



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD.

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Una revisión del manejo en cautiverio del *Ambystoma
mexicanum* enfocado a su conservación.**

Trabajo requisito para el servicio social.

Alumno:

EMVZ. del Valle Rodríguez Uriel

Matricula: 2162033027

Tutores:

Asesor interno: Dr. Daniel Martínez Gómez

No. Eco. 30356

Asesor externo: Dra. Serrano Aguilar Norma Angélica

Céd. Prof. 2657722

Una revisión del manejo en cautiverio del *Ambystoma mexicanum* enfocado a su conservación.

Resumen:

Uno de los organismos vivos representantes de la cultura mexicana y endémico de la cuenca central de México, es el ajolote (*Ambystoma mexicanum*). Durante las últimas décadas, esta especie ha generado gran interés para la investigación por sus características neonatas presentes en su madurez sexual y por su excepcional capacidad regenerativa, la cual es capaz de reconstruir desde extremidades hasta varios órganos internos como el cerebro. Actualmente es una especie que se encuentra en la lista roja de peligro de extinción y su distribución se encuentra restringida en la zona lacustre de Xochimilco, Ciudad de México. Desde hace algunos años, varias organizaciones educativas y de sector público han mantenido grupos de ajolotes en cautiverio bajo ciertos protocolos de manejo y supervisión, desarrollados para su reproducción y crianza, con el fin de procurar su supervivencia. Es por ello que este trabajo tiene como objetivo analizar los procedimientos empleados comúnmente, en la preservación del *Ambystoma mexicanum*, con el fin de construir un curso que permita mejorar el desarrollo y reproducción del mismo; y que pueda brindarse, no solo a instituciones de investigación sino también a pequeños grupos de pobladores de la zona lacustre para que puedan integrarse como parte de los proyectos existentes de conservación.

Introducción:

El ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) es un anfibio endémico de la cuenca central de México, incluyendo los lagos de Xochimilco; los cuales hoy en día se encuentran invadidos por la urbanización creciente (a los alrededores) y la actividad humana (zonas turísticas). El área lacustre de Xochimilco que consiste en un sistema complejo de canales e islas artificiales, se considera desde el periodo precolonial, como una zona importante para la agricultura (Mena, 2014). Con el paso del tiempo la presión ambiental, ocasionada por estresores físicos y químicos, ha ido alterando cuantitativa y cualitativamente el agua de los canales, contribuyendo a la reducción y extinción de diversos organismos como los ajolotes

(Zambrano *et al.*, 2017). Es por esto que el *Ambystoma mexicanum* hoy día se encuentra dentro de la lista roja de especies amenazadas, catalogada en peligro crítico de extinción (IUCN, 2006). Esta especie puede alcanzar hasta 15 años de edad con una dieta rica en nutrientes, los cuales se obtienen de alimento vivo. En los sistemas de crianza la salud del organismo depende de diversos factores como la calidad del agua, temperatura, pH, calidad del alimento (y suplementos, sea el caso), entre otros; el mantenimiento de estos factores, procurando obtener niveles que satisfagan los requisitos fisiológicos de los organismos, son necesarios para el adecuado desarrollo y reproducción (Prosser, 1991; Servin, 2011; SEMARNAT, 2018).

Este individuo al igual que diversas especies de anfibios, presentan capacidad regenerativa de varias partes de su cuerpo a partir de diferentes procesos celulares; por eso las salamandras y especialmente el *Ambystoma mexicanum* (por su capacidad regenerativa superior, siendo capaz de reparar incluso secciones de su propio cerebro) se han convertido en las especies más usadas para estudios relacionados con el desarrollo de biotecnologías de regeneración en diversos campos de medicina (Cruz *et al.*, 2020).

La conservación para especies como el *Ambystoma mexicanum* también conocida como conservación *ex situ in vivo*, se refiere a la preservación y protección mediante el mantenimiento de poblaciones de animales vivos que no se hallan en condiciones normales y/o fuera del área en la que evolucionaron en la que ahora se hallan normalmente, permaneciendo en un entorno artificial (FAO, 2010).

