

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
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**Mantenimiento del ajolote *Ambystoma
mexicanum* con una dieta con astaxantina**

QUE PRESENTA EL ALUMNO

Emmanuel Rodríguez Herrera
Matrícula
2152030676

ASESORES

Dra. Gabriela Vázquez Silva- (No. Económico 30288)
Biol. Ana Karen López de la Rosa- (Céd. Prof. 12194410)
Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura, DEHA

CDMX

Julio, 2024.

Índice

1. Introducción	1
2. Lugar de realización	3
3. Marco institucional	3
4. Objetivo General del Proyecto de Investigación.....	4
6. Descripción específica de las actividades desarrolladas	5
6.1 Mantenimiento y alimentación de juveniles de <i>Ambystoma mexicanum</i> con astaxantina.....	5
6.2 Parámetros fisicoquímicos	6
6.3 Parámetros productivos.....	6
6.4 Análisis estadístico	7
7. Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios	7
8. Referencias bibliográficas	15
9. Visto Bueno.....	17

1. Introducción

México es uno de los principales países con mayor diversidad de anfibios en todo el mundo, ocupando el puesto número 5, cuenta con un total de 411 especies (SEMARNAT, 2018). Y siendo el tercer lugar a nivel mundial con especies de anfibios endémicos (Zambrano *et al.*, 2010). Dentro de este gran grupo se encuentran las salamandras y los ajolotes. El género de *Ambystoma* está constituido por 33 especies de ajolotes, su distribución está constituida desde el sur de Canadá, llegando hasta la zona centro de México. De estas especies, México cuenta con 18, de las cuales 17 son endémicas. La mayoría de los ajolotes mexicanos (15 de 18) se encuentran en categoría de riesgo, esto de acuerdo con la NOM-059, y todos los 18 se encuentran en la Lista Roja de la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (Ávila *et al.*, 2021).

El ajolote más representativo a nivel mundial es el *Ambystoma mexicanum* (SEMARNAT, 2018). Carecen de escamas, tienen su piel lisa y húmeda, carecen de uñas, poseen 4 dedos en sus extremidades delanteras y cinco dedos en las traseras. Estos presentan branquias y pulmones (Rosales, 2021). Se les reconoce a los ajolotes como salamandras rosadas, pero su coloración puede ir desde el verde oscuro, hasta tonos de color marrones, y algunos con pequeñas manchas de color negro, café o blanco. Pasando a los casos de los albinos, estos presentan una coloración de ojos rojos, siendo colores atípicos (SEMARNAT, 2018). Su madurez sexual la alcanzan al año de edad, a partir de este momento se puede diferenciar entre el macho y la hembra, aunque es posible a partir de los 8 meses en adelante sin necesidad de llegar al año. Para poder distinguirlos, se puede observar un incremento en el tamaño de la cloaca en los machos, observando los márgenes de la cloaca más inflamados que los de las hembras (Mena y Servín, 2014).

Este anfibio vivió en lo que fue todo el complejo del sistema lagunar que existía en el Valle de México a principios del siglo XVI, esta gran extensión de territorio que abarca el lago de Texcoco, el lago de Xochimilco, el de Chalco y sus extensiones que unen con el lago de Zumpango y de Xaltocan. Y en estos tiempos,

muy pocos se encuentran en vida libre solamente en los canales de Xochimilco (Rosales, 2021).

El ajolote es considerado una especie bandera, ya que estas son carismáticas, y son atractivas para la sociedad, y de esta manera son un símbolo para identificarse, ya que esta especie es endémica de lo que es Xochimilco (Zambrano, 2017). No tienen que ser una especie indicadora o clave de la región, pero sí pueden simplificar la complejidad de la relación de sociedad con el ecosistema. Sirviendo como punto de enfoque para poder alcanzar una conciencia ambiental. Por ende, la importancia de que el ajolote sea posicionado en la cultura mexicana a nivel nacional e internacional. Y ha sido de gran importancia para poder comenzar el programa de restauración de Xochimilco (Zambrano *et al.*, 2010). “Xochimilco fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura” (Hernández, 2017).

La variación de parámetros fisicoquímicos del agua es un factor primordial para la sobrevivencia de los ajolotes, y estos no pueden vivir en todos los lugares, ya que son a los cambios de estos en el agua; por lo que estos anfibios suelen ser indicadores de la calidad del agua. Prefieren estar en lugares tranquilos, a pesar de que exista buena calidad de agua, pero con la actividad antropogénica se estresan y mueren (Hernández, 2017). Su dieta en vida silvestre se constituye de algas, rotíferos, pequeños crustáceos, insectos, caracoles, y peces (SEMARNAT, 2018).

