

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL  
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN

PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**“Reproducción de *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* en  
condiciones de cautiverio”**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

**Ana Laura Salguero Vidaurri**

2152033659

ASESORES

Dra. Gabriela Vázquez Silva No. Eco. 30288

Biol. Fernando Arana Magallón No. Eco. 15646

## RESUMEN

Las poblaciones de *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* en México se han visto reducidas debido a una serie de presiones antropogénicas entre las que se encuentran el cambio de uso de suelo, fragmentación de hábitat, introducción de especies invasoras, sobreexplotación y contaminación, por lo tanto es de gran importancia el mantenimiento de este anfibio en cautiverio con el fin de alcanzar un tamaño de población suficientemente grande que permita su reintroducción y conservación previa restauración del hábitat. La reproducción en casi todas las especies animales está regulada por un mecanismo neuro-hormonal que inicia con cambios químicos y se manifiesta con el cortejo. El ciclo reproductivo de los ajolotes es estacional, en las colonias mantenidas en cautiverio se ha observado que los desoves y la fecundación ocurren normalmente cuando hay un decremento en las horas luz, aparentemente inducidos por un cambio en el fotoperiodo, la aplicación de hormonas también ha inducido la reproducción. Por lo anterior el objetivo del servicio social fue apoyar las diferentes actividades relacionadas con la reproducción de *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* mediante inducción hormonal para el desove. Para esto se seleccionaron parejas de ambas especies y se realizaron dos experimentos para la especie *A. mexicanum* suministrando diferentes dosis de Hormona de Gonadotropina Coriónica 0 UI, 200 UI, 250 UI y 300 UI, mientras que para la especie *A. velasci* se aplicaron dos diferentes dosis de 0 UI, 250 UI y 300 UI. Como resultado se encontró que las parejas control y con dosis de inducción doble no desovaron, mientras que con una sola inducción hormonal (simple) se registraron desoves con un número de 400 y 380 huevos respectivamente con una viabilidad del 0%. En el caso del Experimento II las tres parejas de inducción simple presentaron desoves, siendo la pareja 1 en la que se observaron huevos viables (179) y el porcentaje de eclosión fue de 0.55%. Por otra parte, en las parejas controles no se presentó ninguna variable de reproducción. En el caso de la especie de *A. velasci* se registró solo un desove en una de las parejas control siendo de 392 huevos con un porcentaje de eclosión de 35% y en las parejas con inducción simple la pareja 2 y 3 presentaron huevos (400 y 380) los cuales no fueron viables, lo mismo ocurrió para las parejas con inducción doble. De acuerdo a los resultados obtenidos la hormona gonadotropina induce a la reproducción satisfactoriamente, sin embargo, se requieren realizar más ensayos para especificar la dosis hormonal más adecuada para que la viabilidad de los huevos de las especies *A. mexicanum* y *A. velasci* sea satisfactoria.

**Palabras clave:** *Ambystoma mexicanum*, *Ambystoma velasci*, cautiverio, hormona, inducción, reproducción.

## CONTENIDO

MARCO INSTITUCIONAL DEL PROGRAMA O PROYECTO DEL SERVICIO SOCIAL	
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES DEL PROGRAMA O PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL.....	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL.....	7
OBJETIVO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	7
ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	8
ACTIVIDADES REALIZADAS PARA EL EXPERIMENTO.....	8
IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL.....	10
APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO.....	10
RESULTADOS OBTENIDOS.....	11
FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES SOCIAL.....	18
REFERENCIAS .....	19

## MARCO INSTITUCIONAL DEL PROGRAMA O PROYECTO DEL SERVICIO SOCIAL

La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco es una institución educativa que busca redefinir el sistema de enseñanza en donde se impliquen problemáticas de la realidad social. Este sistema de enseñanza-aprendizaje busca lograr la formación de profesionales creativos y críticos capaces de realizar actividades científicas para desarrollar y evaluar, con una perspectiva multidisciplinaria, estrategias de manejo de los recursos naturales (UAM-X., 2018). En este sentido el proyecto de investigación Limnobiología y Aspectos Acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México al que este servicio social se incorpora, se orienta hacia el manejo de fauna silvestre endémica del país con especial atención en aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo bajo las normas nacionales e internacionales, por lo que el servidor social se integra en actividades relacionadas a trabajos experimentales en la reproducción y mantenimiento de colonias de ajolote, donde tiene la oportunidad de aplicar sus conocimientos y adquirir experiencia en el trabajo científico, con el fin de coadyuvar en el desarrollo del proyecto, aportar sus conocimientos y adquirir experiencia particularmente en la conservación y uso racional de las especies nativas de la Zona Lacustre de Xochimilco.

