

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

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES VINCULADAS A LA PROFESIÓN

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**Reproducción y crianza en cautiverio del
mexcalpique *Girardinichthys viviparus* para su
conservación**

QUE PRESENTA EL ALUMNO

NÉSTOR JAVIER ORTÍZ ARROYO

**Matrícula
2152043173**

ASESORES

**Dra. Gabriela Vázquez Silva- (No. Eco. 30288)
Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura, DEHA**

**Dr. Jorge Castro Mejía- (No. Eco. 13817)
Laboratorio de Producción de Alimento vivo, DEHA**

Ciudad de México.

Julio de 2026

RESUMEN

Girardinichthys viviparus conocido comúnmente como mexcalpique es un pez godeido endémico de la Cuenca de México, que está catalogado en la NOM-059-Ecol como especie en peligro de extinción debido a la severa degradación antropogénica de su hábitat. Ante este escenario, el manejo y la reproducción en cautiverio constituyen herramientas prioritarias para su preservación. Este estudio evaluó los ciclos biológicos de reproducción, alimentación y crianza de *G. viviparus* en condiciones de cautiverio. Para lo cual se realizó la observación de los caracteres sexuales de 50 hembras y 25 machos para formar parejas en una proporción de sexos de 2♀:1♂. De los reproductores se tomaron pesos y tallas inicio y al final, para conocer su condición corporal. Posteriormente se realizaron las observaciones del comportamiento reproductivo para determinar número de hembras grávidas, periodo de gestación, tasa de fertilidad, numero de crías y supervivencia. Una vez nacidas las crías se les registro su crecimiento durante 60 días. Todo fue registrado en bitácora y en una base de datos, también se realizó el registro fotográfico del ensayo. Como resultados se tiene que el 38% de las hembras quedaron grávidas, teniendo un periodo de gestación promedio de 30 días y nacieron un total de 369 alevines, cuya supervivencia fue del 47%. El crecimiento de los alevines fue constante durante las primeras cuatro semanas alcanzo un peso de 0.035 g y una Longitud Total de 1.5 cm. Las variables fisicoquímicas permanecieron dentro de los límites de tolerancia para la especie; la temperatura se mantuvo en 21 °C y el pH fue neutro, mientras que los compuestos nitrogenados (Amonio, Nitritos y Nitratos) fluctuaron en todo el ensayo. Los resultados muestran la viabilidad de la crianza en cautiverio de *G. viviparus*, por lo que resulta importante seguir realizando estudios de reproducción en cautiverio en esta especie.

Palabras clave: *Girardinichthys viviparus*, conservación *ex situ*, fertilidad, viviparidad.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. LUGAR DE REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL	6
3. MARCO INSTITUCIONAL, MISIÓN Y COMPROMISO SOCIAL VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN	6
4. OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	7
5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS....	8
6. DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	21
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUCCIÓN

La Meseta Central de México es uno de los altiplanos tropicales más extensos del planeta y se considera una de las regiones más importantes en el mundo para la conservación de los peces de agua dulce. Esta región es una de las principales zonas de humedales dulceacuícolas del país con una diversidad única de peces; encontrando especies representativas de la fauna neártica como *Ictaluridae* y *Cyprinidae*, en la neotropical *Poeciliidae* y *Cichlidae* y endémicas como *Atherinopsidae* y *Goodeinae* (Dominguez-Dominguez & Pérez-Ponce, 2007). Particularmente la familia Goodeidae se distribuye en las zonas altas del sur de México y América Central y está conformada aproximadamente por 21 géneros y 45 especies (De la Vega y Macías, 2005).

La Zona Lacustre de Xochimilco (ZLX) es un ecosistema que aún sostiene diversas especies endémicas dentro de las cuales alberga al pez endémico *Girardinichthys viviparus* conocido comúnmente como mexcalpique, caracterizado por presentar marcado dimorfismo sexual, cortejo prenupcial y viviparidad (Castillo, 1997), cuya distribución se restringe a la Ciudad de México y sus alrededores. Esta especie al igual la mayoría de la fauna acuática que habita en cuerpos de agua del centro de México ha sido afectada por el impacto de la actividad humana y la reducción de hábitat de las poblaciones (Miranda *et al.*, 2008), llevándola a un grave riesgo de desaparecer, se sabe que hay una pérdida del 80% comparado con los datos históricos (De la Vega y Macías, 2005). Este pez godeido es considerado como uno de los grupos de peces con mayor riesgo de extinción en el mundo, se encuentra enlistado como especie en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y por la UICN, (2016) como especie en peligro crítico, siendo sus poblaciones escasas y de hábitat restringido. Por tal motivo es necesario propiciar su reproducción y manejo en cautiverio en tanto el hábitat de esta especie no se encuentre apto para su reintroducción.

2. LUGAR DE REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL

El servicio social se desarrolló en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura ubicado del Departamento el Hombre y su Ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, ubicada en la dirección Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, D.F. México.

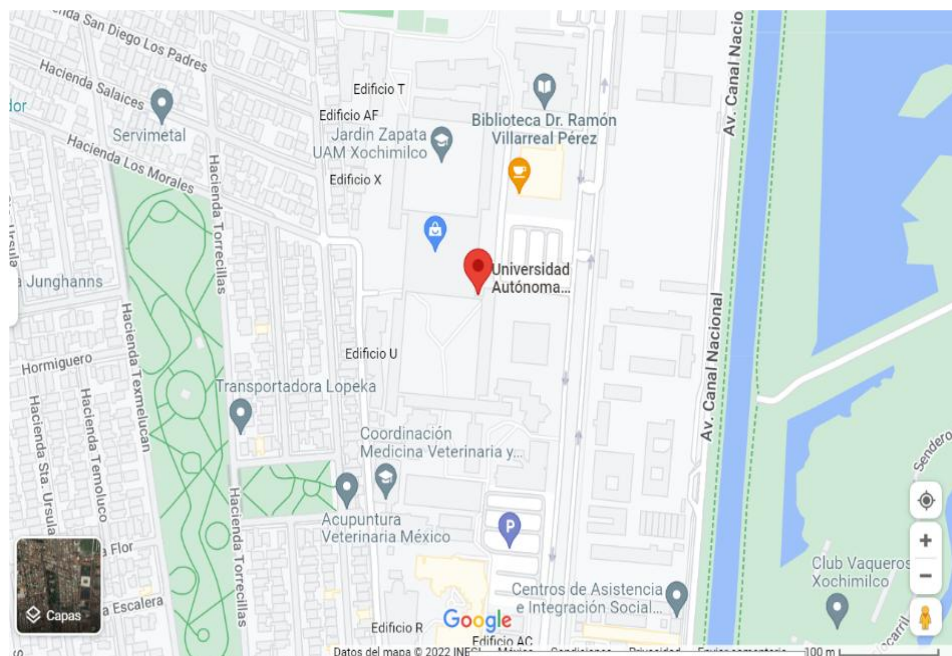


Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Xochimilco.

