

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN

PARA OBTENER EL GRADO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**Aplicación de una dieta enriquecida con aminoácidos
y vitaminas para la engorda y reproducción de
*Ambystoma mexicanum***

PRESENTA LA ALUMNA

Montserrat Poblano Aguilar

Matrícula: 2172031571

ASESORES:

Dra. Gabriela Vázquez Silva (No. Eco. 30288)
Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura

Biol. Ana Karen López de la Rosa (Céd. Prof. 12194410)
Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura

Ciudad de México

Octubre 2025

RESUMEN

El ajolote *Ambytomia mexicana* es un urodelo endémico de México, en los últimos años sus poblaciones se encuentran casi extintas, debido a una serie de presiones humanas y ambientales. En el 2001 se calculaba que existían alrededor de 2,300 individuos en vida silvestre (60 individuos/ha) para 2014 sólo se censaron 32 individuos, razón por la cual se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie en peligro de extinción. Es por ello, que se buscan estrategias para su conservación en cautiverio, un aspecto importante para su manejo es su dieta, al ser carnívoros su alimentación se basa principalmente en presas vivas, el alimento mayormente utilizado es el gusano de fango *Tubifex tubifex* este anélido es considerado el alimento vivo con mayor demanda en el sector acuícola y predilecto del ajolote, debido a que contiene un aporte importante de proteínas, carbohidratos, lípidos, indispensables para una dieta balanceada. Sin embargo, el alimento vivo suele tener deficiencias en su contenido nutricional lo que impide que los organismos tengan un buen desarrollo, es por ello, que se buscan alternativas para mejorar su calidad nutricional, como lo es el enriquecimiento del alimento con la incorporación de aditivos de origen natural o sintéticos, con lo cual se han observado efectos positivos en lo que respecta al crecimiento en peso, incremento de talla, además se tiene mejor supervivencia y comportamiento reproductivo. Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de un aditivo a base de aminoácidos y vitaminas a la dieta basal de adultos de *Ambystoma mexicanum* para su engorda, consumo de alimento, reproducción y supervivencia. El ensayo tuvo una duración de cuatro meses días, con 24 ajolotes distribuidos en 12 tinajas. El Diseño Experimental comprendió tres tratamientos del aditivo (0, 0.02% y 0.04%) con cuatro repeticiones cada uno, el cual se adicionó al *Tubifex tubifex* para enriquecerlo. Se registraron el peso, talla, perímetro torácico en hembras, ancho y alto de gónadas en machos y el consumo de alimento. En cuanto a los resultados no se registraron efectos significativos ($P < 0.05$) en los parámetros productivos de hembras y machos con la incorporación del suplemento a la dieta. Sin embargo, se observó que en la dosis de 0.02 % los organismos tuvieron mayor ganancia de peso y un mayor perímetro torácico en hembras, para el caso de gónadas en la dosis de 0.04 % se registró un aumento en su tamaño. El consumo de alimento fue menor en grupo control. La calidad del agua se mantuvo en los niveles reportados para la especie. Con todo lo anterior, se recomienda realizar más estudios sobre la alimentación del ajolote y poder generar estrategias para su conservación en cautiverio.

Palabras clave: Ajolote, consumo de alimento, dieta, enriquecimiento de alimento, ganancia de peso.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. LUGAR DE REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL	4
3. MARCO INSTITUCIONAL	4
4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	5
5. OBJETIVO GENERAL DEL SERVICIO SOCIAL	5
6. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS .	5
6.1 Diseño experimental, mantenimiento y alimentación de <i>Ambystoma mexicanum</i>	6
6.3 Calidad de agua	7
6.4 Cálculos y Análisis estadístico	7
7. RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	8
8. DESCRIPCIÓN DEL VINCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	18
9. REFERENCIAS.....	20
10. VISTO BUENO	23

1. INTRODUCCIÓN

México es uno de los países considerados con más riqueza en flora y fauna silvestre y con un alto grado de endemismo. En particular, para el caso de los anfibios se tienen registrados en el país alrededor de 424 especies distribuidas en 16 familias y tres órdenes el Anura, Caudata y Gymnophiona de las cuales, el 70% son consideradas endémicas y el 43% se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059 debido a la pérdida de su hábitat, razón, por lo cual México tiene el segundo lugar a nivel mundial de especies amenazadas (Parra-Olea *et al.*, 2014; PROFEPA, 2020; Romero, 2021; AmphibiaWeb, 2024).

En específico, el género *Ambystoma* es un grupo de anfibios que pertenecen a la familia Ambystomatidae, que está compuesto por 33 especies con distribución desde el sur de Canadá, hasta el Eje Neovolcánico Transversal de México, con 18 especies identificadas, de las cuales 17 son consideradas endémicas (Frost, 2019; Akerberg *et al.*, 2021), una de gran importancia es *Ambystoma mexicanum*. Ésta es de gran interés y ha sido estudiada en diversas áreas como la genética, neurobiología y embriología, por las características de regeneración de su cuerpo como son las extremidades, mandíbula, cola, corazón y médula espinal (Freitas *et al.*, 2019; CINVESTAV, 2020).

Ambystoma mexicanum es endémico de la Cuenca de México, originalmente con una distribución más amplia desde el antiguo Lago de Texcoco, hasta Zumpango (Zambrano *et al.*, 2003). Las poblaciones de este urodelo han descendido por las presiones antropogénicas y ambientales, por ello se enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie en peligro de extinción y además está incluido en la Lista roja de especies amenazadas de la UICN como especie en peligro crítico (DOF, 2010; Aguilar-López *et al.*, 2013; IUCN, 2024).

Los ajolotes son carnívoros estrictos por lo que su alimentación se basa en presas vivas como artemia, larvas de insectos, peces, lombrices de tierra, tenebrios y gusano de fango conocido como *Tubifex tubifex* (Servín, 2011; González y Zamora, 2014). Sin embargo, se requiere enriquecer la dieta para mejorar su calidad nutricional, como es el caso de los aminoácidos que son biomoléculas fundamentales que participan en la formación de proteínas, y que además tienen un papel importante en el metabolismo celular (Mohanty *et al.*, 2014) donde su deficiencia o exceso ocasiona alteraciones en la síntesis proteica, así como disminución en las tasas de crecimiento y son propensos a enfermedades causadas por agentes patógenos oportunistas (Li *et al.*, 2009; Portella *et al.*, 2013; López *et al.*, 2023). Otro micronutriente son las vitaminas cuyos compuestos orgánicos indispensables para el crecimiento, sin embargo, la mayoría no son sintetizadas por el organismo, por lo que, deben ser ingeridas a través de la dieta (Fenucci y Giménez, 2004).

2. LUGAR DE REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL

El servicio social se desarrollará en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura ubicado en el edificio (W-002) con coordenadas 9°18'07.1"N 99°06'12.2"W; planta baja, en 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.