## INTRODUCCIÓN

La conservación *ex situ* consiste en el mantenimiento de poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción fuera de sus hábitats naturales con el objetivo de apoyar programas de conservación *in situ* o dentro de su entorno natural, este proceso implica almacenamiento de recursos genéticos en bancos de germoplasmas, colecciones de campo y manejo de especies en cautiverio (Consortio GTZ/FUNDECO/IE, 2001). Esta es una valiosa herramienta para realizar estudios sobre distintos aspectos de la biología o conducta de las especies, el desarrollo de tratamientos para prevenir enfermedades tanto en poblaciones silvestres como en individuos confinados para reintroducirlos al medio silvestre (Lascuráin *et al.*, 2009).

Las poblaciones de *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma. velasci* en México se ha han visto reducidas a unos cuantos cientos de individuos como resultado de una serie de presiones antropogénicas entre las que se encuentran el cambio de uso de suelo, fragmentación de hábitat y ecosistemas, especies invasoras, sobreexplotación y contaminación, (SEMARNAT, 2016) estos hechos hoy en día llevan a una problemática de pérdida y disminución en general de especies endémicas, por tanto es de gran importancia el mantenimiento de las especies en cautiverio con el fin de alcanzar un tamaño de población suficientemente grande que permita, mediante proyectos de reintroducción o conservación, su restablecimiento en el medio natural.

En lo referente a las especies mexicanas incluidas en los distintos Apéndices de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies de Flora y Fauna (CITES) en México existen 1 842 especies enlistadas. Hasta el año 2016 se incluyen 137 especies en peligro de extinción, entre las cuales la mayor parte de las especies son del Orden Caudata, Familia Ambystomatidae y se encuentran en alguna categoría de riesgo (UNEP, 2016).

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), se reconoce a las especies y poblaciones en riesgo a aquellas identificadas por la SEMARNAT como pertenecientes a alguna de las categorías de riesgo dentro de la lista publicada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en las cuales se enlistan 15 especies endémicas del género *Ambystoma* (Tabla 1), de las cuales 3 de ellas se encuentran amenazadas, 11 bajo protección especial y una en peligro de extinción como es el caso del ajolote de Xochimilco *Ambystoma mexicanum* (SEMARNAT, 2010).

Los anfibios constituyen un grupo de vertebrados con una diversidad total de 376 especies lo cual posiciona a México como el quinto país en riqueza de anfibios, este grupo se distingue por presentar características comunes en morfología externa como: piel lisa y sin protección de escamas, glándulas mucosas y lechosas que humectan la piel y secretan toxinas que funcionan como mecanismo de defensa y huevos sin membranas extraembrionarias, los cuales dependen de ambientes húmedos. Actualmente los anfibios se clasifican en 3 órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata

(salamandras y tritones) y *Gymnophiona* (cecilias). En México los caudados completamente acuáticos como las larvas neoténicas del género *Ambystoma*, que habitan ríos, lagos, corrientes de montaña, charcas y cuevas subterráneas; presentan cuerpos robustos y largos que alcanzan una longitud hocico-cloaca de hasta 34 cm, con una cola comprimida lateralmente (Parra-Olea *et al.*, 2014).

**Tabla 1:** Distribución de especies y categoría de riesgo del género *Ambystoma*

GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCION	CATEGORIA
<i>Ambystoma</i>	<i>Altamirani</i>	siredón del Ajusco, ajolote, siredón de Zempoala	En centro de México. Montañas del oeste y sur de la cuenca de México, en la parte central del Estado de México y el noroeste de Morelos	A
<i>Ambystoma</i>	<i>amblycephalum</i>	salamandra, ajolote cabeza chata	Guanajuato, Guerrero, Jalisco y Michoacán	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Andersoni</i>	Salamandra, ajolote de Anderson	Especie endémica de la laguna de Zacapu, en el Estado de Michoacán	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>bombypellum</i>	Salamandra, ajolote piel fina	Estado de México, Tenango del valle	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Dumerilii</i>	Salamandra, ajolote de Pátzcuaro	Lago de Pátzcuaro. Michoacán	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>flavipiperatum</i>	Salamandra, ajolote de Chapala	Municipios Guadalajara y Zapopan, en el Estado de Jalisco	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Granulosum</i>	Salamandra, ajolote granulada	Estado de México, Aculco, Atlacomulco, Cuautitlán Izcalli, Ixtlahuaca, Jocotitlan, y Toluca	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Leorae</i>	siredón de Leora, ajolote	En la región de Río Frío, Estado de México y Puebla	A
<i>Ambystoma</i>	<i>Lermaense</i>	Salamandra, ajolote de Lerma	La especie es endémica del Estado de México, se ha registrado en Almoloya del Río, Lerma, Ocoyoacac, Texcalyacac, Tianguistenco y Xalatlaco.	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Mexicanum</i>	salamandra o ajolote	Estado de México, Chalco y Ciudad de México, Tláhuac y Xochimilco	P
<i>Ambystoma</i>	<i>Ordinarium</i>	Salamandra, ajolote michoacana	Estado de Michoacán	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Rivulare</i>	siredón de Toluca, ajolote	Estado de México, Toluca	A
<i>Ambystoma</i>	<i>Rosaceum</i>	salamandra tarahumara	Esta especie se distribuye en la Sierra Madre Occidental desde el extremo Noreste del estado de Sonora hasta el Oeste de Zacatecas, incluyendo los estados de Chihuahua, Durango y Sinaloa	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Taylori</i>	salamandra de Taylor	Laguna de Alchichica, en el Municipio de Tepehuayo, en el Estado de Puebla.	Pr
<i>Ambystoma</i>	<i>Velasci</i>	salamandra, ajolote tigre de meseta	Estado de México e Hidalgo.	Pr

