



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DEL HOMBRE Y SU AMBIENTE

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL POR ACTIVIDADES VINCULADAS CON LA
PROFESIÓN**

PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**“CUIDADO Y MANEJO DE ANFIBIOS BAJO CUIDADO PROFESIONAL:
CONSERVACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO *AMBYSTOMA* EN ANFIBIUM: MUSEO
DEL AXOLOTE Y CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ANFIBIOS”**

QUE PRESENTA LA ALUMNA:

BRENDA ESMERALDA VENTURA MORALES

MATRÍCULA: 2192037097

ASESOR INTERNO:

M. SIG. GILBERTO SVEN BINNQÜIST CERVANTES

PROFESOR-INVESTIGADOR DEL DEPARTAMENTO DEL HOMBRE Y SU AMBIENTE

NÚMERO ECONÓMICO: 20032

ASESOR EXTERNO:

M. C. PATRICIA RAMOS RAMOS

SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN Y CONSERVACIÓN

NO. CÉDULA PROFESIONAL: 2032228

RESUMEN

Los anfibios del género *Ambystoma*, constituyen un grupo de gran importancia ecológica, científica y cultural en México. Se caracterizan por su piel permeable y su sensibilidad a los cambios ambientales, lo que los convierte en bioindicadores clave de la calidad de los ecosistemas acuáticos. En el país existe una alta diversidad de estas especies, muchas de ellas endémicas y con distribución restringida, lo que incrementa su vulnerabilidad ante diversas amenazas. Entre los principales factores que afectan a sus poblaciones se encuentran la degradación de los humedales, la contaminación, la fragmentación del hábitat, la sobreexplotación de recursos y la introducción de especies exóticas invasoras.

En este contexto, los centros de conservación de vida silvestre desempeñan un papel fundamental en la protección, investigación y educación ambiental. Mi servicio social realizado en el ANFIBIUM: Museo del Axolote y Centro de Conservación de Anfibios me permitió participar en el manejo de diversos ejemplares, contribuyendo al bienestar y conservación de diversas especies. Entre las actividades desarrolladas se destacan la limpieza y mantenimiento de acuarios y terrarios, la preparación y suministro de alimento vivo, el monitoreo constante del estado de salud de los organismos, así como la identificación y tratamiento de enfermedades comunes, como infecciones micóticas y parasitarias. También se participó en procesos reproductivos, incluyendo la observación de la ovoposición, eclosión y manejo de larvas, lo que permite comprender la importancia de un manejo adecuado para asegurar el desarrollo de las crías.

Una parte fundamental de mi servicio social fue la participación en actividades de educación ambiental, donde se interactúa directamente con los visitantes del museo. A través de pláticas, dinámicas y resolución de dudas, se promueve la importancia de la conservación de los anfibios y sus ecosistemas.

Esta experiencia permite integrar conocimientos teóricos adquiridos durante mi formación académica con su aplicación en un entorno práctico, fortaleciendo habilidades como el trabajo en equipo, la responsabilidad, la observación crítica y la comunicación científica. Asimismo, facilitó una comprensión más amplia del papel de los centros de conservación como espacios clave para la investigación, la educación y la preservación de la biodiversidad.

En conclusión, mi servicio social representó una experiencia formativa significativa que contribuirá a mi desarrollo académico, profesional y personal. Además, puso en evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de educación ambiental y participación social, ya que la conservación de la vida silvestre depende en gran medida del compromiso colectivo. El trabajo realizado reafirma la importancia de continuar impulsando acciones integrales que promuevan la protección de los anfibios y sus hábitats, garantizando así la permanencia de estas especies en el futuro.

Palabras clave: *Ambystoma*, conservación, manejo, bienestar, educación ambiental.

1. INTRODUCCIÓN	1
2. LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL.....	3
3. MARCO INSTITUCIONAL	3
4. OBJETIVOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	4
5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	4
6. DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS CON EL PLAN DE ESTUDIOS.....	8
7. RENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
8. ANEXOS.....	12
9. VISTO BUENO DE LOS ASESORES.....	15

1. INTRODUCCIÓN

Los anfibios modernos como los ajolotes, salamandras, ranas, sapos y cecilidos son un grupo de vertebrados con piel lisa, sin escamas, pelo o plumas, poseen en su epidermis glándulas mucosas que humectan su piel y vasos sanguíneos que funcionan para respirar. Su reproducción se basa en la fecundación externa y la ovoposición en ambientes húmedos. (Escobedo-Galván et al. 2011; Parra-Olea et al. 2014). Actualmente en México se han descrito más de 1,200 especies de anfibios y reptiles, representan el 9.8% de la herpetofauna mundial, más de la mitad de estos taxones de anfibios presentan un alto grado de endemismo (Ochoa, 2006; Parra-Olea et al. 2014).