Justificación:

La conservación de especies endémicas radica en que su extinción es generada por el desajuste del equilibrio natural de su área, lo que consecuentemente provoca la pérdida de biodiversidad de su hábitat. Por esto, es importante la conservación de especies debido a que el medio ambiente depende de cada una de ellas por muy diminuta que estas sean. Además, en el caso del ajolote mexicano, su extinción reduciría la posibilidad de generar nuevos avances en biotecnologías de medicina humana regenerativa. Por ello el manejo adecuado del ajolote en cautiverio (UMAs y Laboratorios), es significativo para asegurar su desarrollo y reproducción, no sólo para permitir su uso en estudios sobre sus capacidades sino también para su protección, preservación y restablecimiento en su hábitat natural.

El presente trabajo, mediante el análisis crítico de información reciente, pretende desarrollar un curso sobre el manejo adecuado del *Ambystoma mexicanum* en cautiverio para su protección y preservación.

Marco teórico:

El ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) es un tipo de salamandra que conserva sus rasgos larvales en su vida adulta; una condición conocida como neotenia o paedomorfosis (Cruz *et al.*, 2020). En esta condición los individuos conservan su aleta dorsal de renacuajo y sus branquias externas, las cuales sobresalen de la parte trasera de su cabeza en forma de plumas (Servin, 2011). Tiene una longitud de 133.3 ± 12.5 mm (hocico-cloaca) y 108.3 ± 11.9 mm (Cloaca-cola), presenta 11 pliegues intercostales y la cola está dorso-lateralmente aplanada. Su piel es lisa con numerosos poros todo el cuerpo y son de color café oscuro a negro con numerosas manchas dispersas (SEMARNAT, 2018).

Los usos que se le han dado al ajolote son diversos; mucho antes de considerarse una especie en peligro eran comúnmente consumidos como alimento o usados como remedios medicinales y se encontraban en varios mercados del centro de México (Flores, 2020). Actualmente el ajolote tiene importancia comercial (como especie de ornato) y científica (especialmente, como modelo de estudio de varios procesos fisiológicos y morfológicos) (Corona, 2012). Sin embargo, al ser parte de la lista roja de especies en peligro de extinción, su conservación depende del componente humano como aspecto clave para obtener resultados positivos en las diversas estrategias planteadas por organizaciones que buscan la preservación de estos ejemplares, dentro de las cuales incluyen la capacitación de las personas en el manejo del ajolote: instalaciones de criaderos, alimentación, reproducción y unidades de manejo y aprovechamiento reguladas (UMA) (Cruz *et al.*, 2020; Ávila *et al.*, 2021). Por ello, a nivel nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha intervenido en la conservación de este anfibio endémico, en el Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología que está trabajando junto con grupos chinamperos en un proyecto para generar refugios, con la intención de crear áreas de crecimiento de huevos y larvas de ajolote (Zapata y Solís, 2013). A su vez el Centro de Investigaciones Biológicas Acuícolas Cuemanco (CIBAC), de acuerdo al Seminario de la UAM 22-02-2016, fue registrado como Unidad de Manejo Ambiental (UMA) y es el único espacio a nivel mundial dedicado

a la producción masiva de crías, juveniles y adultos, de *Ambystoma mexicanum* con fines de conservación y liberación en áreas controladas (Flores, 2020).

Objetivo.

- Analizar los procedimientos empleados comúnmente en la preservación del *Ambystoma mexicanum* en cautiverio con el fin de construir un curso que permita mejorar el desarrollo y reproducción del mismo, con el manejo adecuado a sus necesidades.

Objetivos específicos.