En los últimos 15 años, la población silvestre de ajolotes se ha visto reducida drásticamente y por tal motivo el CIBAC emprendió una serie de liberaciones para contribuir a preservar el *Ambystoma mexicanum*. Como resultado de ese esfuerzo el

Centro logró la generación anual de entre 3,000 y 5,000 individuos. La liberación más importante que se tiene registrada fue realizada en 2013, con 2,800 organismos que se introdujeron en el Lago de Conservación de San Gregorio Atlapulco, de acuerdo con un esquema controlado y autorizado por dependencias gubernamentales, entre ellas la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (UAM, 2016).

El Ajolote *Ambystoma mexicanum* se distribuye únicamente en los cuerpos de agua cercanos a la Ciudad de México, en particular a los sistemas de Xochimilco y Chalco. Esta especie de ajolote ha sido objeto de explotación con diferentes fines; alimenticios, para ornato y de investigación en diferentes ramas de la medicina. A pesar de que esta explotación ha sido realizada desde hace cientos de años y que la Ciudad ha crecido alrededor de los dos únicos cuerpos de agua donde vive, las poblaciones de esta especie han sobrevivido hasta nuestros días (Zambrano, 2003). Sin embargo, las condiciones de esta especie son precarias puesto que sus poblaciones han venido disminuyendo en la última década en Xochimilco. Estas bajas densidades de ajolotes en Xochimilco contrastan de manera alarmante con aquellas que alcanzan las especies de peces exóticas como las carpas y tilapias. La estructura poblacional sugiere que los estadios más susceptibles son cuando el ajolote no ha cumplido todavía el año. Pero los pocos organismos que llegan a la fase adulta son presa fácil de la colecta furtiva. Por tanto es importante la conservación *ex situ* de estos organismos a través de diferentes estrategias para su reproducción.

Los ajolotes alcanzan su madurez sexual en forma larval acuática (neotenia). Usualmente esto ocurre entre el año y año y medio de edad. Pueden vivir hasta diez o doce años en promedio. Los huevos de ajolote y las larvas se desarrollan mejor a una temperatura entre los 20 y 22 °C; en el caso de los adultos la temperatura ideal es de 18°C. El número de huevos producidos depende de la talla de la hembra y puede ser desde 660 hasta 1000 en una sola puesta, con intervalos de tres a seis meses. En óptimas condiciones de cautiverio, la hembra es capaz de producir huevos una vez cada dos meses, sin disminución en la cantidad de los mismos. Actualmente, con los cuidados e instalaciones adecuadas se ha logrado que el éxito reproductivo sea del 90% (Mena y Montes de Oca, 2014). En el macho el aparato reproductor se presenta

en forma de cloaca, que es una abertura que comparten el tracto digestivo y el reproductivo. En un macho sexualmente maduro se puede observar en la superficie de la cloaca en posición boca arriba la presencia de un crecimiento bilobulado similar a lo que serían los testículos en las especies domésticas. Las hembras poseen una glándula similar interna que se encarga de producir huevos, normalmente se aprecian más pesadas que el resto de los ejemplares y presentan una línea media corporal redonda. Los machos maduros carecen de esta forma corporal y se muestran delgados (Mena y Montes de Oca, 2014).

El ciclo reproductivo de los ajolotes es estacional, pues en las colonias mantenidas en cautiverio se ha observado que los desoves y la fecundación ocurren normalmente cuando hay un decremento en las horas luz, aparentemente inducidos por un cambio en el fotoperiodo. El fotoperiodo normal consta de 12 horas de luz por 12 horas de oscuridad, con una temperatura promedio de 12 °C. En los machos el patrón natural de la formación de espermatozoides depende de la temperatura. Los espermatozoides maduran durante el verano y se mantienen almacenados hasta el invierno en unos depósitos internos del aparato reproductor (Mena y Montes de Oca, 2014). La reproducción en casi todas las especies animales está regulada por un mecanismo neuro-humoral en ambos sexos que está sincronizado pues se inicia con cambios químicos y comienza a manifestarse en el cortejo.