3. MARCO INSTITUCIONAL

La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco tiene como objetivo promover el conocimiento para el servicio y desarrollo social, con el fin de formar profesionales con habilidades y conocimientos que les permitan realizar actividades con un enfoque multidisciplinario, para así participar en el diagnóstico y gestión de las problemáticas de la sociedad. En este sentido, el objetivo de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia es formar profesionales con actitudes, aptitudes y conocimientos orientados a ejercer

competencias integrales derivadas de los campos ocupacionales inherentes a la salud, bienestar y producción animal, así como a la salud pública y preservación animal. Por otra parte, la misión de la licenciatura es formar médicos veterinarios zootecnistas, con una preparación técnico científica, que sean capaces de dirigirse de forma ética, informada, racional, analítica y crítica, comprometidos con el progreso y las necesidades sociales referentes a la producción y salud animal, así como a la salud pública del país, mientras que la visión es que el médico veterinario zootecnista sea capaz de identificar y dar solución a los problemas que la producción animal, la salud pública y el bienestar animal demanden, particularmente en el sector de productores pecuarios de recursos limitados (UAM-X, 2023).

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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*.

5. OBJETIVO GENERAL DEL SERVICIO SOCIAL

Evaluar el efecto de la inclusión de un aditivo a base de aminoácidos y vitaminas a la dieta basal de adultos de *Ambystoma mexicanum* para su engorda, consumo de alimento, reproducción y supervivencia.

6. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Limnología y Acuicultura de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, utilizando una

colonia de 24 ejemplares de la especie *Ambystoma mexicanum* en etapa reproductiva, la cual pertenecen a la “Colección biológica de algunas especies de peces y anfibios, endémicos y en peligro de extinción, de la Zona Lacustre de Xochimilco” del proyecto titulado “Limnología y aspectos acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México”.

6.1 Diseño experimental, mantenimiento y alimentación de *Ambystoma mexicanum*.

El experimento de alimentación tuvo una duración de 120 días, para lo cual se distribuyeron 24 ajolotes de acuerdo con su peso, talla y sexo en 12 tinas, entendiendo que la Unidad Experimental (UE) comprende a los dos ajolotes en una tina, con capacidad de 60 L en densidades de 2 organismos. El Diseño Experimental comprendió tres tratamientos del aditivo (0, 0.02% y 0.04%) con cuatro repeticiones cada uno, el cual se adiciono al *Tubifex tubifex* para enriquecerlo. La dosis del aditivo y alimento se modificaron cada quince días de acuerdo con la biomasa de cada UE. Los ajolotes fueron alimentados diariamente a una tasa de alimentación del 6% y las UE se mantuvieron con aireación continua, agua libre de cloro y un fotoperiodo natural de 12hr: Luz y 12hr: oscuridad. Así mismo se realizaron recambios de agua del 50% tres veces por semana y se retiraron desechos, posteriormente se rellenó cada tina con agua libre de cloro. Cada 24 h se recuperó y pesó el alimento no consumido para estimar el rechazo de alimento y calcular el consumo alimenticio.

6.2 Registro de peso y talla de *Ambystoma mexicanum*

Cada quince días se registró el peso (g) de cada ejemplar con ayuda de una balanza digital (Sartorius ®). Con un Ambystómetro (diseño de D.I. Ángel Raúl Galindo Ruiz) se realizó el registró de la talla inicial y final de los organismos contemplando dos mediciones; Longitud Total y Longitud Hocico-Cloaca (cm), así mismo se realizó la medición de gónadas (mm) (alto y ancho) en machos y con un vernier digital (Titan ®) y en las hembras se midió el perímetro torácico (cm) con una cinta métrica cada quince días.

6.3 Calidad de agua

Para dar seguimientos a las condiciones el agua de cultivo y evitar enfermedades en los organismos fue necesario monitorear la calidad del agua, para lo cual se registró quincenalmente los siguientes parámetros fisicoquímicos el pH (potenciómetro, Hanna Instruments, HI98103), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) (multiparamétrico, Hanna Instruments, HI83203-01) y temperatura (termómetro de mercurio) de cada UE.

6.4 Cálculos y Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se analizaron los parámetros productivos del ajolote *Ambystoma mexicanum* con las siguientes fórmulas:

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

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

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

$$ICP = (Pf - Pi)$$

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

$$TEC = \frac{(LNpf - LNpi)}{(\text{Tienpo en días})} * 100$$

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

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

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

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

Los datos fueron analizados en una ANDEVA con un nivel de confianza de ($P < 0.05$) para establecer las posibles diferencias entre los tratamientos JMP ® (Software, SAS Institute) versión 7 (Sall et al., 2012).

7. RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

En cuadro 1 se observan los valores de los parámetros productivos de ejemplares machos de *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis del suplemento, observándose que su incorporación a la dieta estadísticamente no mostró efectos significativos entre los tratamientos ($P>0.05$). Cabe mencionar que se observó que los organismos del grupo control fueron los que mayor incremento de peso tuvieron. Mientras que, la talla no hubo variación al ser organismos pre-adultos. En el caso del tamaño de las gónadas al final del experimento incrementaron de tamaño en el tratamiento de 0.04 %. La ganancia de peso fue mayor para el tratamiento de 0.04 %, pero la Tasa Específica de Crecimiento fue mayor en el grupo control. El consumo de alimento fue mayor en el tratamiento de 0.04 %, seguida de la dosis de 0.02 %, por lo que el grupo que consumió menor cantidad de alimento fue el control. La supervivencia en ambos todos los tratamientos fueron del 100%.

Cuadro 1. Valores promedio de los parámetros productivos de ejemplares machos de *Ambystoma mexicanum* alimentados con *Tubifex tubifex* enriquecido con diferentes dosis de aminoácidos y vitaminas ($P<0.05$).

Variables	Tratamientos			P
	0%	0.02%	0.04%	
Inicial				
<i>n</i>	4	4	4	
Peso(g)	105±47.30	88.15±41.88	84±39.25	0.15
LT (cm)	26.38±11.90	25.50±11.50	24.88±11.28	0.94
LC (cm)	13.63±6.15	12.75±5.81	13.13±5.89	0.25
Gónadas Alto	10.25±0.719	10.10±1.27	10.20±0.85	0.47
Gónadas Ancho	9.25±0.95	8.27±0.25	9.02±0.60	0.85
Final				
<i>n</i>	4	4	4	
Peso (g)	102±57.81	93.94±53.81	87.98±67.82	0.21
LT (cm)	26.38±11.90	25.50±11.50	24.88±11.28	0.32
LC (cm)	13.63±6.15	12.75±5.81	13.13±5.89	0.29
Gónadas Alto	11.00±1.02	11.08±1.62	11.13±0.46	0.52
Gónadas Ancho	9.90±0.98	9.10±0.40	10.25±0.71	0.36
GDP (g/día)	0.15±0.09	0.19±0.14	0.21±0.36	0.16
TEC (%/día)	1.03±0.04	0.24±0.14	0.16±0.27	0.27
INCP (g/quincena)	23.02±5.67	28.59±14.02	25.92±43.46	0.12
CON (g/semana)	67.12±5.96	77.40±4.71	99.01±11.75	0.45
S (%)	100	100	100	

n= Número de ajolotes por tratamiento, LT= Longitud Total, LC= Longitud Hocico-Cloaca, GDP= Ganancia Diaria de Peso, TEC=Tasa específica de Crecimiento, INCP=Incremento en Peso, CON= Consumo de Alimento, S= Supervivencia.