El género *Ambystoma* está constituido por 33 especies de ajolotes. En México habitan 17, de las cuales, 16 de ellas son micro endémicas y 15 se encuentran bajo una categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se distribuyen en el noroeste y centro del país, habitando en pequeñas presas, lagos y arroyos de alta montaña lo que propicia que las poblaciones sean pequeñas, aisladas y fragmentadas, por ello, más vulnerables (SEMARNAT, 2018; Heredia-Bobadilla et al. 2021).

Los humedales son ecosistemas amenazados en la actualidad. Presentan un alto nivel de degradación debido a factores antropogénicos como el cambio de uso del suelo, la acuicultura, la expansión agrícola, la deforestación, los asentamientos humanos, la contaminación por descarga de nutrientes que genera la eutrofización, también, la fragmentación del paisaje que conlleva a la disminución de la diversidad, el intercambio de especies y nutrientes (SEMARNAT, 2018; Corrales, 2025). Estos factores afectan directamente a las poblaciones de ajolotes, algunas especies se distribuyen en lugares áridos donde la escasez de recursos hídricos limita el movimiento de las poblaciones de ajolotes en los ríos y arroyos (Andreu et al. 2003). Otra amenaza es el desplazamiento por especies exóticas e invasoras como la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) que, por prácticas inadecuadas en su producción acuícola, propició la exclusión competitiva y la depredación de algunas especies como el ajolote de montaña (*Ambystoma altamirani*) y el ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) (Zambrano et al. 2010; SEMARNAT, 2018). Otros impulsores de cambio son la presencia de actividad ganadera que modifica la estructura de hábitat al eliminar vegetación nativa y compactando el suelo, la contaminación de la red hidrológica por el uso de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura, y la

comercialización ilegal y consumo ornamental de algunas especies de ajolotes (Romero, 2021).

Estos anfibios cumplen funciones ecológicas relevantes, aportan equilibrio al medio ambiente e incluso son considerados especies clave por ser sensibles a cambios importantes en su entorno, son importantes bioindicadores de contaminantes disueltos en el agua por la sensibilidad de su piel, así como su función en la cadena trófica; de detritívoros hasta predadores y como controladores biológicos de insectos transmisores de enfermedades a poblaciones humanas (Bosch, 2003). Además, el ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) es considerado una especie bandera por ser representativa de la Ciudad de México y es utilizada como herramienta para generar un impacto positivo a la población y crear conciencia sobre la importancia de su conservación (Catalá 2011; Heredia-Bobadilla et al. 2021). Sin embargo, el aporte más relevante es su capacidad de regeneración de tejidos, órganos y estructuras complejas, este fenómeno implica un aporte importante para la medicina regenerativa y la comprensión de la evolución, por su complejo proceso biológico de la interacción de sistemas celulares y moleculares, entender este proceso podría tener aplicaciones médicas para la regeneración de extremidades amputadas en humanos (Tobón et al. 2021; Álvarez-Sánchez et al. 2023).

Esta situación enfatiza la necesidad de generar alternativas de conservación de los ecosistemas, así como de la vida silvestre, definiendo a esta como todos los individuos de las especies del reino animal, vertebrados e invertebrados, acuáticos o terrestres que viven y se desarrollan en libertad y representan importancia para el ser humano (Contreras-Hernández et al. 2021). El manejo de la vida silvestre consiste en realizar acciones para obtener beneficios ecológicos, socioculturales o económicos, lo que implica equilibrar la rentabilidad humana con la conservación de la diversidad. Debe tener como prioridad el aseguramiento del bienestar de las especies, este concepto puede definirse como un estado en el que el animal, como individuo, está capacitado para enfrentarse con su ambiente de crianza o producción, es decir, que puede adaptarse a las condiciones en las que vive sin sufrir innecesariamente (Martin, 2016; Hernández-Silva et al. 2018). Existen dos categorías básicas de manejo, el extensivo (*in situ*) a través de técnicas de conservación biológica en su ecosistema nativo mediante el monitoreo poblaciones y reproducción de las especies con fines de aprovechamiento, protección y restauración del hábitat (Lascuráin, 2009; Moloney et al. 2023). El intensivo (*ex situ*) en confinamiento bajo cuidado profesional promueve la reproducción de especies mediante manipulación directa