Las conocidas hormonas foliculoestimulante (FSH), luteinizante (LH) de la hipófisis producen la maduración gonadal y la esteroidogénesis, capacitando al organismo para la reproducción. La FSH, en la hembra, actúa sobre los folículos en los que se encuentran los óvulos en desarrollo, produciendo su crecimiento además de iniciar la secreción de la hormona sexual femenina, el estrógeno, que al alcanzar determinados niveles, inhibe la secreción hipofisiaria de la FSH. En el macho, esta hormona promueve la espermatogénesis (Prieto-Gómez y Velazquez-Paniagua, 2002)

La gonadotropina coriónica humana (hCG) es una hormona proteica esencial para el desarrollo y sostenimiento de la gestación. La adecuada producción de la hCG es fundamental para que el desarrollo llegue a término. La hCG lleva a cabo sus efectos



al unirse con el receptor de LH/hCG, que pertenece a la familia de receptores acoplados a proteínas G y presenta amplia distribución en diferentes tejidos. Debido a la similitud estructural entre la hCG y la LH, ambas se unen al mismo receptor, aunque las acciones de la hCG son más potentes, ya que tiene mayor afinidad por el receptor y mayor vida media en la circulación sanguínea (Barrera *et al.*, 2008).

## **ANTECEDENTES DEL PROGRAMA O PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL**

La zona lacustre de Xochimilco (ZLX) es un ecosistema que aún sostiene especies endémicas como peces y anfibios del género *Chirostoma*, *Girardinichthys* y *Ambystoma* (Bojórquez y Arana, 2014), de ahí surge la necesidad de continuar realizando estudios sobre estas especies endémicas en riesgo o peligro de extinción que debido a la problemática ocasionada por el impacto ambiental de origen natural o antropogénico han reducido sus poblaciones.

## **UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL**

El servicio social se desarrollará en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, ubicada en Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960. Ciudad de México.

## **OBJETIVO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Apoyar las diferentes actividades relacionadas con la reproducción de *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* mediante inducción hormonal para el desove, en los proyectos de investigación de los docentes y alumnos de posgrado con el fin de adquirir habilidades y competencias en el manejo de especies silvestres del sistema lacustre relicto de Xochimilco.

## ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Para el presente trabajo se utilizaron dos colonias originales de *Ambystoma mexicanum* y de *Ambystoma velasci* mantenidas desde el 2014, 2015 y 2016 en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la UAM-X. Se seleccionaron parejas de machos y hembras tanto de *A. velasci* como de *A. mexicanum* para realizar la inducción hormonal y parejas control a las cuales no se les suministró ninguna hormona, si no que su reproducción sería de forma natural.

## ACTIVIDADES REALIZADAS PARA EL EXPERIMENTO

- **Mantenimiento:** Para ambas especies se realizó un recambio total una vez a la semana y un recambio parcial dos veces por semana bajando un 80 % de agua con un sifoneo, cada tina era limpiada, quitando el exceso de desechos para evitar enfermedades, así mismo cada una de las tinas se mantenía con aireación constante y eran llenadas con agua libre de cloro. Esto con el fin de mantener en condiciones óptimas a los organismos.
- **Biometrías.** Cada quince días se registraba el peso con una balanza digital (SARTORIUS®), así mismo con un ambystometro se registró la talla (longitud total y longitud hocico-cloaca) de cada uno de los organismos de la colonia, así como de las parejas formadas de ambas especies para la inducción.
- **Selección de parejas:** Para la selección de parejas se consideró su madurez sexual. Posteriormente se acondicionaron tinas para cada pareja y se les colocó casuarina la cual sirvió de sustrato para la fijación del desove. Para la especie *A. mexicanum* se dividió en dos experimentos; siendo para el Experimento I: tres parejas control, tres parejas para inducción simple y tres parejas para inducción doble; Experimento II: tres parejas control, tres parejas para inducción hormonal simple y tres parejas para inducción doble, así como una pareja extra para un ensayo de inducción simple. Para la especie *A. velasci* tres; parejas control, tres

parejas para inducción simple y tres parejas para inducción doble, y una pareja extra para en sayo de inducción simple.

- **Alimentación:** La alimentación de los ajolotes fue por medio de alimento balanceado (Pelet) y con gusano de fango (*Tubifex tubifex*) dicho alimento se suministraba tres veces por semana y se modificaba la tasa de alimentación dependiendo de la biomasa de cada tina.