En la Figura 1 se observan los valores de los pesos registrados durante el ensayo de alimentación reportándose que a partir de la primera quincena hubo una disminución del peso en todos los tratamientos, sin embargo, a partir del día 30 tanto el grupo control como la dosis de 0.02 % fueron quienes incrementaron de peso con valores de 87 g, 85 g respectivamente; mientras que, en la dosis de 0.04% fue de 66.6 g, esta tendencia se mantuvo hasta el día 120.

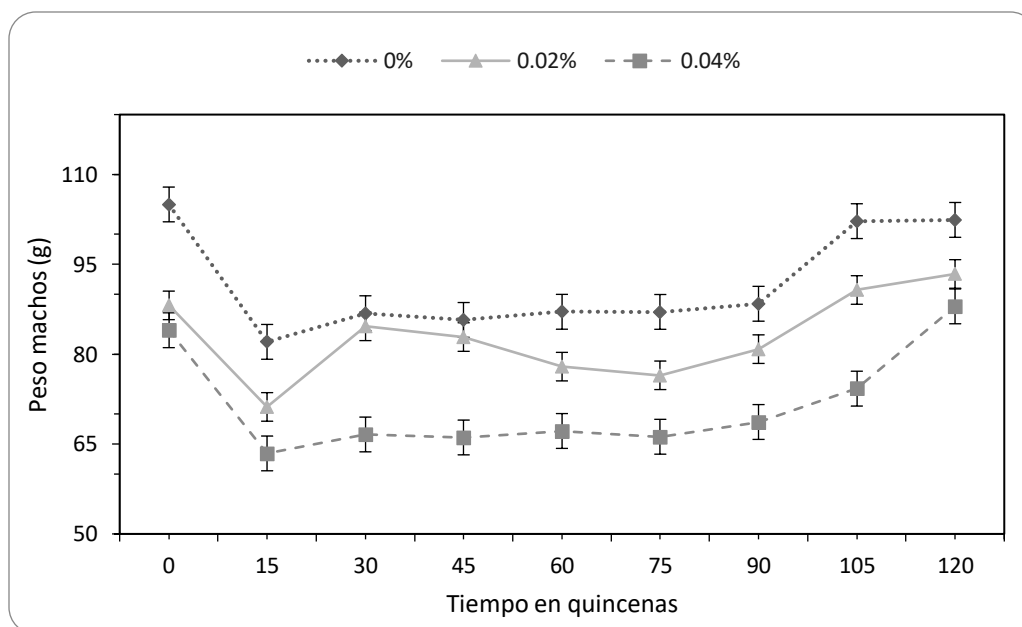


Figura 1. Valores promedio del peso (g) de organismos machos de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

En las Figuras 2 y 3 se observan los valores registrados de gónadas de machos de *A. mexicanum*, en primera instancia se tiene que el ancho en los tratamientos control y de 0.04 % se reportaron valores muy similares hasta el día 75 donde ligeramente el tratamiento de 0.04 % tuvo los valores más altos y la dosis de 0.02 % los más bajos. Para el alto de gónadas durante los primeros 30 días se registraron valores muy similares en los tres tratamientos, pero a partir del día 45 tanto el tratamiento control, como la dosis de 0.04 % tuvieron un incremento ligeramente mayor a la dosis de 0.02% cabe mencionar que para el tiempo 60 la dosis de 0.04 % el alto de las gónadas fue ligeramente mayor que los demás tratamientos con un valor de 10.83 mm, en tanto que, para el día 90 alcanzó un valor de 11 mm, seguido del grupo control.

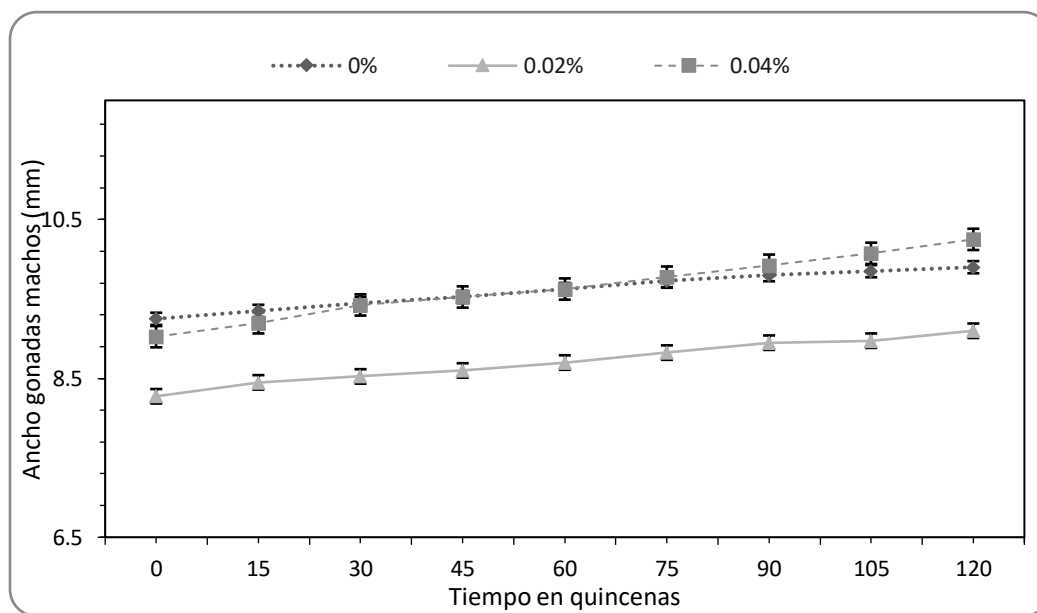


Figura 2. Valores promedio del ancho (mm) de gónadas de machos de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

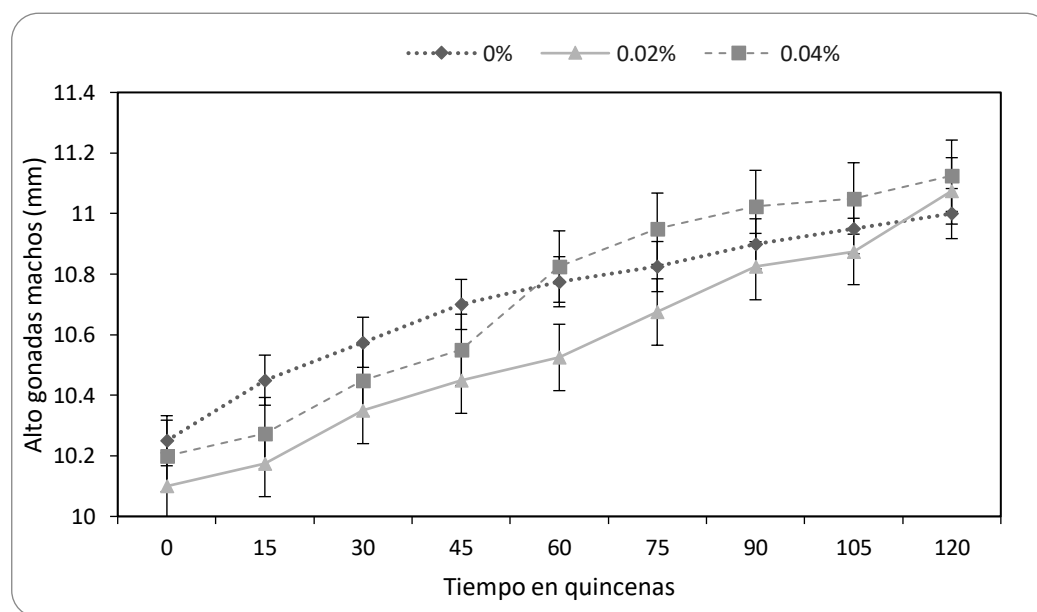


Figura 3. Valores promedio del alto (mm) de gónadas de machos de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