y manejo zootécnico en condiciones rigurosas, a través de objetivos como la investigación, conservación y exhibición (CONAFOR, 2009). Esta estrategia de conservación es fundamental para realizar estudios sobre los aspectos de la biología y la conducta de las especies, ayuda al mantenimiento a largo plazo de material biológico y la investigación. Cada una de estas prácticas deben realizarse de manera controlada, con objetivos claros y adaptarse a la legislación pertinente (Lascuráin, 2009; Hernández-Silva et al. 2018).

Actualmente, los centros de conservación de la vida silvestre (zoológicos modernos) se rigen bajo los principales objetivos de conservación, educación, investigación y recreación, tienen el potencial suficiente para evidenciar los beneficios de su creación ante las diferentes sociedades, utilizando a estas como promotores de un cambio positivo en el comportamiento humano a través de experiencias entretenidas y estimulantes (Greenwell et al. 2023).

El Centro de Conservación de la Vida Silvestre de Chapultepec “Alfonso L. Herrera” de la Ciudad de México exhibe fauna silvestre desde 1924 con fines lúdicos y educativos, en enero de 2023, se inauguró “ANFIBIUM: Museo del Axolote y Centro de Conservación de Anfibios” como parte del proyecto Chapultepec: Naturaleza y Cultura, a través de la Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre. Su principal objetivo es la protección y el estudio de especies de ajolote, además de reafirmar su compromiso con la conservación de los anfibios. En este espacio, la población puede conocer seis de las especies que habitan en México. Uno de sus propósitos más importantes es sensibilizar sobre la importancia de conservar tanto las especies como a los humedales (SEDEMA, 2024).

2. LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL

ANFIBIUM: Museo del Axolote y Centro de Conservación de Anfibios, Av. Chivatito s/n Primera Sección del Bosque de Chapultepec, Col. San Miguel Hidalgo Chapultepec, Alcaldía Miguel Hidalgo. C. P. 11580, Ciudad de México, CDMX.

3. MARCO INSTITUCIONAL

Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Administración y Finanzas, Subdirección de Administración de Capital Humano. Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Vida Silvestre.

Misión: Brindar a la población de nuestra ciudad y a sus visitantes, la oportunidad de observar y admirar la riqueza natural de la fauna y flora de las especies nativas de México y de otras regiones del mundo. Fomentar actividades de recreación y educación para favorecer la integración social, familiar e intergeneracional además de consolidar en sus visitantes la cultura del cuidado y la protección ecológica, fomentando actividades de manejo e investigación de especies silvestres para propiciar la salud y el bienestar de los animales de la colección y a través de estas actividades poder contribuir en la conservación de la biodiversidad.

Visión: Consolidarse como un centro ambiental y de conservación de flora y fauna silvestres a nivel internacional que permita continuar cumpliendo con los objetivos de los zoológicos, los que a través de la recreación, esparcimiento y educación fomentan en sus visitantes la cultura de cuidado y protección ecológica, además de contribuir en la investigación y la conservación de las especies, sobre todo de aquellas en peligro de extinción. Esto permitirá que la Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México constituya un órgano de consulta para los sectores público, social, privado, académico y de investigación nacionales y extranjeros.

4. OBJETIVOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

OBJETIVO GENERAL

- Manejo de ejemplares bajo cuidado profesional del género *Ambystoma*.

OBJETIVOS PARTICULARES

- A) Realizar cuidados adecuados para el correcto crecimiento y desarrollo de los ajolotes.
- B) Identificar enfermedades emergentes para un tratamiento adecuado.
- C) Participar en acciones de educación y sensibilización para la conservación del género *Ambystoma*.