3. MARCO INSTITUCIONAL, MISIÓN Y COMPROMISO SOCIAL VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN

La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco tiene como objetivo la contribución al conocimiento para el servicio y desarrollo social con el fin de construir una sociedad responsable ante el medio ambiente, justa y equitativa, mediante la formación de recursos humanos que sean capaces de realizar actividades científicas para desarrollar con un enfoque multidisciplinario estrategias en el manejo de los recursos naturales. En este sentido el proyecto de investigación

Limnobiología y Aspectos Acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México, 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 a nivel nacional e internacional, por lo que el servidor social se integra en actividades relacionadas a trabajos experimentales en la reproducción y mantenimiento de colonias de dichas especies, donde tiene la oportunidad de aplicar sus conocimientos y adquirir experiencia en el trabajo científico, con el fin de coadyuvar en la conservación y uso racional de las especies nativas de la Zona Lacustre de Xochimilco.

Cabe señalar, que este servicio social se desarrolló como apoyó al proyecto de investigación “Limnobiología y aspectos acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, CDMX”, cuyo objetivo general es caracterizar los cuerpos de agua de la zona para contribuir al aprovechamiento sustentable, manejo y conservación de los recursos acuáticos, así como a la preservación del ecosistema. En este contexto, el proyecto se enfoca en evaluar el estado de las especies de interés ecológico y socioeconómico de la Zona Lacustre de Xochimilco, principalmente *Ambystoma mexicanum*, *Girardinichthys viviparus*, *Cambarellus montezumae*, *Chirostoma jordani* y otros que sean de interés.

4. OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

- **Objetivo general del proyecto de investigación al cual está inscrito el Servicio Social**

Mantener los ciclos biológicos en cautiverio de las diferentes colonias de anfibios, crustáceos y peces establecidas en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura, para contribuir en su conservación y preservación de estas especies endémicas de México con interés ecológico y socioeconómico, enfatizando el manejo, alimentación y reproducción de *Ambystoma velasci*, *Ambystoma mexicanum*, *Cambarellus montezumae*, *Girardinichthys viviparus* y *Chirostoma jordani*.

- **Objetivo general del servicio social**

Manejo, reproducción, y crianza de la especie endémica *Girardinichthys viviparus* a partir de las colonias provenientes del Lago de San Gregorio Atlapulco y Canales de la Zona Lacustre de Xochimilco.

5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

La reproducción del mexcalpique se realizó a partir de las colonias existentes en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la UAM Unidad Xochimilco, las cuales provienen de poblaciones naturales de los canales de Xochimilco y del Lago de Conservación de San Gregorio Atlapulco, para lo cual las actividades fueron divididas en varias fases como la de reproducción, alimentación en reproductores y crías, así como el registro de parámetros fisicoquímicos.

a) Reproducción de mexcalpique

- Montaje de dos acuarios de 100 L con agua libre de cloro y con aireación constante.
- Selección de machos y hembras de acuerdo con su tamaño (3.0-4.5 cm de longitud total), características fenotípicas y morfológicas como tamaño y coloración (color negro en machos sexualmente maduros). En la Figura 1 se observa el dimorfismo sexual que presentan hembras y machos, donde la principal diferencia radica en su aleta anal; en el macho se observa una modificación en sus primeros radios que dan forma un órgano copulador especializado conocido espermatopodio, el cual facilita la fecundación interna de la hembra. En cuanto a las hembras se observó que suelen ser de mayor tamaño que los machos y ensanchadas en la región ventral, y no presentan modificaciones en la aleta. La coloración que ambos presentan es verde olivo, sin embargo, durante el cortejo se observó que los machos intensificaron su coloración teniendo pigmentaciones oscuras en todo el cuerpo, mientras que las hembras al estar receptivas presentaron pequeñas manchas oscuras en el abdomen.

- Una vez realizada la selección, las parejas fueron colocadas en acuarios de 100 L, (considerando cinco parejas por cada acuario) (Figura 2).
- Observación diaria del comportamiento reproductivo de *G. viviparus* (cortejo y apareamiento) y evaluación de la presencia del punto grávido en hembras para determinar la gestación (Figura 3a y 3b).

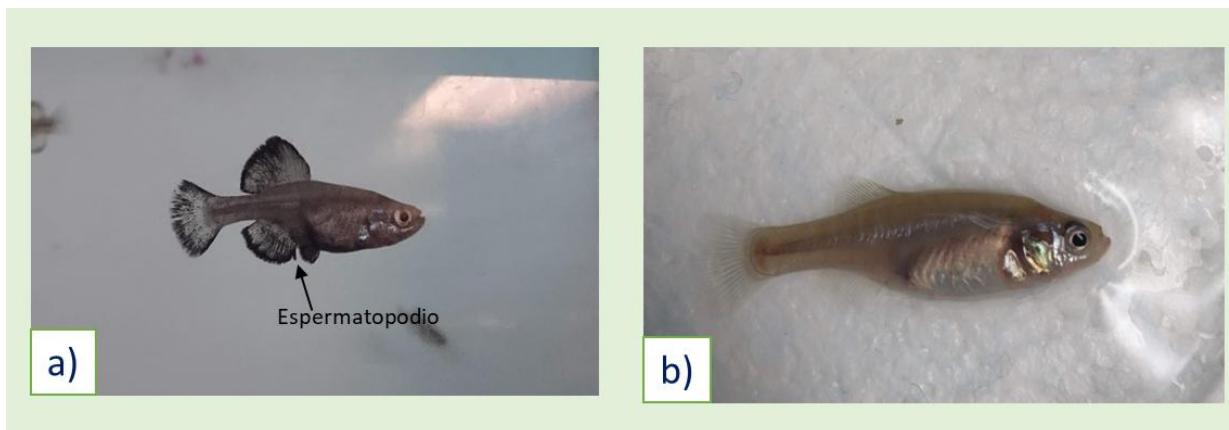


Figura 1. Selección de reproductores de *G. viviparus*. **a)** Macho, **b)** Hembra. (Fotos tomadas en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura UAM-X. Autor: Néstor Javier Ortiz Arroyo)