- Analizar el manejo alimenticio para el *Ambystoma mexicano*.
- Analizar las condiciones y técnicas de alojamiento descritas para *Ambystoma mexicanum*.
- Analizar los métodos de manejo reproductivo en cautiverio descritas para *Ambystoma mexicanum*.
- Establecer la importancia de la conservación del *Ambystoma mexicanum*.

Metas:

1. Elaboración de un curso para mejorar el desarrollo y reproducción del *Ambystoma mexicanum* en cautiverio.
2. Elaboración del informe final escrito del servicio social.

Métodos:

Se realizará una investigación tipo revisión bibliográfica con base en artículos científicos que contengan datos sobre el manejo en cautiverio del *Ambystoma mexicanum* enfocado a su conservación, con el fin de identificar las prácticas que aseguren el bienestar y desarrollo del animal. Se realizará consultando bases de datos como Sciencedirect, Pubmed, Google académico y Web Science, donde se obtendrán artículos de revistas como Rev. brasilera de investigación veterinaria y ciencia animal. Rev. Cubana de ciencias veterinarias, Rev. Veterinaria de México, Rev. Elsevier Saunders entre otras de alto impacto; incluyendo repositorios de organizaciones académicas con validez científica (FMVZ, FCA,AVEPA, etc.). Los datos recabados serán sometidos a lectura de análisis crítico fundamentado, con métodos y técnicas de interpretación de textos (hermenéutica) y métodos

heurísticos Polya, orientados a exponer y describir el manejo de esta especie. La información que se utilizará debe ser de textos publicados en idioma español, inglés y portugués, y su consulta, a través de medios electrónicos (internet), se realizará con las siguientes palabras clave: *Ambystoma mexicanum*, conservación, manejo, bienestar, cautivero, estrategias de preservación. Considerando la disponibilidad de la información, se incluirán textos publicados en los últimos años 2016-2021.

Cronograma de actividades:

Actividad	Periodo/mes						
	A b r	M a y	J u n	J u l	A g o	S e p	O c t
Definición del trabajo para informe del servicio social e inicio de búsqueda bibliográfica.	X						
Asesorías para el desarrollo del protocolo	X	X					
Análisis y selección de información relevante.	X	X					
Entrega de protocolo		X					
Análisis y Clasificación del material bibliográfico			X	X	X	X	
Interpretación y Categorización de datos				X	X	X	
Integración de datos					X	X	
Escritura y entrega del informe final del servicio social							X

De acuerdo con el tiempo y tipo de servicio social establecido y requerido, se realizó una ardua revisión de textos, durante cuatro horas mínimas diarias.

RESULTADOS:

1.- Estatus del ajolote mexicano.

De las 18 especies del género *ambystoma* que existen en México, de las cuales solo 17 son endémicas; la mayoría de estos se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todos están en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés IUCN) (Ávila *et al.*, 2021).

En el caso del *Ambystoma mexicanum*, su distribución actualmente está restringida a los canales de la Zona Lacustre de Xochimilco y los monitoreos de las poblaciones de ajolotes en Xochimilco muestran una reducción alta en el número de individuos en estado silvestre, dando un registro de tan sólo 100 ejemplares por kilómetro cuadrado desde el 2008, con una notoria reducción en los años siguientes (López, 2019). De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 el *Ambystoma mexicanum* tiene estatus de especie en peligro; mientras que en la IUCN está en categoría de peligro crítico (IUCN, 2020).

El aprovechamiento actual de esta especie es de tipo extractivo y en aquellos casos contará con las autorizaciones para el manejo de ejemplares en riesgo, dando prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración y reproducción; Además es necesario establecer los requerimientos adecuados para el cuidado y protección de la especie. Estos requerimientos deben garantizar la diversificación productiva y la conservación continua de los ciclos biológicos de la especie (*Art. 85 de la Ley General de Vida Silvestre*).

2.- Cautiverio del *Ambystoma mexicanum*.

