



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala



PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE AJOLOTE *Ambystoma mexicanum*
(Amphibia: Caudata: Ambystomatidae) PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN
PREDIO O INSTALACION DE MANEJO DE VIDA SILVESTRE (PIMVS) EN
TEPOTZOTLÁN, ESTADO DE MEXICO.

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA

Presenta:
Ana Citlali Vargas Gómez

Director de Tesis:
M. en C. Felipe Correa Sánchez

Los reyes, Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2021.





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El tiempo se siente menos si nos estamos quietos. Fue su quietud la que me hizo inclinarme fascinado la primera vez que vi a los axolotl. Oscuramente me pareció comprender su voluntad secreta, abolir el espacio y el tiempo con una inmovilidad indiferente... Los ojos de los axolotl me decían de la presencia de una vida diferente, de otra manera de mirar. Pegando mi cara al vidrio buscaba ver mejor los diminutos puntos áureos, esa entrada al mundo infinitamente lento y remoto de las criaturas rosadas...

Axolotl- Julio Cortázar

Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Resumen | 1 |
| 2. Introducción | 2 |
| 2.1 Unidades de manejo..... | 5 |
| 2.2 Criaderos de ajolotes..... | 7 |
| 3. Antecedentes | 8 |
| 4. Justificación | 10 |
| 5. Objetivos | 10 |
| 5.1 Objetivo General | 10 |
| 5.2 Objetivos particulares | 10 |
| 6. Área de estudio | 11 |
| 7. Materiales y Método | 13 |
| 8. Resultados | 16 |
| 9. Plan de manejo | 17 |
| 9.1 Información biológica de la especie | 18 |
| 9.1.1 Clasificación taxonómica | 18 |
| 9.1.2 Descripción | 18 |
| 9.1.3 Distribución | 19 |
| 9.1.4 Hábitat | 20 |
| 9.1.5 Alimentación | 20 |
| 9.1.6 Reproducción | 21 |
| 9.1.7 Longevidad | 22 |
| 9.1.8 Situación actual fuera del hábitat | 22 |
| 9.1.9 Problemática | 22 |
| 9.1.10 Utilidad e importancia | 24 |
| 9.2 Objetivo general del PIMVS..... | 25 |
| 9.2.1 Objetivos específicos | 25 |
| 9.2.2 Metas a corto, mediano y largo plazo e indicadores de éxito | 26 |
| 9.3 Descripción física y biológica del área y su infraestructura | 28 |
| 9.3.1 Suelo | 28 |
| 9.3.2 Uso de suelo | 29 |
| 9.3.4 Clima..... | 30 |
| 9.3.5 Fisiografía | 31 |

| | |
|---|----|
| 9.3.6 Hidrografía..... | 31 |
| 9.3.7 Biodiversidad..... | 32 |
| 9.3.8 Alteraciones al entorno y riesgos..... | 33 |
| 9.4 Datos del promovente..... | 34 |
| 9.5 Descripción del Predio..... | 34 |
| 9.5.1 Localización..... | 35 |
| 9.5.2 Vías de acceso..... | 35 |
| 9.5.3 Infraestructura actual del predio..... | 36 |
| 9.5.4. Recursos actuales del PIMVS..... | 39 |
| 9.5.5 Fauna de importancia identificada en el predio..... | 39 |
| 9.5.6 Instalaciones y equipo necesario para el PIMVS..... | 41 |
| 9.5.7 Personal que operara en el PIMVS..... | 43 |
| 9.5.7 Sistema de señalización..... | 43 |
| 9.6 Organismos presentes actualmente en el predio..... | 45 |
| 9.7 parámetros fisicoquímicos..... | 46 |
| 9.8 Alta de ejemplares..... | 47 |
| 9.9 Cuarentena..... | 47 |
| 9.10 Baja de ejemplares..... | 48 |
| 9.11 Necropsia..... | 48 |
| 9.12 Medidas de manejo en cautiverio de los ejemplares..... | 48 |
| 9.7.2 Ciclos biológicos de la especie..... | 48 |
| 9.7.3 Programa de reproducción..... | 49 |
| 9.7.4 Contención física..... | 50 |
| 9.7.5 Cuidados de los organismos..... | 50 |
| 9.7.6 Calendario y programa de alimentación..... | 52 |
| 9.7.6 Producción de alimento vivo..... | 53 |
| 9.7.7 Registro de parámetros para el análisis de agua..... | 54 |
| 9.7.6 Medidas de contingencia..... | 54 |
| 9.7.6 Sanidad..... | 55 |
| 9.7.7 Enfermedades..... | 56 |
| 9.7.8. Manejo de residuos..... | 63 |
| 9.8 Educación ambiental e investigación..... | 63 |
| 9.9 Calendario de actividades..... | 64 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 9.9 Medios de aprovechamiento | 65 |
| 9.9.1 Inventario | 65 |
| 10. Discusión..... | 66 |
| 11. Conclusiones..... | 75 |
| 12. Literatura citada..... | 76 |
| 13. Anexos | 86 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Diferencias entre actividades que cubren las UMA y PIMVS (Rocha-Gutiérrez y Duque-Sánchez, 2017)..... | 6 |
| Tabla 2: Algunos criaderos de Ambystoma y las actividades que realizan | 8 |
| Tabla 3: Alimentación de los jolotes en sus distintas etapas de desarrollo. | 21 |
| Tabla 4: Metas e indicadores de éxito ecológicos | 26 |
| Tabla 5: Metas e indicadores de éxito económicos | 27 |
| Tabla 6: Metas e indicadores de éxito sociales | 28 |
| Tabla 7: Uso actual del suelo en Tepotzotlán, México. | 29 |
| Tabla 8: Equipo actual disponible en el predio | 39 |
| Tabla 9: Fauna nociva y acompañante en el predio | 40 |
| Tabla 10: Personal a operar en el PIMVS | 43 |
| Tabla 11: porcentaje de organismos adultos y juveniles en el predio..... | 45 |
| Tabla 12: Promedio, longitud y proporción de ajolotes hembras y machos en el predio | 46 |
| Tabla 13: Parámetros fisicoquímicos del agua del PIMVS | 46 |
| Tabla 14: Alimentación del ajolote mexicano en el PIMVS..... | 52 |
| Tabla 15: Características fisicoquímicas para el mantenimiento de ajolote mexicano (Mena-González y Servín-Zamora, 2014) | 54 |
| Tabla 16: Enfermedades no infecciosas (Servín, 2011). | 57 |
| Tabla 17: Enfermedades infecciosas en A. mexicanum (Servín, 2011). | 59 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación de municipio de Tepetzotlán, Estado de México. Se ubica entre las latitudes 19° 38' 50" y 19° 47' 30" al norte del Ecuador y entre las longitudes 99° 11' 30" y 99° 25' 10" al oeste. Fuente: Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013. | 12 |
| Figura 2: Ejemplar de <i>Ambystoma mexicanum</i> | 17 |
| Figura 3: Distribución geográfica de <i>Ambystoma mexicanum</i> | 19 |
| Figura 4: Fotografía de Xochimilco, hábitat del ajolote (Levy, 2017) | 20 |
| Figura 5: Polígono del PIMVS en Tepetzotlán, Estado de México entre los 99° 20' 8.73" y 99° 20' 6,25" latitud Oeste y 19° 41' 32.1" y 19° 41' 30.15" latitud Norte (INEGI, 2017). | 35 |
| Figura 6: plano general de las instalaciones presentes en el PIMVS | 37 |
| Figura 7: plano del estanque 3, estructura de laterales, techos estanque y encierros .. | 38 |
| Figura 8: Fauna presente en el predio, arriba ala izquierda <i>Thamnophis eques</i> , arriba a la derecha <i>Lithobates</i> spp., abajo <i>Spea multiplicata</i> | 40 |
| Figura 9: plano general de las instalaciones futuras en el PIMVS..... | 42 |
| Figura 10: Señalamientos para el predio | 44 |
| Figura 11: Incremento en la cantidad de ajolotes en el predio en el transcurso de los años..... | 45 |

1. Resumen

Ambystoma mexicanum es un anfibio urodelo endémico de la zona lacustre de Xochimilco, ha tenido gran importancia en la cultura mexicana y en la investigación en diversas áreas. Actualmente se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de especie en peligro de extinción debido a factores que han reducido su población drásticamente, entre los cuales destaca la contaminación de su hábitat y extracción para comercializarlo con fines alimenticios, medicinales u ornamentales. El establecimiento de criaderos cerca del área de distribución de la especie ha sido una opción viable para reducir la extracción ilegal, apoyar la conservación y obtener un beneficio económico. Sin embargo, la gran mayoría de estos criaderos se encuentran ubicados en los alrededores de Xochimilco, impidiendo ampliar el mercado, su comercialización y la conservación de otras especies de *Ambystoma*. Se realizó una propuesta para el establecimiento y registro de un Predio o Instalación de Manejo de Vida Silvestre (PIMVS) que opere de acuerdo con la normatividad de la SEMARNAT para un predio ubicado en Tepotzotlán que cuenta con una colonia de *A. mexicanum*, pero no pueden realizar un aprovechamiento adecuado por los motivos antes señalados. Para la elaboración de este trabajo se realizaron visitas al predio durante un año, así como investigación documental de la normatividad, aspectos biológicos de la especie y análisis fitoquímicos del agua poder plantear una estrategia para el funcionamiento del PIMVS. Se espera que este PIMVS pueda apoyar a la conservación de otras especies de *Ambystoma* debido a la ubicación geográfica estratégica que presenta. *A. mexicanum* puede mantenerse exitosamente en el predio con el mantenimiento brindado y las condiciones fisicoquímicas del agua, esta unidad operara bajo un esquema de manejo sustentable acorde a lo planteado por SEMARNAT y destinara organismos para investigación, ornato, pie de cría y consumo gastronómico, de este modo fomentara la legalidad, educación y difusión de esta especie además de aportar los registros sobre alimentación, reproducción, sobrevivencia y tolerancia a parámetros fisicoquímicos que puedan apoyar a la investigación ecológica y la reintroducción de esta especie.

Palabras clave: *Ambystoma mexicanum*, ajolote, manejo, conservación, SEMARNAT, PIMVS.

2. Introducción

Los anfibios del género *Ambystoma* han causado gran interés desde que fueron descritos, sin embargo, la información acerca de su hábitat y su conducta resulta escasa (Ortega, 2000). Se conocen 33 especies de ajolotes en Norteamérica; 17 se encuentran distribuidos en noroeste y centro de México, de los cuales 16 son endémicos del país (Parra-Olea, 2014). De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, once de estos organismos se encuentran catalogados como bajo protección especial, tres en estado de amenaza y solo una especie, *Ambystoma mexicanum* como en peligro de extinción (SEMARNAT, 2010). En La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), el estatus de conservación de *A. mexicanum* es el peligro crítico de extinción debido a que la población silvestre se encuentra muy reducida, fragmentada y decrece rápidamente (CONABIO, 2011; Zambrano *et al.*, 2010).

Desde 1975, esta especie fue incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), de este modo se controla el comercio internacional de esta especie (CONABIO, 2011). El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede autorizarse concediendo un permiso de exportación solo si se determina que se han cumplido ciertas condiciones, en particular, que el comercio no será perjudicial para la supervivencia de la especie en el medio silvestre (CITES, 2019). La regulación de *A. mexicanum* a nivel internacional dificulta, en gran medida, el comercio de este organismo cuando se realiza por contrabando, brindando oportunidad para establecer criaderos o unidades de manejo para su legal comercialización y ayudar a la conservación de los ajolotes al no extraerlos de su hábitat (Zambrano *et al.*, 2010).

Sin embargo, las capturas tradicionales para comercializarlo como alimento, fines medicinales o como especie rara para acuario continúan siendo factores de sobreexplotación de esta especie en su ecosistema. Estos elementos junto con la perturbación, desaparición y contaminación de su ecosistema, así como la introducción de especies exóticas en su hábitat lo han llevado casi a su extinción. (Aguilar-López *et al.*, 2013; CONABIO, 2011). Los censos realizados en Xochimilco indican que de 2003 a 2004 la población de ajolotes bajo de 6 mil a mil ajolotes por km², en 2008 el número disminuyó a 100, y en 2014 solamente se encontraron 36 ajolotes por km². Se trata de cifras alarmantes y con base en un análisis de variabilidad poblacional se predice que en 20 años este organismo podrá extinguirse, si no se implementan estrategias para su conservación (Zambrano, 2018).

A. mexicanum es importante por sus usos y costumbres culturales, su demanda es muy diversa, siendo solicitados como mascotas o como objetos de estudio. (CONABIO, 2011), así mismo como especie bandera, lo que la ha posicionado en la investigación nacional y mundial debido a su regeneración de tejidos, entre otras razones (Zambrano, 2018). El interés por *A. mexicanum* y su investigación generó la aparición de diferentes granjas o criaderos de reproducción a nivel internacional y nacional. Hasta 1989 se contabilizaban 24 criaderos en Canadá, Holanda, Japón, Corea del Sur, Francia, Unión Soviética, Suiza, Estados Unidos, Suecia, e Inglaterra. En la Ciudad de México, existen cuando menos dos criaderos de reproducción de esta especie en la FES Iztacala de la UNAM y en la UAM Xochimilco. Estas y otros criaderos son las proveedoras de parte del mercado nacional e internacional (Zambrano *et al.*, 2010).

Hasta 1997 se creó el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA). Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) son espacios de promoción de esquemas alternativos de producción compatibles con la conservación de la vida silvestre (Biodiversidad, 2018). Las UMA se encargan del seguimiento permanente del estado del hábitat de las especies o poblaciones que ahí se distribuyen y de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) se pueden categorizar como manejo extensivo (en vida libre) o manejo intensivo (confinamiento o encierro) (CONAFOR, 2009).

El manejo extensivo emplea técnicas de conservación y manejo del hábitat, monitoreo de poblaciones y reproducción de especies de interés con fines de aprovechamiento, para conservar especies con valor de uso y al mismo tiempo comunidades y ecosistemas a los que se encuentran asociadas, de este modo se mantiene la riqueza genética de las comunidades y ecosistemas. El manejo intensivo promueve la reproducción de especies mediante manejo directo bajo estricto confinamiento o encierro. Estos lugares apoyan la conservación, investigación, educación ambiental, exhibición y comercialización; son alternativas para la reproducción de especies amenazadas que producen ejemplares, productos o subproductos comerciales de vida silvestre, entre ellos se incluyen aviarios, herpetarios, bioterios y viveros, entre otros (CONAFOR, 2009).

Hasta noviembre de 2008, se tenían registradas, 8 mil 859 UMA de diversas especies animales y vegetales, lo que representa una extensión de 30.9 millones de hectáreas (es decir, alrededor del 15.7% de la extensión terrestre nacional). Las UMA se han establecido predominantemente en el norte del país, siendo, en orden decreciente, Sonora, Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila, Chihuahua y Baja California. Entre los PIMVS destacan los criaderos intensivos, zoológicos,

viveros, jardines botánicos, circos, espectáculos fijos y espectáculos ambulantes. Hasta noviembre de 2008, se registraron un total de mil 965 PIMVS, de los cuales la mayor proporción correspondió a criaderos intensivos (57.6%), viveros (21%) y circos (6.5%) (SEMARNAT, 2009).

De acuerdo con el manual de la CONAFOR en 2009, existen tres tipos de aprovechamiento de vida silvestre; extractivo, no extractivo y mixto. El aprovechamiento extractivo es la utilización de ejemplares mediante la caza directa, captura o colecta de ejemplares o derivados del organismo de vida silvestre, Este tipo de aprovechamiento es posible cuando se desarrollan las condiciones de sostenibilidad sin afectar la población. La cacería deportiva, cría de animales para mascotas, animales de ornato, alimento, insumos para la industria y artesanía, exhibición y colecta científica son algunos ejemplos de este tipo de aprovechamiento. El aprovechamiento no extractivo sucede cuando las actividades realizadas con la fauna no implican la eliminación de animales o extraer sus partes o derivados como el ecoturismo, la investigación, educación ambiental o el cine. Por último, el aprovechamiento mixto, combina ambas actividades.

Aparte de las UMA, también existen los PIMVS (Predio o Instalación de Manejo de vida Silvestre), estos hacen referencia a instalaciones que manejan organismos de vida silvestre en cautiverio o confinamiento fuera de la distribución o del hábitat natural de la especie (SEMARNAT, 2016). Los PIMVS resultan de gran importancia para la conservación de *A. mexicanum*, ya que el efecto directo de la recuperación de esta especie está en los sobrevivientes que puedan obtenerse en cautiverio o la cría de organismos viables para el medio natural en criaderos (CONABIO, 2011; Zambrano *et al.*, 2003). Debemos considerar que el declive de las poblaciones de ajolote en condiciones naturales se ha dado de modo rápido y la reintroducción de organismos criados en cautiverio no se considera sana ni para el animal, ni para el ecosistema, por la poca adaptabilidad de estos (Mena-González y Servín-Zamora, 2014).

Actualmente Xochimilco, el hábitat natural de *A. mexicanum* depende del agua que llega de la planta de tratamiento del Cerro de la Estrella, que llena los canales de manera artificial, ya que no existen los manantiales de agua que alimentaban naturalmente a los canales. El agua disponible para los ajolotes es de mala calidad en esta zona, lo que, junto con el deterioro general del hábitat y la influencia de las cercanas poblaciones humanas, representa un grave problema para este anfibio, el cual prefiere zonas sombreadas y tranquilas para establecerse y reproducirse (Aguilar y Aguilar, 2019). Debido a esto, los PIMVS pueden ser una alternativa viable para la conservación de la especie, si se establecen en zonas con poca degradación ambiental.

2.1 Unidades de manejo

Desde la publicación de la Ley General de Vida Silvestre, la gestión de recursos no cinegéticos de vida silvestre se transformó y el manejo y aprovechamiento de dichos recursos se convirtió en una obligación (Rocha-Gutiérrez y Duque-Sánchez, 2017). De acuerdo a la LGVS el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable y los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados mediante el establecimiento de una unidad de manejo (LGVS, 2010).

El manejo puede dividirse en intensivo (UMA de manejo intensivo) cuando el manejo se realiza directamente en el ejemplar en confinamiento y manejo en vida libre o extensivo, cuando se maneja una especie dentro del ecosistema que ocupa (UMA en vida libre). En cambio, el aprovechamiento puede ser de tipo extractivo, no extractivo o mixto, el primero se refiere a la utilización de flora o fauna en partes o derivados mediante la colecta, captura o caza que pueden causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres. Las no extractivas se refieren a actividades relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural y no implica remoción de ejemplares, partes o derivados como pueden ser el nado con tiburones o ballenas, avistamiento de ballenas y aves. El aprovechamiento mixto emplea actividades extractivas y no extractivas en la misma unidad de manejo (Instituto Nacional de Ecología, 1997; Rocha-Gutiérrez y Duque-Sánchez, 2017).

Las UMA (Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre) son predio o instalaciones registradas que operan con un plan de manejo aprobado y realizan actividades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, se encargan de proteger la vida silvestre, dar seguimiento permanente al estado del hábitat y sus poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen (LGVS, 2010). Las UMA son lugares donde también se realizan actividades de aprovechamiento racionales, ordenados y sustentables debido a la necesidad de contar con alternativas viables para el desarrollo socioeconómico de México, promoviendo la diversificación de actividades productivas en el sector rural mediante conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre mediante el uso racional y planificado de los recursos naturales (Instituto Nacional de Ecología, 1997).

Por otra parte, los Predios o Instalaciones que Manejan Visa Silvestre (PIMVS) son una variante de las UMA, manejan vida silvestre de manera confinada con propósitos de reproducción controlada de especies o poblaciones para su aprovechamiento con fines comerciales, pero no realizan conservación. Ejemplos de estos son criaderos intensivos, viveros, colecciones privadas, espectáculos públicos, zoológicos, jardines botánicos o similares (Rocha-Gutiérrez y Duque-Sánchez, 2017).

Ambos funcionan como centros de pies de cría, bancos de germoplasma, alternativas de conservación y reproducción de especies en alguna categoría de riesgo, labores de educación ambiental, investigación con fines cinegéticos y como unidades de producción de ejemplares, partes y derivados de especies de vida silvestre que pueden ser incorporados al mercado legal para su comercialización (RLGVS, 2006). Sin embargo, como se muestra en la tabla 1, los PIMVS no realizan estrictamente actividades de conservación, rehabilitación, reintroducción y repoblación.

Tabla 1: Diferencias entre actividades que cubren las UMA y PIMVS (Rocha-Gutiérrez y Duque-Sánchez, 2017).

| Variable | UMA | PIMVS |
|------------------------------------|------------|--------------|
| Aprovechamiento sustentable | ● | ● |
| Conservación | ● | - |
| Educación ambiental | ● | ● |
| Exhibición | ● | ● |
| Investigación | ● | ● |
| Mantenimiento | ● | ● |
| Protección | ● | ● |
| Recreación | ● | ● |
| Recuperación | ● | ● |
| Rehabilitación | ● | - |
| Reintroducción | ● | - |
| Repoblación | ● | - |
| Reproducción | ● | ● |
| Rescate | ● | ● |
| Resguardo | ● | ● |
| Restauración | ● | - |

2.2 Criaderos de ajolotes

Existen diversos criaderos de ajolotes, cada uno de ellos opera de manera distinta y tiene distintas finalidades para la conservación o comercialización, entre los principales encontramos los siguientes:

El Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC) dependiente de la UAM- Xochimilco, opera desde 1994 y es una UMA dedicada a la producción de *Ambystoma mexicanum* con fines de conservación y liberación en zonas controladas. Es considerado el único espacio de producción masiva de ajolote mexicano generando hasta 5, 000 ajolotes al año mediante tecnología especializada. También apoya la investigación recibiendo jóvenes dedicados al estudio del ajolote de distintas universidades (UAM, 2016).

El ajolotario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala forma parte del Laboratorio de Herpetología “Vivario” de la misma institución. La colonia inició con 10 ajolotes donados de Xochimilco en 1998 que se han reproducido con éxito, actualmente se mantiene un proyecto de la reproducción en cautiverio de *Ambystoma mexicanum* con la finalidad de generar investigación, difusión y divulgación científica (Estrada, 2015).

En un convento de Pátzcuaro, Michoacán, México existe una colonia *Ambystoma dumerilli* denominados como achoques, los cuales se encuentran catalogados como sujetos a protección especial. Esta colonia se estableció y consolidó como UMA hace 18 años aprox. debido a la disminución de estos anfibios en el lago de Pátzcuaro, las monjas del convento obtenían jarabe de los ajolotes obtenidos de vida libre, ante la disminución decidieron fundar la colonia y de este modo continúan produciendo y vendiendo jarabe de achoque (Geoffrey, 2018).

Actualmente existen diversas UMA o PIMVS que realizan comercialización del género *Ambystoma* con el fin de sostener la demanda de los organismos. A continuación, se enlistan algunos de los criaderos con las actividades que realizan.

Tabla 2: Algunos criaderos de *Ambystoma* y las actividades que realizan

| Nombre | Año | Ubicación | SUMA | Actividades |
|-----------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--|
| CIBAC-UAM | 1994 | Xochimilco, CDMX | UMA | Conservación, investigación y liberación Producción masiva |
| FESI | 1998 | Edo. de México | | investigación, difusión y divulgación científica |
| Ambystomania | 2006 | CDMX | PIMVS | reproducción en cautiverio y venta de ajolotes provenientes de UMAS y PIMVS |
| Casa del ajolote | 2014 | Chignahuapan, Puebla | UMA | Museo de educación ambiental y conservación en sierra Norte. <i>Ambystoma dumerili</i> , <i>A. mexicanum</i> , <i>A. velasci</i> y <i>A. andersoni</i> |
| Umbral Axochiatl Xochimilco | 1996 | Xochimilco, CDMX | Estación biológica del ajolote | conservación, restauración y rescate de la zona lacustre Reproducción, mantenimiento y conservación de <i>A. mexicanum</i> |
| Petmmal | | Cuautitlán, Edo. de México | Criadero intensivo | Comercialización |
| Gram ajolote | | | PIMVS | Comercialización |
| Nuestra Señora de la Salud | 2000 | Pátzcuaro, Michoacán | UMA | Jarabe de <i>Ambystoma dumerili</i> |

3. Antecedentes

Se han elaborado varios trabajos de diseño de UMA, como el de Ahedo en 2019, quien planteo un diseño y creación de una UMA intensiva de axolote mexicano con el fin de reproducir organismos para hacer intercambio con otras UMA, introducción de organismos a su hábitat e intercambiar ejemplares producidos en la UMA con los silvestres para obtener variabilidad genética se la especie evitando con la reintroducción la reducción del número de organismos se la especie en el hábitat natural, hacer divulgación científica de la especie e incrementar las ventas de los ejemplares como mascota.