Figura 2. Unidades Reproductoras de *G. viviparus*. (Fotos tomadas en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura UAM-X. Autor: Néstor Javier Ortiz Arroyo)

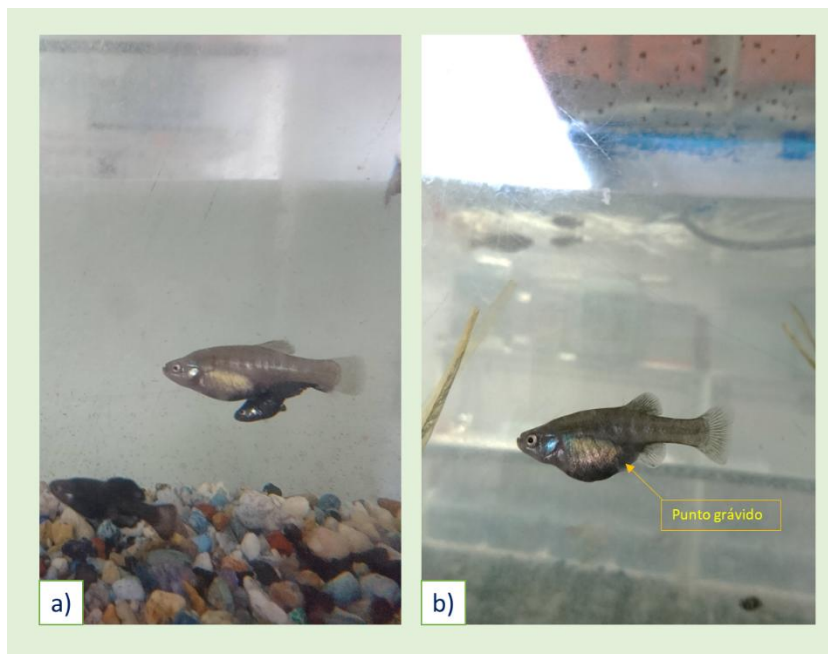


Figura 3. Reproducción de *G. viviparus*. **a)** Cortejo y cópula de reproductores (El macho se aproxima a la hembra para captar su atención realizando movimientos natatorios en forma de “S”, inclinándose ligeramente hacia un costado de la hembra, el macho se posiciona a su lado, alineando su espermatopodio con el poro genital de la hembra, llevándola a cabo la cópula), **b)** Hembra en estado de gravidez donde se observa el punto grávido (mancha oscura cerca de la aleta anal) (Fotos tomadas en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura UAM-X. Autor: Néstor Javier Ortiz Arroyo).

- Las hembras grávidas detectadas fueron separadas de los machos y colocadas en acuarios de 100 L con maternidades de 15x10x18 cm (Largo x Ancho x Alto) elaboradas con mallas de plástico transparentes e hilo de nailon transparente, el acuario también contó con aireación constante y las hembras estuvieron ahí hasta el término de su gestación (Figura 4).
- Posteriormente se contabilizó y registró el número de alevines obtenidos de cada hembra, para su crianza. Los alevines se trasladaron a acuarios de 40 L, en densidades de 50 organismos en 40 L. Posteriormente se ofreció una dieta *ad libitum* acorde a su etapa de desarrollo, que constó de rotíferos, cladóceros (los cuales fueron provistos por el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura) y alimento granulado para trucha marca El Pedregal® (0.4 mm; 45% Proteína Cruda).
- En cada acuario se distribuyeron los alevines de mexcalpique en densidad de 50 organismos en 40 L, cuando se logró distinguir los primeros rasgos del

dimorfismo sexual de su ciclo de vida (~2 meses de edad), los organismos fueron separados por sexo.

- Se registró quincenalmente la supervivencia de los alevines después de su nacimiento hasta los dos meses de edad.



Figura 4. Acondicionamiento de maternidades para alojamiento de hembras grávidas de *G. viviparus*.

b) Alimentación de reproductores y alevines

- **Reproductores.** Los organismos reproductores fueron alimentados diariamente con alimento en hojuela a base de carotenoide (TetraColor), correspondiente al 7% del peso total de los organismos. La ración diaria se dividió en dos porciones iguales, suministradas a las 9:00 y a las 16:00 horas, respectivamente.
- **Alevines.** Los alevines (Figura 5) se alimentaron con rotíferos y cladóceros a libre demanda durante 15 días, a partir del día 16 se implementó una dieta mixta que constó de alimento granulado (pellets) para trucha marca El Pedregal® con tamaño de 0.2 mm (45% Proteína Cruda). Cada tercer día se ofreció *ad libitum* anélidos (*Tubifex* spp.) como complemento a la dieta, pero priorizando el alimento balanceado, el *Tubifex* fue adquirido en el mercado de Mixhuca, y trasladado al

Laboratorio donde se le hicieron lavados diarios con agua corriente antes de ser proporcionado a los peces, posteriormente fue colocado en tinas de 60 L con aireación constante.



Figura 5. Alevines de *G. viviparus*.

c) Registro de talla y peso de los reproductores

- Se tomó talla y peso de hembras y machos en edad reproductiva al inicio de la reproducción, para registrar el crecimiento de los peces, con mediciones de la longitud total (a partir de la cabeza hasta el final de la aleta caudal) y longitud estándar (desde la cabeza hasta el final del pedúnculo caudal) (Del Moral-Flores *et al.*, 2020) con un calibrador (Traceable®; ± 0.01); y el peso húmedo se tomó con una balanza analítica (Ohaus®; ± 0.0001) con precisión de 0.0001 gramos (Figura 6)