5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

- A) Realizar cuidados adecuados para el correcto crecimiento y desarrollo de los ajolotes.**

Se realizó la limpieza diaria de los espacios del museo, en planta baja y en los cuatro laboratorios de primer nivel donde se encuentran ejemplares de ajolote o achoque de Pátzcuaro (*Ambystoma dumerilii*), ajolote o achoque de Zacapu (*Ambystoma andersoni*),

ajolote de Toluca (*Ambystoma granulosum*), ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) y ajolote de Lerma (*Ambystoma lermaense*), se limpiaron cristales exteriores y se monitoreó el estado de salud de cada ejemplar (apariencia de la piel, ojos y branquias) antes de la apertura de puertas a los visitantes, en caso de ser necesario, se realizó el cambio de ejemplares para asegurar su alimentación y descanso adecuados (Anexos, Imagen 1). En el exterior, se llevó a cabo la limpieza de cristales de cada estanque, se proporcionó el alimento adecuado, se monitoreó la apariencia de salud de cada ejemplar y las necesidades particulares de los estanques.

Adicionalmente, en el primer laboratorio, se llevó a cabo la limpieza de los terrarios de ejemplares de rana niño (*Agalychnis dacnicolor*), rana verde (*Drophytes eximius*), rana ojos negros (*Agalychnis moreleti*) y sapo gigante (*Rhinella marina*) (Anexos, Imagen 2). También, se retiró el alimento muerto (grillos), se cambió de agua y en el caso de la salamandra de *Ambystoma velasci*, se retiraron los peces muertos, heces y residuos de plantas, después, se suministró el alimento necesario.

Los lunes se realizó la limpieza exhaustiva en conjunto con el equipo del museo, cada acuario fue tallado, así como cada uno de los componentes de la ambientación (rocas, troncos, plantas y sistema de circulación de agua) también se retiró el alimento muerto (*Tubifex* sp.), se cambiaron los peces (familia Goodeidae), se retiraron heces y plantas muertas en cada uno de los cuatro laboratorios de primer nivel y en los acuarios de exhibición de planta baja. En el exterior del museo, en donde se encuentra el humedal se efectuó el cambio total o parcial de agua de acuerdo con las necesidades de cada uno de los estanques de carpa común (*Cyprinus carpio*), tortuga japonesa (*Trachemys scripta elegans*), tortuga pecho quebrado (*Kinosternon integrum*) y tilapia o mojarra (*Oreochromis* sp.) además, se talló cada una de las paredes, cristales y troncos eliminando la proliferación de algas. Así mismo, se revisó el estado de salud de cada uno de los ejemplares para identificar posibles patologías y se proporcionó el alimento adecuado (Anexos, Imagen 3).

Cada jueves se recolectó el alimento vivo; lombriz de agua (*Tubifex* sp.), artemia (*Artemia salina*), pulga de agua (*Daphnia* sp.), peces (mexcalpiques) y grillo doméstico (*Acheta domesticus*). Posteriormente, la lombriz de agua fue lavada con agua para eliminar impurezas, pesada y almacenada para el consumo de los ejemplares de ajolotes, en el caso de los peces, se desinfectaron con azul de metileno (1 gota por litro de agua) para eliminar posibles enfermedades, la artemia se lavó, pesó y almacenó adecuadamente en una solución con sal a una concentración del 10% para el posterior consumo. La pulga de agua

se tamizó, lavó, pesó y almacenó en el laboratorio de alimento vivo para su exhibición. El grillo doméstico se almacenó con alimento (lechuga) para el posterior consumo de las ranas y el sapo. Cada uno de estos procedimientos fue supervisado por el MVZ y Biólogo a cargo del museo.

Para la reproducción de los ejemplares de ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*); se monitoreó la presencia del espermátforo, ovoposición y eclosión de los huevos (Anexos, Imagen 4). Después de la eclosión se separaron las crías en contenedores de 5L de agua cada uno con sistema de aire, esto para evitar la aglomeración y el estrés, que promueven el canibalismo de las larvas recién eclosionadas, se alimentaron con pulga de agua (*Daphnia* sp.) hasta aumentar talla y alimentarse posteriormente con lombriz de agua (*Tubifex* sp.) y algunos peces.

B) Identificar enfermedades emergentes para un tratamiento adecuado.

Se monitorearon los cambios de apariencia en la piel y branquias para detectar posibles infecciones micóticas por *Saprolegnia* sp. la manifestación de esta enfermedad afecta de manera focal la dermis y posteriormente la epidermis, el hongo crece en diferentes partes de la superficie corporal en forma de “algodón”, provoca desequilibrio de fluidos orgánicos, falla circulatoria por falta de volumen de sangre circulante, anorexia, estrés respiratorio, pérdida de peso y letargia (Vega-Ramírez et al., 2015). Posterior a la identificación de enfermedad, se trasladaron a los ejemplares al área de cuarentena para un tratamiento médico adecuado con verde de malaquita, dosis aplicada bajo supervisión del MVZ y/o Biólogo a cargo del museo, así como de la eficacia y evolución del tratamiento (Anexos, Imagen 5).