Medina Gómez en 2014, realizó una planeación de UMA de *Lithobates tlaloci* para El Rincón, municipio Santa Ana Jilotzingo, Estado de México, se propuso una UMA de tipo intensivo con objetivos principales de reintroducción, exhibición y comercialización para competir en el mercado con productos de rana toro y trucha, además de aportar información sobre esta especie y aportar información en materia de legislación sobre el consumo de carne de rana en granjas.

En 2014 Garduño Niño, diseño un plan de manejo para una UMA de *Mustela frenata* para el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Agro-silvo Pastoral (CEIEPASP)

perteneciente a la UNAM en el Estado de México. El aprovechamiento de esta UMA está planteado de tipo extractivo, principalmente por comercialización de ejemplares. Con el establecimiento de esta UMA se pretende impulsar la conservación de esta zona al incrementar los ingresos en el sector rural mediante la comercialización de esta especie.

Se estructuró un plan de manejo de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y conejo montes (*Sylvilagus cunicularius*) en el ejido de San José el Vidrio, Municipio de Nicolás Romero, México por Becerril Rodríguez en 2015. Esta UMA es de tipo intensivo con aprovechamiento comercial, venta de organismos con aprovechamiento cinegético, repoblamiento de áreas protegidas aledañas, exhibición de organismos adultos y crías, aprovechamiento de subproductos como piel de conejo para elaboración de productos ornamentales.

Bautista Hernández (2015), hace una propuesta de plan de manejo de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) para el establecimiento de una UMA extensiva en Tlahuapan, Puebla con el objetivo de fomentar la educación ambiental para la conservación del venado cola blanca en la región mediante la atracción turística para observar el venado cola blanca en cautiverio. Esta UMA tiene la finalidad de que la comunidad maneje los recursos silvestres, como el venado, para incentivar la protección por parte de los ejidatarios.

En la SEMARNAT se pueden encontrar algunos planes de manejo tipo, algunos de ellos son:

Plan de manejo Tipo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en Climas Templados y Tropicales de México Extensivo y Cría en Cautiverio, con la finalidad de conservar el hábitat natural, poblaciones y ejemplares bajo criterios de manejo y aprovechamiento sustentable (SEMARNAT, 2014).

Plan de manejo Tipo para aprovechamiento en vida libre de carnívoros, este plan se enfoca en el manejo de coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), gato montés (*Lynx rufus*) y puma (*Puma concolor*). Este plan de manejo tiene como objetivo conservar el hábitat natural, las poblaciones y ejemplares de vida silvestre manteniendo los procesos ecosistémicos para detener su degradación, rehabilitar el hábitat dañado de los carnívoros, entre otros (SEMARNAT, 2011).

Plan de manejo tipo para tortugas dulceacuícolas del género *Trachemys*, manejo intensivo. Este plan de manejo plantea ejecutar técnicas de manejo sobre ejemplares de este género que fortalezcan la recuperación, conservación de las poblaciones y su hábitat silvestre. (SEMARNAT, 2011a).

Plan de manejo tipo para tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) manejo intensivo, pretende realizar acciones, métodos y procesos de manejo de poblaciones de esta tortuga en su hábitat que aseguren su conservación y propicien su aprovechamiento sustentable (SEMARNAT, 2012).

4. Justificación

Ambystoma mexicanum es un anfibio endémico de México, se encuentra catalogado como en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es una especie con importancia cultural, económica, alimenticia, ecológica y en la investigación, sin embargo, la rápida disminución de esta especie en vida silvestre por diversos factores, principalmente por actividades antropogénicas la está llevando al borde de la extinción. Los criaderos registrados como UMAS ante SEMARNAT satisfacen en gran parte esta demanda al mismo tiempo que benefician a la comunidad y a la conservación del ajolote, sin embargo, las condiciones actuales no satisfacen esas necesidades, debido a que la demanda del ajolote se ha extendido a zonas en las cuales no se ubican las UMA y se opta por extraer ejemplares de género *Ambystoma* de sistemas acuíferos aledaños evitando la conservación de las especies. Debido a esto, los PIMVS resultan de suma importancia para la conservación y mantenimiento de los organismos; se pretende crear y registrar un PIMVS en el municipio de Tepetzotlán, Estado de México donde se mantienen ajolotes de esta especie en cautiverio desde hace algunos años, sin embargo, no cuentan con un plan de manejo para poder registrar debidamente el criadero como un PIMVS. El presente trabajo pretende proponer un plan de manejo adecuado a las necesidades de la granja y los ajolotes ahí presentes para lograr una producción sustentable que pueda contribuir a la comunidad y a la conservación de la especie.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

- Desarrollar una propuesta de plan de manejo para un Predio o Instalación de Manejo de vida Silvestre (PIMVS) para el aprovechamiento de *Ambystoma mexicanum* en el municipio de Tepetzotlán, Estado de México

5.2 Objetivos particulares

- Elaborar el plan de manejo presentando las bases para la operación, vigilancia, protección y manejo de la especie que se adecue a las instalaciones presentes
- Investigar los aspectos básicos de la biología y ecología de *A. mexicanum* para optimizar el esquema del manejo en el PIMVS en Tepetzotlán, Estado de México

- Determinar las metas de los individuos producidos en el PIMVS
- Promover la protección al ambiente y fauna silvestre mediante educación ambiental en el PIMVS

6. Área de estudio

El municipio de Tepetzotlán se ubica a 42.5 Km. de la Ciudad de México, sobre la autopista México-Querétaro hacia el noreste del Valle Cuautitlán -Texcoco (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013). El municipio de Tepetzotlán tiene una extensión de 208.83 km²se localiza en la parte Norte del Estado de México; Colinda al Norte con los municipios de Villa del Carbón, Huehuetoca, Coyotepec y Teoloyucan, además de Tepeji del Río en el Estado de Hidalgo; al este con los municipios de Teoloyucan y Cuautitlán Izcalli; al sur con Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero; al oeste con Nicolás Romero y Villa del Carbón. El municipio presenta distintos registros de altitud que van de 2 200 a 3 000 msnm. Se encuentra dentro de la provincia Eje Neovolcánico en la subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2016).

El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (56.59%), puede presentarse como templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (22.33%) o templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (21.08%), en todos se suelen presentar nevadas en invierno. La temperatura oscila entre 15 y 16°C con una precipitación de 600 a 1 200 mm. El tipo de roca predominante es Ígnea extrusiva, el material es volcanoclástico en mayor parte (41.66%), andesita (28.85%), brecha volcánica intermedia (13.52%) y brecha volcánica básica (0.36%) Suelo: aluvial (1.25%), (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2016).

Se encuentra dentro de la región hidrológica Panuco en la cuenca del Río Moctezuma, los recursos hidrológicos más importantes es la presa la Concepción con capacidad de 12, 500, 000 metros cúbicos (de la cual se deriva el Río Hondo de Tepetzotlán y la Zanja Real), la cadena de manantiales del Gavillero, Río Lanzarote y pequeñas presas. La vegetación predominante es pastizal, también presenta bosques y matorrales. Parte del territorio es empleado para la agricultura de riego, temporal pastizal inducido, bosque y zona urbana (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2016; INEGI, 2009).

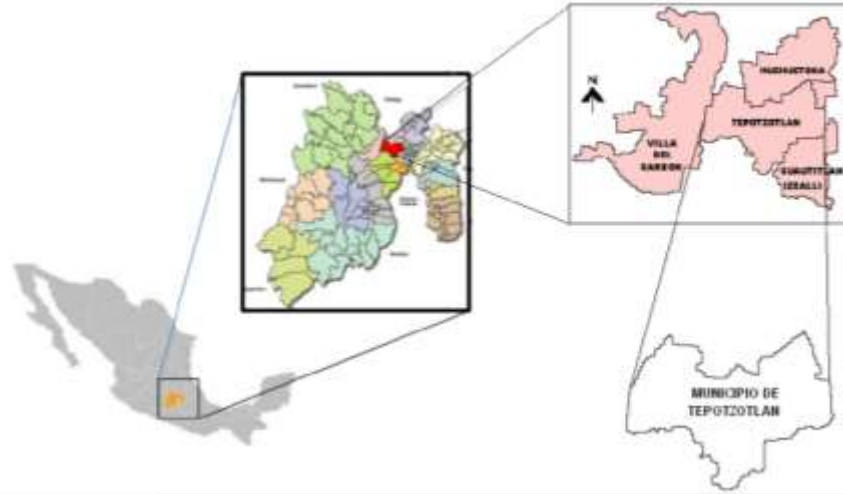


Figura 1. Ubicación de municipio de Tepetzotlán, Estado de México. Se ubica entre las latitudes $19^{\circ} 38' 50''$ y $19^{\circ} 47' 30''$ al norte del Ecuador y entre las longitudes $99^{\circ} 11' 30''$ y $99^{\circ} 25' 10''$ al oeste. Fuente: Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013.

7. Materiales y Método

El predio destinado a ser consolidado como un PIMVS de *A. mexicanum* se localiza en el Pueblo de Cañadas de Cisneros, al Oeste del municipio de Tepotzotlán y presenta colindancia con el municipio de Nicolás Romero al Sur. El Plan de Manejo en este predio es de gran importancia debido a que el predio actualmente cuenta con una colonia de organismos de *A. mexicanum* cuyos ajolotes fundadores fueron obtenidos del PIMVS Ambystomania en el 2015 y se reprodujeron incrementando el número de organismos.

El establecimiento de una UMA o un PIMVS, requiere un “Plan de Manejo”, el cual es elaborado por un responsable técnico acreditado ante SEMARNAT que puede ser un profesionista Biólogo, Veterinario, Agrónomo o de ciencias afines a esta (SEMARNAT, 2009). El desarrollo del proyecto consistió en revisar la normatividad oficial del Plan de Manejo de los PIMVS de la SEMARNAT para cumplir los requisitos. De acuerdo a la SEMARNAT en 2016a, para el registro de PIMVS se requiere llenar el formato de Conservación de la Vida Silvestre Fuera de su Hábitat Natural, documento que ampare la legal procedencia de los ejemplares, escrito libre plan de manejo que contenga los elementos descritos en el artículo 78 Bis de la Ley General de Vida Silvestre y 131 de su Reglamento; y el inventario de ejemplares de especies silvestres que se manejen, en el cual se indicará el nombre común y científico de la especie, su descripción, el sexo, el tipo y número de marca, así como lo siguiente:

- a) La ubicación de predios o instalaciones y colecciones privadas.
- b) La información prevista en el artículo 42 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre cuando se trate de predios o instalaciones y colecciones privadas que manejen ejemplares y poblaciones de especies exóticas.
- c) Sólo cuando se trate de PIMVS, los objetivos generales y específicos del plan de manejo y las actividades de educación ambiental e investigación que, en su caso, se pretenda realizar

El artículo 78 Bis de la Ley General de Vida Silvestre en 2011, se plantea que el plan de manejo debe contener al menos lo siguiente:

- a) Especies, número de ejemplares e información biológica de cada una de ellas;
- b) Tipo de confinamiento por especie y número de ejemplares;
- c) La descripción física y biológica del área y su infraestructura, y sus medidas de manejo por especie y número de ejemplares;

- d) Dieta a proporcionar a cada ejemplar de acuerdo con su especie;
- e) Cuidados clínicos y de salud animal;
- f) Medio de transporte para movilización;
- g) Medidas de mantenimiento, seguridad e higiene;
- h) Aspectos de educación ambiental, de conservación y reproducción de las especies, con especial atención en aquellas que estén en alguna categoría de riesgo;
- i) Medidas para garantizar el trato digno y respetuoso durante su confinamiento, manejo, traslado, exhibición, adaptación a un nuevo espacio y entrenamiento responsable, entre otros;
- j) Calendario de actividades;
- k) Las medidas de seguridad civil y contingencia;
- l) Los mecanismos de vigilancia;
- m) Los métodos de contención a utilizar en caso de alguna emergencia o contingencia;
- n) El tipo de marcaje de los ejemplares por especie, y
- o) Aquellas establecidas en el reglamento y demás disposiciones que resulten aplicables.

Aunque el plan de manejo es libre para los PIMVS, se siguieron los puntos anteriormente mencionados y los establecidos en el Formato para la elaboración del plan de manejo para unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) sujeta a manejo intensivo y del mismo modo, éste será renovado cuando sea necesario, añadiendo la información necesaria sobre adecuaciones en el PIMVS o manejo de especies nuevas y su información cuando sea el caso (SEMARNAT, 2015).

Posteriormente, se realizó una revisión de información bibliográfica acerca de la especie (requerimientos nutricionales, hábitat, alimentación, reproducción, enfermedades, manejo, características del agua, traslado, marcaje, etc.) e información bibliográfica y cartográfica acerca del predio en el municipio (clima, suelo, uso de suelo, hidrología, biodiversidad).

Se realizaron visitas mensuales al predio en Tepotzotlán, Estado de México durante 1 año (septiembre 2018 a septiembre 2019), para conocer el predio y las instalaciones actuales para apoyar la realización de la propuesta del plan de manejo. Se identificó la fauna nociva y acompañante del predio para poder adecuar el plan de manejo y la infraestructura. Se realizó un

conteo de los organismos descendientes de los fundadores legales de *A. mexicanum*, categorizándolos por sexo y estadio. Se distinguió entre adultos y juveniles por la edad; mayor a 1 año adulto, entre 1 año y 4 meses de edad se categoriza como juvenil.

Se identificó el sexo de los adultos en la época reproductiva (enero 2019) de acuerdo con el criterio establecido por Mena-González y Servín-Zamora en 2014:

- Machos: márgenes inflamados en la zona de la cloaca, cuerpo delgado y de cola más larga
- Hembra: sin desarrollo de las glándulas cloacales, cola menos larga y tendencia a cuerpo robusto

Para medir los organismos, se empleó un contenedor de plástico de 30cm de largo, 20 cm de ancho y 15 cm de alto con una hoja milimétrica pegada en el fondo por la parte exterior. Se procedió a tomar una foto para poder medir la longitud exacta de los organismos. Los organismos se pesaron empleando una balanza electrónica METALTEX QUALITY STANDAR.

Se llevo a cabo un análisis fisicoquímico del agua en noviembre del 2020 tomando una muestra de cada estanque; se llenó una botella de plástico seca y limpia con capacidad de 1 litro completamente, se cerró y se transportó en una hielera al laboratorio de bacteriología ubicado en la Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE) de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala donde se registró el pH, color aparente, color verdadero, turbiedad, conductividad, solidos suspendidos, solidos disueltos, solidos totales,, fosfatos, fosforo, clorofila total, clorofila in vivo total, amoniaco, amonio, nitritos, nitratos, nitrógeno total, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, DBO5 y DQO.

8. Resultados

Se llenó el formato de Conservación de la Vida Silvestre Fuera de su Hábitat Natural (Anexo 1), y se solicitó al dueño el documento que ampare la legal procedencia de los ejemplares fundadores (Anexo 2). A continuación, se elaboró el plan de manejo indicando todo lo que se solicita con la información recabada en el orden indicado.

Se midieron y realizaron esquemas de las instalaciones presentes indicando el funcionamiento que tiene en el predio, se identificó a la fauna nociva y acompañante para poder identificar las instalaciones que se requieren para el correcto manejo de los ejemplares. Se realizó el conteo de los ejemplares, se registró el sexo y estadio, así como peso y longitud de estos. Posteriormente se realizó el plan de manejo donde se incluyen todos los aspectos antes mencionados.

9. Plan de manejo

Especie por establecer:
Ajolote mexicano, axolotl
(*Ambystoma mexicanum*)



Figura 2: Ejemplar de *Ambystoma mexicanum*

Nombre del PIMVS: "el axolotl" Centro ecoturístico
Comunidad Cañadas de Cisneros, Santa Rita el Bajo

Elaborado por: Vargas Gómez Ana Citlali

9.1 Información biológica de la especie

9.1.1 Clasificación taxonómica

El ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) es un anfibio del orden Urodela, perteneciente a la familia Ambystomatidae (Mena-González y Servín-Zamora, 2014). Fue descrito como especie por primera vez por Shaw y Nodder en 1798 (Molina, 2010). Su clasificación taxonómica es la siguiente de acuerdo con Mena-González y Servín-Zamora en 2014:

Clase: Anfibia

Orden: Caudata

Sub-Orden: Salamandroidea

Familia: Ambystomatidae

Género: *Ambystoma*

Especie: *mexicanum*

Nombre común: Axolote de Xochimilco

9.1.2 Descripción

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 que el ancho es de 37.9 ± 4.2 mm. La altura de la cola es de 25.8 ± 0.29 mm. Cabeza ancha, cuerpo robusto con 11 pliegues intercostales. La cola está dorsolateralmente aplanada. La piel es lisa, glandular y húmeda con numerosos poros en cuerpo y cabeza y las extremidades se superponen cuando se pliegan sobre el cuerpo. Los colores que presentan varían entre café, negro, verde, manchados, amarillos y algunas veces rosados (existiendo también ajolotes albinos) con numerosas manchas dispersas en todo el cuerpo; la parte inferior de la garganta y la región ventral son de color crema o amarillo. Poseen patas con cuatro dedos en los miembros anteriores y cinco en los posteriores, careciendo de uñas con la punta de los dedos en color crema. Carecen de párpados y presentan pulmones y branquias (SEMARNAT, 2018).

Esta especie presenta una metamorfosis facultativa, los adultos son paedomórficos o neoténicos, es decir, alcanzan la madurez sexual con características larvarias, por ejemplo, la retención de

branquias, cola con membrana caudal, un sistema de excreción amoniotélico, un sistema óseo constituido mayormente por tejido cartilaginoso y la permanencia de su forma acuática. Los factores en ambiente natural que indican la metamorfosis son aumento en la temperatura del agua, disminución en la disponibilidad de alimento, hábitat con una elevada altitud sobre el nivel del mar, congelamiento o desecación del cuerpo de agua, disminución drástica en la concentración de oxígeno disuelto y estrés, aunque también se debe a la ausencia de factores internos, como los endócrinos, pues su glándula pituitaria no libera hormona tiroidea activa que estimule la tiroidea para dar inicio a la metamorfosis (Molina, 2010; SEMARNAT, 2018).

9.1.3 Distribución

Hoy en día, *A. mexicanum* es endémico de la zona lacustre de Xochimilco y Chalco-Tláhuac, en la ciudad de México (Molina, 2010). 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 (SEMARNAT, 2018).

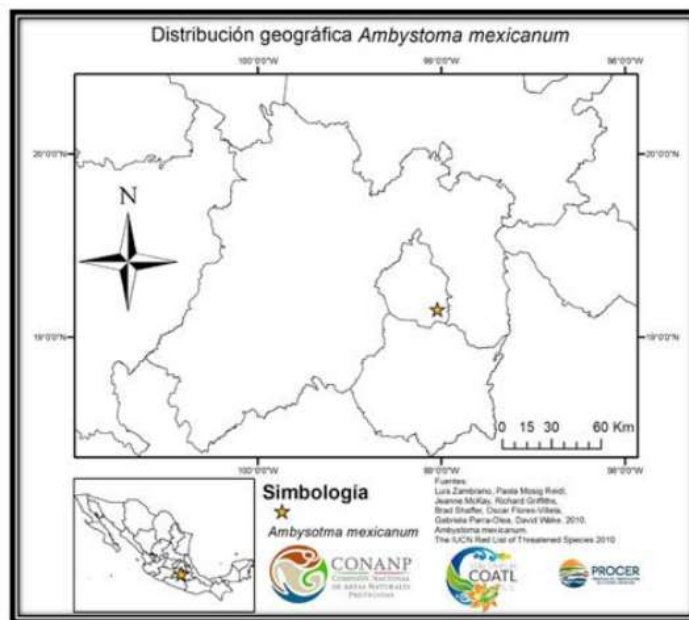


Figura 3: Distribución geográfica de *Ambystoma mexicanum*

9.1.4 Hábitat

Habita en el fondo de los canales de Xochimilco, entre sustratos fangosos, con arena, grava o entre la vegetación acuática (SEMARNAT, 2018). El hábitat mantiene muchas especies exóticas invasoras como lirio acuático (*Eichornia crassipes*), una plaga que fue introducida aproximadamente en 1870. La carpa (*Cyprinus carpio*) y tilapia (*Oreochromis niloticus*) también representan especies introducidas (Molina, 2010), que por sus hábitos alimenticios remueve el sustrato, incrementan la turbidez del agua y consumen los huevecillos o pequeñas crías del ajolote (Aguilar y Aguilar, 2019).



Figura 4: Fotografía de Xochimilco, hábitat del ajolote (Levy, 2017)

9.1.5 Alimentación

Los ajolotes son carnívoros estrictos y se recomienda ofrecerles una dieta variada para evitar deficiencias de nutrientes y considerar que sus preferencias alimentarias varían según su etapa de desarrollo (Servín, 2011). Suelen alimentarse de zooplancton como daphnias, rotíferos, pequeños crustáceos, como anfípodos e isópodos, insectos, sanguijuelas, caracoles y peces pequeños (Zambrano *et al.*, 2010).

Se ha observado que *A. mexicanum* presenta cambios de preferencias alimentarias conforme pasan las semanas y esta se ve influenciada por la disponibilidad de alimento y el movimiento de las presas prefiriendo organismos pequeños en las primeras semanas como el rotífero *Keratella*

cochlearis y posteriormente cladóceros pequeños como *Alona retangula* y *Plexorus*, y en las semanas posteriores de organismos de tallas medianas como *Macrothrix triserialis* y *Moina macrocopa*, y finalmente presas más grandes como *Ceriodaphnia* y *Daphnia* (Chaparro, 2007).

Tabla 3: Alimentación de los jolotes en sus distintas etapas de desarrollo.

| Etapa de desarrollo | Alimentación |
|---------------------------|---|
| Crías recién eclosionadas | Las larvas de ajolote parecen conservar parte del saco vitelino del cual continúan obteniendo energía las primeras horas de vida, una vez que eclosionan es importante proporcionar microalgas ya que tienden a ser herbívoras las primeras horas de vida (Servín, 2011). |
| Crías | De 24 a 48 horas después de eclosionadas pueden comenzar a darse pequeñas presas vivas, lo más común es pulga de agua o <i>Daphnia</i> , así como nauplios de artemia salina o larvas de insectos de 3mm de largo aprox. y también aceptan tubifex (Servín, 2011). |
| Juveniles | A partir de los 5 cm de talla se les puede ofrecer artemia salina, alevines, tubifex, pellets pequeños, lombriz de tierra y pequeños trozos de carne (Mena-González y Servín-Zamora, 2014). |
| Adultos | La dieta es muy variada y consiste en peces pequeños (charales y alevines), acociles, tubifex, lombrices de tierra, tenebrios, trozos pequeños de carne de res o pollo, grillos, pellets comerciales, ente otros (Mena-González y Servín-Zamora, 2014). |

9.1.6 Reproducción

La madurez sexual se alcanza aproximadamente al año, no es posible diferenciar entre machos y hembras hasta que se desarrollan sus características sexuales (Servín, 2011). Esta especie se reproduce sexualmente y posee fecundación interna. La fecundación se lleva a cabo después de un vistoso ritual de cortejo, que sucede en el agua durante la época reproductiva, el macho al ser atraído por estímulos olfativos producidos por la hembra, la empieza a seguir, efectuando círculos consecutivos a lo largo de la columna de agua por tiempo indefinido, y una vez que lo logra, deposita en el sustrato del cuerpo de agua su espermátforo (una pirámide de unos cuantos milímetros de altura constituida en su base por material gelatinoso y en cuya punta se ubican los espermatozoides) sobre la cual la hembra se posiciona para recogerlo con sus cloacas e introducirlo a una spermateca, donde posteriormente los espermatozoides se liberan para

fecundar a los óvulos. En promedio, una hembra grávida deposita 400 huevecillos por puesta (Molina, 2010).