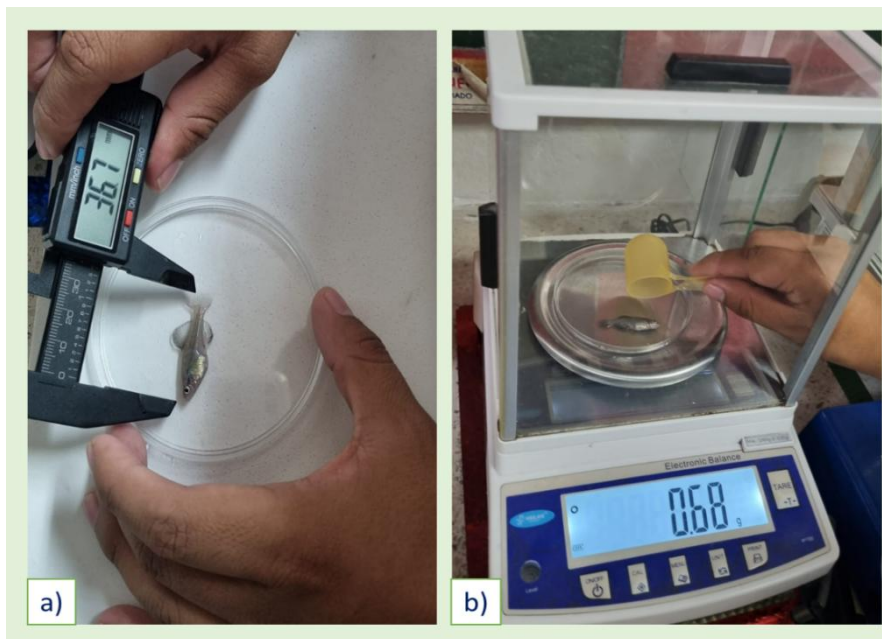


Figura 6 Registro de biometrías de *G. viviparus*. **a)** Longitud total **b)** Peso. (Fotos tomadas en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura UAM-X. Autor: Néstor Javier Ortiz Arroyo)

d) Monitoreo de las variables fisicoquímicas

- Se realizó la medición de los parámetros físicos y químicos del agua de forma quincenal, tales como temperatura y pH (HANNA), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-) y amonio (NH_3^+) con un equipo colorimétrico (HAGEN),
- El mantenimiento de la calidad del agua en los acuarios para crianza se realizó mediante recambios parciales del 50 % de agua libre de cloro cada semana, para eliminar el exceso de desechos y alimento no consumido (Figura 7). En el caso de los acuarios de reproducción, el mantenimiento fue quincenal con recambios de agua del 10%.

- Con los datos obtenidos se generó una base de datos en Excel, donde se registró la talla, peso, número de crías y parámetros fisicoquímicos, con dichos datos se generaron promedios y desviaciones estándar y con ellos se contribuyó al proyecto de investigación “Limnobiología y aspectos acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, CDMX”.

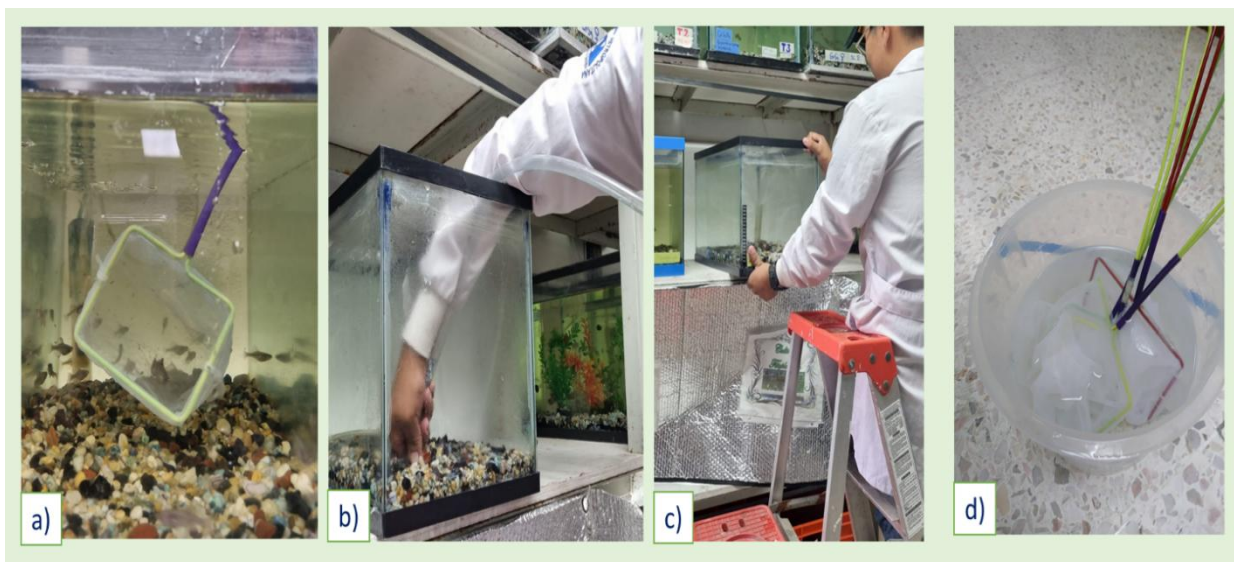


Figura 7. Mantenimiento a las colonias de *G. viviparus*. **a)** Traslado de individuos para limpieza, **b)** Sifoneo con manguera, **c)** Pecera vacía para limpieza, **d)** Desinfección de material (Fotos tomadas en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura UAM-X. Autor: Néstor Javier Ortiz Arroyo).

- **Resultados obtenidos de las actividades desarrolladas**

En el cuadro 1 se observan los resultados del peso y talla de los reproductores destacando que en ambos sexos hay diferencias entre el tamaño y peso, ya que al inicio del ensayo las hembras registraron valores superiores en comparación con los machos, esta misma tendencia se observó en las Longitudes Totales y Estándar. Al finalizar la fase experimental las hembras disminuyeron su peso, mientras que los machos incrementaron 0.08 g y 0.3 cm, sin embargo, las hembras siguieron mostraron valores altos en comparación a los machos. Finalmente, la tasa de supervivencia fue del 100 % para ambos casos.

Cuadro 1. Valores promedio de peso y talla de reproductores de *G. viviparus*.

Variables	Reproductores	
	Machos	Hembras
Inicial		
<i>n</i>	25	50
P (g)	1.70 ±0.21	2.18 ± 1.14
LT (cm)	3.30± 1.69	5.12 ± 2.06
LE (cm)	2.77±1.34	4.28 ± 2.42
Final		
<i>n</i>	25	50
P (g)	1.78±1.60	1.93 ±0.98
LT (cm)	3.6±3.50	5.02 ± 2.75
LE (cm)	3.10±2.25	4.17 ± 2.55
S (%)	100	100

n=Número de organismos; ♂= machos; ♀ hembras; P= peso; LT=Longitud Total; LE=Longitud Estándar, S=Supervivencia

En lo que respecta a las variables reproductivas se observó que de las 50 hembras en reproducción menos de la mitad quedo grávida. Teniendo una tasa de fertilidad moderada. El periodo de gestación promedio de la especie fue similar a lo que se ha reportado en literatura. Y se registró una baja supervivencia. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables reproductivas de hembras de *G. viviparus* (Proporción de sexos 2♀:1 ♂)

Variables reproductivas	Hembras
Número de hembras grávidas	19
Porcentaje de hembras grávidas (%)	38
Periodo de gestación (días)	30 ± 2.34
Tasa de fertilidad (%)	32
Número de alevines totales	369
Supervivencia de alevines (%)	47

La evaluación del peso en los alevines a lo largo de 60 días osciló constantemente. Durante los primeros 30 días, los organismos mantuvieron su peso promedio en un intervalo entre 0.031-0.035 g. Posterior al día 30, se observó un incremento en peso de los alevines de 0.039 g. Este aumento fue mayor hacia el final del ensayo (días 45 a 60), donde el peso promedio de los alevines se duplicó hasta alcanzar un valor máximo final cercano a los 0.081 g (Figura 8).