Para la producción en la acuicultura se han utilizado los carotenoides como aditivo, el cual brinda una coloración que hace atractiva al organismo y esto aumenta su plusvalía. Los carotenoides son pigmentos los cuales son orgánicos, siendo solubles en grasas que se encuentran de forma natural en algas, plantas y algunos hongos y bacterias. Por las características fisicoquímicas que contienen, estos son responsables de la gran mayoría de los colores verdes, anaranjados y rojos, los cuales están presentes en algunos vegetales y animales. Los carotenoides se dividen en dos grandes grupos estos son: las xantofilas y los carotenos. Estos primeros mencionados están compuestos por carbono, hidrógeno y esto

adicionalmente se encuentra un átomo de oxígeno; por otra parte, los carotenos están compuestos por carbono e hidrógeno en sus moléculas. Los carotenoides actualmente son 700, de estos solamente 200 son de origen marino. Los carotenoides que están dentro de la dieta de los organismos en la acuicultura se transforman en astaxantina; esta se caracteriza por tener un alto poder antioxidante. Más allá de la pigmentación que ofrecen los carotenoides, estos brindan grandes ventajas y efectos fisiológicos en los organismos en la acuicultura. El que no existan carotenoides en la dieta de los organismos, tiende a una deficiencia en la alimentación de los cultivos, en cuanto al balance y esto se asocia con algunas enfermedades, y esto lleva a una disminución de la respuesta inmunológica y menor crecimiento. La astaxantina, el pigmento con mayor propiedad antioxidante, no sólo se encuentra en vegetales también se localiza en especies de microalgas de agua dulce; los carotenoides y la astaxantina, mejoran la respuesta del sistema inmunológico ya que esto ayuda a estimular la producción de glóbulos blancos en la sangre y el crecimiento. La astaxantina es un gran antiinflamatorio (Quintana, 2018).

2. Lugar de realización

Las actividades para el servicio social se realizaron en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura del Departamento El Hombre y su Ambiente, ubicado en el edificio W-002 planta baja de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, con dirección en Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, CDMX.

3. Marco institucional

Se menciona en el plan de desarrollo institucional 2011-2024 de la Universidad Autónoma Metropolitana, que su Misión sea, que, al ser una institución educativa, está consolidada para formar profesionistas que sean aptos, responsables y con las capacidades para poder desarrollar actividades de investigación y a su vez resolver problemas, y sean capaces de trabajar en equipo

y adquieran un compromiso hacia la sociedad. Por otra parte, se enfoca en su visión: Tener el modelo de la mejor Universidad de México, trabajando en conjunto con toda la comunidad, realizando un papel estratégico en cuanto al desarrollo científico, social, tecnológico, económico, ecológico y cultural del país. Y de esta forma poder consolidar ciudadanos con sólidos principios éticos, capacidad crítica, racional y sean capaces de abordar problemas complejos y al bienestar social. Y en cuanto a sus objetivos de la institución son: El poder formar a profesionistas y ciudadanos que sean de buena calidad en todos los aspectos, con liderazgo, compromiso, y con la capacidad de cambio en cuanto al contexto social y profesional. Y aunado a esto el promover, difundir y rescatar las manifestaciones culturales y académicas; contribuir al crecimiento de la institución y poder obtener el aprovechamiento eficiente y responsable de los recursos que otorga la universidad (UAM, 2011).

4. Objetivo General del Proyecto de Investigación

Mantener el ciclo biológico en cautiverio de los ejemplares de anfibios de la “Colección Biológica de algunas especies de peces y anfibios, endémicos y en peligro de extinción de la Zona Lacustre de Xochimilco” del Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura, para contribuir en su conservación y preservación de esta especie endémicas de México con interés ecológico y socioeconómico, enfatizando el manejo y alimentación de *Ambystoma mexicanum*.

5. Objetivo General del Servicio Social

Evaluación del efecto de una dieta a base de astaxantina suministrada en diferentes dosis en los parámetros de crecimiento y supervivencia de juveniles del ajolote *Ambystoma mexicanum* para su manejo y conservación en cautiverio.

6. Descripción específica de las actividades desarrolladas

El servicio social tuvo una duración de seis meses y consistió en el apoyo a las actividades de mantenimiento, manejo y aplicación de una dieta enriquecida con astaxantina para la alimentación de una colonia de juveniles ajolotes de la especie *Ambystoma mexicanum* la cual ha sido criada en laboratorio de Limnobiología y Acuicultura. Dichas actividades se muestran a continuación.