En cautiverio, 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 (Mena-González y Servín-Zamora, 2014).

9.1.7 Longevidad

Bajo condiciones óptimas en el laboratorio, la vida media de un ajolote 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).

9.1.8 Situación actual fuera del hábitat

Las extraordinarias virtudes del ajolote mexicano han propiciado que a este anfibio exclusivo de México se le encuentre en acuarios y laboratorios de todo el mundo, y que se hayan realizado miles de estudios en importantes campos de la ciencia: la biología celular, anatomía, genética y evolución, entre otras. Sin embargo, fue hasta la década de 1980 cuando fue muy estudiado por distintas ramas de la biología, y desde entonces se le considera como un organismo experimental modelo (Molina, 2010).

Entre los esfuerzos por la conservación de esta especie está el montaje de colonias para reproducirla en cautiverio. Es el caso de la granja de ajolotes ubicada en el lago de Xochimilco y la ubicada en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), además, hay nueve colonias de *A. mexicanum* en el extranjero, incluida la que se encuentra en Illinois, en la Universidad de Indiana, y en la Universidad de Kentucky donde hay alrededor de mil individuos (Aguilar-López et al., 2013).

9.1.9 Problemática

Esta especie se encuentra en una zona considerada entre las más densamente pobladas del mundo. Varios autores coinciden en señalar que la población de este anfibio pasa por una grave crisis desde hace décadas, y su disminución se atribuye principalmente a la contaminación de su hábitat por las aguas residuales, la destrucción de algunos canales por desecación y rellenado de los mismos para utilizarlos como tierras de cultivo, la introducción de fauna y flora exótica y,

finalmente, la captura clandestina que ejerce presión sobre las poblaciones remanentes (Molina, 2010)

Hasta 1920, el lago de Chalco y Xochimilco eran alimentados por profundos manantiales (cerca de treinta o cuarenta) pero debido al crecimiento urbano la ciudad de México y la demanda de agua que está requeriendo, Xochimilco se convirtió en uno de sus principales proveedores, entubando sus manantiales, que en 1930 fueron secados casi completamente. En 1958, para evitar la disminución del nivel de los canales, se comenzaron a verter aguas semitratadas de la planta de Cerro de la Estrella, lo cual ha provocado la degradación del ecosistema (Aguilar y Aguilar, 2019).

Otro problema son las especies introducidas o exóticas, es decir aquellas cuya área de distribución geográfica natural no corresponde al territorio nacional o local y se encuentran como resultado de actividades humanas (Chaparro, 2007). En los canales de Xochimilco los registros de introducción de especies comienzan en 1955, cuando se introdujo la lobina (*Micropterus salmoides*), entre 1970 y 1976 se introdujeron la trucha (*Salmo gairdneri*) y (*Salvelinus fontinalis*) y el pez cola de espada (*Xiphophorus helleri*) (Rojas Rabiela, 1998). La introducción de la carpa (*Cyprinus carpio*) y la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en el sistema lacustre la realizó el gobierno federal mediante el Programa Nacional de Acuicultura, en el cual se declaran las especies de interés público y social por el consumo popular y explotación social con alto rendimiento económico (Valiente, 2006). También se pueden encontrar organismos introducidos como *Poecilia reticulata*, *Heterandria bimaculata*, *Cichlasoma*, *Carassius auratus* y *Cyprinus carpio* los cuales son más abundantes que los nativos y han alterado el ecosistema (Avila, 2000).

La introducción de especies exóticas origina una alteración en el ecosistema por la disminución de especies nativas, competencia por alimento, depredación y la introducción de parásitos exógenos. En particular, la carpa y tilapia son generalistas en sus hábitos alimenticios y compiten con las nativas (como el ajolote) por nichos alimenticios y reproductivos. Las larvas de *Ambystoma* son depredadas por parte de la carpa y la tilapia siendo de los factores de mayor influencia en la mortalidad de las larvas (Valiente, 2006). Las etapas más críticas para la sobrevivencia de los ajolotes en Xochimilco con en la etapa de huevecillo y larva, ya que encuentran su alimento con mayor dificultad y son más susceptibles a depredación. Una leve reducción en los huevecillos o larvas de ajolotes puede dar como resultado en las poblaciones de ajolotes adultos y lo puede llevar a la extinción (Von Bertrab, 2013).

Debido al grave deterioro de su hábitat, desde 1994 *A. mexicanum* se encuentra listado en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 bajo la categoría de “en protección especial” y en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción, y desde Julio de 1975 aparece registrado en el apéndice II del CITES con el fin de protegerla del comercio internacional y evitar su extinción. Además, desde 1986 *A. mexicanum* aparece en las listas rojas de la IUCN, y en 1996 fue catalogado bajo la categoría de vulnerable D2, al ser considerada como una especie críticamente amenazada, ya que aún es capturado y se considera que existe mayor riesgo de que se extinga debido a su distribución endémica y restringida (Molina, 2010; SEMARNAT, 2010).

Estudios recientes muestran que la probabilidad de extinción de la especie durante la siguiente década es alta; la probabilidad de ocurrencia de la especie en los canales de Xochimilco ha disminuido un 93% en los últimos 21 años. para evitarlo es necesario tomar acciones urgentes encaminadas a la restauración de remanente del hábitat del ajolote en vida silvestre (Contreras *et al.*, 2009; Levy, 2017).

9.1.10 Utilidad e importancia

Desde el principio, la historia de nuestra nación ha estado vinculada a la del axolótl, ajolote en su forma castellanizada. La estrecha relación que los antiguos mexicas poseían con el ajolote quedó plasmada en el código Borgia y en el escrito de fray Bernardino de Sahagún Historia natural de las cosas de la Nueva España. Aún hoy día se encuentra inmerso en nuestra cultura, como parte de nuestra gastronomía, de la medicina tradicional y de las artes plásticas (Molina, 2010).

De acuerdo con Molina (2010), las razones para conservar esta especie son muchas, entre ellas destacan:

a) médicas: diversos estudios han demostrado que esta salamandra posee la capacidad de regenerar cualquier tipo de tejido, incluyendo el cardíaco y el neuronal, característica que ya se investiga para que se implemente paulatinamente en tratamientos en el ser humano

b) biológicas: aunque poco conocido por la sociedad en general, el ajolote de Xochimilco es una de las especies más representativas de México, y ningún país debe permitirse perder parte de su biodiversidad, ya que cada una de las especies que la conforman constituye un patrimonio biológico invaluable para sus ciudadanos

c) culturales: al perder esta especie también perderíamos un representante vivo de nuestras raíces prehispánicas, que son parte de nuestra identidad como mexicanos

9.2 Objetivo general del PIMVS

- Contribuir a la conservación *ex situ* de *A. mexicanum* para su aprovechamiento sustentable en cautiverio mediante el establecimiento de un PIMVS en Tepetzotlán Estado de México

9.2.1 Objetivos específicos

- Propiciar mediante en manejo intensivo la conservación y protección de la especie en su hábitat silvestre
- Realizar un programa de reproducción exitoso en el PIMVS
- Apoyar la investigación de esta especie mediante donaciones a institutos
- Promover el rescate de la flora y fauna nativa de Tepetzotlán mediante pláticas de educación ambiental
- Apoyar el resguardo de ejemplares del género *Ambystoma* que hayan sido sujetos de tráfico ilegal
- Diseñar una zona adecuada para exhibición de ejemplares de esta especie
- Fomentar la educación ambiental mediante su exhibición y divulgación
- Crear un programa de aprovechamiento de los ejemplares para educación ambiental, venta como mascotas, donación a institutos, así como venta de platillos
- Generar beneficios económicos y sociales para la comunidad

9.2.2 Metas a corto, mediano y largo plazo e indicadores de éxito

A continuación, se presentan las metas e indicadores de éxito ecológicos, económicos y sociales en el PIMVS

Tabla 4: Metas e indicadores de éxito ecológicos

| Corto plazo (1 - 3 años) | Indicadores de éxito |
|---|---|
| Reproducir y reducir los factores que limitan la sobrevivencia de las crías | Lograr una sobrevivencia del 30% de las crías |
| Reducir el índice de mortalidad de la colonia | Eliminar al 40% los factores causantes de la mortalidad de la colonia |
| Incrementar la variabilidad genética y fenotípica de la colonia reproductora | Aumento de la colonia reproductora en un 10%, incluyendo organismos de otras colonias |
| Mediano plazo (3 – 5 años) | Indicadores de éxito |
| Reducir al máximo los factores que limitan la sobrevivencia de las crías | Lograr una sobrevivencia al menos del 45% de las crías |
| Reducir al máximo el índice de mortalidad de la colonia | Eliminar al 50% los factores causantes de la mortalidad de la colonia |
| Incrementar la colonia reproductora | Aumento de la colonia reproductora en un 15% |
| Largo plazo (5 – 10 años) | Indicadores de éxito |
| Disponer de ejemplares para programas de investigación | Contar con un 15% de ejemplares destinados a programas de investigación |
| Reducir al máximo los factores que limitan la sobrevivencia de las crías | Lograr una sobrevivencia al menos del 60% de las crías |
| Diseñar una zona dentro del PIMVS para el establecimiento de <i>A. altamirani</i> | Establecimiento de <i>A. altamirani</i> |
| Ofrecer resguardo de ejemplares del género <i>Ambystoma</i> decomisados por PROFEPA | Número de ejemplares resguardados en el PIMVS |

Tabla 5: Metas e indicadores de éxito económicos

| Corto plazo (1 - 3 años) | Indicadores de éxito |
|--|--|
| Posicionamiento de ejemplares en el mercado como mascota | Posicionamiento de al menos 40% de los ejemplares producidos |
| Posicionamiento de ejemplares en el mercado como platillo | Posicionamiento de al menos 20% de los ejemplares producidos como platillo en las mismas instalaciones |
| Construcción y equipamiento de la infraestructura mínima necesaria | Construcción del almacén, área de cuarentena y encierros adecuados |
| Mejorar la zona de exhibición de los ajolotes | Designar un área de mayor tamaño para la exhibición |
| Creación de empleos en el PIMVS | Numero de empleo directo para el PIMVS |
| Mediano plazo (3 – 5 años) | Indicadores de éxito |
| Posicionamiento de ejemplares en el mercado como mascota | Posicionamiento del 50% de los ejemplares producidos |
| Posicionamiento de ejemplares en el mercado como platillo | Posicionamiento de al menos 30% de los ejemplares producidos como platillo en las mismas instalaciones |
| Incrementar el número de empleos en comparación con los iniciales | Generar un 10% más de empleos en comparación con los iniciales |
| Reducción de gasto de inversión y mantenimiento del PIMVS | Reducir hasta un 40% los gastos de inversión |
| Largo plazo (5 – 10 años) | Indicadores de éxito |
| Implementar técnicas de almacenamiento y transporte de la carne de ajolote | Venta de carne de ajolote almacenada |
| Incrementar el número de empleos en comparación con los iniciales | Generar un 20% más de empleos en comparación con los iniciales |
| Incrementar los ingresos del PIMVS | Aumento de los ingresos en un 50% comparado con los iniciales |
| Instalar un sistema de enfriamiento | Sistema de enfriamiento instalado |

Tabla 6: Metas e indicadores de éxito sociales

| Corto plazo (1 - 3 años) | Indicadores de éxito |
|--|--|
| Mejoramiento de la calidad de servicios prestados a usuarios y clientes | Ofrecer charlas, visitas guiadas, asesorías, residencia para servicio social y tesis en fin de semana |
| Programar platicas y talleres de educación ambiental al público en general | Al menos 6 talleres al año |
| Iniciar un programa de servicio social y apoyar la investigación de la fauna local | Número de estudiantes en servicio social e investigaciones apoyadas |
| Mediano plazo (3 – 5 años) | Indicadores de éxito |
| Promover la conservación de la fauna de la zona | Fortalecimiento del programa de educación ambiental |
| Programar platicas y talleres de educación ambiental al público en general | Al menos 10 talleres al año |
| Mejoramiento de la calidad de servicios prestados a usuarios y clientes | Ofrecer charlas, visitas guiadas, asesorías, residencia para servicio social y tesis en horario más amplio |
| Largo plazo (5 – 10 años) | Indicadores de éxito |
| Programar platicas y talleres de educación ambiental al público en general | Al menos 12 talleres al año |
| Mejoramiento de la calidad de servicios prestados a usuarios y clientes | Ofrecer charlas, visitas guiadas, asesorías, residencia para servicio social y tesis para un mayor porcentaje de estudiantes |

9.3 Descripción física y biológica del área y su infraestructura

9.3.1 Suelo

En Tepetzotlán podemos observar dos formaciones diferentes de suelo, una montañosa y la otra un pequeño valle con depresión de la cuenca central (Neri, 2018). En el municipio predominan dos unidades de suelos de acuerdo con el sistema de clasificación de FAO-UNESCO, que son Feozem y Vertisol, los primeros se localizan principalmente en la parte norte del municipio y corresponden a las partes altas de la Sierra de Tepetzotlán y en las partes más bajas y planas se encuentran los Vertisoles. (SEDUV, 2003).

Los Vertisoles ocupan el 50.59% del municipio. Son suelos que después de que los primeros 20 cm superiores han sido mezclados, tienen una profundidad mínima de 50 cm desarrollan grietas. Presentan textura arcillosa y suelen ser pegajosos cuando están húmedos y duros cuando están secos (SEDUV, 2003).

En la localidad donde se ubicará el PIMVS el tipo de suelo es Feozem son suelos de tierra parda y de ladera, pueden presentar cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales, el rendimiento de estos suelos es bajo para la agricultura y se erosionan con mucha facilidad por lo que suelen utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables (INEGI, 2009). Los Feozem, son suelos con un horizonte A móllico que corresponde a un horizonte mineral superficial, que posee colores oscuros, los valores en materia orgánica son mayores al 1% y debe tener 10 cm de espesor por debajo existe una capa cementada inmediatamente abajo denominada como Tepetate (Núñez, 1990); carecen de acumulación de carbonato cálcico, sulfato cálcico secundario o yeso y de concentraciones de caliza (SEDUV, 2003).

9.3.2 Uso de suelo

El 91.1% del territorio de Tepetzotlán es rural, el 8.9% es urbano siendo el principal uso del suelo la agricultura, abarca una superficie de 3,849.50 ha; seguido del uso habitacional con 2,018.35 ha (Neri, 2018; SEDUV, 2003). El uso del suelo se distribuye de la siguiente manera de acuerdo con SEDUV, 2003:

Tabla 7: Uso actual del suelo en Tepetzotlán, México.

| Uso | Superficie (HA) | Porcentaje (%) |
|---------------------------------|-----------------|----------------|
| Agricultura de riego | 1,517.00 | 7.26 |
| Agricultura de temporal | 2,332.50 | 11.17 |
| Parque natural | 7,877.26 | 37.72 |
| Habitacional | 2,018.35 | 9.67 |
| Industria | 182.70 | 0.87 |
| Equipamiento y servicios | 74.30 | 0.36 |
| Otros usos | 6, 880.89 | 32.95 |
| Total | 20,883.00 | 100.00 |

9.3.4 Clima

El clima en el municipio con base en el sistema de clasificación Köppen, modificado por Enriqueta García es C(w) (w), es decir templado subhúmedo con lluvias principalmente en el verano y heladas en invierno. La temperatura media es de 16°C, la máxima extrema de 30°C y la mínima extrema es de 3.3°C. La lluvia mínima en 24 horas es de 50.5 mm, la precipitación total 703.2 mm, los vientos dominantes tienen su curso de noreste-oeste (N-E-WL-C) (Neri, 2018)

En el municipio se presentan en promedio 2 granizadas al año, la presencia de heladas es más frecuente ya que se presentan en el año hasta en 25 días, principalmente entre los meses de noviembre a febrero. Igualmente, se reportan 38.4 días con neblina en los meses de septiembre, octubre, diciembre y enero. La precipitación varía de 600 a 1,000 mm anuales (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013).

De acuerdo con los datos de las estaciones meteorológicas la Presa "La Concepción" y de "Tepetzotlán", situadas en el límite Sur de la Sierra del municipio de Tepetzotlán, se presentan tres subtipos de clima, uno del tipo seco y dos del grupo templados subhúmedos (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013). El clima predominante para el municipio es templado subhúmedo C(w1) (w)b(i') con lluvias en verano, con un cociente P/T que representa la humedad entre 43.2 y 55%, la precipitación oscila entre los 700 y 800 mm y abarca los poblados al norte y centro de Tepetzotlán (Ihsa, 2004).

En el poblado donde se establecerá el PIMVS se caracteriza por presentar un clima del tipo templado húmedo con lluvias en verano C(w0) (w)b(i'), con un coeficiente P/T de 55%; Presenta un verano fresco largo, temperatura promedio de 15.6°C, una máxima de 29.8 °C y una mínima de 3.3 °C y la precipitación promedio de 579.94 mm. Este tipo de clima se conoce como de tipo Ganges (g), debido a que el mes más caliente del año es antes de junio. La precipitación es de aproximadamente entre 750 y 850 mm anuales (Ihsa, 2004; secretaria de desarrollo urbano, 2008).

9.3.5 Fisiografía

El sistema orográfico del municipio es muy variado, en su mayor parte está integrado por un conjunto de cañadas, lomeríos, laderas, colinas y llanos circundados por una cadena montañosa denominada Sierra de Tepetzotlán. La Sierra de Tepetzotlán tiene una superficie de 13,175 ha que conforman el Parque Estatal de Preservación Ecológica "Sierra de Tepetzotlán", creado mediante decreto del Congreso Local y publicado en la Gaceta de Gobierno con fecha del 26 de mayo de 1977 (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013).

El municipio de Tepetzotlán se encuentra ubicado al oriente de la cuenca lacustre que está situada en la Provincia del Eje Neovolcánico que cruza a la República Mexicana y presenta diferentes altitudes mismas que van desde los 2,250 msnm en las partes planas hasta los 2,950 msnm en las partes más altas y que corresponde al pico La Palma y al cerro Tres Cabezas (Neri, 2018).

9.3.6 Hidrografía

Los recursos hidrológicos más importantes de Tepetzotlán es la presa de la Concepción con capacidad de 12,500,000 metros cúbicos, de la cual se derivan los ríos Hondo de Tepetzotlán y el canal de la margen izquierda o Zanja Real. También se localiza la cadena de manantiales del Gavillero; el río de Lanzarote y más cincuenta bordos, (pequeñas presas) que sirven de abrevaderos y para la cría de peces (Neri, 2018).

El municipio pertenece a la Cuenca de México, la cual originalmente era una cuenca endorréica (cerrada), con problemas de drenaje. El municipio pertenece a la región RH26 del Panúco, el cual brinda abastecimiento al municipio. El acuífero del Valle de México se recarga básicamente con la infiltración de agua de lluvia, que se precipita sobre las sierras del poniente, sur y oriente de donde fluye hacia el centro de la zona lacustre. Es importante tomar en cuenta que la recarga del acuífero es únicamente a través de la infiltración de agua a las capas profundas del subsuelo, proveniente de la precipitación que reciben de las sierras que rodean la antigua zona lacustre. También existe una zona de manantiales en la barranca del Gavillero, fuente del Río Tepeji que se han acondicionado como fuente de agua potable. En el Municipio se encuentran cinco subcuencas hidrológicas dentro del subsistema "Lago de Zumpango", las cuales son: de la presa "La Concepción", de los arroyos Tierra Colorada, el Gavilán y el Capulín, del "Río Lanzarote", de "Los Dolores" y del "Río Tepeji" o "Río de la Mano" (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013).

Estudios realizados para respaldar las obras de drenaje profundo, revelaron que el subsuelo de la Sierra de Tepetzotlán, al igual que el resto de la cuenca se encuentra saturado de agua, representando una gran riqueza que puede ser utilizada con un máximo provecho al pie de la sierra, donde es la zona de mayor infiltración (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013; Secretaria de Desarrollo Urbano 2008). Tal es el caso del predio a estudiar, ya que cuenta con pozos y estanques de los cuales se obtiene agua para diferentes actividades.

9.3.7 Biodiversidad

La posición geográfica del municipio de Tepetzotlán, lo hace pródigo en cuanto a la gran variedad de flora y fauna existente (Neri, 2018). Actualmente en el municipio se presentan cuatro tipos de vegetación: Bosque de Quercus, Matorral de Quercus, Matorral Xerófilo y pastizales (Núñez, 1990).

El bosque de Quercus se localiza en la región montañosa y presenta normalmente a las especies *Quercus laeta*, *Q. rugosa* y *Q. mexicana* como especies dominantes. El Bosque Mixto de Encino y Pino se localiza en la parte montañosa media y presenta *Pinus teocote*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus* y *P. hartwegii*. El matorral de Quercus en posición intermedia entre el matorral xerófilo y el bosque de *Quercus sp.* y se pueden apreciar especies como *Q. frutex*, *Baccharis conferta* y *Eupatorium glabratum*. El Matorral Xerófilo en zonas planas se encuentran diversas especies pertenecientes principalmente al género *Opuntia* y *Mammillaria* (Ayuntamiento de Tepetzotlán, 2013; SEDUV, 2003).

Para el municipio de Tepetzotlán se reporta la existencia de las siguientes especies de mamíferos: coyote (*Canis latrans cagottis*), conejo (*Silvilagus sp.*), ardilla (*Spermophilus variegatus*), tlalcoyote o tlacoache (*Taxidea taxus berlandieri*), cacomixtle (*Bassariscus astutus astutus*), armadillo (*Dasyus novemcinctus mexicanus*), zorrillo (*Mephitis sp.*), mapache (*Procyon lotor*), tuza (*Pappogeomys sp.*), ratón común (*Peromyscus sp.*) (SEDUV, 2003).

Algunas de las aves presentes en el municipio son: zopilote (*Cathartes aura*), ceniztonle (*Mimus polyglottos*), gavilán (*Accipiter sp.*), gorrión (*Junco phaenotus*), colibrí (*Tochilidae sp.*), calandria (*Icterus sp.*), codorniz (*Colinus virginianus*), azulejo (*Aphelocoma sp.*), saltapared (*Catherpes mexicanus*), tecolote (*Otus trichopsis*), lechuza (*Aegolius sp.*), tordo. Además de algunas aves migratorias como la pato cabeza roja (*Aythya americana*) y pato golondrino (*Anas acuta tzitzihua*), cerceta común (*Anas cyanoptera*) y garzas (*Casmerodius albus egretta*) (SEDUV, 2003).

Entre las especies de reptiles que se reportan para la zona se encuentran: la víbora de cascabel (*Crotallus sp.*), cincuate (*Pituophis deppei D.*), coralillo (*Microrus fitzingeri. Jan*), tortuga (*Kinosternon hirtipeis H.*), lagartija (*Sceloporus sp.*), escorpión (*Baricia imbricata imbricata*), camaleón (*Phrynosoma orbiculare*), víbora de agua (*Thamnophis sp.*) y entre los batracios, las salamandras (*Pseudoerycea cephalica* y *P. leprosa*), y el ajolote (*Rhyacosiredon altamirami*) (Neri, 2018).

9.3.8 Alteraciones al entorno y riesgos

La sierra de Tepotzotlán comprende una superficie de 13,175 hectáreas, entre los municipios de Tepotzotlán y Huehuetoca; fue declarada Parque Estatal y zona de preservación ecológica, en 1977. Sin embargo, la mayor parte de esta superficie ha sido desincorporada del parque, ya que fue adquirida por la Secretaría de la Defensa Nacional para la práctica de actividades castrenses, formando parte del Campo Militar Número 37C (Neri, 2018).