En la primera mitad del monitoreo (0 a 30 días), la Longitud Total promedio de los organismos se mantuvo, en un intervalo de 1.4 cm y 1.5 cm respectivamente. La Longitud Total menor registrada fue en el día 30, alcanzando aproximadamente 1.38 cm. Posterior al día 30, se observó una disminución en el crecimiento. Entre los días 45 y 60, los organismos alcanzaron su máxima talla final de 1.8 cm.

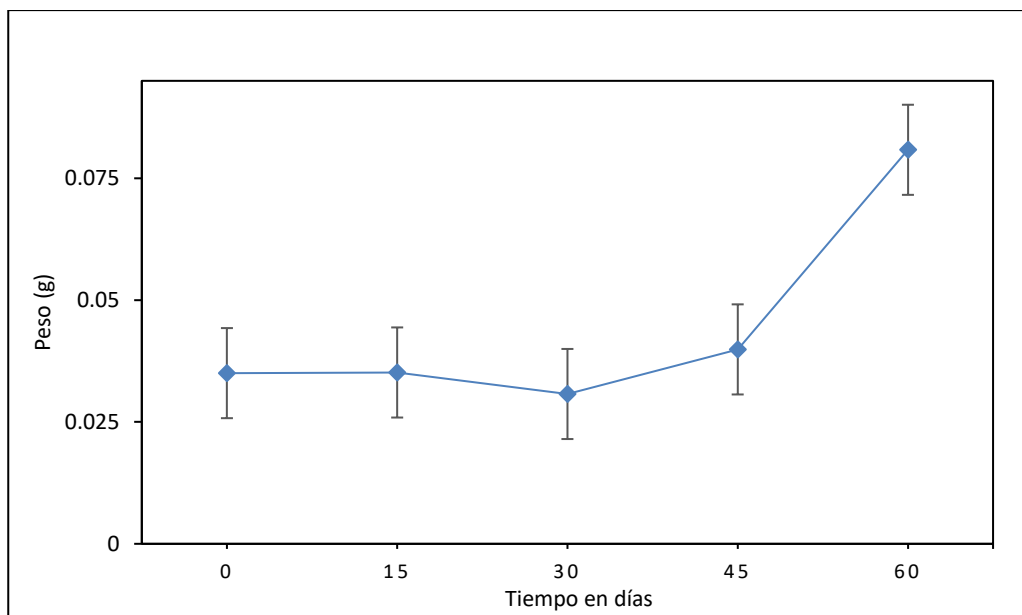


Figura 8. Peso de alevines de *G. viviparus* a los 60 días.

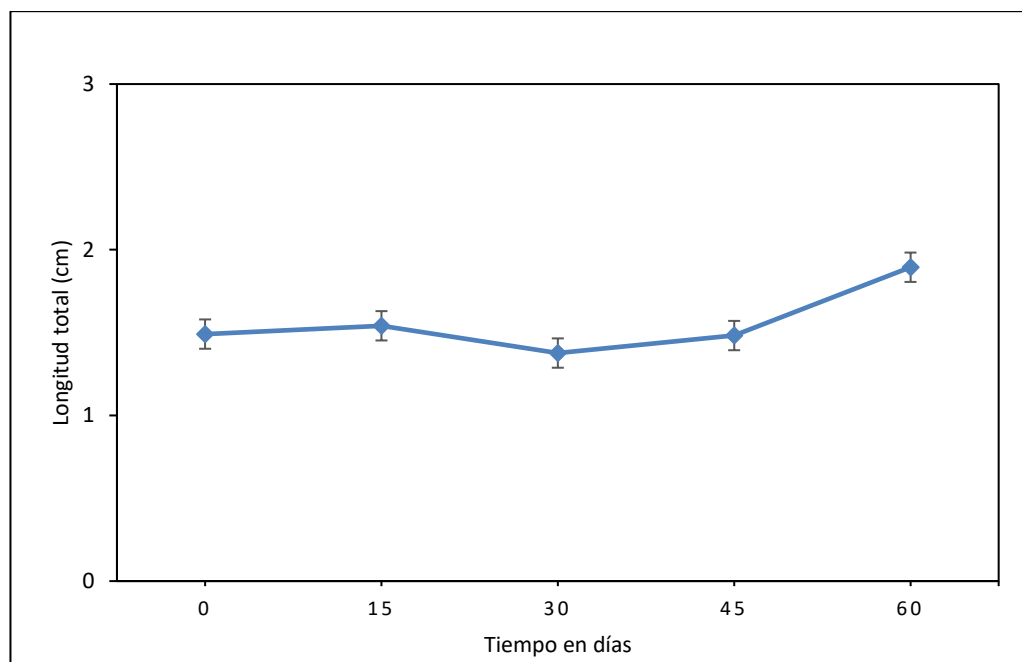


Figura 9. Longitud Total de alevines de *G. viviparus* a los 60 días.

Durante los primeros 15 días, los organismos mostraron un crecimiento de 1.23 cm. Para el día 30, se registró una disminución de la Longitud Estándar de 0.09 cm. Hacia el final del periodo experimental (días 45 a 60), los organismos alcanzaron una Longitud Estándar máxima de 1.49 cm (Figura 10).