- **Inducción hormonal:** La hormona utilizada fue gonadotropina coriónica. Con el fin de poder administrar la dosis de hormona necesaria esta se calculó con base al peso de cada ejemplar. Se realizaron dos experimentos para la especie *A. mexicanum* suministrando diferentes cantidades de hormona (experimento I: 200UI; experimento II: 250UI) a las parejas realizando una inducción una simple y una doble, mientras que para la especie *A. velasci* solo se realizaron dos diferentes dosis de 250UI y 300UI, ambas con una inducción simple y una doble. Para llevar a cabo la inducción de las dos especies se esterilizó la zona, así como el material a utilizar con solución de benzal y cada uno de los organismos fue anestesiado con aceite clavo, posteriormente se realizó la inyección de la hormona vía intramuscular. Una vez inducidos los organismos fueron colocados en tinas con agua y con constante aireación para su recuperación. Cabe mencionar que primero se llevaba a cabo la inducción de los machos y una semana después se inyectaba a las hembras.

- **Conteo de desoves:** Una vez realizada la reproducción de los ajolotes, se monitoreaba diariamente cada pareja para identificar la presencia de espermátforo así como de algún desove. Ya que se identificaba la presencia de huevos estos se retiraban y se colocaban en tinas apartes con agua aireada, se proseguía a realizar el conteo por medio de un contador de mano, esto para tener el registro del número de huevos que tenía cada pareja ya sea inducida o de las parejas control. Así mismo a cada desove se le dio el respectivo mantenimiento para la viabilidad del desove.

## **IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL**

El poder desarrollar investigación para preservar a las especies endémicas de la Zona Lacustre de Xochimilco es de suma importancia ya que estas en su mayoría se encuentran en peligro de extinción o sujetas a algún tipo de protección especial como lo es el caso de la especie *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* que son especies que en los últimos años sus poblaciones han sido reducidas, debido a algún tipo de impacto ya sea antropogénico o ambiental. Es por ello por lo que cada una de las actividades que se realizaron durante el servicio social fueron de suma importancia para aportar información sobre el mantenimiento, alimentación y reproducción de dichas especies para su conservación. Con el apoyo a las actividades de reproducción de las especies de ajolote se contribuyó a mantener en condiciones óptimas a las colonias originales del laboratorio de Limnobiología y Acuicultura, las cuales se han conservado desde hace varios años.

Por lo tanto este trabajo se vincula con la misión de Universidad Autónoma Metropolitana la cual está comprometida con la formación de profesionales con capacidad para identificar y resolver problemas de la realidad, así como para trabajar en equipos interdisciplinarios y con un fuerte compromiso social; desarrollar investigación orientada a la solución de problemas socialmente relevantes mediante una participación activa en donde todo el tiempo se cuestiona y razona (Arbesú., 1996), en este caso es importante hacer énfasis en la conservación de especies nativas como *A. mexicanum* y *A. velasci* los cuales se encuentran en riesgo y peligro de extinción.

## **APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO**

Uno de los aprendizajes fue conocer a fondo las necesidades de las especies de ajolotes para su óptima reproducción y sobrevivencia, así mismo fue de suma importancia aprender sobre el tipo de alimentación que requiere y el manejo adecuado de los organismos. Los ajolotes deben tener un espacio adecuado y limpio que les

permitan vivir y tener una buena condición física y con ello se eviten enfermedades patológicas. Por otra parte, el aprender a identificar machos y hembras fue parte importante para poder seleccionar a las parejas y que estas contaran con las mejores características físicas para su inducción y reproducción exitosa, la cual se vio reflejada en la aparición de desoves en los sustratos o nidos. El aprender el buen manejo los desoves fue parte significativa, ya que de esta forma se logra tener una sobrevivencia alta.

La reproducción se realizó por medio de la aplicación de una hormona (gonadotropina coriónica) vía intramuscular y fue importante realizar la recopilación de información para conocer las dosis que se han aplicado a las especies de ajolote, así como la correcta administración de la hormona para evitar lesionar a los organismos. Durante el servicio social se pudieron aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación profesional y de esta forma ser capaz de enfrentar problemas reales.

## RESULTADOS OBTENIDOS

- **Experimento I *Ambystoma mexicanum* dosis 200UI de hormona gonadotropina coriónica**

Una vez realizada la inducción simple y transcurrido 24 horas se observó la presencia de desoves en las tinas de las parejas 2 y 3 siendo la pareja numero 2 la que presento la mayor cantidad de huevos (400), seguido de la pareja número 3 la cual obtuvo 380 huevos, mientras que la pareja número 1 no hubo presencia de espermátforo ni de desove (Tabla 2). Una vez contabilizados los huevos estos se separaron de la casuarina y fueron colocados en tinas con agua libre de cloro y con aireación constate, posteriormente se observaron durante los días subsecuentes para determinar la viabilidad de los huevos, los cuales transcurrido el tiempo resultaron ser inviábiles para ambos desoves, esto debido a que no se llevó acabo la fecundación, observando en los huevos características anormales y presencia de hongo.