6.1 Mantenimiento y alimentación de juveniles de *Ambystoma mexicanum* con astaxantina.

- El experimento tuvo una duración de 120 días, para lo cual se seleccionaron doce juveniles de la especie *Ambystoma mexicanum* con peso y talla similares, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en densidades de un organismo por Unidad Experimental (UE) con capacidad de 20 L, con agua de clorada, aireación constante y un fotoperiodo natural de 12hr: Luz y 12hr: oscuridad, divididos en tres tratamientos de astaxantina (0, 50 mg y 100 mg) por cuadruplicado.
- Para mantener a los organismos en buenas condiciones y evitar enfermedades en cada UE, se realizaron recambios de agua del 50% tres veces a la semana, con un ayuda de un sifón así mismo se retiraban desechos y se rellenaban las UE con agua libre de cloro, cada UE fue monitoreada diariamente.
- Cada semana se registró el peso (g) de cada organismo con una balanza digital (Sartorius ®), para determinar el crecimiento en talla se tomaron dos medidas que son: Longitud total (abarca desde la punta de la boca hasta el final de la cauda) y la Longitud hocico cloaca (cm) (de la punta de la boca al inicio de la cloaca) con un Ambystómetro (diseñado por el I. D. Ángel Raúl Galindo Ruiz).

- Previo a la alimentación de los juveniles de *Ambystoma mexicanum*, se realizó el manejo y limpieza del alimento vivo *Tubifex* spp haciendo lavados constantes con agua corriente, esto con el fin de mantenerlo en condiciones óptimas para ser proporcionado a los ajolotes.
- Una vez limpio el *Tubifex* spp se dejó enriqueciendo 24 h con la dosis correspondiente de astaxantina en tinas con una capacidad de 10 L y aireación constante. Posteriormente se proporcionaba la cantidad de alimento a cada organismo a una tasa de alimentación del 10 %, la cual se proporcionó de acuerdo con el peso de los ajolotes y se modificaba cada semana.
- De manera semanal se determinó el consumo de alimento en cada UE, retirando y pesando el alimento no consumido.

6.2 Parámetros fisicoquímicos

- Para mantener una buena calidad del agua de cultivo se registraron los parámetros fisicoquímicos de cada UE cada 15 días como son: pH (Potenciómetro marca HANNA), temperatura (termómetro de mercurio), y nitritos (NO₃), nitrato (NO₂) y amonio (NH₄) mediante un fotómetro multiparamétrico para acuicultura marca HANNA.

6.3 Parámetros productivos

Con los datos obtenidos se determinaron los siguientes parámetros productivos:

- **Ganancia Diaria de Peso: (Moreno-Álvarez *et al.*, 2000)**

$$GDP = \frac{(Pf - Pi)}{(\text{Tiempo en días})}$$

- **Incremento de peso (Moreno-Álvarez *et al.*, 2000)**

$$INCP = Pf - Pi$$

- **Tasa Específica de Crecimiento: Wootton, 1991)**

$$TEC = \frac{(\ln Pf - \ln Pi)}{(\text{Tiempo en días})} * 100$$

- **Consumo de alimento (Vinchira et al., 2014):**

$$Cons = \text{Alimento rechazado} - \text{Alimento ofrecido}$$

- **Sobrevivencia: (Arce y Luna, 2003)**

$$\%S = \frac{N^{\circ} \text{ final de organismos}}{N^{\circ} \text{ inicial de organismos}} * 100$$

6.4 Análisis estadístico

Se comprobó la normalidad, homogeneidad y homocedasticidad de los datos, los cuales fueron analizados por medio de contrastes ortogonales, para determinar los efectos lineales y cuadráticos, para así establecer las diferencias entre las diferentes dosis de Astaxantina, con un nivel de confianza de $P < 0.05$, con el paquete estadístico JMP ® (Software, SAS Institute) versión 7 (Sall et al., 2012).

7. Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios

Todas las actividades realizadas en este servicio social se relacionan con el perfil del egresado de la Licenciatura en Biología ya que se cuenta con una formación epistemológica que permite conocer el objeto de transformación que en este caso versa sobre la conservación de especies a partir de un enfoque científico y metodológico que se construye entorno a la resolución de problemas concretos. Por otra parte, también tiene una formación científica que abarca hábitos, habilidades, actitudes, métodos y valores derivados de las visiones en ecología y biología. En este sentido el egresado debe contar con la capacidad de generar estrategias de acercamiento al fenómeno u objeto de estudio propio del trabajo profesional con relación a los recursos naturales lo que incluye: inventariar, caracterizar, describir, diagnosticar, evaluar, pronosticar, proyectar y proponer medidas de manejo, otra parte importante del perfil de egreso del biólogo de UAM-

X es su capacidad 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 el presente servicio social se relacionó con los Módulos del Tronco Divisional Procesos Celulares Fundamentales, Tronco Común Módulo Biodiversidad y Recursos Naturales, Historias de vida y Plagas y Enfermedades de un Recurso Natural Renovable.

El servicio social por actividades relacionadas con la profesión contribuye a consolidar la formación académica del alumno, llevando a la práctica los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera y con el fin de adquirir experiencia (UAM-X, 2023), la cual puede adquirir en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la UAM-X ya que es un espacio donde los alumnos de licenciatura y posgrado han podido desarrollar actividades e investigaciones de carácter científico, con énfasis en el conocimiento, conservación y manejo de la fauna silvestre endémica de la Zona Lacustre de Xochimilco, esto se refleja en numerosos trabajos de reportes de servicio social por investigación y tesis de posgrado en donde se han mantenido organismos sujetos a alguna categoría de riesgo, como lo es la conservación del ajolote *Ambystoma mexicanum* y el cuidado de esta misma desde su etapa juvenil, hasta alcanzar la etapa de adulto, lo cual representa para la sociedad, la preservación de una especie en peligro de extinción, cuyas poblaciones silvestres han disminuido al grado de que es más probable encontrar a estos anfibios en cautiverio que en la naturaleza. La conservación *ex situ* del ajolote mexicano, que es una especie amenazada y de interés a nivel global (Ávila *et al.*, 2021), es una aportación para la humanidad dada sus características como la regeneración de extremidades y órganos que han generado conocimiento para las ciencias biomédicas a fin de poder aprovecharse en un futuro en el ser humano. La conservación *ex situ* es una forma de preservar a las especies en tanto el hábitat original no haya sido rehabilitado, estos esfuerzos contribuyen a que se cuente con colonias para una posible reintroducción. Por lo que dentro del mantenimiento del ajolote se hace necesario llevar ensayos de alimentación con dietas que aporten una mejor nutrición como es el caso de la astaxantina, con el fin de determinar si el

enriquecimiento con el carotenoide es efectivo de acuerdo con su consumo y el crecimiento y ganancia de peso que tendrán. Ya que como menciona Quintana (2018), los carotenoides y la astaxantina, mejoran la respuesta del sistema inmunológico ya que esto ayuda a estimular la producción de glóbulos blancos en la sangre y el crecimiento. Y de esta forma obtener organismos, sanos y fuertes en la etapa de la adultez, para conseguir una reproducción posterior y no perder la especie.

Específicamente de las actividades desarrolladas durante el servicio social, se obtuvieron los siguientes resultados; la aplicación de una dieta enriquecida con astaxantina no mostró diferencias significativas ($P < 0.05$); sin embargo, se observó una tendencia en el Ganancia peso en la dosis de 100 mg de astaxantina. Para el caso de la Tasa Específica de Crecimiento se observó un efecto lineal $P < 0.05$. En cuanto al consumo de alimento este fue menor en el tratamiento control. Mientras que el crecimiento en talla fue similar, en los tres tratamientos y la supervivencia fue del 100% (Cuadro 1).

En la figura 1 se observan el crecimiento en peso y talla de los organismos a los 152 días de experimento, para el caso del peso (Fig. 1a) se observó que en los tratamiento control y la dosis de 50 mg de astaxantina un aumento de peso constante hasta el día 56, ya que para el día 64 ambos tuvieron una disminución reportando un valor de 63.45 g para el caso del tratamiento control y de 68.90 g para el grupo de 50 mg de astaxantina. Mientras que el tratamiento de 100 mg de astaxantina a partir del día 64 el crecimiento en peso fue mayor, lo cual se mantuvo hasta el final del experimento.

Cuadro 1. Valores promedio de los parámetros productivos del ajolote *Ambystoma mexicanum* alimentados con *Tubifex* spp enriquecido con diferentes dosis de Astaxantina (P<0.05).