La fauna al igual que la flora, se ha reducido en forma considerable, debido a la explotación inmoderada de los bosques, incendios forestales, la cacería furtiva y la expansión de la agricultura (Neri, 2018). Se encuentra en áreas con vegetación bastante perturbada, zonas erosionadas, plantas que se comportan como arvenses o ruderales y zonas de cultivo (Núñez, 1990). Cabe mencionar que existe una gran variedad de fauna doméstica traída de diferentes partes del país y del mundo como vacas, caballos, perros, asnos, gatos, conejos, palomas, gallinas, gansos, patos, guajolotes, canarios y loros que podrían alterar la dinámica del ecosistema (Neri, 2018). Otro factor de riesgo es los incendios, que suelen presentarse en el Parque Estatal Sierra Tepotzotlán y las laderas de los cerros rumbo a Arcos del Sitio. Algunos ríos, se han convertido en drenajes industriales desde hace más de 15 años representando un riesgo sanitario al igual que la disposición final de la basura. La mayoría de los ríos y zanjas se encuentran contaminados en niveles de abajo hasta prácticamente canales de aguas negras (Ayuntamiento de Tepotzotlán, 2013; SEDUV, 2003).

9.4 Datos del promovente

Nombre o razón social: Predio rustico de común repartimiento oculto a la acción fiscal municipal

Con domicilio en: Juan de la Barrera 7, Santa Rita el Bajo, Cañadas de Cisneros, Tepetzotlán, Estado de México, México.

Documento que ampara la posesión: Contrato de compra- venta

Superficie: 4, 002.2844 metros cuadrados

Nombre del PIMVS: "El axolotl" Centro Ecoturístico

Tipo de Predio: Particular

Estado: México

Municipio: Tepetzotlán

9.5 Descripción del Predio

El predio rustico colinda al norte con calle publica en 4 tramos (10.21 metros, 9.98 metros, 11.92 metros y 11.68 respectivamente), al Sur con barranca federal en cinco líneas (17.72, 15.07, 16.30, 13.87 y 17.35 metros respectivamente), por el Oriente con calle publica (17.90 metros y 20.62 metros) y rio federal (15.85 y 10.29 metros). Al poniente colinda con otra propiedad en dos líneas del polígono (51.15 y 6.13 metros respectivamente).

El Río Federal que colinda con el Predio proviene de Noreste de Nicolas Romero; al unirse el Río El puerto y El esclavo se forma el Río que colinda con el predio y desemboca en la Presa la Concepción dando origen al Río Hondo de Tepetzotlán (INEGI, 2009; INEGI, 2009a).

El predio se caracteriza de acuerdo con su fisonomía como en una zona de lomerío, con clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media. El predio se ubica en la zona de suelo para uso agrícola (INEGI, 2009).



Figura 5: Polígono del PIMVS en Tepotzotlán, Estado de México entre los $99^{\circ} 20' 8.73''$ y $99^{\circ} 20' 6.25''$ latitud Oeste y $19^{\circ} 41' 32.1''$ y $19^{\circ} 41' 30.15''$ latitud Norte (INEGI, 2017).

9.5.1 Localización

El municipio de Tepotzotlán se localiza entre las latitudes $19^{\circ} 38' 50''$ y $19^{\circ} 47' 30''$ al norte del Ecuador y entre las longitudes $99^{\circ} 11' 30''$ y $99^{\circ} 25' 10''$ al oeste del meridiano de Greenwich. La altitud varía entre los 2250 y los 2950 metros sobre el nivel del mar. Este municipio se ubica a 42.5 Km. de la ciudad de México, sobre la autopista México-Querétaro hacia el noreste del Valle Cuautitlán -Texcoco (Ayuntamiento de Tepotzotlán, 2013).

El PIMVS a establecer se localiza en el pueblo de Cañadas de Cisneros ubicado en la parte Oeste del municipio, presenta colindancia al sur con Nicolas Romero. Se localiza en las coordenadas $99^{\circ} 20' 8.59''$ W, $19^{\circ} 41' 29.18''$ N (INEGI, 2017).

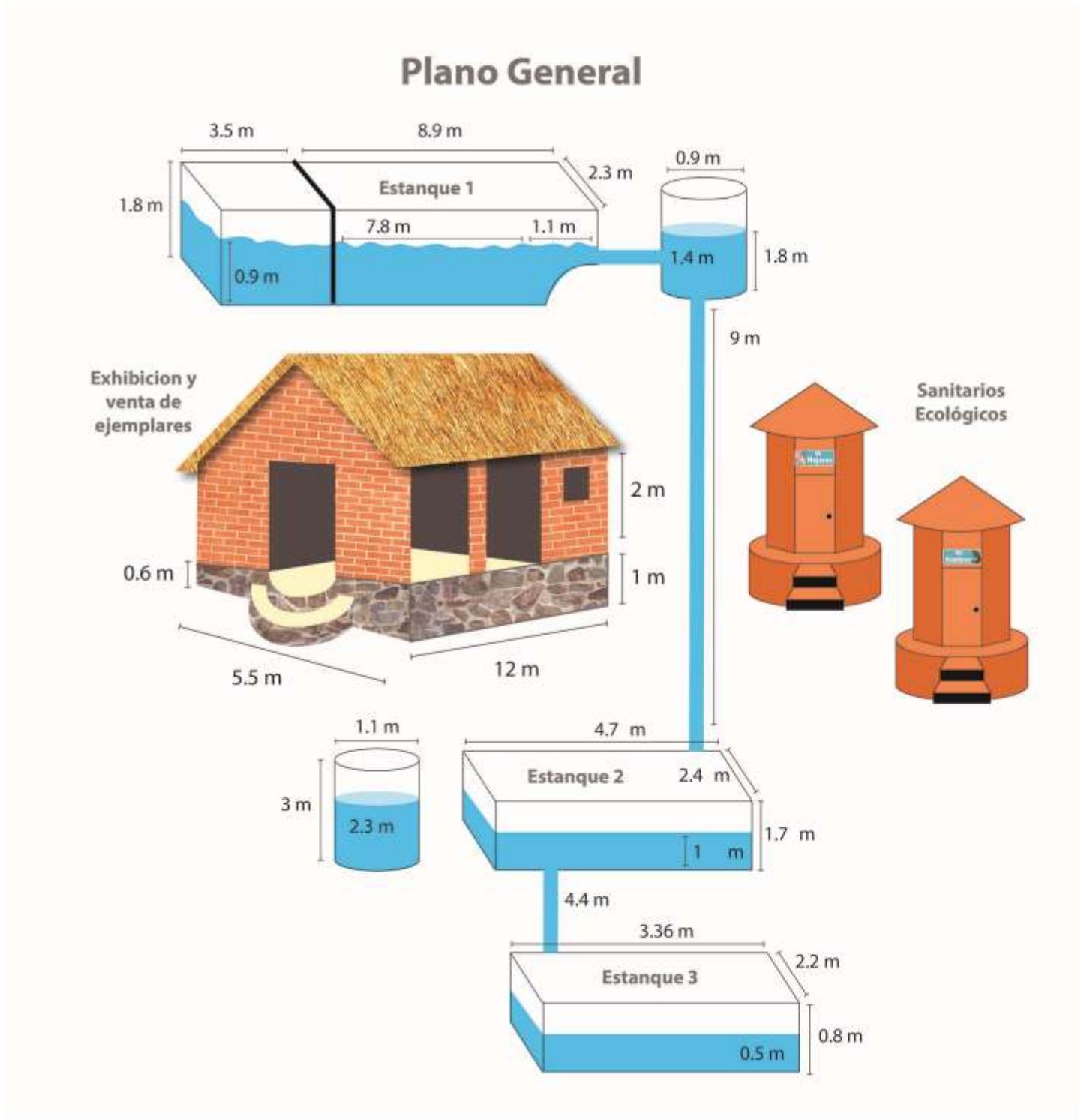
9.5.2 Vías de acceso

Para llegar al predio es necesario tomar la vía de acceso por la carretera México- Querétaro posteriormente desviarse por la av. insurgentes y continuar en dirección a Magú -Villa del Carbón hasta llegar al predio localizado en la calle Juan de la Barrera 7 en el poblado de Cañadas de Cisneros. Otra vía de acceso es por la carretera Atizapán tomando la desviación en la Vía Morelos y continuar hasta el poblado de Cañadas de Cisneros y tomarla calle Juan de la Barrera en el número 7.

9.5.3 Infraestructura actual del predio

El predio cuenta con 3 estanques y dos pozos interconectados que mantienen un sistema en declive del agua con 7° de inclinación. El mantenimiento que se les da a los estanques consiste en circulación de agua del E1 al estanque E2 y por último al E3. Una vez en este estanque el agua desechada se emplea para regar el jardín y plantas del predio. El agua de los estanques se obtiene de los pozos y de los estanques mismos que naturalmente se llenan de agua del subsuelo. El primero de ellos (Estanque 1) se dividió en dos partes, para poder mantener ajolotes de distinto tamaño en cada sección. El predio también cuenta con una construcción multifuncional que será utilizada provisionalmente para venta de ejemplares, oficina y exhibición (Figura 5).

Figura 6: plano general de las instalaciones presentes en el PIMVS



El estanque 3 este cercado con malla de mosquitero y mantiene tinas en las cuales se realiza el manejo de los ejemplares en fase de huevo y juvenil. También se mantiene redes y esponjas para la limpieza de las tinas. Estas tinas se cambian dos veces por semana y se llenan con agua proveniente del pozo 2. El estanque 3 tiene capacidad para 14 tinas circulares de 16 L, 1 de 400 L y una de 400L (ver figura 7).

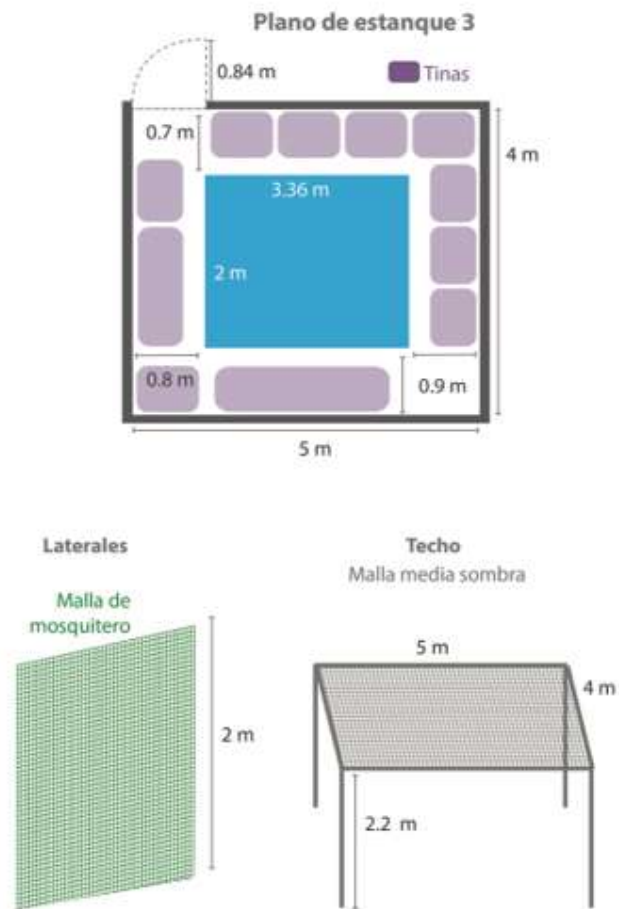


Figura 7: plano del estanque 3, estructura de laterales, techos estanque y encierros

9.5.4. Recursos actuales del PIMVS

En la siguiente tabla se señalan los recursos con los que cuenta el predio para el mantenimiento de los ajolotes sin considerar el área de exhibición-venta, estanques y pozos antes descritos

Tabla 8: Equipo actual disponible en el predio

| Equipo | |
|------------------------------|----------------------------|
| Balanza | 2 palanganas de 5L |
| Impresora | 2 esponjas limpiacristales |
| Computadora | Guantes de hule |
| 14 tinas circulares de 16L | Marcador permanente |
| 1 tina de 120L | Masking tape |
| 1 tina de 400L | Bitácora |
| 5 redes de distintos tamaños | Cloro |
| 2 botes de 19L | Alcohol |

9.5.5 Fauna de importancia identificada en el predio

Se identificó la presencia de organismos en los estanques, se clasificó como fauna nociva aquellos que pueden depredar a los organismos o transmitir enfermedades a *A. mexicanum* y como fauna acompañante a los organismos que habitan en el estanque y pueden ser presas para los ajolotes (Ver tabla 7)

En los primeros estadios de vida, los ajolotes pueden ser depredados por insectos y algunos peces (Zambrano *et al.*, 2003). También puede ser depredado en sus distintas etapas de vida por culebras de agua del género *Thamnophis*, aves rapaces como garzas, otros anfibios y el hombre (CONANP, 2019). El cangrejo de río nativo (*Cambarellus montezumae*) suele habitar los mismos refugios que el ajolote. Aunque *A. mexicanum* puede alimentarse de acociles de tamaño pequeño e intermedio, los acociles más grandes pueden depredar a huevos y larvas de ajolote, principalmente los recién nacidos (Zambrano *et al.*, 2014).

Entre otras amenazas latentes para los ajolotes en el PIMVS se encuentra la transmisión de enfermedades por otros organismos como peces infectados, los cuales resultan eficaces agentes dispersantes. Las aves también pueden llevar agentes infecciosos en las patas o en el pico, y transmitir el patógeno al regurgitar comida infectada (Bosch, 2003).

Tabla 9: Fauna nociva y acompañante en el predio

| Fauna nociva | Fauna acompañante |
|--------------------------|-------------------------|
| <i>Thamnophis eques</i> | <i>Cambarellus spp.</i> |
| <i>Spea multiplicata</i> | <i>Chirostoma spp.</i> |
| <i>Lithobates spp.</i> | Zooplancton diverso |
| <i>Corvus spp.</i> | |
| <i>Cambarellus spp.</i> | |
| Zooplancton diverso | |



Figura 8: Fauna presente en el predio, arriba a la izquierda *Thamnophis eques*, arriba a la derecha *Lithobates spp.*, abajo *Spea multiplicata*.

9.5.6 Instalaciones y equipo necesario para el PIMVS

De manera adicional, el predio contará con malla de mosquitero para cada uno de los estanques presentes, así como malla media sombra para la parte superior. El predio también contará con una oficina, área de trabajo y exhibidores cómo se muestra en la siguiente imagen (figura 9).

- Malla de mosquitero: Se requiere colocarla alrededor de los estanques para evitar la entrada de organismos ajenos a los estanques. La malla contará con una altura de 2 metros.
- Malla media sombra: se colocará en la parte superior de los estanques para evitar la incidencia de depredadores, otros organismos o contaminantes.
- Oficina: habitación donde se llevarán a cabo los trabajos administrativos y se mantendrán los registros e informes.
- Área de trabajo o laboratorio: Habitación segura de 3 m² en la cual se mantendrán medicamentos, aparatos, equipo de curación, alimento y bitácoras correspondientes.
- Área de cuarentena: Se ubicará junto al laboratorio, con una superficie de 3 m² aprox. Tendrá anaqueles para colocar a los organismos que ingresen a la colonia o aquellos que presente alguna condición de salud desfavorable. Él área de cuarentena deberá estar aislada del resto de instalaciones con ventilación adecuada, tapete sanitario para evitar propagación de enfermedades y cada individuo presente en esta área contará con un espacio propio (SEMARNAT, 2012).
- Exhibidores: La zona de exhibición se ubicará en un extremo del restaurante, consistirá en anaqueles y acuarios ambientados donde los visitantes puedan apreciar algunas coloraciones y tamaños de *A. mexicanum*.

Plano General

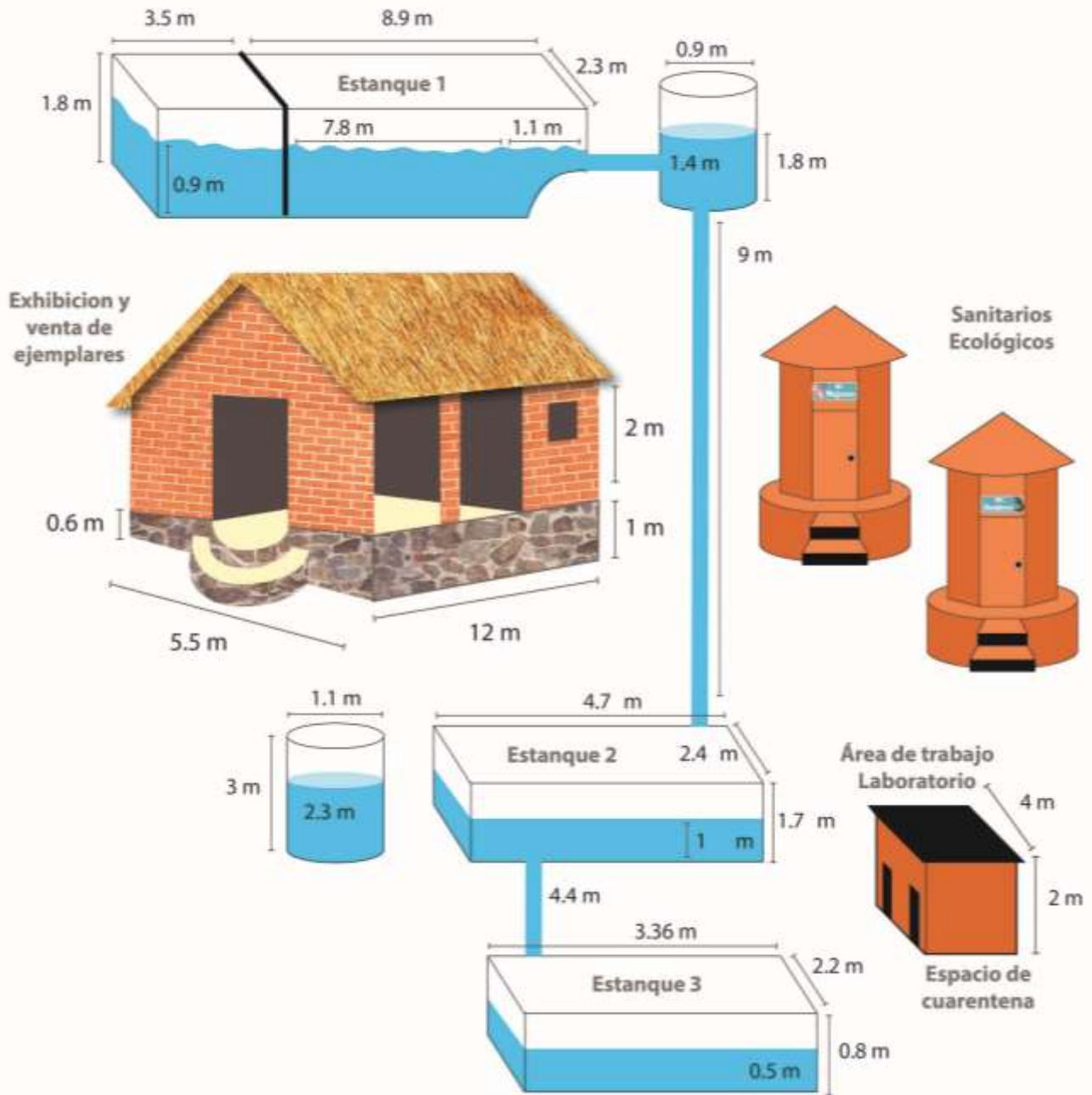


Figura 9: plano general de las instalaciones futuras en el PIMVS

9.5.7 Personal que operara en el PIMVS

Tabla 10: Personal a operar en el PIMVS

| Cargo | Actividades para realizar |
|----------------------------------|---|
| Responsable técnico | Registro de formatos, elaboración de informes e inventario, encargado de la reproducción y cuarentena. Se encargará de la venta de organismos, al igual que los ingresos de nuevos ejemplares al PIMVS. Dirigirá las visitas guiadas, así como talleres y exhibiciones. |
| Encargada de limpieza y cocinera | Cambios de agua de los organismos entre semana y atenderá el procesamiento de ajolotes como platillos los fines de semana |
| Encargado de alimentación | Alimentación y limpieza de todos los organismos, incluyendo los reproductores y área de exhibición. |
| Difusora | Difusión del PIMVS y sus actividades mediante elaboración de recursos físicos y digitales, brindar información a visitantes sobre el lugar y la especie, apoyar con las visitas guiadas y la venta de organismos. |

9.5.7 Sistema de señalización

En lugares visibles dentro del PIMVS se instalarán carteles elaborados con material resistente a la intemperie, dónde se indicará el nombre del PIMVS, actividades que se realizan, especie que se mantiene, etc. También se indicará un sistema de señalización que permitirá ubicar la oficina, restaurante, laboratorio, almacén, sanitarios, áreas restringidas al público y salidas de emergencia. Los letreros tendrán una medida aproximada de 35 cm x 20 cm. Los señalamientos referentes a salidas de emergencia, ruta de evacuación, punto de reunión y señales de restricción de acceso serán colocados de acuerdo con lo señalado en la NOM-003-SEGOB/2011 “Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar” (SEGOB, 2015).



Figura 10: Señalamientos para el predio

9.6 Organismos presentes actualmente en el predio

El predio mantiene ajolotes desde el 29 de Julio del 2015, año en el cual los propietarios compraron 10 ajolotes (5 albinos y 5 nominales) juveniles de legal procedencia en la PIMVS Ambystomania (anexo 2). La colonia inicio con 4 ajolotes nominales en 2015, debe tomarse en cuenta que los ajolotes no sufrieron manejo hasta el 2018, donde se empezó a cuidar la reproducción, los huevos y larvas, en la figura 8 se muestra un resumen de la reproducción de los ajolotes en el predio (considerando larvas mayores a 5 meses) hasta abril del 2019. Hasta el momento los organismos se han mantenido en tinas y estanques, cuando se observa desove de huevos por parte de las hembras en los estanques, estos se retiran y se colocan en tinas para un mejor cuidado y alimentación de las larvas.

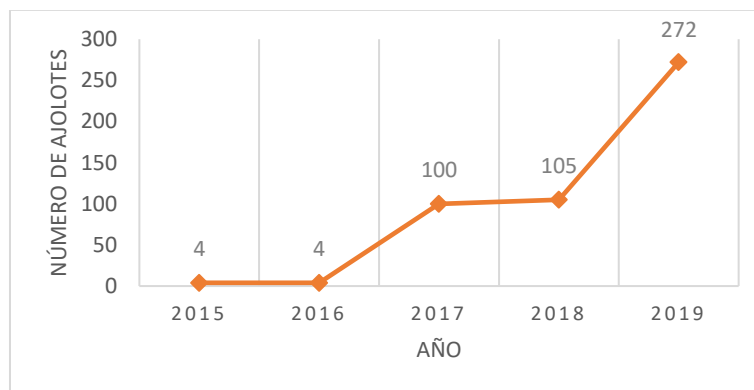


Figura 11: Incremento en la cantidad de ajolotes en el predio en el transcurso de los años

El predio presenta un mayor porcentaje de ajolotes en etapa juvenil (61.40%) con respecto a los ajolotes en estado adulto (38.60%), siendo un total de 272 organismos (tabla 9).

Tabla 11: porcentaje de organismos adultos y juveniles en el predio

| Etapa | Organismos | Porcentaje |
|---------|------------|------------|
| Juvenil | 167 | 61.40 |
| Adulto | 105 | 38.60 |

Los ajolotes hembras y machos presentan una longitud similar (ver tabla 10), sin embargo, las hembras tienden a presentar un peso mayor (91.8 ± 2.54) con relación a los machos (76.3 ± 1.87). La proporción de hembras es mayor (68%) a la de los machos (38%).