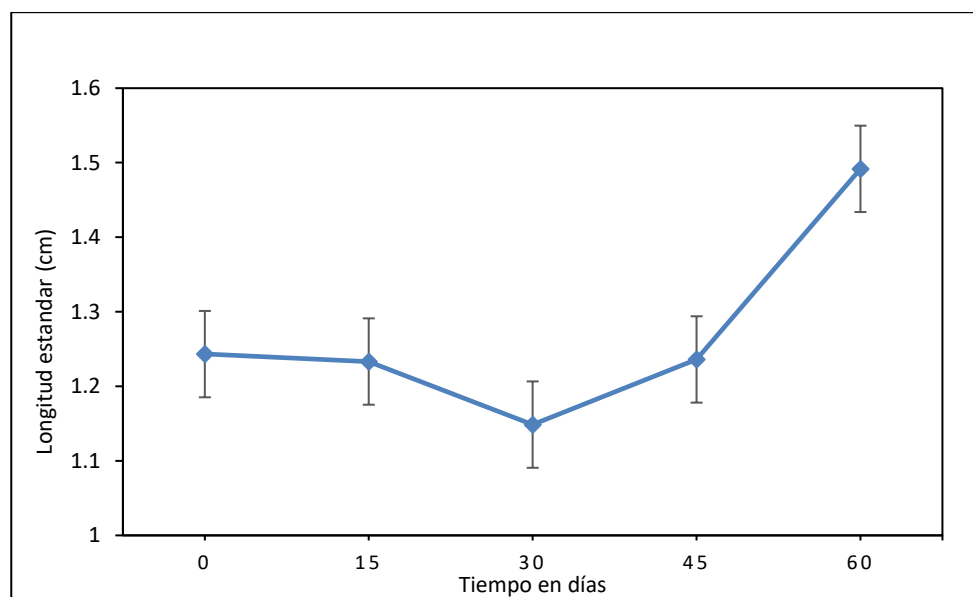


Figura 10. Longitud Estándar de alevines de *G. viviparus* a los 60 días.

Durante el monitoreo se registro una temperatura promedio de 21°C en toda la colonia. Para el caso del pH este se mantuvo neutro en casi todo el ensayo. Esta tendencia alcalina se mantuvo constante durante el primer mes, alcanzando un valor de 7.78 en el día 30, mientras que al final del monitoreo (día 60), el pH del agua alcanzó su punto máximo con un valor estimado de 8.35 (Figura 11).

En la Figura 12 se observan los valores de Nitritos registrando que a lo largo de los 60 días hubo fluctuaciones entre los valores. Al inicio del monitoreo (día 0), se registró un valor de 0.33 mg/L. Hacia el día 15, se observó un incremento que alcanzó un valor de 0.35 mg/L, seguido de un descenso en el día 30 (0.34 mg/L). En el día 45 incremento a 0.35 mg/L, y se estabilizo en el día 60 con 0.35 mg/L.

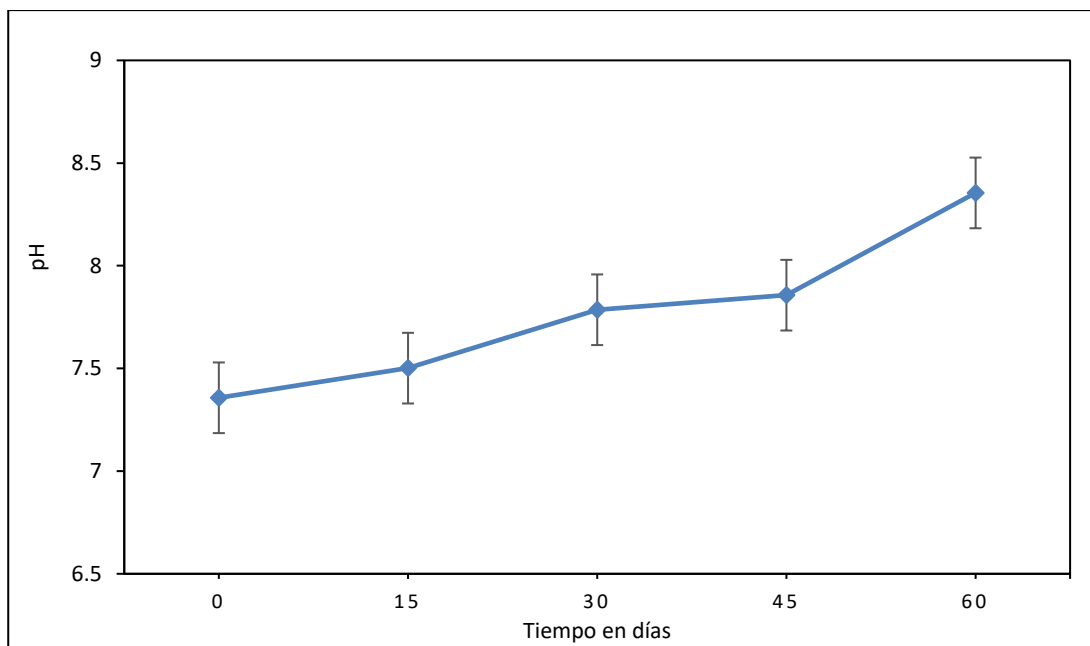


Figura 11. pH del agua de *G. viviparus* a los 60 días.

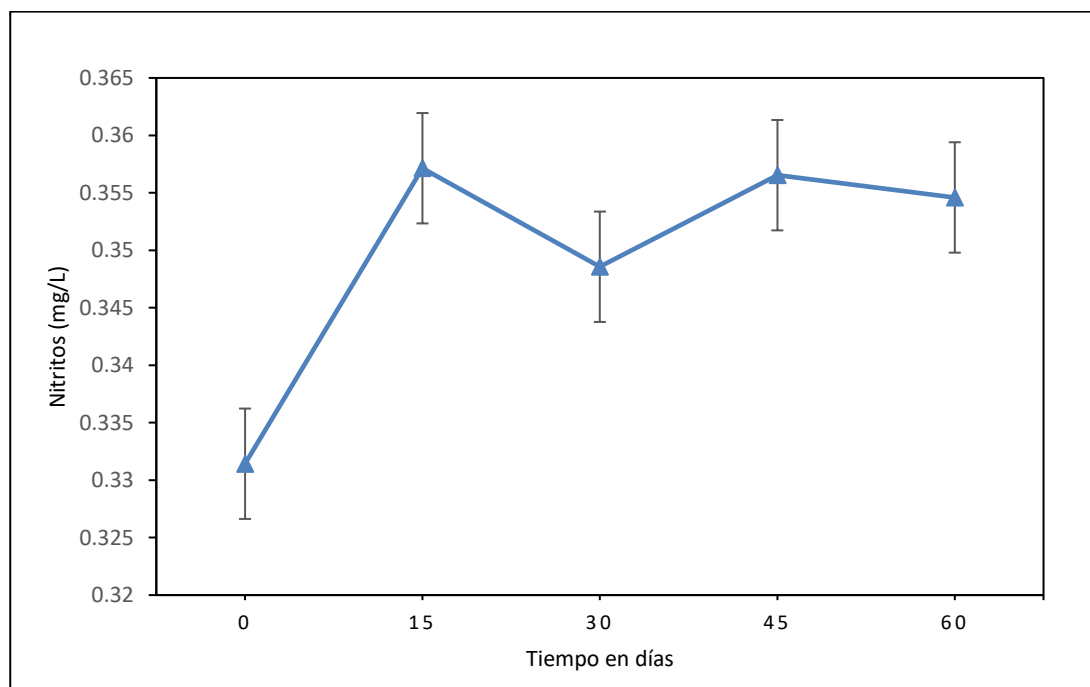


Figura 12. Nitritos del agua de *G. viviparus* a los 60 días.