Variables	Tratamientos			EEM	P	
	Control	50 mg	100 mg		L	Q
Inicial						
<i>n</i>	4	4	4			
Peso(g)	53.68±4.48	55.25±1.33	54.38±6.25	2.25	0.83	0.67
LT (cm)	19.13±0.63	19.98±0.05	19.65±0.83	0.30	0.25	0.15
LC (cm)	10.68±0.24	10.63±0.43	10.93±0.38	0.18	0.35	0.48
Final						
<i>n</i>	4	4	4			
Peso (g)	72±8.86	73.48±5.14	80.58±13.07	4.79	0.24	0.64
LT (cm)	21.23±0.85	21.65±0.26	21.65±1.00	0.39	0.46	0.66
LC (cm)	11.75±0.31	11.95±0.10	11.95±0.37	0.14	0.35	0.58
GDP (g/día)	0.12±0.03	0.12±0.03	0.17±0.05	0.02	0.89	0.26
TEC (%/día)	0.19±0.03	0.18±0.04	0.19±0.03	0.02	0.03	0.13
INCP (g/día)	18.33±4.70	18.23±4.00	26.20±7.07	2.71	0.07	0.25
CON (g/semana)	34.31±5.24	39.27±0.04	39.99±5.08	2.60	0.16	0.52
S (%)	100	100	100			

n= Número de ajolotes por tratamiento, LT= Longitud Total, LC= Longitud Hocico-Cloaca, GDP= Ganancia diaria de peso, INCP=Incremento en Peso, CON= Consumo de alimento, S= Supervivencia; Análisis estadístico por Polinomios ortogonales L= Efecto lineal, Q= Efecto cuadrático, EEM=Error estándar de la media.

En cuanto a la longitud total y longitud hocico cloaca (Fig. 1b y 1c) estas fueron similares en los tres tratamientos durante todo el experimento, siendo ligeramente mayor en la dosis de 50 mg de astaxantina, seguido de la dosis de 100 mg, mientras que el grupo control su crecimiento fue menor.

Por otra parte, en lo que se refiere a la Ganancia diaria de Peso y a la Tasa Específica de Crecimiento (Figura 2a y 2b) esta fue muy similar, observándose que en el tratamiento de 50 mg de astaxantina fue quien registro la mayor ganancia de peso hasta el día 48. A partir del día 64 la dosis de 100 mg registro un incremento, siendo esta dosis la que mantuvo la mayor ganancia de peso hasta el final del experimento, seguido del tratamiento de 50 mg de astaxantina, mientras que el grupo control mostro una disminución en la ganancia de peso a partir del día 112.

Con respecto al Incremento de peso, durante los primeros 56 días la dosis de 50 mg de astaxantina tuvo el mayor incremento en comparación con los otros

dos tratamientos reportando un valor de 14.88 g/día. Cabe mencionar que a partir del día 64 y hasta el día 152 la dosis de 100 mg de astaxantina registró un incremento de peso importante y mayor a los demás grupos, ya que en el día 120 y 136 el grupo de 50 mg y control se observó una disminución en el peso siendo de 20.13 g/día y 19.78 g/día respectivamente, esta disminución se mantuvo hasta el día 152 (Figura 2c).

El consumo alimenticio a partir de la semana 1 fue mayor en los grupos que se adicionó la astaxantina en comparación con el grupo control quien consumió menos alimento, pero en la semana 4 esto cambió, ya que el grupo control fue quien consumió más alimento y la dosis de 100 mg de astaxantina consumió menos alimento registrando un consumo de 29.40 g a la semana, seguido de la dosis de 50 mg con 31.68 g de alimento consumido semanalmente y el grupo control con 33.23 g. Para la semana 11 y hasta la 19 los organismos que consumieron más alimento fueron los del tratamiento de 100 mg de astaxantina seguido de la dosis de 50 mg, siendo así hasta el final del experimento, por lo que el grupo control el que menos alimento consumió (Figura 3).

