

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 TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**Manejo en cautiverio de la alimentación del ajolote
Ambystoma mexicanum con una dieta enriquecida
con metionina**

PRESENTA LA ALUMNA

Rebeca Betxabel López Escarcega

Matrícula: 2152028354

ASESORES:

Dra. Gabriela Vázquez Silva (No. Eco. 30288)
M. en C. Fernando Carlos Arana Magallón (No. Eco. 15646)

Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura

Resumen

El ajolote mexicano *Ambystoma mexicanum* o axolotl como también es conocido tiene gran interés en la investigación por las características de retención de sus caracteres larvarios aun cuando alcanza su madurez sexual y capacidad de regeneración de extremidades amputadas y órganos como el corazón y cerebro. Actualmente su distribución está restringida a los canales de la Zona Lacustre de Xochimilco, desde hace varios años, los monitoreos de las poblaciones de ajolotes muestran una reducción en estado silvestre. En cautiverio, la alimentación es un aspecto importante en este anfibio, debido a que su dieta se basa en presas vivas exclusivamente durante las primeras etapas y lo óptimo es alcanzar la talla y peso en el menor tiempo posible con bajo costo de alimentación. Por lo que, el objetivo del servicio social fue apoyar las diferentes actividades de investigación del proyecto Limnobiología y aspectos acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México, relacionadas con la alimentación de *Ambystoma mexicanum* para el mantenimiento en cautiverio y conservación de la especie. Dentro de las actividades se logró la obtención de 90 organismos juveniles de la especie para apoyar con el ensayo de alimentación de dieta adicionada con metionina con tres dosis durante diez semanas. Los resultados indicaron una tendencia positiva de crecimiento en los ajolotes mantenidos con la dieta adicionada con metionina. Los pesos promedio tuvieron un valor mínimo de 53.59 g en juveniles con la dosis control y un máximo de 69.1 g en los organismos con la dosis alta del suplemento. Un comportamiento similar se observó en las demás variables de crecimiento como ganancia diaria de peso y tasa específica de crecimiento. La supervivencia superior al 93% en los diferentes grupos de ajolotes. Las habilidades adquiridas durante el servicio social constaron en el manejo en cautiverio del ajolote *A. mexicanum*, mantenimiento del cultivo, sexado, cálculo de la tasa de alimentación y consumo alimenticio, manejo de bases de datos de crecimiento y toma de muestras para la determinación de los parámetros fisicoquímicos.

Palabras: ajolote, dietas, metionina, crecimiento

CONTENIDO

I. MARCO INSTITUCIONAL	2
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES DEL PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO SOCIAL	4
IV. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	5
V. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	5
VI. OBJETIVO ESPECÍFICO DE LAS ACTIVIDADES	5
VII. ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES	5
VIII. IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES	6
IX. APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS	7
X. FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES	12
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

I. MARCO INSTITUCIONAL

La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco tiene el objetivo de contribuir al conocimiento para el servicio y desarrollo social con la finalidad de construir una sociedad responsable ante el Medio Ambiente, justa y equitativa, mediante la formación de recursos humanos capaces de realizar actividades científicas, para desarrollar un enfoque multidisciplinario y 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 y/o 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.

II. INTRODUCCIÓN

México ocupa el quinto lugar entre los países con mayor biodiversidad de anfibios (Frost, 2013; Parra-Olea *et al.*, 2014). En los últimos años, las poblaciones de este grupo han descendido drásticamente por las actividades humanas (Contreras *et al.*, 2009), reportando del 43% de las especies que 45 se encuentran amenazadas (Parra-Olea *et al.*, 2014). Entre los anfibios, el grupo de las salamandras tiene un alto grado de endemismo, sobre todo en la familia Plethodontidae y Ambystomatidae (Urodela) (Flores-Villela, 1993). Respecto a los urodelos, la Zona Lacustre de Xochimilco en la Ciudad de México alberga uno de los animales más emblemáticos del Valle de México, el ajolote mexicano *Ambystoma mexicanum*, asociado a la cultura mexicana como gemelo del dios azteca más importante