Tabla 12: Promedio, longitud y proporción de ajolotes hembras y machos en el predio

| | Longitud | Peso | Proporción |
|---------|-------------|------------|------------|
| Hembras | 21.8+- 0.26 | 91.8+-2.54 | 0.62 |
| Machos | 21.3+-0.31 | 76.3+-1.87 | 0.38 |

9.7 parámetros fisicoquímicos

En la tabla 13 se muestran los resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos de agua de los estanques del PIMVS.

Tabla 13: Parámetros fisicoquímicos del agua del PIMVS

| Parámetro | Valor |
|--|--------|
| pH (unidades) | 6.59 |
| Color aparente (FTU) | 2 |
| Color verdadero (Pt-Co) | 0 |
| Turbiedad total (UNT) | 1.58 |
| Conductividad (K25, $\mu\text{S cm}$) | 136.8 |
| Sólidos Suspendidos (mg/L) | 1 |
| Sólidos Disueltos (mg/L) | 74 |
| Sólidos Totales (mg/L) | 75 |
| Fosfato (PO_4 mg/L) | 0.0693 |
| Fósforo (P- PO_4 mg/L) | 0.025 |
| Clorofila-a Total ($\mu\text{g/L}$) | 3.87 |
| Clorofila-a in vivo Total (URF) | 23.88 |
| Amoniaco (NH_3 mg/L) | 0.25 |
| Amonio (NH_4 mg/L) | 0.1038 |
| Nitritos (NO_2 mg/L) | 0.224 |
| Nitratos (NO_3 mg/L) | 0.638 |

| | |
|--|--------|
| Nitrógeno Total (mg/L) | 0.1529 |
| Oxígeno Disuelto (mg/L) | 1.87 |
| Porcentaje de saturación de Oxígeno | 19.9 |
| DBO5 (mg/L) | 3.68 |
| DQO (mg/L) | 52 |

9.8 Alta de ejemplares

Todos los organismos ingresados al PIMVS deberán ser registrados en el inventario de manera individual proporcionando número de identificación y marca. Se deberá llenar el formato de ingreso (Ver anexo 3), determinando las condiciones físicas del ejemplar (SEMARNAT, 2011a).

9.9 Cuarentena

Es esencial llevar a cabo un protocolo de cuarentena para asegurarse que la colonia de ajolotes en el PIMVS esté libre de enfermedades o infecciones. Tanto los organismos criados en cautiverio, cómo los provenientes de vida silvestre pueden presentar parásitos y enfermedades infecciosas que pueden ser de carácter medio o grave. La cuarentena puede ser de 15 a 90 días, dependiendo de la valoración de estado de salud (ver anexo 4), cumpliendo con este periodo será reubicado de acuerdo con su edad, sexo y talla en alguno de los espacios designados para reproductores, juveniles o crías (SEMARNAT, 2012).

Ejemplares recientemente adquiridos en el PIMVS deberán estar en cuarentena por al menos 3 meses, si existe alguna enfermedad será visible en ese periodo. Si se identifica alguna enfermedad, infección o presencia de parásitos deberá ser atendida adecuadamente en este periodo antes de que el organismo entre en contacto con otro (SEMARNAT, 2011a).

El personal que entre y salga de cuarentena deberá pasar por un tapete sanitario o palangana con desinfectante (puede ser cloro), lavara sus manos con agua y jabón antes y después de manipular cualquier equipo o instrumento. Del mismo modo se limpiará el área de cuarentena frecuentemente utilizando un desinfectante de amplio espectro (cloro AL 7%); para evitar transferir enfermedades el equipo de limpieza será exclusivo para el área de cuarentena (SEMARNAT, 2012).

9.10 Baja de ejemplares

Se registrará aquellos ejemplares que causan baja en el PIMVS ya sea por muerte, venta, liberación, intercambio, donación, etc. (Ver anexo 5).

9.11 Necropsia

Se efectuará la necropsia a ejemplares que mueran dentro de las instalaciones del PIMVS para determinar las causas de muerte. Se utilizará el siguiente formato para el registro (ver anexo 6).

9.12 Medidas de manejo en cautiverio de los ejemplares

El mantenimiento en cautiverio consiste en proveer un alojamiento con características similares a las que se presentan en su hábitat natural. Esta condición promueve un desarrollo y estado de salud adecuados, que se verán reflejados en el bienestar del organismo (Mena-González y Servín-Zamora, 2014). Es posible alojar a las crías en grandes grupos, mientras que los adultos pueden estar separados o en grupos pequeños. Un acuario de 40 litros es adecuado para uno o dos axolotes adultos. Los ejemplares adultos y juveniles, se recomienda mantenerlos alojados de forma individual en contenedores de plástico (20x30 cm), con aproximadamente 4 litros de agua con un rango de temperatura de 18-20°C y un fotoperiodo 12 luz y 12 oscuridad (Estrada, 2015).

9.7.2 Ciclos biológicos de la especie

En esta especie la madurez sexual se alcanza aproximadamente al año, a partir de ese momento los machos pueden mostrar un marcado ensanchamiento de las glándulas cloacales, son más delgados en relación con las hembras, con cola más larga y presentan cabeza más puntiaguda y alargada. Las hembras 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 (Servín, 2011).

9.7.3 Programa de reproducción

Se debe prestar atención a la constitución del núcleo fundador del proyecto, que debe estar diseñado de modo que se recoja la mayor variabilidad genética posible. Para mantener la viabilidad e integridad genética de las poblaciones cautivas destinadas a programas de cría de especie hay que eliminar factores como la pérdida de diversidad genética, selección artificial, la transmisión de agentes patógenos, presencia de enfermedades, conductas patológicas, malformaciones e hibridación (SEMARNAT, 2012).

Control de la reproducción

Poco antes de llegar a la temporada reproductiva, en el estanque de reproductores de juntarán hembras y machos en una proporción 1 a 1, o 2 machos y 1 hembra. La vigilancia constante en el periodo reproductivo es recomendable para atender cualquier eventualidad (SEMARNAT, 2012). La reproducción se controlará mediante la separación de sexos. Es importante conocer las relaciones genéticas que existen entre los organismos que habiten en un mismo estanque, controlando y manejando las parejas reproductoras para evitar endogamia (SEMARNAT, 2011a)

Inducción de la reproducción

Los ciclos reproductivos de *A. mexicanum* consiste en un ciclo anual sincrónico entre machos y hembras, con una mayor frecuencia de puestas en los meses de noviembre a febrero, debido a que la puesta de estos organismos está determinada por la temperatura del agua. Una disminución y un posterior aumento (12-18°C), indican al ajolote a realizar cortejo, apareamiento y puesta de los huevos.

Control de los huevos y larvas

Durante la incubación es importante mantener una buena calidad de agua que cubra todos los parámetros fisicoquímicos recomendados. Es necesario cuidar la aireación del agua para incrementar la concentración de oxígeno disuelto, se sugiere no usar sustrato porque puede ser una fuente de contaminación. El huevo consta de 3 capas y es permeable, lo que lo hace sensible a sustancias tóxicas disueltas en el agua. Es importante destacar que los embriones pueden llegar a morir en el contenedor y ser fuente de infección para otros embriones (Mena-González y Servín-Zamora, 2014). El registro de los huevos y larvas se llevará a cabo registrando las pérdidas y muertes de ejemplares en el transcurso de las semanas de vida (Ver anexo 7).

9.7.4 Contención física

Debido a la fragilidad de su piel, el manejo de los individuos de esta especie requiere de algunos cuidados para evitar lesiones causadas por la manipulación; la contención física se llevará a cabo para realizar la higiene de las instalaciones, pesado del individuo, técnicas diagnósticas y transporte. Para una contención sencilla, como es el caso de cambio de agua en su recipiente, se puede hacer el uso de una red se malla fina para colocarlo provisionalmente en otro contendor, realizar la limpieza de su contendor y regresarlo empleando la misma red de malla fina. En caso de requerir contención manual, lo cual debe hacerse solo en casos muy necesarios, se deben enjuagar muy bien las manos solo con agua, ya que la piel de los ajolotes puede absorber sustancias toxicas para ellas como las presentes en jabones y cremas. En caso de organismos enfermos se pueden emplear guantes de látex previamente humedecidos con agua del mismo tanque para evitar la transmisión de enfermedades entre organismos (Servín, 2011).

En caso de una manipulación para pesado de los organismos, medirlo o realizar alguna técnica diagnostica se debe tomar en cuenta que los ajolotes pueden permanecer fuera del agua por un periodo de 20 minutos o más, siempre y cuando no sufran deshidratación, para lo que se recomienda colocarlos sobre gasas humedecidas o en recipientes con poca agua (Armstrong y Malacinski, 1989)

Para un traslado prolongado, se recomienda colocar a los ajolotes en bolsas de plástico, con agua del mismo tanque, que cubra toda la superficie corporal, dejando una cámara de aire (similar al traslado de peces). Estas bolsas pueden ser colocadas dentro de bolsas negras para evitar el estrés o colocarlas en una caja térmica para mantener la temperatura adecuada un mayor tiempo posible (Wright, 2007).

9.7.5 Cuidados de los organismos

Cuidados larvas y juveniles

Una vez eclosionados, se recomienda mantener lo mejor posible la calidad del agua, ya que las crías son susceptibles a enfermar por condiciones inadecuadas en su medio y cualquier contaminante puede ser mortal. Las puestas pueden mantenerse en peceras de vidrio de 20L, con aireación permanente. A las dos semanas de la eclosión se formarán grupos de 50 ajolotes en estado larvario para su mantenimiento. Diariamente se extraerán restos de alimento con una red o Manguera para sifonear las peceras, es importante cuidar la densidad de los contenedores

y separarlos de acuerdo con su tamaño a partir de este punto, para evitar canibalismo. Los alevines de *A. mexicanum* presentan una alta mortalidad durante los primeros días de su vida. Se ha reportado que el 1% de las crías recién eclosionadas llegan a la madurez sexual (Mena-González y Servín-Zamora, 2014), los porcentajes de sobrevivencia de los ajolotes van de 0% a 4.65% normalmente (Estrada, 2015).

Otro factor importante en la sobrevivencia de los alevines es la presencia de hongo en las branquias o cola torcida por presencia de ectoparásitos en la piel que atacan el sistema dérmico, debilitando a los organismos y permiten la entrada de otras enfermedades (Otto-Parrodi, 1999). En estado juvenil deben separarse individualmente para un mejor desarrollo, las palanganas se deberán limpiar tres veces por semana.

Cuidados adultos

Para los organismos presentes en los estanques se mantendrán separados en la medida de lo posible entre machos y hembras para controlar la reproducción. Se debe revisar que no haya organismos enfermos en el estanque, ya que pueden contagiar a los otros, así como suministrar alimento suficiente para evitar mordeduras entre ellos y monitorear la calidad del agua, ya que pueden enfermar por condiciones inadecuadas en su medio.

Cuidados fase terrestre

Una característica importante de *A. mexicanum* es su capacidad de permanecer en fase larvaria y poder reproducirse sin sufrir metamorfosis, sin embargo, en algunos casos estos pueden presentar metamorfosis a salamandras por diversos factores ambientales, cuando se sospecha hibridismo con otras especies o cuando se induce de manera experimental (puede ser con yodo). En estos casos la transformación es un proceso estresante, en el transcurso de los 15 días que puede durar, se empieza a observar que el animal muda constantemente de piel, se va reduciendo el tamaño de las branquias, los ojos se acomodan hacia adelante y la cola se vuelve angosta (Servín, 2011).

Como menciona Servín en 2011, es común que el animal deje de comer durante este proceso y a que tome burbuja de aire con mayor frecuencia. Por ello, durante este proceso es importante bajar el nivel del agua gradualmente y colocar un sustrato para que suba cuando lo requiera. Una vez completada la transformación se colocarán en terrarios con 70% de tierra y 30% de agua con fácil acceso, colocando rocas y troncos. Requieren de buena ventilación, por lo que se colocará malla de mosquitero en la parte superior del terrario, la temperatura entre 15 a 25 grados será

adecuada por lo que se colocarán en una zona resguardada (laboratorio) para evitar baja de temperatura.

9.7.6 Calendario y programa de alimentación

En cautiverio se ofrece generalmente una dieta variada tres veces por semana conformada por grillos (*Archaea domestica*), lombrices (*Eisenia foetida*), hígado de pollo y res, tortuguetas (Petmmal), tenebrios (*Tenebrio molitor*), cucarachas lobster (*Nauphoeta cinérea*) y charales previamente congelados (*Chirostoma* sp.) (Estrada, 2015). La dieta que se proporcionara en el PIMVS estará compuesta de acociles (*Chambarellus* sp.), charales (*Chirostoma* sp.), lombrices de tierra (*Eisenia foetida*), zooplancton diverso, tortuguetas petmmal y tubifex (*Tubifex tubifex*), este último se recomienda administrarlo desinfectado con una gota de acriflavina, una de azul de metileno, una de sulfato de cobre y una de permanganato de potasio (después de 1 hora se debe enjuagar perfectamente y queda listo para el consumo) (Mena-González y Servín-Zamora, 2014). La dieta se distribuirá de acuerdo con la etapa del organismo como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14: Alimentación del ajolote mexicano en el PIMVS

| Etapa | Alimento | Cantidad |
|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| Crías | Zooplancton | <i>Ad libitum</i> |
| | Tubifex | 100 g. aprox. por contendor |
| | Lombrices de tierra | 3 lombrices por organismo |
| Juveniles | Acociles | <i>Ad libitum</i> |
| | Charales | <i>Ad libitum</i> |
| | Lombrices de tierra | 4 lombrices por organismo |
| | Tortuguetas | 3 por organismo |
| Adultos | Acociles | <i>Ad libitum</i> |
| | Charales | <i>Ad libitum</i> |
| | Lombrices de tierra | 5-6 lombrices por organismo |
| | Tortuguetas | 5 por organismo |
| Fase terrestre | Lombrices | 4 aprox. por organismos |
| | Charales | 3 por organismo ocasionalmente |

Para distinguir entre crías y jóvenes se utilizaron los criterios de la Universidad de Indiana, donde se considera una talla de 2 a 5 cm para crías y juveniles de 5 a 8 cm (Duhon, 1994). La dieta proporcionada a las crías consistirá en crustáceos como pulga de agua (*Daphnia* sp.) o anélidos (*Tubifex* sp.) (Estrada, 2015).

Frecuencia de alimentación

Las crías serán alimentadas con zooplancton diariamente y tubifex en la misma frecuencia cuando haya disponibilidad. Los juveniles mantenidos en tinas se alimentarán los mismos días de lombrices de tierra y tubifex ocasionalmente. Los adultos en algún programa de reproducción, mantenidos en tinas se alimentarán con la misma frecuencia de lombrices de tierra. Las Tortuguetas se ofrecerán solo si no se llegan a tener suficientes lombrices para un grupo de organismos mantenido en tinas. Los organismos mantenidos en estanques cuentan permanentemente con acociles charales y zooplancton diversos, serán alimentados, lunes, miércoles y viernes con lombrices de tierra para complementar su alimentación.

9.7.6 Producción de alimento vivo

Los más recomendable para el mantenimiento de la colonia de ajolotes en cautiverio es contar con una fuente de alimento continua, controlada y libre de patógenos. El PIMVS propone producir los siguientes alimentos para el mantenimiento de los organismos:

- 🐛 Pulga de agua: el cultivo se llevará a cabo de acuerdo con lo descrito por Servín en 2011, los ejemplares para iniciar el cultivo se tomarán de los estanques presentes en el predio, cabe destacar que solo se realizará cultivo cuando sea tenga una puesta o sea época de reproducción.
- 🐛 Lombriz de tierra: Se elaborarán dos compostas para abastecer el predio a todos los organismos de acuerdo con lo descrito por Servín en 2011.

Posteriormente se plantea iniciar cultivo de charal (*Chirostoma* sp.) y tubifex (*Tubifex tubifex*) para asegurarse de la calidad de alimento consumidos por los organismos y evitar la incidencia de parásitos en la colonia.

9.7.7 Registro de parámetros para el análisis de agua

La calidad del agua es el factor más importante por considerar, ya que, si ésta no es adecuada, los ajolotes serán susceptibles a enfermar. Los parámetros fisicoquímicos que pueden ayudarnos a evaluar la calidad del agua son pH, nitritos, nitratos, amoníaco, oxígeno disuelto, concentración de cloro, dureza y temperatura. Esto se puede realizar de manera práctica y sencilla con el apoyo de kits comerciales.


En el PIMVS se tomará el registro de temperaturas (máximas y mínimas), pH, dureza y amoníaco midiendo mensualmente en cada estanque y agua empleada para mantenimiento de los organismos. Se emplearán kits comerciales de NUTRAFIN TEST. Se considerarán como parámetros normales los descritos en la tabla 17.

Tabla 15: Características fisicoquímicas para el mantenimiento de ajolote mexicano (Mena-González y Servín-Zamora, 2014)

| PARÁMETRO | VALOR IDEAL |
|-------------------------------|--------------------|
| pH | 6.5 – 8 |
| Cloro | 0 mg/l |
| Dureza general (GH) | 6 – 16 °dh |
| Dureza carbono (KH) | 3-10 °dh |
| Nitritos (NO ₂ -) | > 3 mg/l |
| Amoníaco | 0% o 0 mg/l |
| Densidad | 1.000 |
| Concentración CO ₂ | < 5 mg/l |
| O ₂ disuelto | >80% de saturación |
| Temperatura | 10 - 18°C |

9.7.6 Medidas de contingencia

Las medidas de contingencia aseguran la capacidad de supervivencia del PIMVS ante eventos que pongan en peligro su existencia (incendios, inundaciones, temblores, erupciones, fuga de ejemplares, plagas, epidemias, entre otros). Asimismo, proteger la integridad física de la planilla laboral, visitantes y de la comunidad. También tiene como objetivo reducir la probabilidad de pérdidas a un nivel mínimo aceptable, a un costo razonable y asegurar la adecuada recuperación del PIMVS. Para ello cuenta dentro de sus actividades (SEMARNAT, 2011a):

-  Informar a los habitantes de la comunidad las actividades que realiza el PIMVS, así como eventos que pueda llevar a cabo

- 2 Difundir información biológica sobre la especie *A. mexicanum* mediante medios físicos o digitales entre las escuelas de la comunidad para evitar incidencia de información errónea acerca de la especie
- 2 El PIMVS contará con un directorio actualizado al alcance de los trabajadores de las instituciones especializadas en brindar apoyo o control de eventualidades y accidentes (protección civil, bomberos, paramédicos, SEMARNAT, PROFEPA, SAGARPA, entre otras) relacionado con el manejo de la(s) especie(s) considerando el tiempo de respuesta que estos tiene para atender eventualidades.
- 2 El personal estará capacitado para atender eventualidades
- 2 Se indicarán las rutas de evacuación en las instalaciones de forma visible
- 2 El personal estará capacitado para prevenir accidentes con medicamentos o sustancias peligrosas

9.7.6 Sanidad

Se requiere aplicar medidas sanitarias preventivas debido a que los ajolotes pueden presentar diversas enfermedades que pueden presentar graves consecuencias para el organismo y la colonia. La medicina preventiva se planteará considerando la Ley Federal de Sanidad Animal (LFSA, 2018).

Medicina preventiva

Para prevenir contingencias sanitarias en el PIMVS se realizará una adecuada limpieza de los acuarios, piletas, estanques y pozos. Se realizarán cambios parciales de agua cada tres meses, se monitoreará frecuentemente el estado de salud de los organismos en los estanques para evitar infecciones. Se colocarán plantas acuáticas con raíces o tallos sumergidos y tallos u hojas emergentes. Los primeros funcionan como sustrato para el crecimiento bacteriano, medio para la filtración, absorción de sólidos, bioadsorción y acumulación de contaminantes. Los tallos u hojas emergentes atenúan la luz del sol y así pueden evitar el crecimiento de algas suspendidas, reducen los efectos del viento sobre el agua, reducen la transferencia de gases y calor entre la atmósfera y el agua, transfieren oxígeno desde las hojas a la raíz y acumulan contaminantes del agua. Estas plantas se colocarán en macetas que posteriormente se ubicarán en el fondo del estanque y de este modo se puede tener control de la cantidad de planta presente en el mismo y la ubicación de la misma (Núñez *et al.*, 2004). *Typha* sp. es una planta enraizada emergente de hasta 5 m de alto que además proporciona refugio y lugar de anidación a especies como

Cambarellus zempoalensis (Bonilla-Barbosa y Santamaría, 2013) y es eficaz en la remoción de contaminantes acuáticos de aguas residuales (Bustamante y Pérez, 2019) por lo cual resultaría eficaz para implementarla en los estanques en este proyecto junto con alguna planta acuática sumergida o oxigenadora como *Ceratophyllum demersum* ya que al realizar la fotosíntesis dentro del agua produce oxígeno (Álvarez, 2007).

Por otra parte, la vigilancia de las larvas, juveniles y adultos se llevará a cabo todos los días. Los cambios de agua en larvas se llevarán a cabo dos veces por semana a cargo del responsable técnico. Los juveniles y adultos tendrán cambio tres veces por semana, lavando con abundante agua y tallando los recipientes con fibra sin agregar ninguna otra sustancia. Cuando se llegue a presentar algún síntoma de enfermedad o para evitar hongos y bacterias se lavarán los contenedores con sal de acuario y se colocarán a los organismos en una solución de agua con poca cantidad de sal de acuario por unos minutos (Estrada, 2015). Una vez al mes se llevará a cabo limpieza de rutina empleando sal de acuario para reducir las posibilidades de producir bacterias que podrían provocar enfermedades a los organismos (SEMARNAT, 2011a).

Prevención en la diseminación de enfermedades infectocontagiosas

Los organismos recién ingresados al PIMVS, serán puestos en observación en el área de cuarentena, la cuál será desinfectada con cloro o hipoclorito, al igual que el material como redes, cubetas, mangueras, recipientes, etc. (se dejarán remojando por 24 horas y después se dejarán secar al sol antes de utilizarlo para evitar residuos de cloro) antes de introducir a los organismos. Los organismos se pondrán en observación por un mes antes de trasladarlo a su área correspondiente, esto con el fin de propagar enfermedades que puedan dañar a toda la colonia (SEMARNAT, 2011a; Servín, 2011).

9.7.7 Enfermedades

Factores como el cautiverio, ruido excesivo y la manipulación inadecuada producen estrés y favorecen la proliferación de distintas enfermedades (SEMARNAT, 2011a). Los ajolotes suelen presentar enfermedades dermatológicas, digestivas o respiratorias. En muchas ocasiones son identificadas cuando los síntomas son sumamente evidentes y ya no hay mucho por hacer. Por ello, el gran reto ha sido identificar cuáles son los primeros signos de enfermedad y sobre todo qué podemos hacer para ayudar a nuestros organismos. Un animal enfermo mostrará cambios en su comportamiento, nado anormal, arqueamiento de la cola (en forma de gancho), presencia de masas en la piel, cambio de color, muda retenida, falta de apetito o falta de consistencia en

las heces (polvo) con una coloración blanca a gris (Mena-González y Servín-Zamora, 2014). El diagnóstico de enfermedades será a partir de la sintomatología que presenten los organismos, debido a los recursos del PIMVS no se podrán realizar pruebas rigurosas para determinar las enfermedades, en caso de ser necesario se realizarán pruebas coproscópicas y muestras sanguíneas de acuerdo con los descrito por Servín en 2011.