La Ganancia Diaria de Peso en ambos tratamientos fue variante, en lo que respecta los primeros 15 días los organismos del grupo de 0.02% fueron quienes ganaron mayor peso con valores de 0.045 g/quincena, mientras que, en los demás tratamientos disminuyó su Ganancia de Peso. Para el día 30 ocurrió lo contrario, en donde el control y la dosis 0.04 % ganaron peso con 0.159 g/quincena y 0.132 g/quincena respectivamente y la dosis de 0.02 % perdió peso. Estas variaciones en las ganancias de peso se mantuvieron hasta el día 90 registrándose en los tres tratamientos incrementos en la ganancia de peso siendo los organismos de la dosis de 0.02 % quienes ganaron mayor peso hasta el día 120 (Figura 4). Ese mismo comportamiento se observó en los valores registrados en el Incremento en Peso (Figura 5).

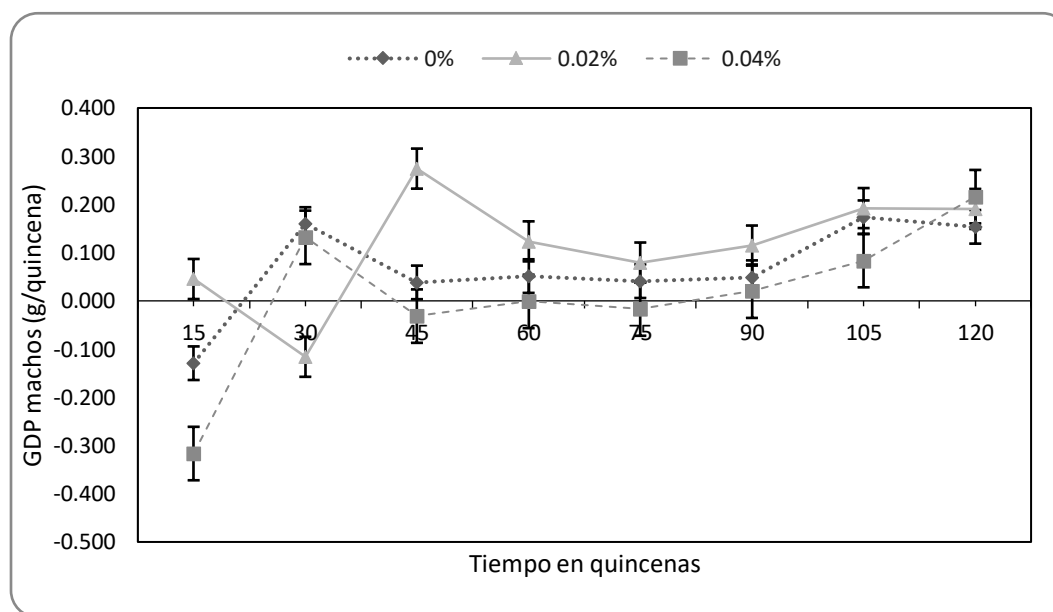


Figura 4. Valores promedio de la Ganancia de Peso Diaria (g/quincena) de machos de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

En lo que respecta a la Tasa Específica de Crecimiento, el tratamiento control siempre mantuvo los valores más altos de crecimiento, seguido de la dosis de 0.02% con excepción del día 30 donde tuvieron un descenso en su crecimiento (Figura 6).

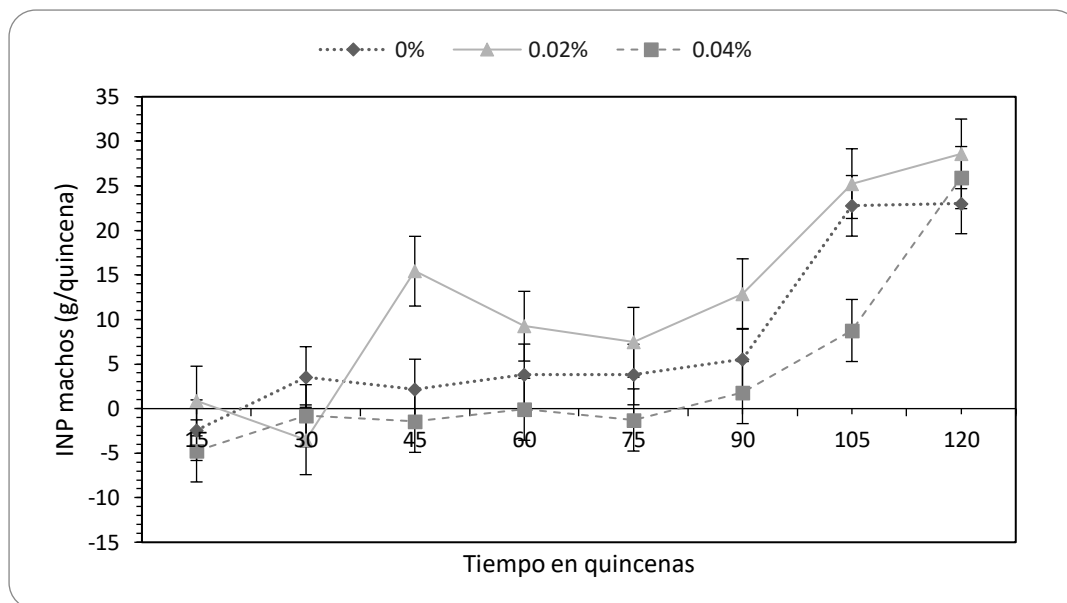


Figura 5. Valores promedio de Incremento de Peso (g/quincena) de machos de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120.