Quetzalcóatl en el pensamiento mágico-religioso de nuestros antepasados (Valiente *et al.*, 2010). Además, el ajolote *Ambystoma mexicanum* representó desde la época prehispánica una fuente de proteínas para los habitantes del Valle de México, hace algunas décadas aún era común la comercialización de los ajolotes, principalmente en mercados de Xochimilco y en otras localidades pequeñas del Centro de México (Casas *et al.*, 2003). El axolotl como también es conocido tiene gran interés en la investigación por las características de la retención de sus caracteres larvarios aun cuando alcanza su madurez sexual y su capacidad de regeneración de extremidades amputadas y órganos como el corazón y cerebro (Taylor y Beck; 2012; Satoh *et al.*, 2015; Huang *et al.*, 2017). Actualmente su distribución está restringida a los canales de la Zona Lacustre de Xochimilco, desde hace varios años, los monitoreos de las poblaciones de ajolotes en Xochimilco muestran una drástica reducción en el número de individuos en estado silvestre, registrando sólo 100 ejemplares por kilómetro cuadrado para 2008, mientras que, en el censo poblacional de 2013 no se encontró ningún ejemplar (Carrillo, 2016). Esta situación ha provocado que *A. mexicanum* se considere una especie en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010; Olivia, 2014; Carrillo, 2016) y esté incluida en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (IUCN, 2014). La desecación de los lagos del Valle de México, el azolvamiento, contaminación, introducción de especies exóticas y explotación comercial (Casas *et al.*, 2003; Molina, 2010; Bojórquez y Arana, 2014) han expuesto a esta especie al borde de su desaparición. Uno de los esfuerzos emprendidos por distintos grupos académicos como la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco –CIBAC, UAM y la Universidad Nacional Autónoma de México, se han preocupado en la recuperación de las poblaciones naturales del ajolote mexicano, consiste en la rehabilitación de canales para lograr la reintroducción de esta especie. Otro, ha sido la reproducción controlada en cautiverio la cual se centra en el incremento de sus lotes, UMA´s y laboratorios. En cautiverio, la alimentación es un aspecto importante en este anfibio debido a que

su dieta se basa en presas vivas exclusivamente (Ortega 2000; Mena y Servín, 2014; Casa *et al.*, 2004), esta debe cubrir satisfactoriamente las necesidades metabólicas del organismo, es decir, se debe suministrar adecuadamente, en la cantidad correcta y de forma rentable procurando mantener la calidad de agua, para su adecuado desarrollo, crecimiento y reproducción (Prosser, 1991; Negrete *et al.*, 2010). Un aspecto importante de la interrelación entre la proteína y la metionina es la capacidad de ambos para actuar como agentes lipotrópicos a través de su función como un aminoácido en el equilibrio de la proteína o a través de su función como donante de metilo y su participación en el metabolismo de la colina, ácido fólico de la betaína y vitamina B (Young *et al.*, 1955; March y Biely, 1956; Chen *et al.*, 1993). Se afirma que la metionina a base de hierbas como fuente de "metionina activa" es eficaz en su actividad óptima para la acumulación adecuada de proteínas y otras funciones a fin de que alcancen un mejor potencial de crecimiento y rendimiento (Chattopadhyay *et al.*, 2006). También participa como parte del sistema antioxidante celular al formar parte de los sitios activos de enzimas mitocondriales con actividad antioxidante (Schindeldecker y Moosmann, 2015), así como, parte integral de la proteína corporal, debido a que es un precursor de la cistina y una fuente importante de azufre en la dieta (Bender, 1975).

III. ANTECEDENTES DEL PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO SOCIAL

El laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la UAM-X ha sido 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 lotes de organismos sujetas a alguna categoría de riesgo.

IV. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El servicio social se desarrolló en el laboratorio de Limnobiología y Acuicultura a cargo del M. en C. Fernando Arana Magallón y la Dra. Gabriela Vázquez Silva, ubicado en el edificio (W-002) planta baja, 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.

V. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Caracterizar los cuerpos de agua en la Zona Lacustre de Xochimilco para el aprovechamiento, manejo y preservación de los recursos acuáticos y conservación y preservación del medio en lo relativo a la situación que guardan las especies de organismos de interés ecológico y socioeconómico de la Zona Lacustre de Xochimilco, principalmente *Ambystoma mexicanum*, *Cambarellus montezumae*, *Chirostoma jordani*, *Girardinichthys viviparus* y otros.