La conservación ex situ consiste en el mantenimiento de poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción fuera de sus hábitats naturales con el objetivo de apoyar programas de conservación in situ o dentro de su entorno natural, este proceso implica además del almacenamiento de recursos genéticos (salguero, 2019), el manejo en cautiverio, el cual incluye la adaptación de instalaciones adecuadas a la cantidad de ejemplares; alimentación balanceada, y manejo de la reproducción (UMA) (Cruz *et al.*, 2020). De acuerdo al manual de Mena y Montes (2014), la colonia en cautiverio debe estar a cargo de un responsable técnico con experiencia en el manejo integral de la especie y un alumno de servicio social como apoyo para el mantenimiento de la misma; el trabajo será realizado en conjunto para el correcto funcionamiento de las instalaciones, equipo, alimentación de los organismos, evaluación de salud y reproducción.

2.- Dieta del *Ambystoma mexicanum*.

La alimentación de este anfibio es importante debido a que su dieta se basa en presas vivas exclusivamente, con las cuales debe cubrir satisfactoriamente sus necesidades metabólicas (López, 2019). La dieta del ajolote en su hábitat natural

consiste en pequeños peces, babosas, caracoles, lombrices de tierra y gusanos de fango. Sin embargo tratándose de *Ambystoma mexicanum* criados en cautiverio su alimentación consiste en *Tubifex sp.* y nauplios de *Artemia sp* dependiendo de la etapa en que se encuentren de acuerdo a su ciclo de vida (Espinosa, 2019)

Los primeros días después de eclosión las larvas de ajolote se alimentan principalmente del saco vitelino y en vida libre también de algunas microalgas; a partir de 11 días de eclosión es factible alimentar con pequeñas presas vivas, como los nauplios de artemia salina, pequeñas larvas de insectos de aproximadamente 3 mm de largo (Vázquez *et al.*, 2016; López, 2019); A partir de los 5 cm de talla se se consideran juveniles, a estos se les puede ofrecer artemia salina, alevines, tubifex, lombriz de tierra y pequeños trozos de carne. La dieta de los adultos puede ser muy variada, se recomienda dar peces pequeños como charales o alevines, acociles, tubifex, lombrices de tierra, tenebrios, pequeños trozos de carne de res o pollo, grillos, pellets comerciales, entre otro (Mena y Servín, 2014).

3.- Instalaciones de criaderos para el ajolote mexicano.

Las dimensiones para el acuario ideal deben ser de 180 x 120 x 31.5 cm de largo, ancho y alto respectivamente, y/o de plástico oscuro (para proporcionar oscuridad) respectivamente, con un volumen aproximado de 680 litros de agua, con una capacidad máxima de 12 individuos adultos (Rodríguez y Caudata., 2017). debe contar con un filtro a base de sustratos porosos como piedras de río, carbón activado y esponja; así mismo, el filtro debe generar un flujo ligero para una buena oxigenación y evitar la formación de algas y favoreciendo el ciclo del nitrógeno (Becerril *et al.*, 2021). Para el caso de los ejemplares de *Ambystoma mexicanum* (de una sola puesta) que llegan a la etapa juvenil, estos requerirán un acuario de 300 litros (Mena y Montes, 2014; Salguero, 2019)

En cuanto a las condiciones para el alojamiento, la aclimatación de una temperatura ideal es importante para el buen desarrollo de los *Ambystomas*, es por ello que se recomienda mantener a los ejemplares a bajas temperatura (7°C); esto genera un efecto menos estresante dentro de los Programas de conservación y cautiverio del *Ambystoma mexicanum*, con respecto a temperaturas más cálidas (Mckeon en 2021). Por otro lado, para el caso de los huevos de ajolote y los alevines, se recomienda un recinto más cálido para mejorar su desarrollo a una temperatura que oscila entre los 20 y 22 °C (Salguero, 2019).