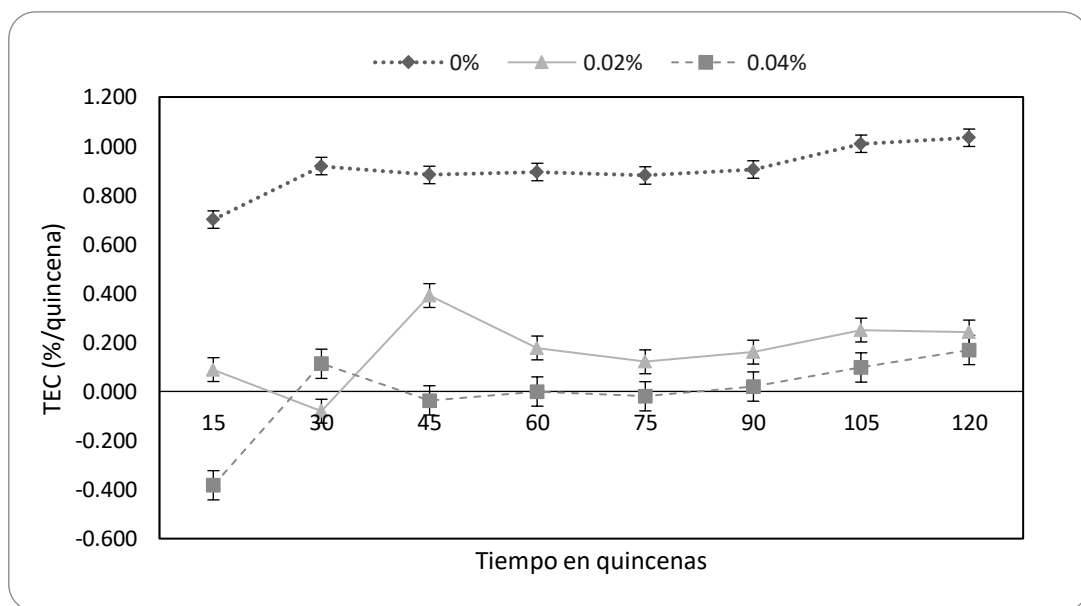


Figura 6. Valores promedio de la Tasa Especifica de Crecimiento (%/quincena) de machos de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120.

A continuación, en el Cuadro 2 se observan los resultados obtenidos de la inclusión del suplemento con vitaminas y aminoácidos en la dieta de hembras de *A. mexicanum* mostrando que no hay significancia estadística ($P < 0.05$) en ninguno de los parámetros productivos en hembras, sin embargo, se pudo registrar que las hembras alimentadas con la dosis de 0.02 % tuvieron un mayor incremento de peso seguido de la dosis de 0.04 % comparado con el tratamiento control. En lo que respecta a la talla se mantuvieron similares en todos los tratamientos. El perímetro torácico incremento en las hembras del tratamiento de 0.02 %. La ganancia de peso, la TEC, y el INCP fueron mayores en esa misma dosis. El consumo de alimento fue menor el grupo control y mayor en los organismos de alimentados con el 0.04 % del suplemento.

Cuadro 2. Valores promedio de los parámetros productivos de hembras de ajolote *Ambystoma mexicanum* alimentados con *Tubifex* spp enriquecido con diferentes dosis de aminoácidos y vitaminas ($P < 0.05$).

Variables	Tratamientos			P
	0%	0.02%	0.04%	
Inicial				
<i>n</i>	4	4	4	
Peso(g)	66.96±39.66	71.4±17.19	95.24±58.74	0.32
LT (cm)	18.8±2.51	24±3.36	24.75±0.95	0.45
LC (cm)	12±1-15	13±2.16	13±0.82	0.12
Perímetro torácico	11.25±0.5	12±2.0	11.75±0.95	0.08
Final				
<i>n</i>	4	4	4	
Peso (g)	91.55±52.76	111.51±72.21	109.88±66.24	0.09
LT (cm)	18.8±2.51	24±3.36	24.75±0.95	0.26
LC (cm)	12±1.15	13±2.16	13±0.82	0.17
Perímetro torácico	12.5±0.577	13.5±1.73	13.25±0.957	0.61
GDP (g/día)	0.20±0.256	0.33±0.34	0.15±0.104	0.37
TEC (%/día)	0.26±0.06	0.35±0.27	0.12±0.09	0.94
INCP (g/quincena)	30.74±4.42	50.14±40.87	18.3±12.44	0.56
CON (g/semana)	67.12±5.96	77.40±4.71	99.01±11.75	0.71
S (%)	100±100	100±100	100±100	

n= Número de ajolotes por tratamiento, LT= Longitud Total, LC= Longitud Hocico-Cloaca, GDP= Ganancia diaria de peso, TEC=Tasa específica de Crecimiento INCP=Incremento en Peso, CON= Consumo de Alimento, S= Supervivencia.

El peso registrado de las hembras fluctuó en todo el ensayo, teniendo que la dosis de 0.04 % tuvo el incremento más notorio seguido de la dosis de 0.02 % quien a partir de del día 30 el peso de las hembras fue incrementando, manteniéndose constante hasta el día 90, a partir de ese momento siguieron subiendo de peso, mientras que el control siempre mantuvo los valores más bajos (Figura 7).

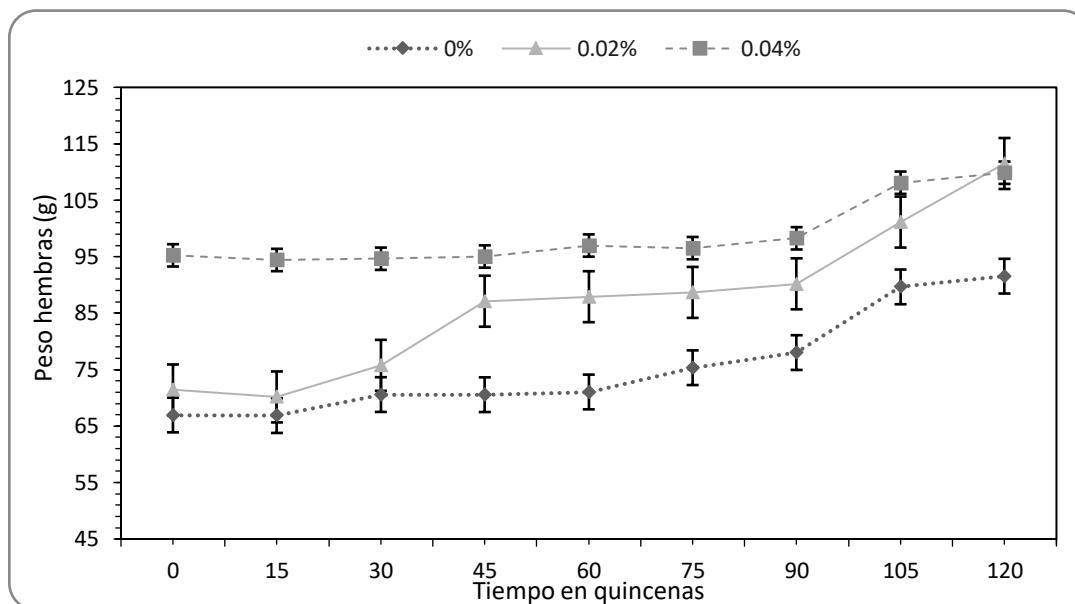


Figura 7. Valores promedio del peso (g) de hembras de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

El perímetro torácico de las hembras fue similar en los tres tratamientos durante los primeros 60 días de experimento, a partir de este día las hembras alimentadas con la dosis del suplemento (0.02 y 0.04 %) incrementaron su perímetro torácico, mientras que en hembras del grupo control no se observó un incremento. Con forme pasaron los días las hembras del tratamiento de 0.02 % mostraron valores más altos en comparación con los demás tratamientos (Figura 8).