Por otra parte, las parejas control 1, 2 y 3 no hubo presencia de espermátforo y por lo tanto ningún desove. Lo mismo ocurrió con las tres parejas de inducción doble donde no hubo presencia de ninguna variable reproductiva.

- **Experimento II *Ambystoma mexicanum* dosis 250 UI-300UI de hormona gonadotropina coriónica**

El resultado que se obtuvo en las tres parejas de inducción hormonal simple fue la presencia de un desove en cada una de ellas, siendo la pareja número 3 la que obtuvo el mayor número de huevos con un total de 405, seguido de la pareja número 2 con 298 y por último la pareja número 1 con un total de 179 huevos, la viabilidad de los desoves en las parejas 2 y 3 fue del 0% ya que los huevos no presentaron fecundación, la pareja número 1 fue la que presentó una viabilidad del 9.49% ya que solo 17 huevos continuaron su desarrollo y el porcentaje de eclosión fue de 0.55% (Tabla 2), de todo el desove a pesar de los cuidados solo sobrevivió un huevo, al cual se le dio un seguimiento de su desarrollo embrionario durante un periodo 15 días aproximadamente hasta el momento de su eclosión (Figura 1 y 2).

En las parejas de inducción doble se observó en la pareja 3 la presencia de un desove con un total de 15 huevos (Tabla 2), pero cabe mencionar que de estos ninguno presentó fecundación por lo tanto la viabilidad de los huevos fue del 0%.

Respecto a las parejas tomadas como control las cuales no se les administró ningún tipo de estímulo hormonal no se observó la presencia de espermatozoides ni la presencia de huevos (Tabla 2).

Así mismo se tomó una pareja ensayo a la cual se le hizo una inducción simple con una dosis de hormona 300UI, en los resultados de esta pareja no se observó presencia de espermatozoides ni de huevos.

- **Inducción de *Ambystoma velasci* dosis 250UI-300UI de hormona gonadotropina coriónica.**

Los resultados para las parejas control fueron los siguientes; de las tres parejas solo en la pareja número 3 hubo presencia de espermatozoides y por lo tanto de un desove, siendo un total de 392 huevos de los cuales el 63.5 % fueron viables (249) y un 35% de ellos completo su desarrollo embrionario en un periodo de 13 días, los cuales se mantuvieron en condiciones óptimas, y se realizó la observación de las etapas de desarrollo con mucho cuidado en un microscopio óptico (Figura 1 y 2), pero a pesar de

ello la supervivencia de los individuos fue de 0%. Mientras que en las parejas 2 y 3 no hubo presencia de desove (Tabla 3).

En el caso de la inducción simple, las hembras inducidas de las tres parejas 1, 2 y 3 desovaron un total de 314, 402 y 382 huevos respectivamente; sin embargo, estos no fueron viables debido a que los machos no liberaron el espermatozoido y por lo tanto no hubo fecundación ni desarrollo embrionario.

Así mismo para la inducción doble en las tres parejas no hubo éxito de reproducción ya que no se registraron desoves. También se utilizó una pareja ensayo de inducción simple suministrando una dosis de hormona de 300UI, en cual no se registraron ninguna de las variables reproductivas.

**Tabla 2.** Variables reproductivas de las parejas control e inducidas para la especie *Ambystoma mexicanum* del experimento I con dosis de hormona 200UI y experimento II con dosis de 250UI y pareja ensayo con 300UI.

Variables reproductivas	Parejas del experimento I de <i>Ambystoma mexicanum</i>									Parejas del experimento II de <i>Ambystoma mexicanum</i>									Pareja Ensayo experimento II
	Control			Inducción simple			Inducción doble			Control			Inducción simple			Inducción doble			Inducción simple
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Número de pareja	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Presencia de espermátforo	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Presencia de desove	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
Número de desove	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
Número de huevos por desove	0	0	0	0	400	380	0	0	0	0	0	0	179	298	405	0	0	15	0
Período de incubación (días)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
Viabilidad de huevos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
% de viabilidad	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	9.49	-	-	-	-	-	-
% de eclosión	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	0.55	-	-	-	-	-	-

(-) Ausencia de la variable, (+) Presencia de la variable



**Tabla 3.** Variables reproductivas de las parejas control e inducidas para la especie *Ambystoma velasci* con dosis de 250 UI y 300 UI.