Otro punto importante dentro de las condiciones del alojamiento es el fotoperiodo, por lo cual de acuerdo a Flores, (2020)., se debe controlar el ciclo de la luz, estableciendo 12 horas de luz por 12 de oscuridad.

Para tener en óptimas condiciones el acuario de estos anfibios se debe cumplir con ciertos parámetros químicos del agua, los cuales deben ser similares a los de un estanque natural (Mena y Servín, 2014).

Parametro	Valor ideal
pH	6.5-8
Cloro	0 mg/L
Dureza General	0-16° dh
Dureza carbono	3-10° dh
Nitritos	(NO ₂)- 3mg/L
Amonia	0 mg/L
Densidad	1.000
Concentración de dióxido de carbono	< 5mg/L
Oxígeno disuelto	>80% saturación

Fuente: Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*)

4.- Manejo reproductivo en cautiverio descritas para *Ambystoma mexicanum*.

El ciclo reproductivo de los ajolotes es estacional, de acuerdo a lo observado en las colonias bajo cautiverio, los desoves y fecundación ocurre normalmente cuando hay un decremento en las horas luz (Salguero, 2019). En los machos la formación de espermatozoides depende de la temperatura, principalmente en bajas temperaturas (Hernandez, *et al.*, 2020).

Los ajolotes alcanzan su madurez sexual en forma larval acuática (neotenia). Usualmente esto ocurre entre el año y año y medio de edad. Pueden vivir hasta diez o doce años en promedio (Salguero, 2019).

En cuanto a su reproducción, posee caracteres sexuales secundarios inconspicuos, lo que significa que no existe dimorfismo sexual, es decir que en la época reproductiva difícilmente se puede diferenciar a simple vista machos y hembras (Cruz *et al.*, 2020). No obstante, aparecen sutiles características anatómicas, ya que los machos adultos muestran un marcado ensanchamiento de los labios de la cloaca, mientras que las hembras adultas pueden tener el cuerpo más robusto por el incremento en el tamaño de los ovarios y los oviductos o, en su defecto, por la presencia de huevecillos (Mena y Montes, 2014). Esta especie se reproduce sexualmente y poseen fecundación interna; sin embargo, como en la mayoría de los anfibios, estas salamandras no poseen órganos copuladores (Hernandez *et al.*, 2020). En condiciones experimentales, las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 12 y 18 meses de edad, algunos meses después que los machos, y su vida reproductiva óptima tiene una duración de cinco a seis años, pues al incrementarse la edad, la calidad de los gametos va disminuyendo y se reduce el número de puestas (Flores, 2020). Bajo condiciones óptimas en el laboratorio, la vida media de *Ambystoma mexicanum* en su forma neoténica es de 10 a 12 años y de 25 como máximo, sin embargo, en condiciones naturales la edad máxima alcanzada es de tres años (Molina, 2010; Cruz *et al.*, 2020).

Posiblemente los ajolotes en cautiverio (laboratorios o UMA's) tienen un cierto grado de endogamia debido a que provienen de una misma población durante un cierto periodo de tiempo. Es por eso que diversas instituciones han hecho un esfuerzo por conservar su diversidad genética, con base en la investigación biomédica, aprovechamiento para evitar la venta de estos en mercado negro y la liberación de ejemplares en hábitat natural (Cruz *et al.*, 2020).

4.1 Manejo reproductivo.

Mantener la crianza de ajolotes en grupo bajo circunstancias planificadas es posible y para ello es necesario seleccionar a los organismos aptos con el conocimiento de las líneas genéticas para evitar consanguinidad en la especie. Los individuos seleccionados (machos) serán separados dos semanas antes de la presentación con la hembra (Hernández *et al.*, 2020).

Para proceder con el manejo de separación es necesario tener acuarios de 40 litros, donde se colocarán a los machos durante dos semanas individualmente, para la presentación con una hembra, esto ayuda a que el macho actúe de forma tranquila sin presentar conductas agresivas (Romero, 2021).