También, monitoreó de manera constante la presencia de alguna anomalía física por ectoparásitos (*Lerneae* sp.) estos presentan un cuerpo alargado con una bifurcación en la región abdominal, se adhieren a los tejidos de los ajolotes y peces (Anexos, Imagen 6). Para la eliminación de estos organismos patógenos se trasladaron a los ejemplares infectados al área de cuarentena en donde se retiraron manualmente con ayuda de pinzas quirúrgicas presionando desde la base hasta retirar el cuerpo completo, posteriormente, cada ejemplar fue devuelto a su comuna sino presentaban alguna patología adicional.

Se registró diariamente la temperatura de cada acuario en planta baja de exhibición y de las peceras de cada laboratorio para detectar algún aumento a los 18 °C, el monitoreo es

relevante para evitar problemas de salud de los ejemplares de ajolote como la proliferación de hongos (*Saprolegnia* sp.) y ectoparásitos (*Lerneae* sp.).

Además, se colaboró en la toma de muestras de agua para determinar su calidad y medir parámetros fisicoquímicos, se procesaron en laboratorio mediante un fotómetro multiparamétrico HI83303, siguiendo el manual de Hanna Instruments en donde se registró en rango bajo (LR) en mg/L de amonio (NH_4^+), cloro libre (Cl_2), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), oxígeno disuelto (O_2), fosfatos (PO_4^{3-}) y pH (Anexos, Imagen 7).

C) Participar en acciones de educación y sensibilización para la conservación del género *Ambystoma*.

Se colaboró con el equipo del museo en el desarrollo de actividades del área de contacto, donde los visitantes exploraron de manera activa la textura y sensación de la piel de estos anfibios a través de modelos de goma (Anexos, Imagen 8). Se brindaron pláticas dirigidas a todos los visitantes, se explicó la importancia de evitar tocar a los ejemplares observados durante el recorrido, se realizaron simulaciones de huevos de ajolote y, con ellas, se describió el ciclo de vida de acuerdo con las particularidades de cada especie. Se resolvieron las preguntas o dudas de los visitantes, entre las principales: ¿Cuáles especies completan su metamorfosis a salamandra?, ¿Cuántas especies habitan en México y cuáles son sus ciclos de vida? También se expuso la particularidad de los ajolotes albinos y leucísticos así como las principales amenazas que enfrentan en vida silvestre y la razón por la cual los centros de conservación representan una alternativa viable para la protección de la fauna silvestre.

CONCLUSIONES

El desinterés social hacia la protección de la vida silvestre incrementa a los factores de riesgo, pues los esfuerzos de conservación no son suficientes sin el reconocimiento y la participación de un mayor número de personas. Durante mi servicio social, observé que los visitantes muestran un genuino interés por el ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*), aunque en muchos casos desconocen la existencia de la amplia diversidad de especies que alberga el país y las particularidades de estos anfibios. Su atención se centra especialmente en los ajolotes albinos y leucísticos, sin comprender la profundidad del origen de su coloración. Aunque al finalizar la visita adquieren conocimientos sobre su alimentación, metamorfosis y características, surge la reflexión de si este aprendizaje resulta suficiente para generar un verdadero compromiso con la conservación.

Mi servicio social me permitió alcanzar los objetivos planteados en el plan de trabajo y medianamente mis objetivos personales, esta experiencia me brindó herramientas valiosas para mi desarrollo profesional y académico, la convivencia con diferentes profesionales enfatiza mi responsabilidad, compromiso y habilidad para trabajar en equipo para un mismo fin, la interacción con cada uno de los visitantes me permitió conocer las fortalezas y debilidades del conocimiento e interés que tiene la población hacia la conservación no solo de anfibios sino de la vida silvestre para que en un futuro, se puedan generar alternativas viables. Además, esta experiencia amplía mi visión sobre el funcionamiento de los centros de conservación y la importancia de la divulgación de su propósito central como parte esencial para revertir el daño ambiental.

6. DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS CON EL PLAN DE ESTUDIOS

El manejo de los recursos desde una perspectiva multidisciplinaria implica integrar diversas herramientas y enfoques para un mismo fin, en el cuarto módulo de la carrera “Biodiversidad y Recursos Naturales” obtuve el conocimiento teórico de la función de cada componente de un ecosistema así como de estrategias de conservación, el quinto módulo “Historias de Vida” fue esencial para entender la biología de las especies y desempeñar mis labores en el manejo de los ejemplares atendiendo sus necesidades particulares además, esta experiencia me brindó conocimientos de la biología y etología de cada uno de los ejemplares que estuvo bajo mi cuidado. La interacción con los visitantes puso en evidencia las fortalezas y debilidades de su conocimiento de cada especie y sobre todo de la conservación, en este sentido, los módulos “Análisis de Sistemas Ecológicos” y “Análisis y Planeación Ambiental” tienen alta relevancia en mi conocimiento y aplicación del mismo durante mi estancia en el museo, enfatiza la relevancia del factor social para los esfuerzos de conservación y de como se integran para un mismo objetivo.

7. RENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Sánchez, E., Olvera, S. I. N., y Rivera, J. P. (2023). De la biología del ajolote a la medicina regenerativa: ¿Será posible la regeneración de extremidades en humanos? *Genómicas Hoy*, 40. Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM).
- Andreu, G. C., Aviña, R. C., y Miguel, X. A. (2003). Un regalo poco conocido de México al mundo: el ajolote o axolotl (*Ambystoma*: Caudata: *Amphibia*). Con algunas notas sobre la crítica situación de sus poblaciones. *CIENCIA ergo-sum*, 10(3), 304-308.
- Bosch, J. (2003). Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. *Munibe*, 16, 56-73.
- Catalá, E. I. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31-38.
- Comisión Nacional Forestal. (2009). Manejo de vida silvestre. Manual técnico para beneficiarios.
- Contreras-Hernández, A., Gallina-Tessaro, S., Ortega-Argueta, A., Álvarez-Peredo, C., Saucedo-Castillo, E., Echavarría-Domínguez, U., y González-Zamora, A. (2021). Importancia socioambiental del manejo de la vida silvestre, Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre en Veracruz, Tabasco y Chiapas. *SEMARNAT/INECOL*.
- Corrales, C. L. (2025). ¿Estamos perdiendo los humedales más rápido de lo que podemos restaurarlos? *Revista de Ciencias Ambientales*, 59(1), 1-13.
- Escobedo-Galván, A., López-Luna, M. y Vega-Pérez, A. (2011). Anfibios y reptiles en la zona costera de México. *Ambiente, Biología, Manejo y Legislación de Ambientes Costeros Mexicanos*, 229-247.
- Greenwell, P. J., Riley, L. M., Lemos de Figueiredo, R., Brereton, J. E., Mooney, A., y Rose, P. E. (2023). El valor social del zoológico moderno: un comentario sobre cómo los zoológicos pueden impactar positivamente en las poblaciones humanas a nivel local y global. *Revista de Jardines Zoológicos y Botánicos*, 4(1), 53-69.
- Heredia-Bobadilla, R. L., y Sunny, A. (2021). Analysis of risk category of high mountain stream's mole salamanders (Caudata: *Ambystoma*). *Acta Zoológica Mexicana*, 37.

- Hernández-Silva, D. A., Pulido Silva, M. T., Zuria, I., Gallina Tessaro, S. A., y Sánchez-Rojas, G. (2018). El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. *Acta universitaria*, 28(4), 31-41.
- Lascuráin, M. (2009). Conservación de especies *ex situ*, en capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 517-544.
- Martín, G. O. (2016). Etología y comportamiento animal: principios de bienestar animal. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Tucumán, Argentina.
- Moloney, D. J., Collins, C., Holloway, P., y O'Riordan, R. (2023). The Conservationist's Toolkit: a critical review of the need for a conceptual framework of both in-situ and ex-situ conservation strategies to ensure the success of restoration ecology. *Biological Conservation*, 287, 110345.
- Ochoa, L. M. O. (2006). Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 211 p.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 460-466.
- Romero Amador, L. (2021). Ajolotes, especies endémicas mexicanas en peligro de extinción. *Biología y Sociedad*, 4(7), 10–19.
- SEDEMA. (2024). Celebra Sedema primer aniversario del 'Anfibium, Museo del Axolote y Centro de Conservación de Anfibios.' Disponible: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/celebra-sedema-primer-aniversario-del-anfibium-museo-del-axolote-y-centro-de-conservacion-de-anfibios>
- SEMARNAT. (2018). Programa de Acción para la Conservación de las Especies *Ambystoma* spp, SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018).
- Tobón, N. A. A., Arellano, G. E. C., y Jiménez, O. V. (2021). *Ambystoma mexicanum*: La importancia de esta especie en la medicina regenerativa y estrategias para su conservación. *RD-ICUAP*, 1–16.