Variables reproductivas	Parejas Inducción hormonal de <i>Ambystoma velasci</i>									Pareja Ensayo
	Control			Inducción simple			Inducción doble			Inducción simple
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Número de pareja	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Presencia de espermatóforo	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
Presencia de desove	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
Número de desove	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Número de huevos por desove	0	0	392	0	400	380	0	0	0	0
Período de incubación (días)	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-
Viabilidad de huevos	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
% de viabilidad	-	-	63.5	-	0	0	-	-	-	-
% de eclosión	-	-	35	-	0	0	-	-	-	-

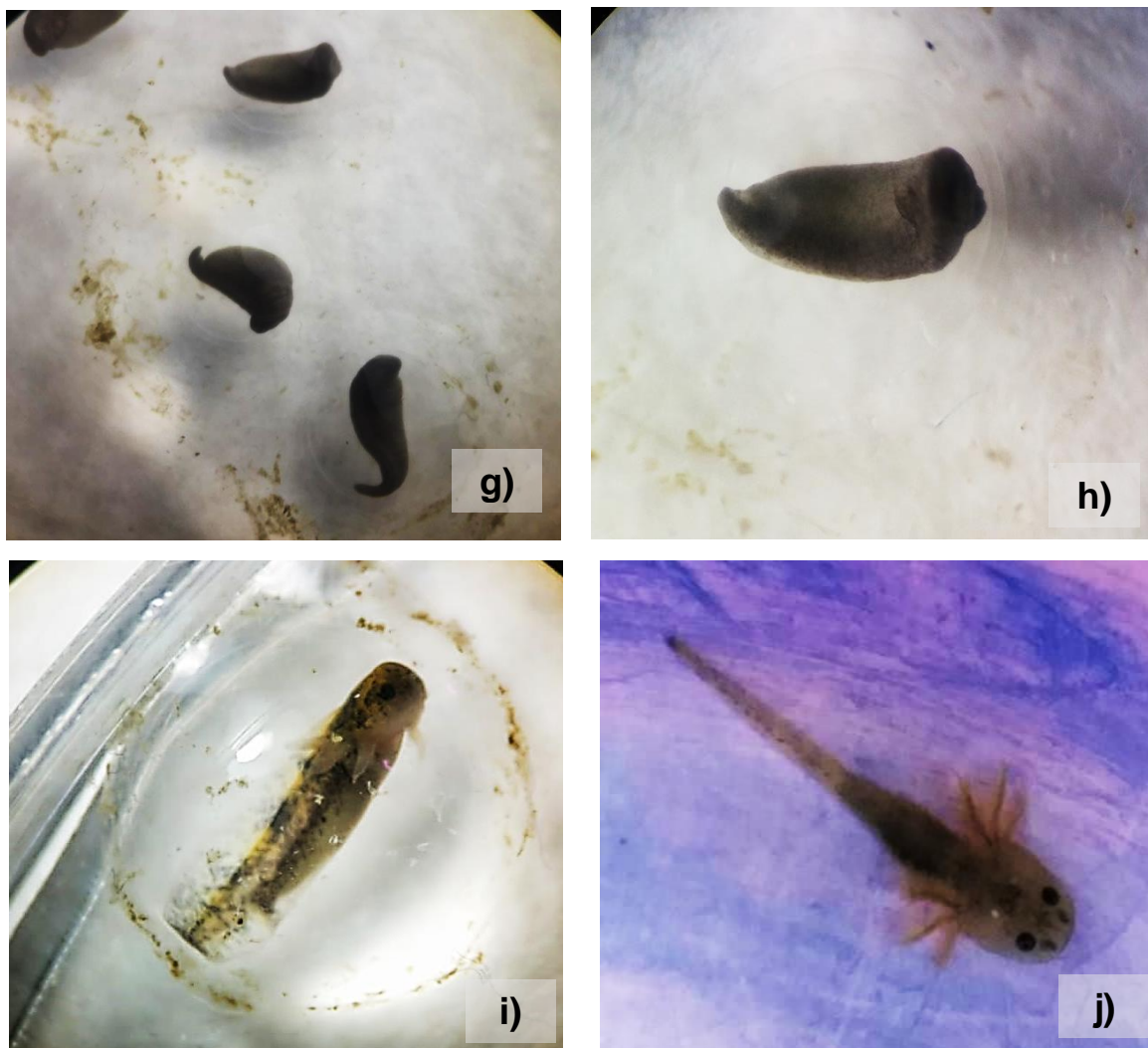
(-) Ausencia de la variable, (+) Presencia de la variable

Para el seguimiento del desarrollo embrionario para ambas especies se observaron las siguientes etapas: huevo fecundado, formación de los polos, formación de gástrula tardía III, néurula tardía II, néurula tardía V, extremo caudal medio, pre-eclosión y eclosión (Figura 1 y 2) estas fases se identificaron con la ayuda del manual de Bordzilovskaya, NP & Dettlaff, TA, (1979). Cabe mencionar que las etapas de desarrollo embrionario es el mismo para *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci*.

Por último, de acuerdo a los resultados obtenidos en todas las inducciones el uso de la hormona gonadotropina coriónica estimula la reproducción de los organismos y por lo tanto la presencia de desoves, sin embargo, se presentó muy poca viabilidad en los huevos. Esto no quiere decir que la hormona no funcione si no que se tendría que realizar más ensayos con dosis más altas para determinar que dosis es la adecuada.