Se recomienda mantener una temperatura ambiental de $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y una entre 12°C y 14°C en el agua. Controlar un fotoperiodo de 10 hrs luz por 14 de oscuridad, estimula positivamente las actividades reproductivas (Mena y Montes, 2014; Salguero, 2019).

Después de ser presentados los organismos reproductores en un mismo alojamiento, comenzará el cortejo entre ellos, esta actividad puede durar aproximadamente 3 días. Durante el ritual el macho deposita los espermatozoides en una superficie rígida, por lo cual se debe enriquecer previamente el acuario con pequeñas rocas en las que puedan ser liberados. Posteriormente a este momento, la hembra recogerá el tampón de espermatozoides para finalmente permitir la fecundación de los huevecillos (Rodríguez y Caudata, 2018).

Se mantendrán juntos ambos organismos y se colocará un trozo de rafia en el acuario, para brindar a la hembra un sitio adecuado donde realizar la oviposición; Se dejará madurar los huevecillos durante una semana sin ser tocados para evitar daños en ellos (Romero, 2021). La recolecta de huevecillos se realizará únicamente cuando sea visible un crecimiento en forma de frijol, el conteo se llevará a cabo con ayuda de una cuchara que posteriormente servirá para trasladar los huevecillos a contenedores de 20 litros que deberán tener una temperatura entre 20° y 22°C hasta su eclosión. Es importante evitar que los huevecillos se aglomeren, pues esta situación impide una correcta aireación y favorece la mortalidad. Los huevecillos que no lograron eclosionar serán retirados. La nueva colonia de ajolotes se mantendrá junta bajo los cuidados adecuados y al llegar a la etapa juvenil serán marcados para su posterior traslado a los respectivos acuarios de 300 litros (Mena y Montes, 2014).

5.- Programas de conservación y cautiverio del *Ambystoma mexicanum*.

Desde el 2012 se han realizado planes y estrategias para la conservación de esta especie endémica de xochimilco, algunas de las cuales han propuesto ideas útiles como la construcción de microhábitats; su reproducción en el parque ecológico de Xochimilco y el uso de microensayos para evaluar la contaminación presente en la

zona lacustre (también propuesto para la evaluación ecotoxicológica) (Tobón, *et al.*, 2021).

El Centro de Investigaciones Acuícolas y Biológicas de Cuemanco (CIBAC) de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco, registrado como UMA, puso en marcha un esquema de manejo para conservación y aprovechamiento de este anfibio en participación y trabajo directo con la comunidad chinampera (Salguero, 2019). Como parte del refuerzo para la conservación del ajolote mexicano, la Reserva Ecológica del Pedregal de la Universidad Nacional Autónoma de México cuentan con un albergue en el cual se realizan manejo de investigación con un plan de acción en caso de extinción en área natural del ajolote mexicano (Vidal, 2018). Como parte integral a este proyecto, existe el programa “Refugio Chinampa” el cual fue iniciado en 2017 y auspiciado por la Secretaría de Cultura Federal en su primera etapa y por la Red de Soluciones de Desarrollo Sostenible (SDSN) de la ONU en etapas posteriores: este proyecto es desarrollado la Alcaldía de Xochimilco, Chinamperos locales y la UNAM, los cuales buscan poner en marcha la creación de nuevos refugios para los ajolotes y restaurar así la superficie agrícola de Xochimilco (Zambrano, 2019).

Discusión:

La importancia de la conservación del ajolote mexicano ante su riesgo de extinción, no solo está relacionada con su uso para avances en medicina genética sino también en el conocimiento de los daños en los ecosistemas donde habitan, los cuales podrían incluso afectar al ser humano (Romero, 2021). En el estudio realizado por Aguilar en 2019, menciona que el conocimiento a medias de la situación del ajolote por parte de la población local, además de la huella urbana en crecimiento, es un punto importante para los planes de conservación, debido a que la gente lo considera de poca importancia. De acuerdo a esto, es necesario promover la colaboración entre instituciones educativas, de gobierno y civiles locales, con ejidatarios y habitantes locales para organizar estrategias integrales y talleres de educación y sensibilización ambiental entre los pobladores para así lograr el éxito de la conservación de esta especie (Ávila, *et al.*, 2021).