La Gancia Diaria de Peso en hembras fue mayor en la dosis de 0.02 % en todo el ensayo, destacando un incremento a partir del día 45 con valores de 0.34 g/quincena, posteriormente para el día 75 tuvo una disminución, que no afectó su ganancia de peso ya que fue mínima, este mismo comportamiento se observó en el INCP y la TEC donde la dosis de 0.02 % fue la que mayor crecimiento tuvo, en comparación con los demás tratamientos (Figura 9,10 y 11).

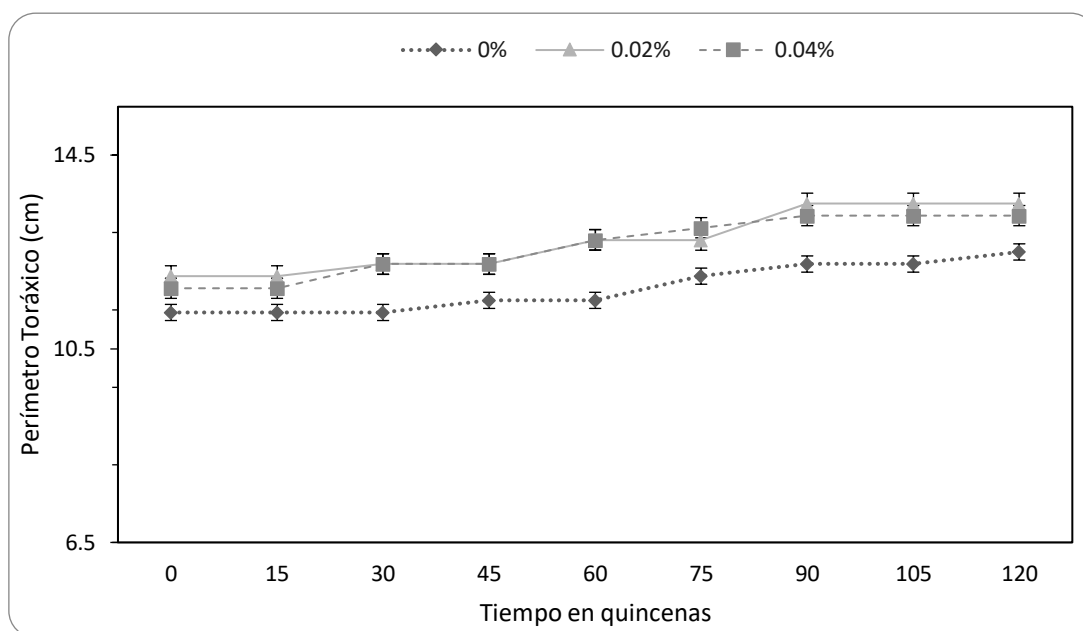


Figura 8. Valores promedio del perímetro torácico (mm) de organismos machos de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

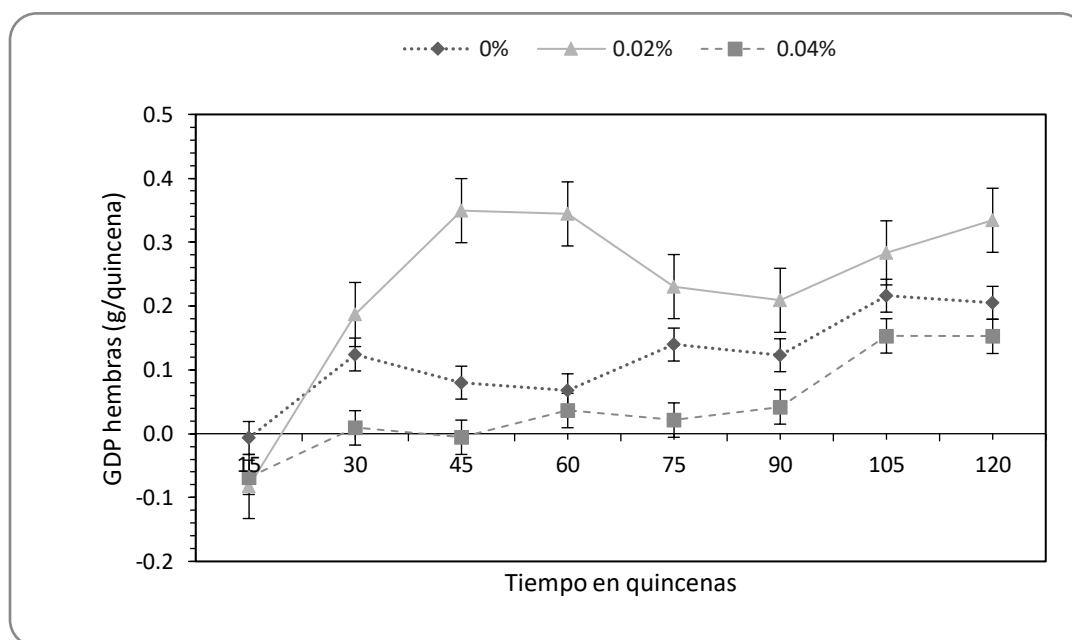


Figura 9. Valores promedio del Gancia de Peso Diaria (g/quincena) de hembras de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

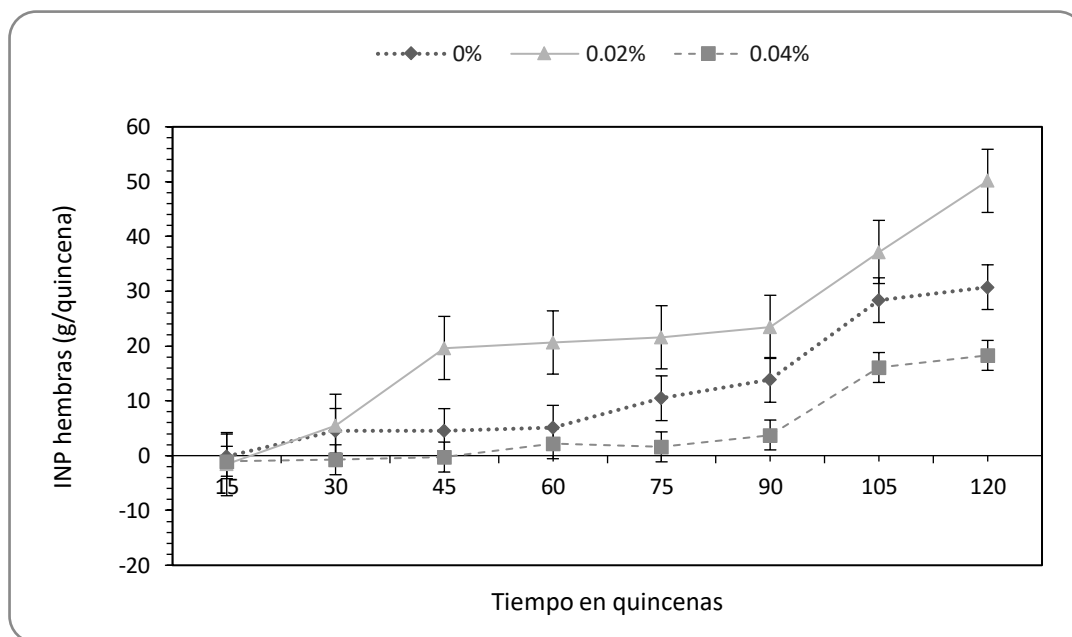


Figura 10. Valores promedio del Incremento en Peso (g/quincena) de hembras de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