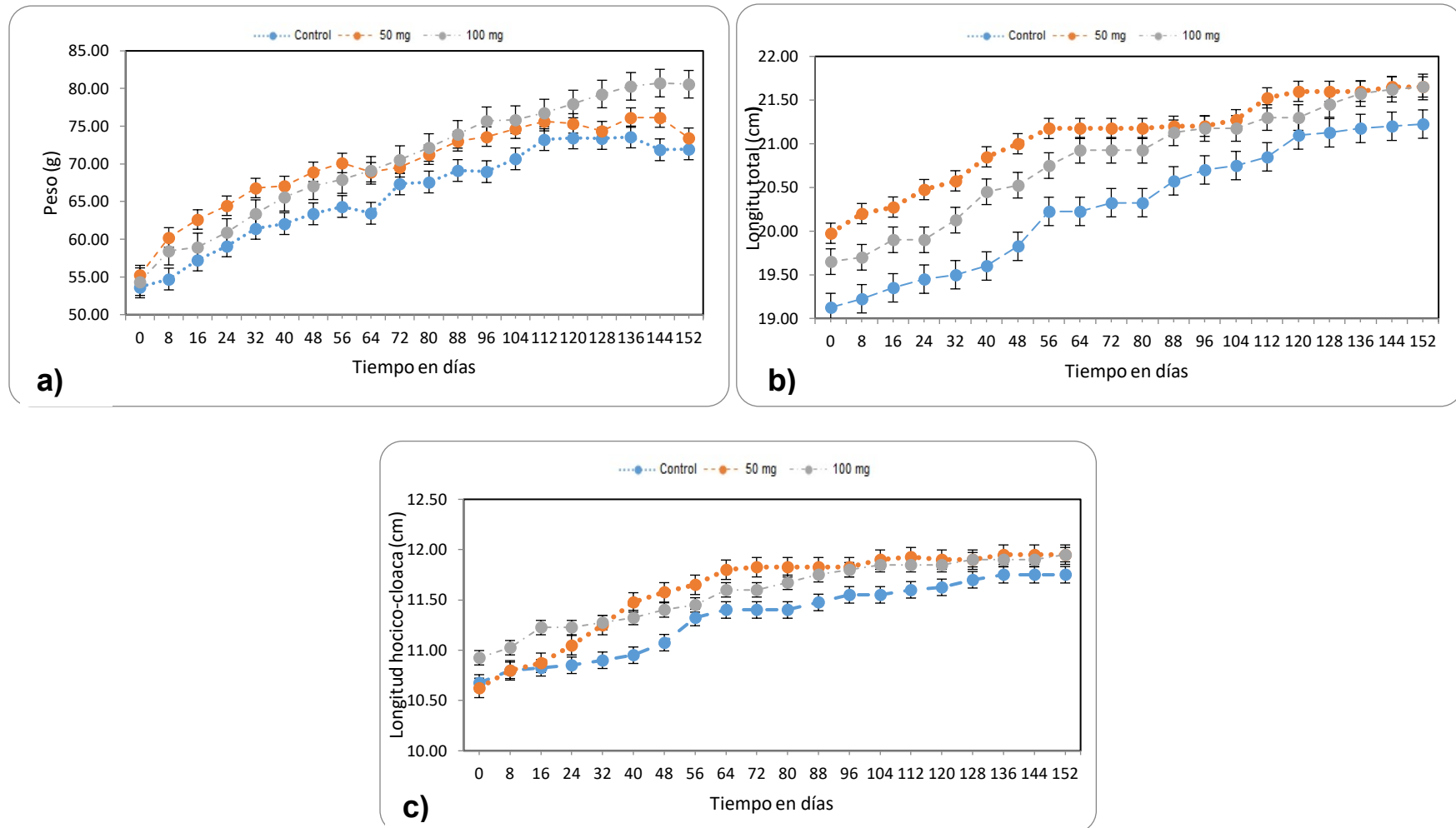


Figura 1. a) Peso, b) Longitud total y c) Longitud hocico-cloaca de juveniles de *A. mexicanum* alimentados con tres dosis diferentes de astaxantina adicionado al *Tubifex* spp. durante 152 días.