VI. OBJETIVO ESPECÍFICO DE LAS ACTIVIDADES

Evaluar la respuesta de la adición de metionina a la dieta del ajolote *Ambystoma mexicanum*, mediante su crecimiento y sobrevivencia en condiciones de laboratorio.

VII. ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES

Apoyo al experimento de alimentación en la aplicación de dietas para la alimentación y mantenimiento de los ajolotes.

- Selección de reproductores de ajolote *Ambystoma mexicanum* para su cortejo y reproducción a fin de obtener crías para el experimento de alimentación.
- Recambios de agua con el fin de mantener las condiciones óptimas del medio donde se desarrollarán los ajolotes se apoyará en el recambio total cada viernes y parcial de los estanques, en crías hasta un 50% de la tina diariamente y en adultos cada tercer día hasta un 80%.
- Biometrías con ayuda de un ictiómetro y peso con una balanza analítica tratándose de crías y con una balanza digital para el peso de los adultos, en el apoyo de la medición periódica que se les realiza a los ajolotes que se sujetos a investigación.
- Manejo de alimento vivo (*Tubifex* sp.) utilizado en la alimentación de los ajolotes en etapas larvarias.
- Suplementación del gusano de fango impregnado con metionina, de acuerdo con un 15% en su biomasa.
- Toma de parámetros fisicoquímicos del agua de los acuarios: nitritos NO₃, nitratos NO₂ y amonio NH₄ mediante un fotómetro multiparámetro para acuicultura marca HANNA, pH y temperatura (°C) con un termómetro de mercurio.
- Mantenimiento de los cultivos microalga verde de agua dulce (*Chlorella* spp.) fertilizándola, rotíferos y manejo de cladóceros.

VIII. IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES

Este trabajo contribuirá al conocimiento sobre técnicas de manejo acuícola para la recuperación de las poblaciones naturales de *Ambystoma mexicanum* ya que la suplementación a estos organismos aporta los nutrientes necesarios para un crecimiento eficaz en el menor tiempo posible con un bajo costo. Y así llegar a una maduración sexual pronta para su reproducción, principalmente para el incremento

de las colonias. Además de contribuir en el desarrollo de investigaciones futuras, así como al mantenimiento y creación de proyectos de maestría y doctorado para la preservación de la especie.

IX. APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS

El aprendizaje adquirido en esta investigación se relaciona con el manejo y cultivo de la especie *Ambystoma mexicanum*, algo que no tuve la oportunidad de disfrutar durante mi formación académica. Gracias a eso comprendí mejor el tipo de dieta que necesita esta especie y como suministrarla, además de los cuidados especiales que ésta requiere debido a que necesita un ambiente limpio y una buena temperatura para un mejor desarrollo y para que no contraiga algún tipo de enfermedad.

La medición de estos organismos fue de importancia en la realización de este trabajo debido a que aportó los datos necesarios de talla y peso para ver si el crecimiento de los organismos aumentaba por la suplementación, las biometrías además de eso me ayudaron a tener un adecuado manejo de los organismos a la hora de manipularlos. Las habilidades adquiridas como profesionista de la biología durante el servicio social se centraron en el manejo del ajolote mexicano, como son el sexado, mantenimiento de la calidad del agua, alimentación bajo un programa estandarizado, suplementación de las dietas, manejo propio del alimento vivo, registro de biométricos, control de datos en una bitácora y posteriormente la construcción de la base en excel para el cálculo de variables de crecimiento y su expresión gráfica. Los resultados parciales del apoyo al proyecto de investigación son los que aparecen a continuación:

Se obtuvieron 90 organismos que fueron suplementados con tres dosis diferentes (control, recomendada y doble) durante diez semanas. Los resultados del crecimiento del ajolote con una dieta suplementada a base de metionina se muestra en la tabla 1. Los mayores resultados se registraron en la dosis doble. Los

pesos promedio registrados se muestran en la figura 1a donde se observa que el valor mínimo fue de 53.59 g en el día 24 para la dosis control, mientras que el valor máximo se encontró en la dosis doble con un valor de 69.1 g en el día 80.