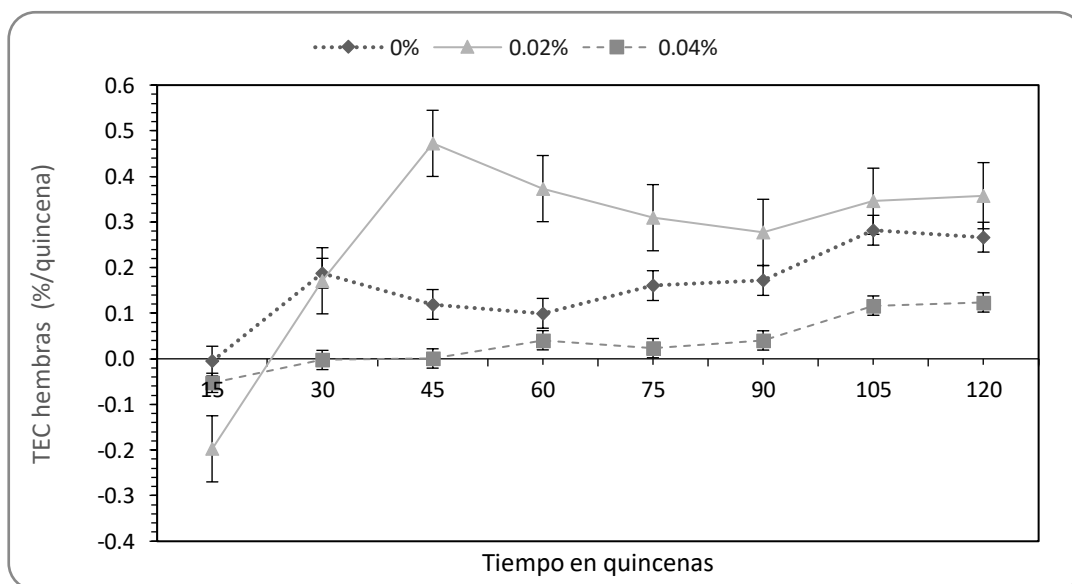


Figura 11. Valores promedio de la Tasa Específica de Crecimiento (g/quincena) de hembras de la especie *Ambystoma mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos durante 120 días.

Por otra parte, se registraron de manera general los parámetros fisicoquímicos del agua (Cuadro 3) para determinar si estás se encontraban dentro los niveles permitidos para la especie, en lo que respecta a la temperatura oscilo entre los 18 °C, el pH fue neutro y los niveles de los compuestos nitrogenados fueron muy similares a lo reportado por autores como Vázquez-Silva *et al.* (2019) y López *et al.* (2023), quienes en dichos trabajos monitorearon la calidad de agua de *A. mexicanum* alimentado con diferentes dietas enriquecidas, mencionando que para el buen desarrollo y evitar enfermedades en los organismos es importante evaluar la calidad del agua y mantenerlos en los nivele óptimos para la especie.

Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos de *A. mexicanum* alimentados con diferentes dosis de vitaminas y aminoácidos

Tratamiento	Temperatura (°C)	pH	NH ₃ /NH ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
0%	18.4	7.6	0.24	3.9	0.3
0.02%	18.0	7.6	0.41	7.7	0.4
0.04%	18.5	7.6	0.34	5.6	0.5

La vitamina C es una de las principales vitaminas que se incluye en la dieta, ya que es un antioxidante que reduce el estrés, además participa en varios procesos metabólicos, así como en la formación de colágeno, una deficiencia de está vitamina puede ocasionar un bajo crecimiento en los organismos (Oña, 2020). En una investigación realizada por Ai *et al.*, (2004), observaron que al suplementar la dieta de *Lateolabrax japonicus* con vitamina C, los organismos obtuvieron mayor ganancia de peso y mejor supervivencia con dosis altas comparado con el grupo control. Por otra parte, Salamanca (2021) menciona que el efecto de los aminoácidos en la dieta están en función de la dosis, el tiempo que se les proporciona y de la especie, de acuerdo con esto, Velázquez *et al.*, (2022) realizó un estudio alimentando al ciprínido *Magalobrama amblycephala* con una dieta alta en leucina y triptófano observando un incremento en la tasa específica de crecimiento mayor que el grupo control y la incorporación del triptófano a la dieta disminuyó el canibalismo, además se incrementó la supervivencia y el crecimiento.

En otro estudio de dicho autor, refiere que otro de los aminoácidos con gran importancia es la metionina ya que a partir de esta se puede sintetizar cisteína, y al aplicar una dieta con metionina en juveniles de salmón Atlántico se registró una mayor ganancia en peso en aquellos organismos a los que se les proporcionó la metionina en comparación con el grupo control.

8. DESCRIPCIÓN DEL VINCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

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 pude 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 y tesis de posgrado en donde se han mantenido organismos sujetos a alguna categoría de riesgo. En especial una de las especies que mayormente se ha visto afectada por el declive de sus poblaciones en vida silvestre es el ajolote *Ambystoma mexicanum*, debido a presiones ambientales tales como la reducción de su hábitat, desecación, contaminación química y biológica del agua, sobreexplotación con fines de alimentación y medicina tradicional, incremento de la mancha urbana, así como la introducción de enfermedades por especies exóticas (Molina, 2010, Zambrano *et al.*, 2003; Rodríguez-Amador *et al.*, 2013; Alcaraz *et al.*, 2015; Vázquez-Silva *et al.*, 2019). Por lo que, a la crítica situación de estas poblaciones, es necesario realizar acciones inmediatas de conservación (SEMARNAT, 2010). Es por ello, que es de suma importancia generar investigaciones que aporten información sobre esta especie y las condiciones en las que se encuentran sus poblaciones y en general

del ecosistema, una parte fundamental de la generación de esta información es la que lleva a cabo es el proyecto “Limnobiología y Aspectos Acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México” el cual está orientado en la caracterización de los cuerpos de agua y del manejo de fauna silvestre endémica de la Zona Lacustre, todo esto para el aprovechamiento, conservación y/o preservación de los recursos acuáticos prestando especial atención a aquellas especies de interés ecológico y socioeconómico o que se encuentran categorizadas dentro de algún nivel de riesgo en la normatividad nacional e internacional. Por medio de este proyecto se genera información valiosa del ajolote sobre su reproducción y mantenimiento ya que es escasa y con ello coadyuvar en la conservación y uso racional de la especie para su mantenimiento en cautiverio. Además las actividades realizadas se vinculan con el perfil de egreso de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia la cual cuenta con una formación científica, crítica y ética para resolver los problemas vigentes de la producción animal, salud animal y salud pública, además está capacitado para desempeñar las actividades, propias de la medicina veterinaria y zootecnia, como medicina y salud, producción y economía pecuaria, salud pública tecnología y calidad sanitaria de los alimentos (UAM-X, 2023).