Los proyectos de investigación que involucren el manejo, monitoreo y estudio de las poblaciones de ajolote mexicano son esenciales para mejorar la situación actual esta especie (Ávila, *et al.*, 2021); No obstante, si estos trabajos se integran a un programa de conservación, deberán estar sujetos a las leyes vigentes, que establecen parámetros y requerimientos para la protección de la especie sin desviarse del objetivo principal, que es la conservación de la misma (Flores, 2020).

Conclusión:

Las actividades que se realizan para preservar el *Ambystoma mexicanum* en cautiverio, tienen como finalidad rescatar esta población del inminente peligro de extinción a través de su protección, manejo y reproducción; permitiendo un buen desarrollo y crecimiento de estos organismos. Si bien, el potencial regenerativo de estos anfibios ha sido de gran interés para diversos estudios de medicina, su conservación no solo se busca por este motivo sino también por su papel dentro del ecosistema.

Respecto a las diversas causas de extinción como cambios climáticos y principalmente la huella humana en expansión que han ido debilitando y destruyendo a su paso, una parte considerable del área lacustre de la Ciudad de México; más el limitado trabajo en conjunto entre instituciones gubernamentales y pobladores locales, ha hecho que la conservación de estos ejemplares dependa mayormente de instituciones como el CIBAC y la Reserva Ecológica del Pedregal. Por ello es relevante promover un curso con la información obtenida en esta revisión, para mejorar el desarrollo y reproducción del *Ambystoma mexicanum* en cautiverio; uno que pueda brindarse, no solo a instituciones de investigación sino también a pequeños grupos de pobladores locales, con la finalidad de crear conciencia e interés por la preservación de estos anfibios y así, estos conjuntos de personas puedan integrarse a proyectos existentes de conservación.

Bibliografía

- Aguilar, R., Aguilar.** (2019). El mítico monstruo del lago: la conservación del ajolote de Xochimilco. Rev. Digital Universitaria. 20(1):8-9
- Ávila, V.D., Gonzáles, T.M., Gonzáles, a., Vázquez, M.** (2021). El género *Ambystoma* en México ¿Qué son los ajolotes?. Rev. Científica multidisciplinar de prospectiva. 28(2): 6-12
- Becerril, Mauel., Castañeda, A.N., Herrera, A.C., Reyes, A.A., Rosales, M., Salinas, I.S.** (2021). Algunos principios de la química verde aplicada a una técnica de extracción del DNA. Revista del Siladin del CCH. Consciencia. 2 (5):29-39
- Corona, A.** (2012). Calidad del agua tratada por humedal artificial para su uso en el cultivo del ajolote *Ambystoma mexicanum* shaw (Amphibia urodela) en xochimilco D.F. repositorio Serv. Soci. Universidad Autónoma Metropolitana. 8-9
- Cruz, I., Otero, J. Sámano, C.G.** (2020). *Ambystoma mexicanum*, un extraordinario modelo animal para estudiar la capacidad regenerativa. Rev. fesahancocal. 6(2): 13-19
- Espinosa, O.** (2019). Mantenimiento en cautiverio de *Ambystoma mexicanum* con dietas enriquecidas con selenio. Repositorio Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. 1-11
- Flores, A.** (2020). Programas de conservación de *Ambystoma mexicanum* (caudata: ambystomatidae) en el Lago de Xochimilco. Repositorio. Esc. Nac. Cienc. Biología. IPN. 7-16 Disponible en: <https://scholar.google.es/scholar?q=related:>
- Food and Agriculture Organization.** (2010). Métodos de conservación. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. 485-486
- Hernández, J.A., et al.** (2020). Plan de Acción para la Conservación del Ajolote de Alchichica (*Ambystoma taylori*). Un producto del programa de becas EDGE of Existence, Zoological Society of London.
- IUCN.** (2006). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la IUCN: sobre el *Ambystoma mexicanum*. Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN.