Al inicio, se registró una concentración mínima de Nitratos cercana a cero (0.06 mg/L). No obstante, hacia el día 15 se observó un incremento que alcanzó el punto máximo con un valor promedio de 0.99 mg/L. Posterior a este dato, los niveles de Nitratos experimentaron un descenso durante el primer mes, disminuyendo a 0.55 mg/L, alcanzando su valor más bajo en el día 45 (0.28 mg/L). En el día 60 se registró un incremento con reportando una concentración final de 0.59 mg/L (Figura 13).

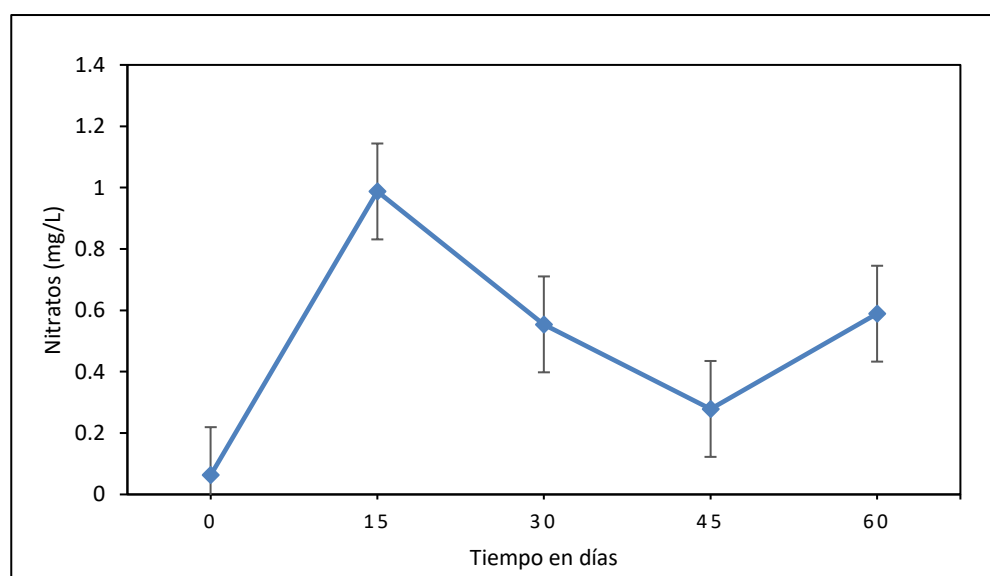


Figura 13. Nitratos del agua de *G. viviparus* a los 60 días.

Los niveles de Amonio al inicio se registraron un relativamente alto de 0.15 mg/L, que posteriormente en el día 15 disminuyeron (0.10 mg/L). Para el día 30 los niveles incrementaron notablemente hasta alcanzar un valor promedio de 0.16 mg/L, seguido de un descenso en el día 45 (0.14 mg/L) mientras que en el día 60 se reportó un valor de 0.152 mg/L (Figura 14).

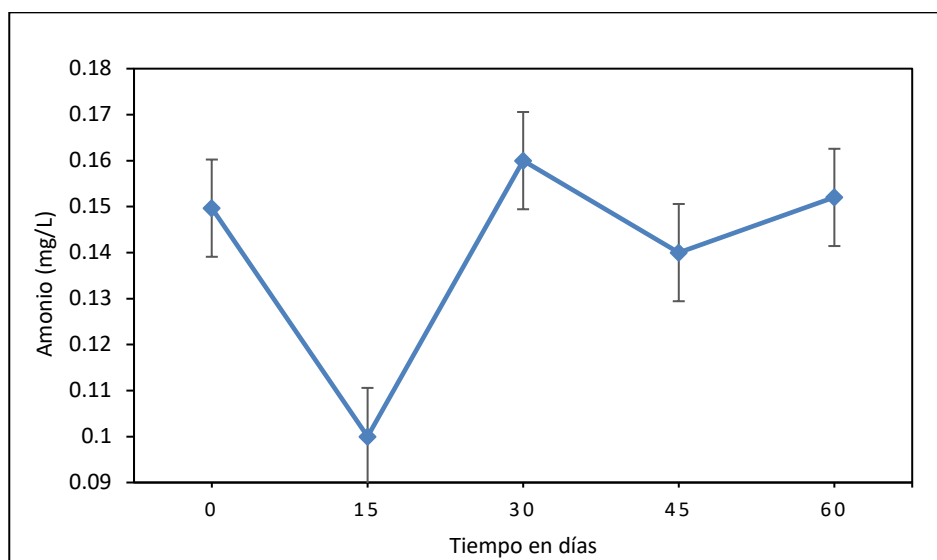


Figura 14. Amonio del agua de *G. viviparus* a los 60 días.

6. DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El biólogo egresado de en la UAM-Xochimilco adquiere una formación teórica que le permite estudiar los recursos naturales, fundamentalmente a través de la ecología, así mismo una formación epistemológica que le ayuda a conocer la realidad a partir de un enfoque científico y metodológico que se construye en torno a la resolución de problemas concretos. Con formación profesional técnico-metodológica que se refiere a las estrategias de aproximación al fenómeno u objeto de estudio propio del trabajo profesional con relación a los recursos naturales, que incluye; inventariar, caracterizar, describir, diagnosticar, evaluar, estimar tasas de utilización, pronosticar, proyectar y proponer medidas de manejo. Una formación crítico-social, con la cual se establecen las bases éticas para que el alumno valore a los recursos naturales como fenómenos dinámicos que interactúan con las actividades que realiza el hombre para satisfacer sus necesidades. Por lo que, los egresados cuentan con las habilidades y conocimientos que les permiten realizar el

diagnóstico, gestión y planeación del uso, conservación y restauración de los recursos naturales (UAM-X,2023).