**Figura 1.** Etapas del desarrollo embrionario de las especies *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* observados en el microscopio óptico a 10x. **a)** Desove, **b)** Huevo fecundado, **c)** Formación de polos (animal y vegetal), **d)** Gástrula tardía, **e)** Néurula tardía II, **f)** Néurula tardía V. Fotos tomadas en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura UAM-X.



**Figura 2.** Etapas de desarrollo de las especies *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma velasci* observados en el microscopio óptico a 10x. **g)** y **h)** Formación del extremo caudal medio, **i)** Formación de branquias y Pre-eclosión, **j)** Eclosión, ajolote ya formado. Fotos tomadas en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura UAM-X.

En algunas investigaciones como la de Aguilar *et al.* (2009) sobre la reproducción *ex situ* de diversas especies del género *Ambystoma* la dosis de la hormona gonadotropina coriónica, fue de 500 y 900 UI obteniendo una estimulación hormonal positiva para ambos sexos. Asimismo, Armstrong y Gillespie, (1981) recomiendan dosis de entre 350 y 500 UI de hormona gonadotropina coriónica. Comparando las dosis usadas por dichos autores y con la dosis empleada en este

experimento fueron bajas. Es por ello por lo que se sugiere seguir con más experimentos.

### **FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES SOCIAL**

El servicio social por actividades relacionadas con la profesión tiene como objetivo consolidar la formación académica del alumno, llevando a la práctica los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera con el fin de adquirir experiencia. Por tal motivo dichas actividades se realizaron a través de la reproducción hormonal de ajolotes endémicos de México en riesgo *Ambystoma velasci* y *Ambystoma mexicanum* para su conservación *ex situ*.

## REFERENCIAS

Aguilar-Miguel X., Legorreta B. y Casas-Andreu G. (2009). Reproducción ex situ en *Ambystoma granulosum* y *Ambystoma lermaense* (Amphibia: Ambystomatidae). *Acta zoológica mexicana* (nueva serie), vol. 25, núm. 3 Instituto de Ecología, A.C, pp. 443-454.

Arbesú, I. (1996) El sistema modular Xochimilco. Pp. 10-24. En: El sistema modular, la UAM-X y la universidad pública. México: Casa abierta al tiempo Universidad Autónoma Metropolitana

Armstrong, J. B., y Gillespie, L. L., (1981). Induced spawning and artificial insemination in the axolotl. *Axolotl Newsletter* pp 10:1-4.

Barrera, D. Chirinos, M. y García-Becerra, R. (2008). Mecanismos de regulación de la síntesis y secreción de la gonadotropina coriónica humana (hCG) durante el embarazo. *Revista investigación clínica. Rev. Invest Clin.* Vol, 60. Núm., 2. Pp 124-132

Bojórquez-Castro, L. y Arana-Magallón, F. (2014) Peces de Xochimilco. Su ambiente y situación actual. (Eds.) Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco núm. 13 México. IBS: 978-607-28-0173-8.

Bordzilovskaya N. y Dettlaff T. (1979). Table of Stages of the Normal Development of Axolotl Embryos and the Prognostication of timing of Successive Developmental Stages at Various Temperatures. - En *AXOLOTL NEWSLETTER* (G.M. Malacinki, Ed.) Number 7.

Consortio GTZ/FUNDECO/IE. (2001). Estrategia regional de biodiversidad. Conservación ex situ. La Paz - Bolivia.

Lascuráin, M., List R., Barraza L., Díaz-Pardo, E., Gual –Sill, F., Maunder, M., Dorantes, J., y Luna, V. (2009). Conservación de especies ex situ. En *Capital natural de México*. vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp 517-544.

Mena, H. y Montes de Oca, K. (2014). Manual de Procedimientos para el Manejo y Mantenimiento de la Colonia de Axolotes del Laboratorio de Restauración Ecológica. México, Distrito Federal: Laboratorio de Restauración Ecológica.

Parra-Olea, G., O. Flores- Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S460-S466. Pp. 460-466

Prieto-Gómez, B. y Velázquez-Paniagua, M. (2002). Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotrofinas. Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UNAM. Vol, 45. No, 6. Pp. 252-257

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. México.

SEMARNAT. (2016). Programa de recuperación y repoblación de especies en riesgo. México.

UAM. (2016). Produce CIBAC hasta 5,000 ajolotes. Semanario de la UAM. Órgano informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana.

UAM-X. (2018). UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO. Obtenido de <http://www.xoc.uam.mx/uam-x/acerca/mision-vision/>.

UNEP. (2016). CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES. CITES.

Zambrano, G. L., Reynoso, V. H. 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