Enfermedades no infecciosas

Entre las enfermedades no infecciosas se encuentra la irritación de la piel, traumatismos causados por objetos o congéneres, ingesta de cuerpos extraños, flotación anormal por temperatura inadecuada, malformaciones. Las causas de estas enfermedades son la mala calidad del agua, hacinamiento, nutrición y temperatura inadecuada, así como agentes estresantes (Servín, 2011). En la tabla 18 se mencionan las afecciones y enfermedades no infecciosas comunes en anfibios, así como su origen, síntomas y tratamiento. Para todos los tratamientos se recomienda reducir el estrés y mantener las condiciones óptimas para el ajolote durante el tratamiento

Tabla 16: Enfermedades no infecciosas (Servín, 2011).

| Afección o enfermedad | Síntomas | Causa | Tratamiento |
|---|--|---|--|
| Intoxicación por aumento de desechos nitrogenados | Incremento en la secreción de moco, pérdida de tejido dérmico y de las branquias, ojos protuberantes y nublados, hemorragias internas, crecimiento lento y | Mala calidad del agua, cambios o filtro inadecuados | Mejorar la calidad del agua del organismo. |

| | | | |
|-------------------------|---|---|---|
| | reducido, incremento en la toma de burbuja de aire. | | |
| Aumento repentino de pH | Lesiones, mudas excesivas y constantes, depresión y anorexia | Cambio repentino en los niveles de pH adecuados para la especie | Restablecer el nivel de pH rápidamente, ya sea con químicos comerciales o cambio de agua. |
| Hipervitaminosis A | Problemas oculares (infecciones) y problemas para atrapar presas. El diagnostico se realiza mediante histopatología | Dieta inadecuada | Dosis de vitamina A: 2 UI/gr. Cada 72 horas por vía oral |
| Obesidad | Baja actividad, problemas metabólicos generales, no son buenos reproductores | Dieta alta en calorías | Proporcionar una dieta variada |
| Caquexia | Fallo en el funcionamiento del aparato digestivo y pobre masa corporal | Dieta inadecuada | Proporcionar dieta adecuada y variada |

Tabla 17: Enfermedades infecciosas en *A. mexicanum* (Servín, 2011).

| Enfermedad | Descripción | Síntomas | Causa | Tratamiento |
|---------------------------|---|---|---|--|
| Enfermedades parasitarias | | | | |
| <i>Opalina</i> spp. | Protozoo de tamaño variable, midiendo más de 500µm de largo, posee pequeños y numerosos cilios, aplanado a lo largo y con numerosos núcleos. Se localiza en el colon | Ninguno, por diagnostico por demostración de ooquistes o trofozoítos microscópicamente en heces frescas por exámenes coproparasitológicos | Transmitido por ingesta de trofozoítos u ooquistes presentes en el agua o heces generalmente | No reportado |
| <i>Costia necatrix</i> | Protozoo que se alimenta de las células epiteliales y del moco de la piel, es capaz de nadar libre algún tiempo, pero usualmente muere a la hora de llegar al hospedero | Se adhiere a las branquias y la piel de los organismos, alimentándose de células epiteliales, causando irritación y mayor secreción de moco. Presentan consecuencias respiratorias y pérdida de la piel empezando por puntos opacos y después en áreas blanquecinas cubriendo la piel | Transferencia activa del parásito de u individuo a otro, así como el transporte de cystos del ambiente al individuo | Baños de formalina diluida; 9 mL de formalina al 10% en 6 litros de agua. Baños diarios por una semana. Después el ajolote debe permanecer una hora en solución Holfreter al 50%. Otro tratamiento son baños con solución de cloruro de sodio al 5% por 5 minutos, con intervalos de 5 a 8 días. |
| <i>Protoopalina</i> spp. | Protozoario circular, posee dos núcleos, es variable su tamaño, | No presenta síntomas, se diagnostica mediante | Transmisión por ingesta de ooquistes del | No requerido, es considerado no patógeno |

| | | | | |
|-------------------------|--|---|--|---|
| | pero siempre mayor a 4 μm . Se localiza en la cloaca | exámenes microscópicos del contenido cloacal | medio ambiente | |
| <i>Hennyguya</i> spp. | Parásitos protozoarios de peces (principalmente), localizados en el intestino, riñones, vejiga urinaria, y otros órganos. Esporas multicelulares con filamento para penetrar las paredes del intestino del hospedero | Exámenes coproparasitológicos | Transmitidos generalmente por peces ofrecidos como parte de la dieta | No especificado |
| <i>Pteromona</i> spp. | Trofozoíto de 10 a 30 μm con dos flagelos anteriores, uno dirigido adelante y otro atrás. Se localiza en el intestino grueso, ciego y cloaca | Sin síntomas. Diagnostico por demostración del organismo en heces microscópicamente | Transmisión por ingestión de oocistos | No reportado |
| <i>Balantidium</i> spp. | Protozooario ciliado oval ciliado en la cavidad oral, mide 60 μm por 40-45 μm , presenta macronucleos elongados. Se localiza en el intestino | Colitis. Diagnostico por demostración del organismo microscópicamente en heces | Por ingesta de oocistos infectivos | Ninguno a menos que cause daño aparente. Suministrar amibiasis con adición de tetraciclinas a dosis de 25-50 mg/kg de PV. Tratamiento de 5 a 8 días |

| | | | | |
|---------------------|---|---|--|---|
| <i>Lerneae</i> spp. | Crustáceo copépodo parasito externo de peces de agua dulce y salada. Se alimenta de los tejidos del hospedero | Se observa como un gusano adherido en forma de ancla a el animal. Llega a medir hasta 22mm de longitud. Suele observarse inflamación y hemorragia en las zonas afectadas. Los animales infectados muestran irritación, letargia y perdida de condición corporal. Las heridas causadas pueden ser susceptibles a infecciones secundarias | Transmisión por organismos infectados en el medio | Retirar los parásitos manualmente con ayuda de una pinza, teniendo cuidado de sacar el parásito completo, curación tópica posterior con verde malaquita y se aplicaron ivermectinas a dosis 0.2mg/kg de peso. |
| <i>Rhabdias</i> | Nematodos pulmonares | Síntomas de neumonía | Transmisión de los nematodos presentes en el medio | Ivermectinas a dosis de 200 a 400 microgramos por kilogramo, oral o subcutáneo |
| <i>Capilaria</i> | Nematodos de 2-4mm | Irritación y manchas en la piel. Diagnostico mediante raspados de piel y observación de los nematodos | Transmisión de los nematodos presentes en el medio | Ivermectinas o fenbendazol por vía tópica a dosis 30mg/kg |
| <i>Entamoeba</i> | Nematodo que puede afectar a diversos anfibios | Diarrea, pobre condición corporal e infecciones mixtas de flagelados, ciliados y amibas. | Transmisión de los nematodos presentes en el medio | Metronidazol a dosis de 50mg/kg |

Enfermedades micóticas

| | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|--|
| <p><i>Saprolegnia</i> spp.</p> | <p>Patógeno oportunista en ambientes acuáticos</p> | <p>Crecimiento algodonoso sobre la piel y las branquias de animales afectados, letargia, anorexia, estrés respiratorio, pérdida de peso y mortalidad.</p> | <p>Transmisión por presencia en el medio del hongo</p> | <p>Verde malaquita a dosis de 67 mg/litro de agua, no mayor a 15 seg. Otra opción es el sulfato de cobre a dosis de 500 mg/litro de agua en inmersión de 2 min. por 5 días y luego cada semana hasta terminar el problema.</p> |
| <p><i>Mucor</i> spp.</p> | <p>Hongo extremadamente agresivo que afecta a anfibios</p> | <p>Lesiones necróticas y nódulos</p> | <p>Transmisión por hongo presente en el medio</p> | <p>Ketoconazol a dosis de 15mg/Kg en baño por 5 min.</p> |
| <p>Quitridomicosis</p> | <p>Causado por <i>Batrachochytridium dendrobatidis</i>, provoca dermatitis que llega a ser mortal</p> | <p>Los organismos mueren sin presentar síntomas previos, solo suelen observarse pequeños gránulos y decoloración en la piel cuando el animal ya está muy afectado</p> | <p>Transmisión de los nematodos presentes en el medio</p> | <p>Itraconazol en baños de 0.01% en una solución salina del 0.6%, Es sumamente contagioso por lo cual se recomienda desinfectar todo el equipo con etanol al 70%, e hipoclorito de sodio al 2%.</p> |

Enfermedades bacterianas

La bacteria mayormente reportada en anfibios es la *Aeromonas hydrophila*, causante del síndrome de pierna roja, aunque se han reportado otras bacterias involucradas como *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Pseudomonas* y *Citrobacter*. Los síntomas observables en el síndrome de pierna roja son petequias y eritema en la zona ventral principalmente, anorexia y depresión. Un tratamiento efectivo es la gentamicina a dosis de 13 mg/kg (Servín, 2011).

Las bacterias reportadas en *A. mexicanum* son *Aeromonas hydrophyla*, *Citrobacter braaki*, *Citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Morganella morganii* y *Providencia rettgeri* (Aldana, 2003).

Enfermedades virales

Se conocen pocos virus que afectan a anfibios y son difíciles de diagnosticar, entre ellos se encuentran los iridovirus, ranavirus, estos causan sintomatología similar a enfermedades bacterianas y fúngicas que provocan el conocido como síndrome de pierna roja. El diagnóstico se realiza al observar cuerpos de inclusión en los eritrocitos. No hay tratamiento eficaz, ya que la enfermedad progresa con facilidad (Servín, 2011).

9.7.8. Manejo de residuos

Los desechos orgánicos, generados por las sobras de alimentos que no hayan ingerido, se recogerán y serán incorporados a las compostas para producción de lombriz y abono para plantas. Los desechos inorgánicos serán separados en contenedores; amarillo para plásticos, naranja para orgánicos, rojo para aluminios y serán retirados por el recolector de basura del municipio (SEMARNAT, 2011a).

9.8 Educación ambiental e investigación

Este proyecto propone la conservación del ajolote *A. mexicanum* mediante la educación ambiental, exhibición a escuelas y público en general, así como la participación en programas de investigación para evaluar el impacto de diversos factores en los ajolotes. Se propone llevar a cabo visitas guiadas en el PIMVS donde se darán a conocer aspectos biológicos, culturales e históricos del ajolote, asesorías a personas que estén interesadas en adquirir un ejemplar; las asesorías serán para orientarlos acerca de la legalidad al comprar un ajolote y aspectos de su mantenimiento en cautiverio y cuidados. También se propone realizar diversos talleres de

educación ambiental dirigidos al público en general enfocados a él ajolote y a especies presentes en la zona. El PIMVS promoverá la difusión en temas de conservación elaborando folletos y distribuyéndolos en el municipio, enfocándose en escuelas. Del mismo modo se elaborarán artesanías que promuevan la conservación del ajolote. En cuanto a la investigación, se planean realizar donaciones a diversos institutos, además que el PIMVS podrá recibir en el predio alumnos que deseen realizar su servicio social en investigación enfocada al ajolote o a especies de flora y fauna presentes en la zona o área cercana al predio.

9.9 Calendario de actividades

Contar con un calendario de actividades permite tener presente las actividades que deberán efectuarse en el PIMVS, evitando olvidarlas o aplazarlas. Se recomienda hacer un calendario anual para realizar todas las actividades que aseguren el funcionamiento correcto del PIMVS (SEMARNAT, 2011a).

| Actividades | MESES | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Limpieza de las instalaciones | X | X | x | X | x | x | x | x | X | x | x | X |
| Desinfección de las instalaciones | X | | | | x | | | | X | | | |
| Mantenimiento de las instalaciones | X | | | X | | | x | | | X | | |
| Mantenimiento cerca perimetral | | | x | | | | | | X | | | |
| Mantenimiento jardín | X | | | X | | | x | | | x | | |
| Alimentación | X | X | x | X | x | x | x | x | X | x | x | X |
| Reproducción | X | | | X | x | | | | | x | x | X |
| Inventarios | | | x | | | x | | | X | | | X |
| Entrega de informe | | | | X | x | x | | | | | | |
| Talleres de educación ambiental | X | | x | | x | | x | | X | | X | |

9.9 Medios de aprovechamiento

El aprovechamiento es un componente esencial para lograr el manejo sostenible y constituye un proceso importante para la conservación de la vida silvestre, por ello su cuidadosa ejecución es importante para garantizar la sustentabilidad de los recursos, al mismo tiempo que brinda continuidad a los mismos (SEMARNAT, 2012). El aprovechamiento dentro del PIMVS será del tipo extractivo, en manejo intensivo. Se propone los siguientes porcentajes de aprovechamiento:

- 🐸 15% pie de cría- reproducción
- 🐸 20% venta en platillo dentro del PIMVS
- 🐸 40% venta como mascotas
- 🐸 25% apoyo a la investigación

Para la venta de platillo dentro de las instalaciones de considerará el artículo 36 de la LGVS y las normas dispuestas en el CODEX para el consumo de ancas de rana de la FAO/OMS con código CAC/RCP-30-1983(FAO, 1995). Se considerará lo referente a la higiene en la línea de producción de las ancas de rana, considerando que no se envasará ni comercializará la carne de ajolote, el consumo será en las instalaciones del PIMVS solamente y la preparación será inmediata al sacrificio para evitar desarrollo de patógenos y contaminación. Para el sacrificio del animal, cabe destacar que el CODEX indica insensibilización mediante electricidad y posteriormente sacrificio separando la cabeza del cuerpo. La NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio Humanitario de los animales domésticos y silvestres, no disponen ningún apartado acerca de anfibios, como sacrificio de emergencia decapitación ya que genera insensibilización inmediata y solo bajo inconciencia genera la muerte (D.O.F, 1995). No se cortará otra extremidad del animal, como en lo indicado por el CODEX, solamente se retirarán las vísceras y se lavara perfectamente. No se llevará a cabo sangrado, ni se sumergirán en salmuera, ya que como se mencionó anteriormente se prepararán inmediatamente, por lo tanto, tampoco se retirará la piel del ajolote.

9.9.1 Inventario

Para identificar a los organismos se colocará una etiqueta con el número de inventario en el recipiente en el que se encuentre el organismo(s). El número de inventario se designará de acuerdo a lo propuesto por Medina en 2014 para una UMA de *Lithobates tlaloci*. Los progenitores serán designados por un código numérico consecutivo que incluirá una H en caso de ser hembra y una M en caso de ser macho (1H o 1M) numerando en este orden a todos los progenitores. Posteriormente los descendientes de estos serán identificados referenciando el número de la

hembra, el número de puesta de la hembra y consecutivamente todos los descendientes (1H1-1, 1H1-2, 1H1-3, etc.). Se les asignara su número de inventario posterior a el cumplimiento de los 3 meses de edad para asegurar una mayor tasa de sobrevivencia de los organismos registrados. Anualmente se llevará a cabo el informe a SEMARNAT de los organismos presentes en el predio, altas, bajas, sexo y observaciones de estos, Se registrará en el formato siguiente (Ver anexo 9).

10. Discusión

La pérdida del hábitat es una de las principales causas de riesgo de extinción de muchas especies de anfibios, como el caso de *A. mexicanum*, su situación actual en Xochimilco es lamentable ya que la mala calidad del agua, el deterioro general del hábitat y la presencia en el medio de especies exóticas dificultan la conservación en su hábitat (Aguilar y Aguilar, 2019). Algunas de las estrategias que propone la IUCN para la conservación de esta especie es la investigación y monitoreo de la zona lacustre de Xochimilco para proteger sitios de conservación, además de la conservación ex situ y los programas de educación ambiental (Zambrano *et al.*, 2010). Este PIMVS contribuirá a la conservación ex situ de esta especie, además de llevar a cabo proyectos de educación ambiental que apoyaran en gran medida la conservación del ajolote.

Si bien, la reintroducción de organismos criados en cautiverio al medio silvestre, no se recomienda adecuada para el hábitat ni para el organismo hasta mitigar las amenazas ecológicas, turísticas, climáticas y que los riesgos genéticos de las poblaciones silvestres sean evaluados (Zambrano *et al.*, 2010). Este predio aporta y continuara aportando organismos para la investigación de diversos aspectos ecológicos del organismo, así como brindar organismos aptos para programas de reintroducción en nuevos ambientes dentro o cercanos a la ciudad, en los que se encuentren en condiciones adecuadas para reproducirse y vivir y así aportar a la conservación.

Por otra parte, no podemos descartar que el ajolote ha sido un recurso de suma importancia ecológica y biológica, sin embargo, es primordial incorporar el entorno cultural del cual el ajolote forma parte como lo es el patrimonio gastronómico (Favila *et al.*, 2010). Como alimento tiene un antecedente prehispánico, su origen se ubica en los lagos de la cuenca de México, los diferentes grupos humanos asentados en esas zonas lo consideraban un alimento nutritivo, además de empleado para tratar afecciones respiratorias, trastornos musculares y de articulaciones (Pino *et al.*, 2000).

A pesar de que sus poblaciones se encuentran muy reducidas, en distintos mercados se venden, ungüentos de ajolote mezclados con diversas hierbas para varias afecciones y desde luego el jarabe para la bronquitis (Gómez *et al.*, 2007). En la actualidad, existen reportes de sus usos

alimenticios y medicinales, su consumo como aporte cultural cumple un rol tradicional que podría ser rescatado e incorporado a las nuevas formas de consumo y a la cocina como un aporte gastronómico, cabe destacar que los ajolotes son extraídos de su hábitat de forma clandestina para estos usos (Favila *et al.*, 2010) y aunque no existen datos sobre su aporte nutricional como alimento, se puede considerar como referencia que algunos anfibios, como la rana tiene un alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales, menos colesterol y grasas que otras especies de uso cotidiano (Velarde, 2012).

La extracción ilegal de los organismos de los ríos y lagos para estos fines pone en riesgo las poblaciones, al mismo tiempo que puede desencadenar problemas sanitarios al no prestar atención a las enfermedades que puedan portar estos organismos y transferir al humano mediante su consumo o por manejo inadecuado. Por lo antes mencionado este Proyecto (PIMVS) plantea implementar el consumo de estos organismos, vigilando rigurosamente las medidas sanitarias de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Sanidad Animal (LFSN, 2018). Esto podrá disminuir la extracción ilegal de los organismos de su medio silvestre beneficiando a la conservación de la especie y evitando los riesgos derivados de estas prácticas. Cabe destacar que para este organismo no existen normas alimentarias dentro de la FAO/OMS y las aprobadas para el consumo de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) no pueden adaptarse en su totalidad al consumo de *A. mexicanum*, por lo tanto, este proyecto podría sentar las bases para realizar propuestas acerca del manejo y procesamiento adecuado de estos organismos.

Este proyecto de creación del PIMVS está diseñado con la infraestructura indispensable para proveer un ambiente adecuado para los organismos mediante estanques; entornos en los cuales los animales puedan contar con abundante alimento que cazar y realizar sus hábitos de manera natural. De este modo se podrá reducir el estrés propio al que son sometidos los animales en cautiverio el cual afecta la calidad de vida del organismo y sus hábitos (SEMARNAT, 2012). El PIMVS, en este sentido puede apoyar a la realización de investigaciones sobre aspectos ecológicos, biológicos y reproductivos importantes de esta especie que pueden mostrar resultados afectados por el estrés al que es sometido el organismo por el encierro.

También es necesario considerar que la mayoría de la literatura y manuales para el mantenimiento en cautiverio refieren a el mantenimiento de los organismos en acuarios o contenedores individuales teniendo como un mínimo de espacio para un ajolote adulto 6 litros de agua (Duhon, 1994). El mantenimiento en contenedores de plástico puede generar enfermedades como problemas micóticos, los contenedores de vidrio requieren normalmente un filtro, calentador y una higiene más compleja, en cambio, un estaque de 2x3 metros dividido en 5 cuadrantes con

malla, expuesto al aire libre, sin filtrado y vegetación (lirios y algas) ha demostrado tener un manejo relativamente sencillo y ha mantenido con éxito a ajolotes adultos con condiciones satisfactorias para la reproducción (Servín, 2011).

El mantenimiento de los organismos en los estanques también presenta ventajas desde el punto de vista del enriquecimiento animal; el enriquecimiento animal consiste en la modificación del entorno de los animales permitiéndoles un mayor control sobre su ambiente y experimentar situaciones novedosas aproximándose al comportamiento propio de su especie en vida libre (Khoson, 2013), su objetivo es mejorar el bienestar fisiológico y psicológico de los animales en cautiverio, la implementación de estos protocolos puede contribuir a mejorar la calidad de los resultados científicos, dado que posee efectos en los animales (CSIC, 2017).

En los anfibios la ausencia de refugios aumenta el estrés y afecta la fisiología del organismo, en los urodelos es importante escondites estables y opacos de gran cobertura como cortezas, madera, hojas secas semiesterilizadas, tubos PVC etc., se pueden colocar flotando en el agua o en el sustrato. Las plantas son buenos elementos para este fin, además de que las larvas tengan la posibilidad de tener una superficie a la cual subir al realizar la metamorfosis. De los aspectos más importantes en el enriquecimiento ambiental es que los organismos hagan un esfuerzo por su alimento, tal y como lo harían naturalmente. Del mismo modo se recomienda el no estar en un ambiente sobrepoblado, pero tener interacción con otros organismos de su especie (CSIC, 2017).

Los mamíferos con enriquecimiento han demostrado tener mejores resultados científicos, siendo un punto clave en la investigación la utilización o no del enriquecimiento animal (Luciane *et al.*, 2016). Sin embargo, las estrategias de enriquecimiento para especies acuáticas no están bien establecido, las implicaciones para el bienestar de los anfibios están vagamente definidas; no obstante, el enriquecimiento orientado al aprendizaje puede tener gran significado en animales que se pretende reintroducir a la vida silvestre, aunque en todos los organismos es importante. En el caso de *Ambystoma ordinarium*, el enriquecimiento ambiental no mostro cambios directos en los valores del estrés, sin embargo, los organismos con enriquecimiento mostraron diferencias en el crecimiento LHC, no presentaron mortalidad y hubo reproducción con huevos viables, lo que puede indicar indirectamente menor estrés (Gálvez, 2015). El PIMVS puede apoyar la realización de estudios que evalúen el efecto del enriquecimiento en anfibios cautivos y definir los factores más viables para enriquecer los encierros de los anfibios, así como determinar si esto interfiere en los resultados de la investigación científica.

Los estanques del predio cuentan con alimento vivo, lodo, algas, troncos, rocas y un sustrato para facilitar escondites y ayudar en la reproducción de modo natural. Actualmente el predio cuenta con los recursos y la infraestructura indispensable para iniciar su operación asegurando el éxito de los ajolotes, aun así, pretende mejorar las instalaciones en los próximos 5 años para un manejo óptimo de los organismos en cada etapa de su vida. A pesar de que los ajolotes se han mantenido en el predio en buenas condiciones durante 4 años, debemos considerar que el agua proviene de manantiales naturales con temperaturas bajas, pero presenta condiciones ambientales no controlables que pueden afectar la calidad agua de los estanques tal como la temperatura ambiental, incidencia solar, lluvia, transmisión de enfermedades por parte de fauna externa, filtración de aguas con contaminantes, entre otros; debido a esto el monitoreo de los estanques debe ser riguroso para evitar cualquier eventualidad.

De los principales factores a considerar al mantener ajolotes en cautiverio es la temperatura, aunque no se ha monitoreado la temperatura de los estanques del predio, el registro de temperatura en río próximo al predio alcanza un máximo de 20°C (Banco *et al.*, 2008). Se ha reportado que *A. mexicanum* habita en agua donde la temperatura se encuentra entre los 14°C a 18°C (Servín, 2011); temperaturas mayores a 26°C son peligrosas para los ajolotes, provocan estrés, disminución de las defensas inmunitarias y aumenta la probabilidad de enfermedades e infecciones (Biasutti, 2006). En caso contrario, la disminución de la temperatura puede influir positivamente en la reproducción y en la recuperación de animales convalecientes, al acelerar el metabolismo y la recuperación. No obstante, la exposición prolongada a una temperatura menor a los 10°C puede provocar problemas, los ajolotes disminuyen la actividad, su consumo de alimento, se inmunodeprimen y puede haber mortalidad (Armstrong y Malacinski, 1989).

La temperatura del agua en el predio no rebasa la temperatura máxima para el mantenimiento de los ajolotes, sin embargo, no se tiene registro de la temperatura mínima, siendo este un factor que puede afectar a los ajolotes. Es pertinente monitorear la temperatura del agua para tener un registro para el PIMVS, asegurar las condiciones óptimas para los ajolotes e incluso poder reportar su influencia en la alimentación, mortalidad y reproducción de los organismos. En el predio no se puede controlar los cambios de temperatura en los cuerpos de agua como en el mantenimiento en cautiverio habitual, pero se puede introducir vegetación acuática para mantener una temperatura más baja.

