.



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL
DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS

www.gob.mx/conanp