9. REFERENCIAS

- Aguilar y Luría. (2016). Los anfibios en la cultura mexicana. Comunicaciones libres, CIENCIA
- Ai, Q., Mai, K., Zhang, C., Xu, W., Duan, Q., Tan, B., & Liufu, Z. (2004). Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*, 242(1-4), 489-500.
- Akerberg, V. D. Á., Martínez, T. M. G., Hernández, A. G., & Trejo, M. V. (2021). El género *Ambystoma* en México ¿Qué son los ajolotes? *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 28(2).
- Alcaraz, G., López-Portela, X., & Robles-Mendoza, C. (2015). Response of a native endangered axolotl, *Ambystoma mexicanum* (Amphibia), to exotic fish predator. *Hydrobiologia*, 753(1), 73-80.
- 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.
- Cinvestav. (2020). Buscan proteger ajolote de Xochimilco empleando a pariente del Altiplano como sujeto de estudio. Boletín de prensa. Conexión Cinvestav. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Ciudad de México Disponible en <https://conexion.cinvestav.mx/Publicaciones/buscan-proteger-ajolote-de-xochimilco-empleando-a-pariente-del-altiplano-como-sujeto-de-estudio> Consultado 7 de abril de 2024.
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010. Norma Oficial Mexicana: 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. In: Diario Oficial de la Federación, México.
- Fenucci, J. L., & Gimenez, A. F. (2004). Acción de las vitaminas en la dieta de camarones Penaeoideos. *Avances en nutrición acuicola*.
- Freitas, P. D., Yandulskaya, A. S., & Monaghan, J. R. (2019). Spinal cord regeneration in amphibians: A historical perspective. *Developmental neurobiology*, 79(5), 437-452.
- Frost, D. R. (2019). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Versión 6.0. Retrieved from http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php/content/search?taxon=Ambystoma&subtree=&subtree_id=&english_name=&author=&year=&country=525 Consultado el 20 de septiembre de 2021.

- González, H. M., & Zamora, E. S. (2014). *Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (Ambystoma mexicanum)*. México: Instituto de Biología.
- IUCN. (2024). IUCN Red List of Threatened Species (ver. 2010.2). Available at: <http://www.iucnredlist.org>. (Accessed: 29 June 2024).
- Li, P., Mai, K., Trushenski, J., & Wu, G. (2009). New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino acids*, 37, 43-53.
- López, Vázquez, Hernández, Aguirre, Morales, Razo, Morales, Rayo, 2023 Adición de OptiLisina a la dieta de juveniles del ajolote *Ambystoma velasci* para su crecimiento y supervivencia. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 159-164
- López, RAK, Vázquez-Silva, G., Hernández, HLH, Aguirre, GJF., Morales, JJI., Mendoza, MDG. (2023). Revisión: Inclusión de la lisina como promotor de crecimiento en la alimentación acuícola. En congreso 16° foro estatal y 8° foro regional de investigación y experiencias educativas y productivas huitzilac, morelos 2023
- Mohanty, B., Mahanty, A., Ganguly, S., Sankar, T. V., Chakraborty, K., Rangasamy, A., ... & Sharma, A. P. (2014). Amino acid compositions of 27 food fishes and their importance in clinical nutrition. *Journal of amino acids*, 2014(1), 269797.
- Molina (2010). El ajolote de Xochimilco. Facultad de ciencias, UNAM, México
- 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.
- Oña, L. E. A. (2020). Alimentación y nutrición en peces de agua dulce. *Revista Estudiantil Agro-Vet*, 4(2), 604-608.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85,460-46. Recuperado de: <http://www.ib.unam.mx/m/revista/pdfs/54.-1183.pdf>
- Portella, M. C., Takata, R., Leitão, N. J., Menossi, O. C., Kwasek, K., & Dabrowski, K. (2013). Free amino acids in Pacu, *Piaractus mesopotamicus*, eggs and larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(3), 425-434.
- PROFEPA
(2020). Protección de anfibios en México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/profepa/articulos/proteccion-de-anfibios-en->

mexico#:~:text=Los%20anfibios%20constituyen%20un%20grupo,con%20m%C3%A1s%20diversidad%20de%20anfibios

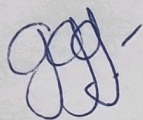
- Rodríguez-Amador, R., Monks, S., & G. Pulido-Flores. (2013). Primer reporte helmintológico de *Ambystoma velasci* (Dugés, 1988) de Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*, 2, 113-120.
- Romero Amador Leticia. (2021). Ajolotes, especies endémicas mexicanas en peligro de extinción. Facultad de ciencias biológicas, UANL. *Biología y sociedad* no. 7.
- Salamanca de las Nieves, N. (2021). Mejora del bienestar animal en peces de interés acuícola mediante la suplementación de aminoácidos en la dieta. Tesis de Doctorado en Recursos Marinos de la Escuela Internacional de Doctorado en Estudios del Mar (EIDEMAR) de la Universidad de Cádiz. 201pp.
- SEMARNAT (2010). Programa de Acción para la Conservación de las Especies *Ambystoma* spp. SEMARNAT/CONANP, México Edición 2018
- Servín, Z. E. (2011). *Manual de mantenimiento en cautiverio y medicina veterinaria aplicada al ajolote de Xochimilco (Ambystoma mexicanum) en el Zoológico de Chapultepec* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X). (2023). Plan y Programas de estudios. Licenciatura en Biología.
- Vázquez-Silva, G., Arana, M.F.C., López, D.L.R.A.K., Hernández, G.P.A., Mendoza, M.G.D., Martínez, G.J.A. (2019). Efecto de la levadura de Selenio en el crecimiento, supervivencia y potencial reproductivo de *Ambystoma mexicanum*. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, Vol.6: Suplemento 2:1521-1526.
- Velázquez, J. S., Herrejón, G. A. P., de León Ramírez, J. J., & Trejo, J. F. G. (2022). Revisión: Alimentación no tradicional para mejorar el rendimiento del crecimiento de peces en condición sub y supra-óptima de temperatura. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 5(8), 30-43.
- 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., Reynoso, V. H., Herrera, G. (2003). *Abundancia y estructura poblacional del axolotl (Ambystoma mexicanum) en los sistemas dulceacuícolas de Xochimilco y Chalco*. Instituto de Biología, UNAM. Base de datos SNIB-Conabio Proyecto AS004

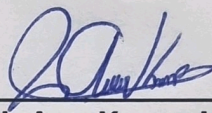
10. VISTO BUENO

Informe final de Servicio Social por Actividades Relacionadas con la Profesión

“Aplicación de una dieta enriquecida con aminoácidos y vitaminas para la engorda y reproducción de *Ambystoma mexicanum*”



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



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