El pH es otro factor importante a considerar, ya que el aumento o descenso repentino del pH también puede causar lesiones, depresión, anorexia, mudas excesivas y constantes. Un pH alto favorece las formas más dañinas de algunas toxinas potenciales como el amoníaco y en el caso

contrario, la nitrificación puede producir ácidos y baja el pH que ocasiona daños en la piel o que el animal empezó a mudar (Warren, 1987). El pH de los estanques es de 6.59 unidades siendo el rango adecuado para el mantenimiento de estos organismos entre 6.5 y 8 (Ver tabla 15). El agua del PIMVS se encuentra dentro del rango adecuado para esta especie.

El color aparente del agua se debe a las sustancias disueltas en ella y el color verdadero es el que se obtiene una vez filtrada el agua (Barrenchea, 2006). El color aparente del agua del predio es de 2 FTU y el color verdadero es de 0 Pt-Co. Esto nos indica que el color del agua se debe a la presencia de materia en suspensión de materia y a la turbidez. Cuando el agua presenta color verdadero puede contener compuestos químicos, metálicos, ácidos grasos, taninos, etc. (Zhen-Wu, 2009).

La turbidez en el predio fue de 1.58 UNT, considerada baja (OMS, 2006). Esta medida indica la suspensión de sedimentos, arcillas, partículas orgánicas o inorgánicas coloreadas, plancton entre otros que generan turbidez en el agua e interfiere con el paso de luz (Zhen-Wu, 2009). La turbidez puede estar asociada a la falta de macrófitas acuáticas y la erosión de las paredes de los cuerpos de agua. Una alta turbidez parece no afectarles a los ajolotes y que muestran afinidad por zonas con alta turbidez (Valiente, 2006).

La conductividad del agua para mantenimiento de los ajolotes en el predio muestra valores de 136.8 $\mu\text{s}/\text{cm}$, los valores de conductividad adecuados para los ajolotes van de 915 a 1650 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Shaffer, 1989). Siendo la conductividad una medida de la actividad eléctrica de los iones en disolución (Zhen-Wu, 2009). Los ajolotes muestran afinidad a los sitios con mayor concentración de iones (Ca, Mg, Na, K, HCO_3^- , CO_3^- , SO_4 , Cl) en el agua (Valiente, 2006). En el predio el agua muestra poca concentración de iones, sin embargo, los ajolotes han demostrado mantenerse en condiciones adecuadas aun con conductividad baja de 0.88 a 4.56 (Zambrano *et al.*, 2003).

Los sólidos suspendidos del agua del predio muestran un valor de 1 mg/L, los sólidos disueltos de 74 mg/L y los sólidos totales un valor de 75 mg/L. Los sólidos suspendidos son las partículas superiores a un micrómetro retenidas en la filtración del agua, los sólidos disueltos son los que se obtienen después de la evaporación de la muestra filtrada y los sólidos totales son la suma de ambos (Zhen-Wu 2009). De acuerdo a la CONAGUA en 2015 los sólidos totales menores a 75 mg/L indican muy buena calidad del agua y sólidos suspendidos menores a 25 mg/L corresponden a una excelente calidad del agua. Esto nos indica que la calidad del agua del predio es muy buena para los organismos que habitan en los estanques.

El nivel de fosfato (PO_4) en el agua es de 0.0693 mg/L, este es un nutriente de la vida acuática y limitantes en el crecimiento de las plantas, puede provocar proliferación de algas no deseadas y acumulación de sedimentos (Zhen-Wu, 2009). El nivel de fosforo (P- PO_4) en el agua del PIMVS es de 0.025 mg/L, cantidades mayores a 0.002 mg/L acelera el proceso de eutrofización, y normalmente este proviene de agua residual domestica (Barrenechea, 2006).

La clorofila total del agua de los estanques del PIMVS es de 3.87 $\mu\text{g/L}$ y la clorofila in vivo es de 23.88 UR. La medición de la clorofila es un factor fundamental para evaluar el estado ambiental de un sistema acuático, ya que está relacionada con los productores primarios como el fitoplancton, la clorofila es el principal pigmento fotosintético presente en las algas, también es un indicador del estado fisiológico del fitoplancton y el estado trófico de los sistemas acuático, ya que una de las consecuencias de la eutrofización es el crecimiento masivo de algas (Hernández *et al.*, 2011), sin embargo los resultados obtenidos no se relacionan con ambientes eutróficos; el valor de la clorofila total indica un ambiente oligotrófico (2.5-8.0 $\mu\text{g/L}$) (OCDE, 1982). Es importante revisar frecuentemente que no se realice el proceso de eutrofización de algas no deseadas que pueda afectar a todo el sistema y a los ajolotes del predio, ya que de acuerdo a los valores de fosforo, el agua del PIMVS puede presentar proceso de eutrofización, por ello es importante retirar el exceso de algas presentes en el agua.

El amoniaco (NH_3) de los estanques es de 0.25 mg/L y el amonio (NH_4) de 0.1038 mg/L; el nivel ideal de amonia (NH_3/NH_4) (Ver tabla 15) para el mantenimiento de ajolotes en cautiverio debe ser de 0 mg/L, sin embargo considerando que están en estanques naturales y los desechos nitrogenados provenientes de restos de alimento, peces muertos, mudas de acociles, descomposición de algas, etc., y son procesados por bacterias hasta convertirlos en amoniaco y además se suman los desechos propios de loa ajolotes y peces (Servín, 2011), los valores resultan ser bajos y tolerables para los ajolotes, aunque es necesario revisar los estanques frecuentemente para retirar desechos como peces muertos o mudas de piel que puedan incrementar el amoniaco en el agua.

Entre los desecho de los organismos acuáticos, los restos de alimento y contenidos nitrogenados tóxicos de las plantas, el principal y más tóxico es el amonia ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), en el proceso de filtrado biológico se descompone hasta llegar a nitratos, sin embargo niveles elevados de amonia (NH_3) pueden producir reacciones toxicas, afectando directamente la piel, aumentando la producción de moco, destrucción de la piel y branquias, opacidad corneal, aumento en la toma de burbuja de oxígeno, hemorragias internas, inhibición del crecimiento y volverlos susceptibles a infecciones de hongos y bacterias; el nivel máximo aceptado de ajolotes debe ser menos a 1 mg/l (Servín,

2011). Los efectos tóxicos del amonía puede aumentar si el pH es elevado ya que se encuentra en mayor concentración de manera pura (NH_3) que es más toxico que el ion amonio (NH_4^+), este se forma cuando se disocia químicamente con el agua (Scott, 1991).

Como se mencionó anteriormente, el filtrado biológico convierte el amonía en nitritos, los nitritos (NO_2) en el agua del predio son de 0.025 mg/L, siendo los valores adecuados para los ajolotes (Ver tabla 15) menores a 3 mg/L, esto nos indica que los nitritos se encuentran en un valor ideal para el mantenimiento de los ajolotes. Sin embargo, se debe prestar atención a este parámetro en el mantenimiento de los ajolotes, ya que los nitritos pueden ser tóxicos, el mecanismo de toxicidad es la oxidación de la hemoglobina a metahemoglobina por lo que ya no puede transportar oxígeno, estos se concentran en las branquias y en la sangre en contra del gradiente de concentración (Warren, 1987). Niveles altos de nitritos en el estanque puede resultar en una alta mortandad, por ello es importante monitorear este parámetro en los estanques.

Los nitratos (NO_3) del agua del predio muestran valores de 0.0693 mg/L, estos elementos se obtienen de la oxidación del nitrato. Al igual que los nitritos es de relevancia monitorear este parámetro en el agua ya que la presencia de nitritos y nitratos en el agua produce en larvas de anfibios un descenso e inhibición en el consumo de alimento (Marco, 2002). Aunque la mayoría de las especies toleran 1.6 mg por litro de nitritos en el agua (Servín, 2011) es posible que el nitrato en el agua reduzca la alimentación en ajolotes debido al desarrollo de metahemoglobinemia (Chaparro, 2014).

El nitrógeno total del agua de predio es de 0.1529 mg/L, el valor es bajo sin embargo es muy importante para el mantenimiento de un sistema acuático, ya que, si existe un gran número de ajolotes en un espacio reducido, la cantidad de desechos nitrogenados será mayor y pueden llegar a rebasar la capacidad de funcionamiento del sistema generando una mala calidad del agua, se debe evitar el acumulo de materia orgánica con un buen filtrado o cambios frecuentes de agua. Una mala calidad del agua de manera crónica inmunodeprime al ajolote y lo puede hacer susceptibles a problemas infecciosos con facilidad (Servín, 2011).

El oxígeno disuelto en el agua del PIMVS es de 1.87 mg/L, el valor está por debajo del valor ideal para el mantenimiento de los ajolotes en cautiverio (Ver tabla 15), sin embargo los ajolotes presentan respiración branquial, pulmonar y cutánea; el intercambio gaseoso a través de la piel es importante para los anfibios (Servín, 2011) pero los ajolotes, al vivir en agua estancadas, donde la concentración de oxígeno llegan al ser extremadamente bajas, complementa su

respiración branquial con su rudimentario aparato pulmonar, por ello sube a la superficie del agua cada ciertos minutos por oxígeno (Camarillo y Smith, 1992).

Las bajas concentraciones de oxígeno parecen no afectarle a esta especie y muestra afinidad en etapas tardías por bajas concentraciones de oxígeno en su ambiente natural, sin embargo, en larvas juveniles puede afectarle (Valiente, 2006). Los requerimientos de oxígeno en las larvas jóvenes son relativamente altos, estas tienen un crecimiento muy rápido y están activos la mayor parte del tiempo en busca de alimento, al crecer su metabolismo se vuelven menos activos y más lentos (Scott, 1995). Es importante asegurar el mantenimiento con mayor nivel de oxígeno para las larvas jóvenes de los ajolotes y evitar la mortandad de los organismos en esta etapa de vida, para ello se pueden mantener en encierros con pocas larvas.

La falta de oxígeno puede ser una causa principal de muerte en algunos organismos acuáticos (CONAGUA, 2013). El porcentaje de saturación de oxígeno adecuado para los ajolotes es mayor al 80% (Ver tabla 15), si este disminuye de manera considerable, tienden a crecer bacterias anaerobias que pueden afectar la salud y el equilibrio del acuario (Wright, 2001). En el predio el agua mostro una saturación de 19.9%, sin embargo, las bacterias que consumen oxígeno y participan en el ciclo del nitrógeno, son de importancia en el sistema natural, para mejorar este parámetro se puede establecer un filtro en los estanques o realizar los cambios parciales de agua del estanque con mayor intervalo además de establecer plantas acuáticas que incrementen la saturación de oxígeno en el agua.

La DBO5 es de 3.68 mg/L, este valor es empleado para determinar la contaminación de aguas (Zhen-Wu, 2009), es la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia (Barrenechea, 2006). De acuerdo a la CONAGUA en 2015, valores entre 3 y 6 mg/L como en el caso del predio, son indicadores de buena calidad del agua y se denomina como agua con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.

En cambio, la DQO en el PIMVS es de 52 mg/L, esta es la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin intervención de microorganismos, la eliminación de la materia orgánica se lleva a cabo por sedimentación y filtración entre otros, es un indicador de carga orgánica elevada (Zhen, Wu, 2009). El agua del predio se clasifica como contaminada, es decir presenta agua residual cruda, principalmente de origen municipal (CONAGUA, 2015), esto puede deberse a infiltraciones de aguas residuales en el subsuelo y de este modo el agua residual llega a los manantiales que alimentan a los estanques. Es de suma importancia identificar la causa de la contaminación del agua y buscar una solución para asegurar el mantenimiento

adecuado de los organismos en el predio sin contaminantes que puedan afectar los objetivos y la funcionalidad del PIMVS.

En los sistemas acuáticos naturales, como los estanques se lleva a cabo una serie compleja de procesos de filtrado biológicos y un recambio constante de materia; el filtrado biológico distintas bacterias se alimentan de los desechos nitrogenados del agua y emplean parte de ellos como alimento, convirtiéndolos mediante procesos que requieren gran cantidad de oxígeno y son directamente afectados por el pH (Servín, 2011). De acuerdo a los análisis de la calidad del agua del PIMVS, los parámetros se encuentran en rangos adecuados para el mantenimiento de los ajolotes, pero se considera necesario instalar filtros en los tubos que conectan a los estanques en los recambios parciales del agua para mejorar la calidad del agua, también es necesario realizar estudios para conocer las bacterias presentes en el filtro biológico del sistema e incrementar la cantidad de oxígeno disponible en el agua para la respiración de los ajolotes y los otros organismos presentes en los estanques.

El factor que resulta riesgoso para el mantenimiento de los ajolotes es la DQO, ya que indica agua contaminada, es decir presenta agua residual cruda, principalmente de origen municipal. Este factor puede afectar la calidad de vida de los organismos presentes en el PIMVS además de alterar el filtrado biológico del estanque, es importante buscar soluciones que reduzcan la contaminación del agua para evitar incidencias en el funcionamiento del predio.

Conclusiones

- 2 *Ambystoma mexicanum* se puede mantener exitosamente en el predio con las instalaciones, la alimentación proporcionada, los cuidados, cambios parciales de agua, la fauna de los estanques y las condiciones fisicoquímicas del agua de los mismos en el PIMVS, sin embargo, es conveniente la instalación de filtros biológicos y vegetación acuática para mejorar la calidad del agua.
- 2 El PIMVS puede operar exitosamente bajo un esquema de manejo sustentable en el cual se otorgará mantenimiento, reproducción, investigación, rescate, recreación, educación ambiental, comercialización y mantenimiento sustentable de *A. mexicanum*. apoyando la conservación de la especie y comercializando de forma adecuada bajo la normatividad de SEMARNAT.
- 2 Los organismos producidos en el PIMVS serán destinados en un 25% a la investigación, 40% para ornato, 15% como pie de cría y 20% para consumo, serán canalizados en el transcurso de año, induciendo a la reproducción cuando sean requeridos para investigación y donándolos en forma de huevecillo o larvas. La relación porcentual se obtendrá en el informe anual de actividades.
- 2 Este PIMVS puede fomentar la legalidad, educación y difusión adecuada acerca del consumo e introducción gastronómico de esta especie, así como desarrollar propuesta para su manejo y procesamiento para este fin.
- 2 Este proyecto podrá aportar organismos y registros sobre sobrevivencia, alimentación, reproducción y tolerancia a parámetros fisicoquímicos en el predio para desarrollar proyectos de investigación enfocados a la reintroducción de *A. mexicanum* exitosamente.
- 2 El PIMVS promoverá la conservación de especies mediante talleres de educación ambiental en el predio, difusión de información sobre especies endémicas y exóticas, así como apoyo a proyectos de investigación o servicio social realizados en zonas cercanas a el predio

11. Literatura citada

- Aguilar M.R y R. Aguilar. 2019. El mítico monstruo del lago: la conservación del ajolote. *Revista Digital Universitaria*. 20 (1): 1-12
- Aguilar-López, J.L., S. López-Sánchez y C. Villa-Salazar. 2013. Axolotl, letra por letra. *Ciencia*, 64 (2): 78- 83
- Ahedo, R. C. L. 2019. Diseño y planeación de una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) intensiva de axolote mexicano (*Ambystoma mexicanum* Shaw y Nodder 1798). Tesis de Licenciatura. UNAM. 71pp
- Aldana, G. L. 2003. Aislamiento e identificación de las bacterias asociadas a procesos patológicos de anfibios y reptiles del laboratorio de herpetología – vivario de la UNAM. México, D. F. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tesis de licenciatura.
- Álvarez, M. 2007. Estanques y jardines acuáticos; una guía esencial para construir estanque jardinea acuáticos, fuentes y cascadas en el jardín. Argentina; *ALBATROS*. P.p. 110
- Armstrong, J. B. y G. M. Malacinski. 1989. *Developmental Biology of the axolotl*. USA: Oxford University Press. 336 p.
- Ávila, R. B. E. 2000. Composición actual de la ictiofauna de Xochimilco. Tesis de licenciatura. UNAM. 73pp.
- Ayuntamiento de Tepetzotlán. 2013. Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015. Gaceta de Gobierno Municipal de Tepetzotlán.
- Ayuntamiento de Tepetzotlán. 2016. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018. Gaceta de Gobierno Municipal de Tepetzotlán. (4).
- Banco J.P. Morgan S. A. Institución de Banca Múltiple J.P. Morgan Grupo Financiero, División Fiduciaria del Fideicomiso no. F/ 00175. 2008. Descarga de agua residual tratada sobre

el margen de izquierda del río hondo de Tepetzotlán, Estado de México. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular. p.p. 90.

Barrenechea, M. A. 2006. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. 55pp.

Bautista, H. T. 2015. Propuesta de plan de manejo de Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) para el establecimiento de una UMA, en Santa Rita Tlahuapan, Puebla. Tesis de Licenciatura. UNAM. 88pp.

Becerril R. M. L. 2015. Plan de manejo de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y conejo montes (*Sylvilagus cunicularius*) en el ejido de San José el Vidrio, Municipio de Nicolás Romero, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. 82pp.

Biasutti, A. 2006. *Ambystoma mexicanum* (Shaw, 1789). Sociedad Acuarológica de Plata.

Biodiversidad, 2018. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/UMAs.html>; consultado 15.II.2019.

Bonilla- Barbosa, J.R. y B. Santamaría. 2013. Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras. *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 223-247

Bosch, J. 2003. Nuevas amenazas para los anfibios, enfermedades emergentes. *Munive* 16: 56-73.

Bride, I.G., R.A. Griffiths., A. Meléndez- Herrada y J.E. McKay. 2008. Flying an amphibian flagship: conservation of the axolotl *Ambystoma mexicanum* through nature tourism at Lake Xochimilco, México. *International Zoo Yearbook*. 42: 116-124

Bustamante, D. E. y Pérez- Ruiz W. T. 2019. Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales municipales utilizando las especies junto *Typha* sp. y vertiver *Chrysopogon zizanioides* en el distrito de Saposoa. Universidad Peruana Unión. Perú. P.p. 119

- Camarillo, J y H. Smith. 1992. A hand list of the amphibians and reptiles of the State of Mexico. EUA. Greater cincinnati Herpetological society contributions in herpetology. 39-41.
- Casas, A.G., A.R. Cruz, y M.X. Aguilar. 2004. 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
- Chaparro, H. D. J. 2007. Biología de la alimentación de *Ambystoma mexicanum*: implicaciones para su conservación. Tesis de Maestría. UNAM. 94pp
- Chaparro, H. D. J. 2014. Evaluación del impacto de *Oreochromis niloticus* (Pisces) en la sobrevivencia y comportamiento alimenticio de *Ambystoma mexicanum* (Anfibio) a través de cambios en la estructura de la comunidad zooplanctónica. Tesis de Doctorado. UNAM. 196pp.
- CONAGUA. 2015. Monitoreo de calidad del agua. Subdirección general técnica. Gerencia de calidad del agua.
- CSIC. 2017. Enriquecimiento ambiental para pequeños vertebrados utilizados con fines científicos. Gobierno de España. 20pp.
- CITES. 2019. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Disponible en: <https://www.cites.org/esp/disc/how.php>; consultado 15.II.2019
- CONAGUA. 2013. Fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales.
- CONABIO. 2011. Fichas de especies prioritarias. Ajolote Mexicano (*Ambystoma mexicanum*) Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- CONAFOR. 2009. Manejo de Vida Silvestre. *CONAFOR*,1: 1-34

- CONANP. 2019. Especies protegidas: *Ambystoma zempoalensis*. Corredor biológico Chichinautzin.
- Contreras, V., E. Martínez-Meyer., E. Valiente y L. Zambrano. 2009. Recent decline and potential distribution in the last remnant area of the microendemic Mexican axolotl (*Ambystoma mexicanum*). *Biological Conservation*. 142: 2881-2885.
- D.O.F. 1995. NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio Humanitario de los animales domésticos y silvestres.
- Duhon, S. 1994. Short guide to axolotl husbandry. Indiana University, Axolotl Colony Press. U.S.A
- Estrada, R. M. R. 2016. El ajolote *Ambystoma mexicanum* su manejo y reproducción en cautiverio. Tesis de licenciatura. UNAM. 72 pp.
- FAO. 1995. CODEX ALIMENTARIUS azúcares, productos del cacao y el chocolate y productos diversos. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. 2: 11. p.p. 182- 198
- Favila, C. H., B. Quintero y V. D. Barrera. 2010. Del plato a la boca... el ajolote a la sopa, una mirada al patrimonio cultural gastronómico. Universidad Autónoma del Estado de México. Revista digital especializada en gastronomía. 1: 75-89
- Gálvez, G. A. 2015. Evaluación de diferentes condiciones de mantenimiento en cautiverio de *Ambystoma ordinarium* usando un índice hematológico de medición de estrés. Tesis de maestría. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 73pp.
- Garduño, N. E. 2014. Diseño del Plan de Manejo para una UMA de *Mustela frenata*, en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Agro-silvo Pastoril (CEIEPASP), UNAM, en el Municipio de Chapa de Mota, el Estado de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. 64pp.
- Geoffrey, G. 2018. Las monjas de México que pueden salvar a una Salamandra en peligro. Nytimes. Recuperado 17 de abril del 2019 de <https://www.nytimes.com/es/2018/07/31/achokes-patzcuaro-conservacion-monjas/>

Gómez, A. G., Reyes, G. S.R., Teutli, S. C y Valdez, A. R. 2007. La medicina tradicional prehispánica, vertebrados terrestres y productos medicinales de tres mercados de valle de México. *Etnobiología* 5: 86-98.

Hernández, E. Aguirre, N. J y J. A, Palacio. 2011. Relación entre la determinación del pigmento Clorofila a y el Biovolumen geométrico algal en un lago de planicie de inundación (Ciénaga de Ayapel, Córdoba-Colombia). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 60. pp. 159-169.

Instituto Nacional de Ecología. 1997. Programa de conservación de vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000. SEMARNAP. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Mapa Digital de México. Disponible: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE5LjY5MjA5LGxvbjotOTkuMzMzMzUsejoxMixsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8YzlwMw==>; consultado 17.IV.2019

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tepotzotlán, México. Disponible: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15095.pdf; consultado 17.IV.2019

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009a. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Nicolas Romero, México. Disponible: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15060.pdf; consultado 31.III.2019

Khose, H. 2013. Enriquecimiento y Bienestar de Mamíferos en Cautiverio. Manual para Centro y Sur América. 1° ed. Panama; creative commons. 284pp.

Levy, G.K. 2017. Distribución actual de *Ambystoma mexicanum* y su relación con las variables limnéticas de los canales de Xochimilco. Tesis de maestría. UNAM. 51pp.

LFSA. 2018. Diario Oficial de la Federación. SEMARNAT. México. Última reforma publicada DOF 16-02-2018.

LGVS. 2010. Diario Oficial de la Federación. SEMARNAT. México. Última reforma publicada DOF 19-03-2014.

Luciane, F. M., Pacheco, A. W., Santos, R. G., Simao, S. D. P y A. M Monser. El enriquecimiento ambiental como un principio ético en la investigación con animales. *Revista Bioética*. 24 (3).

Marco, H. 2002. Contaminación global por nitrógeno y declive de anfibios. *Rev. Esp. Herp*: 97-109.

Medina, G.D.V. 2014. Diseño de una UMA de *Lithobathes tlaloci* (Hillis and Frost, 1985) para El Rincón, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. 124pp.

Mena-González, H. y E. Servín-Zamora. 2014. Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco *Ambystoma mexicanum*. Laboratorio de Restauración Ecológica IB UNAM. p.p. 34

Molina, V.A. 2010. El ajolote de Xochimilco. *Ciencias*, 98: 54-59

Neri, V. G. 1995. Tepetzotlán. La crónica de mi pueblo testimonio de la historia. H. Ayuntamiento Constitucional de Tepetzotlán, Estado de México.