- IUCN. (2020).** Categorías y Criterios de la Lista Roja de la IUCN: sobre el *Ambystoma mexicanum*. Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/>
- López, R.B. (2019).** Manejo en cautiverio de la alimentación del ajolote *Ambystoma mexicanum* con la dieta enriquecida con metionina. Repositorio Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. 2-18
- Mena, H., Servín, E. (2014).** Manual básico para el cuidado en cautiverio del ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*), Universidad Nacional Autónoma de México. 4-34
- Mena, H., Montes, K. (2014).** Manual de procedimientos para el manejo y mantenimiento de la colonia de axolotes del laboratorio de restauración ecológica. Universidad Nacional Autónoma de México. 4-65
- Molina, A. (2010).** El ajolote de Xochimilco. Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México. 54-59
- Mckeon, A. (2021).** Effects of the temperature acclimation and diet on energetics and behavior of the mexican Axolotl (*Ambystoma mexicanum*). Repository. Department of biological sciences Oakland University.
- Narchi, N., Canabal, B. (2016).** Percepciones de la degradación ambiental entre vecinos y chinamperos del Lago de Xochimilco, México. Sociedad y Ambiente, (12), 5-29.
- Prosser, C. L. (1991).** Environmental and metabolic animal physiology. Wiley-liss (4ta ed.).
- Rodríguez, M. A., Caudata, O. (2017)** Formato Adaptado de AARK “Ex Situ Management Guidelines” por el Grupo de anfibios del Comité de Conservación de la ALPZA.
- Romero Amador, L. (2021).** Ajolotes, especies endémicas mexicanas en peligro de extinción. *Biología Y Sociedad*, 4(7):10–19. Disponible en: <https://doi.org/10.29105/bys4.7-16>
- Salguero, A. L. (2019).** Reproducción de *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* en condiciones de cautiverio. Repositorio Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad xochimilco. Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26145>
- SEMARNAT, (2018).** Programa de Acción para la Conservación de las Especies *Ambystoma* spp, SEMARNAT/CONANP, México.1: 1-20

- Servin, E.** (2011). Manual para el mantenimiento en cautiverio y medicina veterinaria aplicada al ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) en el Zoológico de Chapultepec. Tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. 25-100
- Tobón, A., Arellano, G. E., Vásques Jiménez, O.** (2021). *Ambystoma mexicanum*, la importancia de esta especie en la medicina regenerativa y estrategias para su conservación. Revista *BUAP*. 7(21):1-16. Disponible en: <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/627>
- Vázquez S., et al.** (2016). Alternativa para la reducción de enterobacterias en el alimento (tubifex) del ajolote (*Ambystoma mexicanum*) con la aplicación de un probiótico. Repositorio Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. 1-16
- Vidal, M.** (2018). Genoma del ajolote ¿Y su conservación en Xochimilco? Rev. Electrónica. Ciencia UNAM. Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/leer/706/genoma-del-ajolote-y-su-conservacion>
- Zambrano, L., Vega, E., Herrera, L.G., Prado, E. y Reynoso, V.H.** (2007). A population matrix model and population viability analysis to predict the fate of endangered species in highly managed water systems. *Animal Conservation* 10: 297-303.
- Zambrano González, L.** (2019). Conservación y reactivación de la zona chinampera de Xochimilco (Segunda fase). Restauración Ecológica. Disponible en: <https://reunam.wixsite.com/reunam/proyectos-xochimilco>
- Zapata, M.C. y Solís, L.G.** (2013) Axolotl: el auténtico monstruo del lago de Xochimilco. Rev. Kuxulkab. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 19(36): 1-12