- Vega-Ramírez, M., Moreno-Lafont, Martha y López-Santiago, Rubén. (2015). Hongos acuáticos. Presencia del género *Saprolegnia* en México. *Mecanismos de patogenicidad e interacción parásito hospedero II* (pp. 207–225).
- Zambrano, L., Valiente, E., y Vander Zanden, M. J. (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, 3061-3069.

8. ANEXOS



Imagen 1. Introducción de ejemplar de ajolote o achoque de Pátzcuaro (*Ambystoma dumerilii*) a su estanque para exhibición. (Imagen del MVZ Luis Munguía, 2025).



Imagen 3. Limpieza exhaustiva de estanque de ejemplares de carpa común (*Cyprinus carpio*) (Imagen de Brenda Morales, 2025).



Imagen 2. Ejemplar de rana ojos negros (*Agalychnis moreleti*) con grillo doméstico como alimento (*Acheta domesticus*). (Imagen del Biól. Juan Velázquez, 2025).



Imagen 4. Huevos de ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) tres días después de la ovoposición. (Imagen del Biól. André Rodríguez, 2025).



Imagen 5. Ejemplares del ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) con infección micótica por *Saprolegnia* sp. (Imagen de Brenda Morales, 2025).



Imagen 6. Ejemplar de ajolote de Zacapu (*Ambystoma andersoni*) con presencia de ectoparásito (*Lerneae* sp.). (Imagen del Biól. André Rodríguez, 2025).

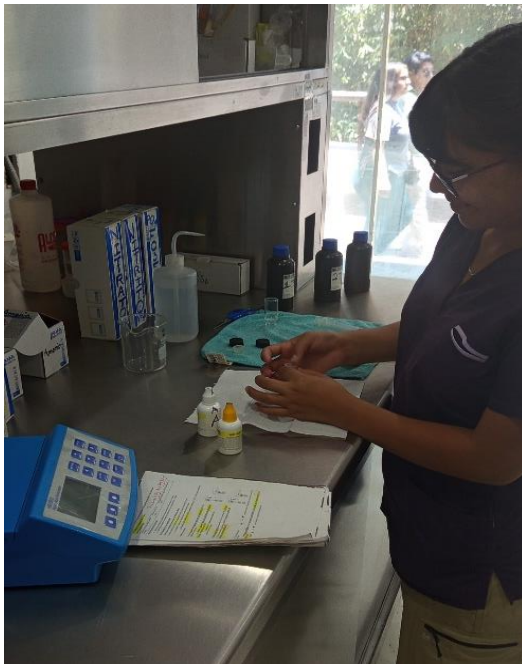


Imagen 7. Procesamiento de muestras de agua para determinar parámetros fisicoquímicos. (Imagen del Biól. Juan Velázquez, 2025).



Imagen 8. Actividad en el área de contacto. (Imagen del MVZ Luis Munguía, 2025).

AGRADECIMIENTOS

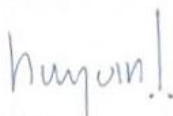
Agradezco profundamente al Maestro Gilberto por brindarme las herramientas necesarias para acceder a esta oportunidad, así como por su paciencia, orientación y asesoría durante una etapa clave de mi formación académica.

A la Bióloga Ollín, por su enseñanza, disposición y comprensión durante mi estancia en el museo, contribuyendo de manera significativa para culminar esta etapa.

Al Biólogo André y al Médico Luis, por su inagotable paciencia, su constante acompañamiento y la valiosa enseñanza compartida; pero, sobre todo, por su amistad, hicieron de esta experiencia una etapa sumamente enriquecedora y significativa en mi formación.

9. VISTO BUENO DE LOS ASESORES

ASESOR INTERNO:



M. SIG. Gilberto Sven Binnqüist Cervantes

Profesor-Investigador del Departamento del
Hombre y su Ambiente

NO. ECONÓMICO: 20032

ASESOR EXTERNO:



M. C. Patricia Ramos Ramos

Subdirectora de Educación y Conservación

NO. CÉDULA PROFESIONAL: 2032228