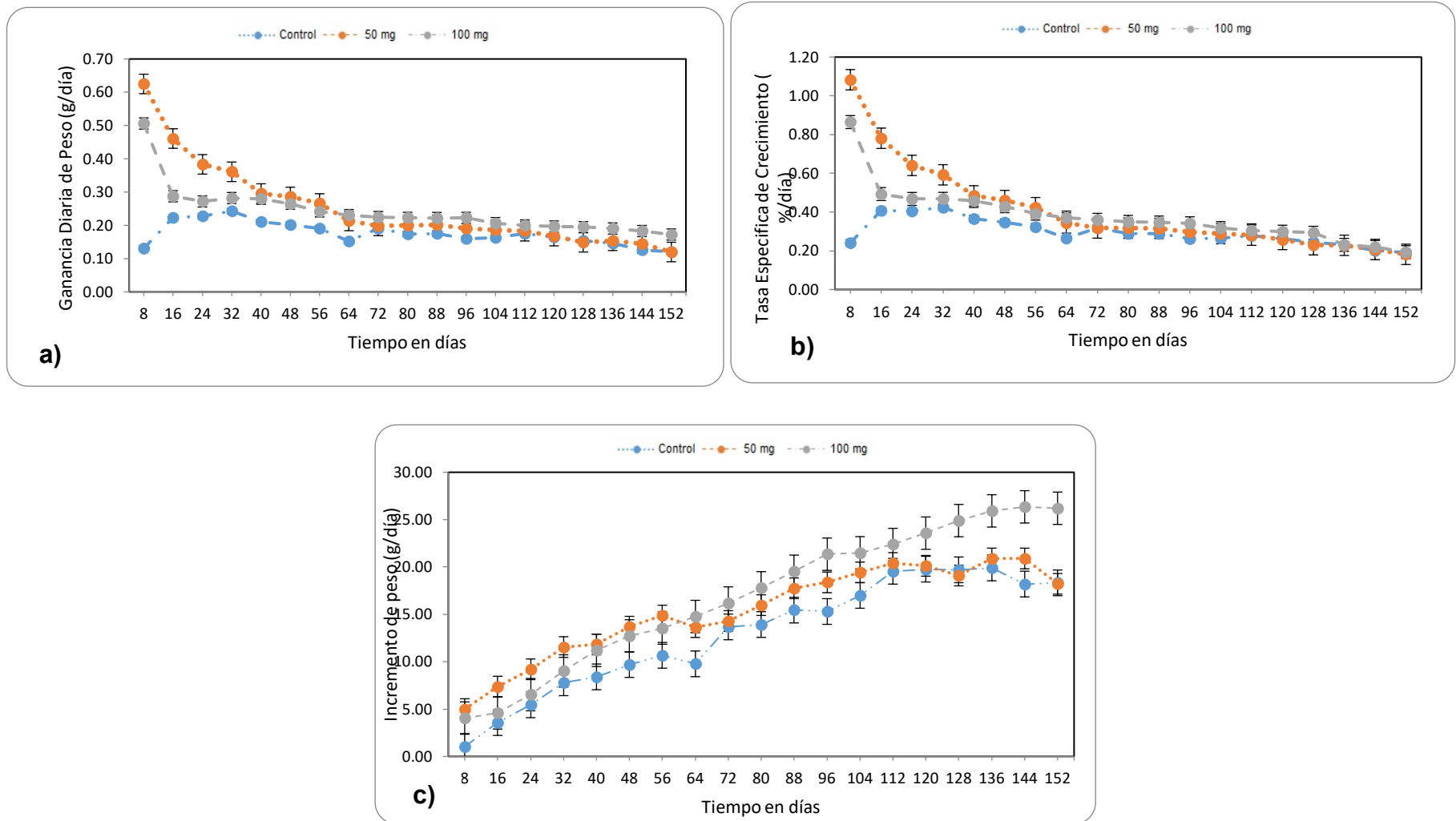


Figura 2. a) Ganancia Diaria de Peso, b) Tasa Específica de Crecimiento y c) Incremento de peso de juveniles de *A. mexicanum* alimentados con tres dosis diferentes de astaxantina adicionado al *Tubifex* spp. durante 152 días.

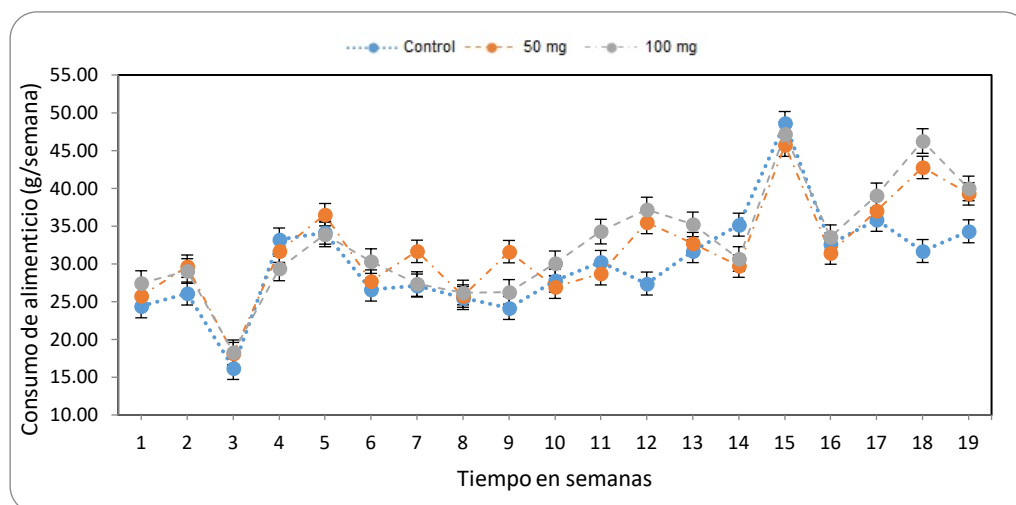


Figura 3. Consumo de alimento promedio de juveniles de *A. mexicanum* alimentados con tres dosis diferentes de astaxantina adicionado al *Tubifex* spp. durante 152 días.