Neri, V. G. 2018. Enciclopedia de los municipios y delegaciones; Estado de México, Tepetzotlán. *INAFED*; México.

Núñez, L. R. A., Y. Meas y E.J. Olguín. 2004. Fitorremediación; fundamentos y aplicaciones. *Ciencia*, 69-83.

Núñez, R. E. 1990. Estudio florístico de la Vertiente Oriental de la Sierra Alcaparrosa, En el Estado de México. UNAM. Estado de México p.p 153.

OCDE. 1982. The OCDE Lists Social Indicators, Paris.

OMS. 2006. Guías para la calidad del agua potable. 3° ed. Vol. 1. OMS. 408pp.

Ortega, C.A.J. 2000. El ajolote. *Elementos ciencia y cultura*, 36: 55-57

Otto- Parrodi, E. S. 1999. Conservación del ajolote (*Ambystoma mexicanum*) mediante su cultivo y siembra en el Parque Ecológico de Xochimilco. Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco AC. Proyecto No. J087. SNIB-CONABIO. México D.F.

Parra-Olea, G., K.R. Zamudio., E. Recuero., X. Aguilar-Miguel., D. Huacuz y L. Zambrano. 2012. Conservation genetics of threatened Mexican axolotls (*Ambystoma*). *Animal conservation*.15: 61-72.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 460-466.

Pino, J. M., J. Ramos- Eiorduy y S. Cuevas. 2000. Análisis preliminar de la fauna empleada en la medicina tradicional expuesta en el mercado de Sonora en el Distrito Federal, México.

Pruebas de Hermeticidad y Servicios Ambientales (Ihsa). 2004. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Proyecto Red de Distribución de Gas Natural en el Municipio de “Tepotzotlán, Edo. México”.

RLGVS. 2006. Diario Oficial de la Federación. SEMARNAT. México. Última reforma publicada DOF 09-05-2014.

Rojas, R. T. 1998. La cosecha del agua de la cuenca de México. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social. México D.F.

Scott, P.W. 1991. Guía complete del acuario. Barcelona, España: Blume.

Scott, P. W. 1995. Axolots, care and breeding in captivity. USA: T.F.H publications, inc.

Secretaria de Desarrollo Urbano. 2008. Plan Estatal de Desarrollo Urbano. Estado de México. Gaceta municipal.

SEDUV. 2003. Plan municipal de desarrollo urbano de Tepotzotlán, Estado de México. Gaceta municipal.

SEGOB. 2015. Prevención a través de señalización. Coordinación nacional de protección civil. CENAPRED. P.p. 1-146

SEMARNAT. 2016. Características para las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA). Dirección General de Vida Silvestre, México.

SEMARNAT. 2016a. Registro o actualización en el padrón de predios o instalaciones que manejan vida silvestre o colección privada. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT. s.a. Registro o actualización en el padrón de predios o instalaciones que manejan vida silvestre o colección privada. Dirección General de Vida Silvestre, México.

SEMARNAT. 2009. Manejo de vida silvestre. CONAFOR, México. 1-34

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.

SEMARNAT. 2011. Plan de manejo Tipo para aprovechamiento en vida libre de carnívoros. SEMARNAT. Dirección General de Vida Silvestre. México.

SEMARNAT. 2011a. Plan de manejo Tipo para tortugas dulceacuícolas del género *Trachemys*, manejo intensivo. SEMARNAT. Dirección General de Vida Silvestre. México.











SEMARNAT. 2012. Plan de manejo tipo para tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) manejo intensivo. SEMARNAT. Dirección General de Vida Silvestre. México.

- SEMARNAT. 2014. Plan de manejo Tipo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en Climas Templados y Tropicales de México Extensivo y Cría en Cautiverio. SEMARNAT. Dirección General de Vida Silvestre. México.
- SEMARNAT. 2015. Formato para la elaboración del plan de manejo para unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) sujeta a manejo intensivo. Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT, 2018. Programa de Acción para la Conservación de las Especies *Ambystoma* spp, SEMARNAT/CONANP, México
- Shaffer, H. 1989. Natural history, ecology and evolution of the Mexica axolots. *Axolotl newsletter*, Indiana University, Indiana. 18:5. 11pp.
- Shaffer, H.B., Parra-Olea, G., Wake, D. y Flores-Villela, O. 2008. *Ambystoma altamirani*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2008. Disponible: <https://www.iucnredlist.org/species/59049/11875320#speciesplus>; consultado 30.V.2019
- Servín, Z. E. 2011. Manual de mantenimiento en cautiverio y medicina veterinaria aplicada al ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) en el zoológico de Chapultepec. Tesis de Licenciatura. UNAM. 206pp.
- UAM. 2016. CIBAC único espacio de producción masiva de crías de ajolote en el mundo. *Semanario de la UAM*, 21 (24): 4-5.
- Valiente, R., E. L. 2006. Efecto de las especies introducidas en Xochimilco para la rehabilitación del hábitat de ajolote (*Ambystoma mexicanum*). Tesis de maestría. UNAM. 94pp.
- Velarde, M. T. 2012. Importancia ecológica y cultural de una especie endémica de ajolote (*Ambystoma dumerilii*) del lado de Pátzcuaro, Michoacán. *Etnobiología* 10 (2): 1-10.
- Von Bertrab, T. A. I. 2013. De tilapias, cinampas y ajolotes: discursos sobre la restauración ecológica de Xochimilco. Tesis de doctorado. UNAM. 248pp.

- Warren, F. F. 1987. Ammonia, ammonium, nitritos y nitratos: Causes of disease in axolotls and prevention of their toxic effects. California, EUA: Axolotl newsletter. 24-26
- Wright, K. 2001. Amphibian medicine and captive husbandry. Florida, EUA: Krieger.
- Wright, K. 2007. Amphibian medicine. Ohio, EUA: Aza. Amphibian the biology and management.
- Zambrano, G. L., V.H. Reynoso y G. Herrera. 2003. Abundancia y estructura poblacional del axolotl (*Ambystoma mexicanum*) en los sistemas dulceacuícolas de Xochimilco y Chalco. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. AS004. México D. F. 1-35
- Zambrano, G. L., R.P. Mosig, J. McKay, R. Griffiths, B. Shaffer, V.O. Flores, O.G. Parra y O. Wake. 2010. *Ambystoma mexicanum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T1095A3229615. Disponible: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T1095A3229615>; consultado 23.V.2019
- Zambrano, L., H. Cortes., y A. Merlo-Galeazzi. 2014. Eat and be eaten: reciprocal predation between axolotls (*Ambystoma mexicanum*) and crayfish (*Cambarellus montezumae*) as they grow. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 48(1), 13–23.
- Zambrano, G.L. 2018. Empeñe la UNAM programa de rescate de los humedales de Xochimilco de los ajolotes. Boletín UNAM-DGCS.
- Zhen-Wu, B. Y. (2009). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubamdé, Guanacaste, Costa rica, año hidrológico 2007-2008. Escuela de ciencias Exactas y Naturales. 204pp.

12. Anexos

Anexo 1: Formato registro PIMVS SEMARNAT

|  Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental Dirección General de Vida Silvestre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|--|------------------|----------------------|----------------|----------------|------------------|--------|-------------------|-------|-----------------|--|------------------------------|----------------------------------|--|--|------------|--|------------------|--|-------------------|--|---|--|------------|--------------------|------------------|-------|-------------------|---------|-----------------------------------|----------------|-------|--------|--------------------|------------------|---|------------------|---|----------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|------------|---------|--------|-------------|----|-----------|----------|------------|---|----------------------------|--|---|------------------------|--|--|
| Conservación de la vida silvestre fuera de su hábitat natural SEMARNAT-08-045 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <th>Homoclave del formato</th> </tr> <tr> <td>FF - SEMARNAT - 020</td> </tr> <tr> <th>1 Lugar de solicitud</th> </tr> <tr> <td>Tepotzotán, México</td> </tr> </table> | Homoclave del formato | FF - SEMARNAT - 020 | 1 Lugar de solicitud | Tepotzotán, México | <table border="1"> <tr> <th>Fecha de publicación del formato en el DOF</th> </tr> <tr> <td>17 10 2016</td> </tr> <tr> <th>2 Fecha de solicitud</th> </tr> <tr> <td>10 09 2019</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">DD MM AAAA</td> </tr> </table> | Fecha de publicación del formato en el DOF | 17 10 2016 | 2 Fecha de solicitud | 10 09 2019 | DD MM AAAA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Homoclave del formato | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FF - SEMARNAT - 020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Lugar de solicitud | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tepotzotán, México | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de publicación del formato en el DOF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 10 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Fecha de solicitud | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 09 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DD MM AAAA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selecciona la modalidad que corresponda: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> A) Registro o actualización en el padrón de colecciones científicas y museográficas, públicas o privadas de especímenes de especies silvestres. <input checked="" type="radio"/> B) Registro o actualización en el padrón de predios o instalaciones que manejan vida silvestre o colección privada. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I. Datos generales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <th>3 CURP (personas físicas):</th> <td>VXGA971003MMRMND5</td> </tr> <tr> <th>4 RFC:</th> <td>VAGA971003FV1</td> </tr> <tr> <th>5 RUPA (opcional):</th> <td></td> </tr> <tr> <th>6 Persona física</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Nombre(s):</td> <td>Ana Citlal</td> </tr> <tr> <td>Primer apellido:</td> <td>Vargas</td> </tr> <tr> <td>Segundo apellido:</td> <td>Gómez</td> </tr> <tr> <th>7 Persona moral</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Denominación o razón social:</td> <td>El axolotl "Centro ecoturístico"</td> </tr> <tr> <th>8 Representante legal (de ser el caso)</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Nombre(s):</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Primer apellido:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Segundo apellido:</td> <td></td> </tr> </table> | 3 CURP (personas físicas): | VXGA971003MMRMND5 | 4 RFC: | VAGA971003FV1 | 5 RUPA (opcional): | | 6 Persona física | | Nombre(s): | Ana Citlal | Primer apellido: | Vargas | Segundo apellido: | Gómez | 7 Persona moral | | Denominación o razón social: | El axolotl "Centro ecoturístico" | 8 Representante legal (de ser el caso) | | Nombre(s): | | Primer apellido: | | Segundo apellido: | | <table border="1"> <tr> <th>9 Persona(s) autorizada(s) para oír o recibir notificaciones</th> </tr> <tr> <td>Nombre(s):</td> <td>Carlotla Guadalupe</td> </tr> <tr> <td>Primer apellido:</td> <td>Gómez</td> </tr> <tr> <td>Segundo apellido:</td> <td>Culjada</td> </tr> <tr> <th>10 Domicilio y medios de contacto</th> </tr> <tr> <td>Código postal:</td> <td>54650</td> </tr> <tr> <td>Calle:</td> <td>Juan de la Barrera</td> </tr> <tr> <td>Número exterior:</td> <td>1</td> <td>Número interior:</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Colonia:</td> <td>Santa Rita el Bajo</td> </tr> <tr> <td>Ciudad o Población:</td> <td>Cañadas de Cisneros</td> </tr> <tr> <td>Municipio o Delegación:</td> <td>Tepotzotán</td> </tr> <tr> <td>Estado:</td> <td>México</td> </tr> <tr> <td>Clave Lada:</td> <td>55</td> <td>Teléfono:</td> <td>89944216</td> </tr> <tr> <td>Extensión:</td> <td>-</td> <td>Teléfono móvil (Opcional):</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Correo electrónico (para recibir notificaciones):</td> <td colspan="3">anacit.gomez@gmail.com</td> </tr> </table> | 9 Persona(s) autorizada(s) para oír o recibir notificaciones | Nombre(s): | Carlotla Guadalupe | Primer apellido: | Gómez | Segundo apellido: | Culjada | 10 Domicilio y medios de contacto | Código postal: | 54650 | Calle: | Juan de la Barrera | Número exterior: | 1 | Número interior: | 7 | Colonia: | Santa Rita el Bajo | Ciudad o Población: | Cañadas de Cisneros | Municipio o Delegación: | Tepotzotán | Estado: | México | Clave Lada: | 55 | Teléfono: | 89944216 | Extensión: | - | Teléfono móvil (Opcional): | | Correo electrónico (para recibir notificaciones): | anacit.gomez@gmail.com | | |
| 3 CURP (personas físicas): | VXGA971003MMRMND5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 RFC: | VAGA971003FV1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 RUPA (opcional): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Persona física | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre(s): | Ana Citlal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primer apellido: | Vargas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Segundo apellido: | Gómez | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 Persona moral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Denominación o razón social: | El axolotl "Centro ecoturístico" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 Representante legal (de ser el caso) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre(s): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primer apellido: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Segundo apellido: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 Persona(s) autorizada(s) para oír o recibir notificaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre(s): | Carlotla Guadalupe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primer apellido: | Gómez | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Segundo apellido: | Culjada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 Domicilio y medios de contacto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código postal: | 54650 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calle: | Juan de la Barrera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número exterior: | 1 | Número interior: | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colonia: | Santa Rita el Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad o Población: | Cañadas de Cisneros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Municipio o Delegación: | Tepotzotán | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estado: | México | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clave Lada: | 55 | Teléfono: | 89944216 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extensión: | - | Teléfono móvil (Opcional): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Correo electrónico (para recibir notificaciones): | anacit.gomez@gmail.com | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| De conformidad con los Artículos 4 y 69-M, fracción V de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, los formatos para solicitar insíntes y servicios deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación (DOF). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;"> Contacto: Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Miguel Hidalgo. C.P. 11320, Ciudad de México. (El acceso al ECC es por la calle Lago Xochimilco) Tel. 01 800 0000 247 </td> </tr> </table> | |  |  |  | Contacto: Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Miguel Hidalgo. C.P. 11320, Ciudad de México. (El acceso al ECC es por la calle Lago Xochimilco) Tel. 01 800 0000 247 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | Contacto: Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Miguel Hidalgo. C.P. 11320, Ciudad de México. (El acceso al ECC es por la calle Lago Xochimilco) Tel. 01 800 0000 247 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

SEMARNAT-08-045

11

II. Datos para recibir notificaciones
(Llenar sólo si los datos son diferentes a los anteriores señalados)

| | |
|--|---|
| Código postal: 54650 | Municipio o Delegación: Tepotzotlán |
| Calle: Juan de la Barrera | Estado: México |
| Número exterior: 1 Número Interior: 7 | Lada: 55 Teléfono: 89944216 Ext: |
| Colonia: Santa Rita el Bajo | Teléfono móvil (Opcional): |
| Ciudad o Población: Cañadas de Cisneros | Correo electrónico: guadalupegq39@hotmail.com |

III. Datos de información del trámite

12

Petición que se formula:

| | |
|---|---|
| <input checked="" type="radio"/> Registro | <input type="radio"/> Actualización |
| <p>Figura que se registra:</p> <p><input type="radio"/> Colección científica y museográfica <input checked="" type="radio"/> Predio o instalación</p> <p><input type="radio"/> Espectáculo público itinerante <input type="radio"/> Espectáculo público fijo</p> <p><input type="radio"/> Parque zoológico <input type="radio"/> Colección privada</p> | <p>Tipo de actualización:</p> <p><input type="radio"/> Inventario <input type="radio"/> Otro (especifique):</p> <p><input type="radio"/> Plan de manejo</p> <p><input type="radio"/> Ubicación</p> |

¹³ Indique el nombre de la colección científica, parque zoológico, espectáculo público, predio o instalación, o colección privada y el número de registro:
El axolotl "Centro ecoturístico"

14

Domicilio donde estarán ubicados

| | |
|--|--|
| Código postal: 54650 | Municipio o Delegación: Tepotzotlán |
| Calle: Juan de la Barrera | Estado: México |
| Número exterior: 1 Número Interior: 7 | Lada: 55 Teléfono: 89944216 Ext: - |
| Colonia: Santa Rita en Bajo | Teléfono móvil (Opcional): |
| Ciudad o Población: Cañadas de Cisneros | Correo electrónico: anad1.gomez@gmail.com |

| Nombre común | Nombre Científico | Descripción | Sexo | Sistema y número de marca | Documento que acredite la legal procedencia |
|------------------|---------------------|----------------------------|------|---------------------------|---|
| Ajolote mexicano | Ambystoma mexicanum | Ajolote adulto nominal | M | AM/ANIA/700/2015 | Hoja de venta |
| Ajolote mexicano | A. mexicanum | Ajolote adulto nominal | M | AM/ANIA/701/2015 | Hoja de venta |
| Ajolote mexicano | A. mexicanum | Ajolote adulto nominal | F | AM/ANIA/702/2015 | Hoja de venta |
| Ajolote mexicano | A. mexicanum | Ajolote adulto nominal | F | AM/ANIA/703/2015 | Hoja de venta |
| Ajolote mexicano | A. mexicanum | Ajolote leucístico juvenil | - | P4-AXOS-TPC-021 | Hoja de remisión |
| Ajolote mexicano | A. mexicanum | Ajolote albino juvenil | - | P4-AXOS-TPC-335 | Hoja de remisión |
| Ajolote mexicano | A. mexicanum | Ajolote melanoide juvenil | - | DESAM/215/19 | Hoja de remisión |
| Ajolote mexicano | A. mexicanum | Ajolote dorado juvenil | - | DESAM/216/19 | Hoja de remisión |

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental
Dirección General de Vida Silvestre

SEMARNAT-09-045

| 16 | Documentación que se anexa | SI | No | No aplica (O está en poder de la Secretaría indicar la Bitácora) |
|-------|---|----------------------------------|-----------------------|---|
| 16.1 | Identificación oficial vigente para personas físicas y representantes legales. Original para cotejo y copia simple. | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.2 | Acta Constitutiva para el caso de personas morales. Original o copia certificada y copia simple para cotejo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.3 | Original o copia certificada y copia simple para cotejo del documento con el que se acredita la representación legal del promovente. Para el caso de personas físicas: carta poder firmada ante dos testigos. Para el caso de personas morales: Poder Notarial, sólo en el caso de que la representación y las actuaciones para las que se encuentren facultado no se encuentren contenidas desde el Acta Constitutiva. | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.4 | Plan de manejo. (Sólo deberá presentarse para la modalidad B en caso de registro o cuando en la actualización se vayan a incorporar especies diferentes a las ya registradas, distintos a los registrados). | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.5 | Inventario. | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| 16.6 | Documentación que ampare la legal procedencia del material biológico que forme parte del acervo. (Sólo deberá de presentarse para la modalidad A en caso de registro o cuando en la actualización se vaya a incorporar nuevo material biológico distinto al registrado). | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.7 | Copia de la documentación que acredite la legal procedencia de los ejemplares, partes o derivados que formen parte del inventario, así como el sistema de marca. (Sólo deberá de presentarse en caso de registro o cuando en la actualización se vayan a incorporar nuevos ejemplares, partes o derivados, distintos a los registrados). | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.8 | Comprobante de pago de derechos, original y copia. (Sólo en caso de registro) | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.9 | Copia de la hoja de ayuda eSíncro. (Sólo en caso de registro) | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16.10 | Otros (Indicarlos): | | | |

| | |
|--------------------------|---|
| | |
| Vargas Gómez Ana Citlali | |
| 17 | Nombre y firma del solicitante o representante legal |
| 18 | Nombre, firma de quien recibe, fecha y sello de acuse de recibo |

Los datos personales recabados para la atención de su trámite serán protegidos, incorporados y tratados en el Sistema Nacional de Trámites de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fundamento en el Artículo 15 de la LFP y 4, fracción II, inciso a) del Acuerdo por el que se crea y establecen las bases de funcionamiento del Sistema Nacional de Trámites de la SEMARNAT, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de junio de 2005. Lo anterior se informa en cumplimiento del Decimoséptimo de los Lineamientos de Protección de Datos Personales, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 30 de septiembre de 2005.

Hoja de venta No.
220

AMBYSTOMANIA
USO RESPONSABLE DE LA VIDA SILVESTRE EN MÉXICO
DGVS-PIMVS-CR-IN-1601-MEX/13

Biól. Arturo Vergara Iglesias, Representante Legal y Responsable Técnico
ambystomania@gmail.com

Tasa de Aprovechamiento autorizada: **SGPA/DGVS/ 02233 /15** del 27 de Febrero de 2015
 Documento que avala la **LEGAL PROCEDENCIA** de organismos pertenecientes al Género *Ambystoma*

| | | | | |
|----------------|--------|--------|---|---------|
| Especie: | | | | |
| | HUEVOS | LARVAS | JUVENILES | ADULTOS |
| | | | 10 | |
| Costo ejemplar | \$ / | \$ / | 5 abno \$200.00 5 negros \$300.00 \$2,300.00 total -15) | \$ / |
| Costo total | \$ / | \$ / | \$ 2,125.00 | \$ / |

Clave de marcaje: AM/AMANIA/694/2015 al AM/AMANIA/703/2015

| | |
|--|--|
| Datos del comprador: | Texcoco, Estado de México a 29 de Julio de 2015 |
| Carlota Guadalupe Gómez Quijada | Arturo Vergara Iglesias REPRESENTANTE LEGAL |

¡IMPORTANTE! Los ejemplares que se entregan presentan un buen estado de salud y condición corporal, carecen de enfermedades infecciosas y no presentan parásitos externos.

EL DESARROLLO, COMPORTAMIENTO Y DESTINO DE LOS EJEMPLARES ES RESPONSABILIDAD DE QUIEN LOS ADQUIERE.

| | |
|---|--|
| Fecha: | |
| Nombre del PIMVS: "El axolotl" Centro ecoturístico | Número de registro: |
| Nombre común: Ajolote mexicano | Nombre científico: <i>Ambystoma mexicanum</i> |
| Lugar de procedencia: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Nacido en el PIMVS <input type="radio"/> Compra <input type="radio"/> Préstamo <input type="radio"/> Donación <input type="radio"/> Resguardo <input type="radio"/> Otro: | Datos del lugar de procedencia: |
| Tipo de marca: | Número asignado: |
| Longitud (cm): | Peso (g): |
| Sexo (macho, hembra, indeterminado): | Edad (Cría, juvenil, adulto): |
| Descripción física (coloración, rasgo): | |
| Estado físico (lesiones, infección, parásitos, hongo, etc.): | |
| Nombre del responsable: | Firma del responsable: |

| | |
|---|---|
| Nombre del PIMVS: “El axolotl” Centro ecoturístico | |
| Fecha: | Número de registro: |
| Número de ejemplar: | No. de palangana asignado: |
| Fecha de inicio: | Fecha de término: |
| Causa de cuarentena: | |
| Padecimiento: | Tratamiento (medicamento y dosis): |
| Fechas de limpieza: | |
| Fecha de alimentación y alimento suministrado: | |
| Nombre del responsable: | Firma del responsable: |

| | | | |
|---|--------------|-------------------------------|--------------|
| Nombre del PIMVS: “El axolotl” Centro ecoturístico | | | |
| Fecha: | | | |
| Especie: <i>Ambystoma mexicanum</i> | | No. de organismo: | |
| Fecha de baja: | Sexo: | Edad: | Peso: |
| Datos de padres: | | Datos de origen: | |
| Condición de salud: | | Causa de la baja: | |
| Observaciones: | | | |
| Nombre del responsable: | | Firma del responsable: | |

| | |
|---|--|
| Nombre del PIMVS: “El axolotl” Centro ecoturístico | |
| Fecha: | |
| Número de marca: | Número de registro del PIMVS: |
| Sexo: | Edad: |
| Inspección externa: | |
| Inspección interna-cavidades: | |
| Aparato respiratorio: | |
| Aparato digestivo: | |
| Aparato reproductor: | |
| Aparato urinario: | |
| Diagnostico: | |
| Material biológico conservado: | No. de identificación del ejemplar: |
| Nombre del responsable: | Firma del responsable: |

Anexo 8: Registro por encierro de ajolotes

| Ajolote de Xochimilco (<i>Ambystoma mexicanum</i>) | | | |
|---|-----------------|----------------------|------|
| Numero de Pecera | # de individuos | Fecha de nacimiento | Sexo |
| | | | |
| No. de registro | | | |
| Especificaciones y observaciones | | | |
| Fecha | | Observaciones | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