En cuanto a la biomasa promedio (Figura 1b), se muestra el valor mínimo en el día cuarenta con 264.57 g para la dosis recomendada, mientras que el valor máximo fue de 344.63 g en el día 70 y dos para la dosis doble.

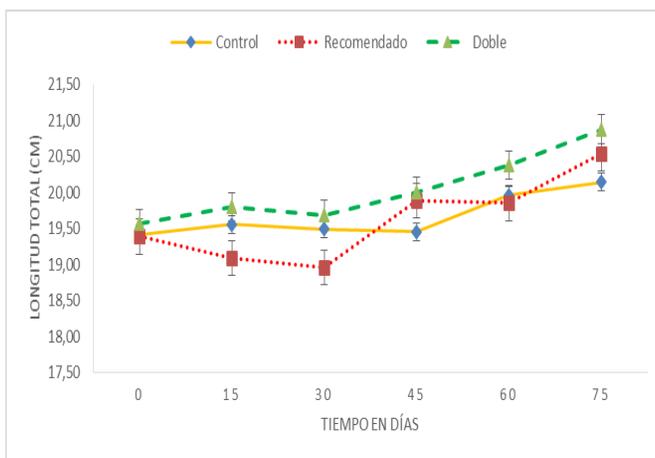
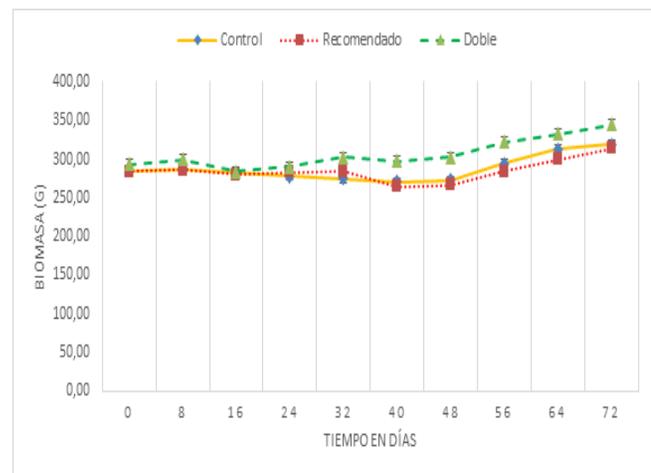
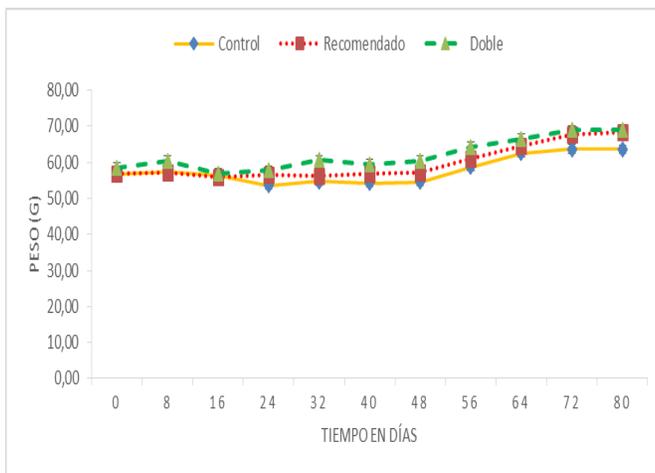
Tabla 1. Resultados de crecimiento y supervivencia de *Ambystoma mexicanum* en distintas dosis del suplemento de metionina en la dieta.

Variables	Control (0%)	Recomendada (0.25%)	Doble (0.5%)
Inicial	56.85± 1.56	56.83± 0.64	58.57± 0.70
Peso (g)			
Biomasa (g)	285.133± 6.24	284.133± 3.19	293.133± 3.55
Longitud Total (cm)	19.42± 0.07	19.39± 0.58	19.56± 0.22
Longitud Hocico-Cloaca (cm).	10.71± 0.09	10.87± 0.19	10.87± 0.13
<i>n</i>	15	15	15
Final			
Peso (g)	63.7± 3.69	68.27± 5.99	69.1± 2.48
Biomasa (g)	318.57± 13.78	313.33± 16.14	344.63± 21.73
Longitud Total (cm)	20.15± 0.29	20.54± 0.41	20.87± 0.20
Longitud Hocico-Cloaca (cm).	10.98± 0.16	11.83± 0.48	11.61± 0.14
Ganancia diaria de peso (g/días).	0.10± 0.03	0.15± 0.08	0.15± 0.02
Tasa específica de crecimiento (%).	0.09± 0.04	0.12± 0.11	0.12± 0.03
Incremento de peso (g).	6.85± 2.39	11.44± 6.30	10.53± 1.93
Consumo (g/semana).	63.52± 12.77	62.92± 12.42	65.75± 5.90
Supervivencia (%).	100	93.33	100