Para el caso de la calidad del agua se mantuvo una temperatura promedio de 19°C en los tratamientos control y en la dosis de 50 mg de astaxantina, mientras que la dosis de 100 mg tuvo un grado menos que los de más tratamientos, para el caso del pH este fue similar en todos los grupos, el valor del amonio fue menor en el tratamiento control, en cuanto a los valores nitritos y nitratos estos fueron menores en la dosis de 100 mg de astaxantina.

Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua de cultivo de juveniles de *A. mexicanum* alimentados con tres dosis diferentes de astaxantina adicionado al *Tubifex* spp. durante 152 días.

Tratamiento	Temperatura (°C)	pH	Amonio (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)
Control	19.43±0.09	7.6±0.03	0.54±0.39	0.49±0.13	8.13±1.97
50 mg	19.04±0.06	7.6±0.03	0.69±0.40	0.5±0.07	8.6±5.17
100 mg	18.65±0.05	7.6±0.03	0.64±0.61	0.44±0.07	7.79±4.36

8. Referencias bibliográficas

- Arce, E. y J. Luna. 2003. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en la tasa de crecimiento de crías de bagre del balsas, *Ictalurus balsanus (ictaluridae)* en condiciones de cautiverio. *Aquatic* (18): 39-47.
- Ávila Akerberg, Víctor Daniel et al. El género *Ambystoma* en México ¿Qué son los ajolotes?. *CIENCIA ergo-sum*, [S.I.], v. 28, n. 2, jul. 2021. ISSN 2395-8782.
- Hernández, P. (2017). Ajolote: el símbolo mexicano que se resiste a la extinción. *Mongabay. Periodismo Ambiental Independiente en Latinoamérica*. <https://es.mongabay.com/2017/05/ajolote-lucha-contra-extincion/>
- Mena González, H. y Servín Zamora, E. (2014). Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*). (1ª ed.)
- Moreno-Álvarez, M. J., J. G. Hernández, R. Rovero, A. Tablante y L. Rangel. 2000. Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscara de naranja. *CyTA*. 3 (1): 29-33.
- Quintana López A. (octubre-diciembre 2018). Carotenoides ¿Qué son y para que se usan? *CIENCIA*. Volumen 69, (edición 4), pp 50-55
- Rosales Peña, M. (2021). Manejo y cuidados del *Ambystoma mexicanum* en el acuario del CCH- Vallejo. *Revista de SILADIN del CCH. CONSCIENCIA*. pp. 21-36.
- Sall, J., A. Lehman, M. Stephens, and L. Creighton. 2012. *JMP® start statistics: a guide to statistics and data analysis*. 5th edn. (SAS Institute Inc. Cary, 35 NC).
- SEMARNAT, 2018 Programa de Acción para la Conservación de las Especies *Ambystoma* spp. SEMARNAT/CONANP, México Edición 2018

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

Universidad Autónoma Metropolitana, (2011). Plan de Desarrollo Institucional 2011-2024, pp 13-14.

Vinchira, J. E., G.A. Wills, A.P. Muñoz. (2014). Desempeño productivo, Composición y Biodisponibilidad relativa de Selenio en Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) suplementada con Selenio orgánico e inorgánico. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 61 (2): 186-202.

Wootton, R. F. (1991). Ecology of Teleost Fishes, Fish and Fisheries. University College of Wales, Aberystwyth, New York. 404pp.

Zambrano, L., Ortiz, G. A., y Levy, K. (2014). El axolote como especie bandera en Xochimilco. En C. González, A, Vallarino, Pérez, J.C. y A. Low Pfeng Editores (Eds.). Bioindicadores. Guardianes de nuestro futuro ambiental. El colegio de la Frontera sur (ECOSUR) con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

9. Visto Bueno



Dra. Gabriela Vázquez Silva
(No. Eco.30288)



Biol. Ana Karen López de la Rosa
(Céd. Prof. 12194410)