Dichas habilidades adquiridas durante la formación en la Licenciatura en Biología se pusieron en práctica en el presente servicio social, cuyas actividades se vinculan con los módulos de Biodiversidad y Recursos Naturales e Historias de Vida, en donde se adquiere la capacidad de caracterizar y diagnosticar a la biodiversidad y entenderla como el fundamento de los recursos naturales bióticos, así como los factores y variables que inciden en su uso y conservación. Así mismo comprender el valor ético, estético, ecológico y económico de los recursos naturales. Y entender la importancia de las historias y ciclos de vida de los seres vivos y su aplicación en el diagnóstico de las condiciones que afectan a la productividad de una población (UAM-X, 2023). Para desarrollar y generar el conocimiento acorde a la conservación, mantenimiento y cuidados de una especie en peligro de extinción y endémica del país, así como la formación de un pensamiento crítico-social enfocado en la conservación de esta. Por lo que, se busca fortalecer y expandir la formación técnico-metodológica, y generar bases fuertes que logren realizar un impacto ecológico-ambiental.

Las actividades desarrolladas durante el servicio social, están relacionadas con la conservación, mantenimiento, alimentación y reproducción de *G. viviparus* en condiciones de laboratorio, fortalecieron los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la formación profesional. Asimismo, permitieron desarrollar competencias en el manejo de organismos acuáticos, el diseño y seguimiento de protocolos experimentales, el monitoreo de parámetros ambientales y la aplicación del método científico para el estudio y conservación de especies endémicas.

Estas actividades se vinculan directamente con los objetivos formativos del plan de estudios de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X), al contribuir a la formación de profesionales capaces de analizar y resolver problemáticas ambientales mediante herramientas científicas y técnicas orientadas al manejo y conservación de los recursos naturales. De igual manera, favorecen la comprensión de la importancia biológica, ecológica, evolutiva, social, cultural y económica de las especies endémicas que habitan la Zona Lacustre de Xochimilco.

En este contexto, el servicio social permitió aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la licenciatura en un problema ambiental vigente. A pesar de las perturbaciones ocasionadas por el crecimiento urbano y las actividades antropogénicas que han transformado los remanentes del antiguo Lago de Xochimilco, *Girardinichthys viviparus* ha logrado persistir en zonas reducidas de la ZLX. Esta condición resalta la necesidad de fortalecer las estrategias de investigación, conservación y manejo de la especie, así como la participación de profesionales capacitados para contribuir a la preservación de este ecosistema y de su biodiversidad.

La Zona Lacustre de Xochimilco (ZLX) constituye uno de los últimos ecosistemas que albergan especies endémicas de alto valor ecológico, entre ellas el pez *Girardinichthys viviparus* y el anfibio *Ambystoma mexicanum*, ambas catalogadas en riesgo de extinción (Bojórquez y Arana, 2014). *Girardinichthys viviparus* es un pez vivíparo, omnívoro y de pequeño tamaño, cuya distribución se restringe a la Cuenca de México. En las últimas décadas sus poblaciones han disminuido como consecuencia de diversas actividades antropogénicas, entre ellas la contaminación, la eutrofización, la degradación de su hábitat, la introducción de especies exóticas y la reducción de los cuerpos de agua donde habita (Miranda et al., 2008). Debido a esta situación, la especie se encuentra catalogada en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Navarrete-Salgado et al., 2003) y en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2016).

El periodo reproductivo de *G. viviparus* ocurre durante todo el año, con mayor intensidad entre los meses de febrero y octubre. En condiciones naturales, las hembras alcanzan la madurez sexual aproximadamente al año de edad (Domínguez-Domínguez y Pérez-Ponce, 2007); sin embargo, en condiciones de cautiverio este proceso puede adelantarse y mantenerse de forma continua. La reproducción puede estimularse mediante diferentes estrategias de manejo, como el uso de sustancias promotoras, modificaciones en la dieta, manejo genético y el ajuste de variables físico-químicas del agua, particularmente la temperatura (García-Ulloa et al., 2011).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, P. y Navarrete. 1997. Crecimiento, condición y mortalidad del charal *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniformes: Atherinidae) en México. *Rey. Biol. Trop.* 44 (3): 573-578.
- 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.
- Barbour, C.D. 1973. The systematics and evolution of the genus *Chirostoma swainson* (Pisces: Atherinidae). *Tulane Studies in Zoology*. 18 (3): 97-141.
- Castillo, C. B. I. 1997. Evaluación de la población del Mexclapique en el Lago Nabor Carrillo. Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, 11. p. 1-7.
- Del Moral-Flores, L. F., López-Segovia, E. y Hernández-Arellano, T. 2020. *Profundulus chimalapensis*, una nueva especie de pez ciprinodóntido (Cyprinodontiformes: Profundulidae) del Río Coatzacoalcos, México. *Revista de Biología Tropical*, 68(4), 1185-1197.
- De la Vega-Salazar, M. y Macías- García, C. 2005. Principal Factors in the decline of the Mexican endemic viviparous fishes (Goodeinae: Goodeidae). Cap. 33 en: M. C. Uribe, H. J. Grier (Eds.) *Viviparous Fishes. Proceedings of I and II International Symposia*. New Life Publications, Homestead FL, USA. ISBN 0-9645058-5-1
- Domínguez-Domínguez, O. y G. Pérez-Ponce de León. 2007. Los goodeidos, peces endémicos del centro de México. *CONABIO. Biodiversitas*. 75: 12-15.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna of México: distribution and endemism. In *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Eds.). Oxford University Press, New York. p. 253-280.
- Miranda, R., D. Galicia, G. Pulido-Flores y S. Monks. 2008. First record of *Girardinichthys viviparus* in Lake Tecocomulco, Mexico. *J. Fish. Biol.* 73(1): 317-322.
- García-Ulloa, M., M. P. Álvarez-Gallardo, O. Torres-Bugarín, H. R. Buelna-Osben y J. L. Zavala-Aguirre. 2011. Influencia de la temperatura en la reproducción de

Xenotoca variata Bean, 1887 (Pisces, Goodeidae). Avances en Investigación Agropecuaria. 15(1): 61-67.

Navarrete-Salgado, N. A., G. Contreras-Rivero y G. Elías-Fernández. 2003. Abundancia y estado sanitario del mexclapique (*Girardinichthys viviparus*, Bustamante) en cuerpos de agua del centro de México. Rev. Chapingo. Ser. CIE. 9(2): 143-146.

Norma Oficial Mexicana. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la federación*.

UICN. 2016. La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, de especies amenazadas. www.iucnredlist.org. (Consultado 15 junio 2021).

UAM-X. 2023. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Plan y Programas de estudios. Licenciatura en Biología.