n	15	14	15
---	----	----	----

La figura 1c indica los datos registrados de longitud total en donde el valor máximo se observa en el día 70 y cinco en la dosis doble con un valor de 20.87 cm y el valor mínimo se observa en el día treinta en la dosis recomendada con un valor de 18.96 cm. Por otra parte, en la longitud cloacal (figura 1d), se observa el valor máximo en el 70 y cinco con un valor de 11.83 cm, mientras que el valor mínimo es de 10.43 en el día 15, ambos valores en la dosis recomendada.

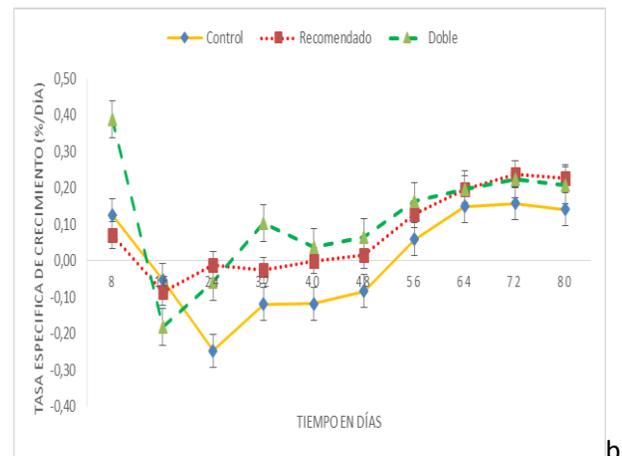
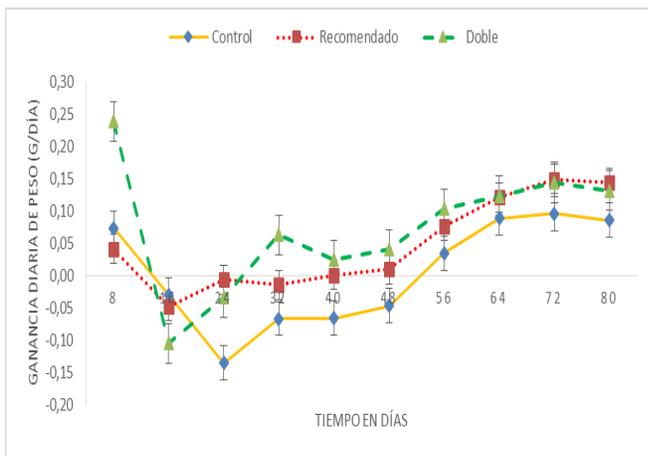
En la figura 2a se muestra la Ganancia Diaria de Peso es mayor en el día 8 para la dosis doble con un valor de 0.24 d/día y es menor en el día 24 con un valor de -



0.14 g/día para la dosis control.

Figura 1. Variables de crecimiento en a) peso, b) biomasa, c) longitud total y d) longitud hocico cloaca de ajolotes juveniles alimentados con dieta adicionada con metionina bajo condiciones de laboratorio.

Los datos registrados para la tasa específica de crecimiento (figura 2b) mostraron el valor mínimo en el día 24 para la dosis control con un valor de -0,25 %/día, mientras que el valor mínimo es de 0.39 en el día ocho para la dosis doble. El valor máximo para el incremento de peso (figura 2c), es de 11.44 g en el día 80 y el mínimo es de -0.77 g en el día dieciséis, ambos para la dosis recomendada. En la figura 2d se observa el valor mínimo para supervivencia es de 93.33 % del día 32 al día 80 en la dosis recomendada, mientras que no hubo variación en las otras dosis con un valor de 100 %.



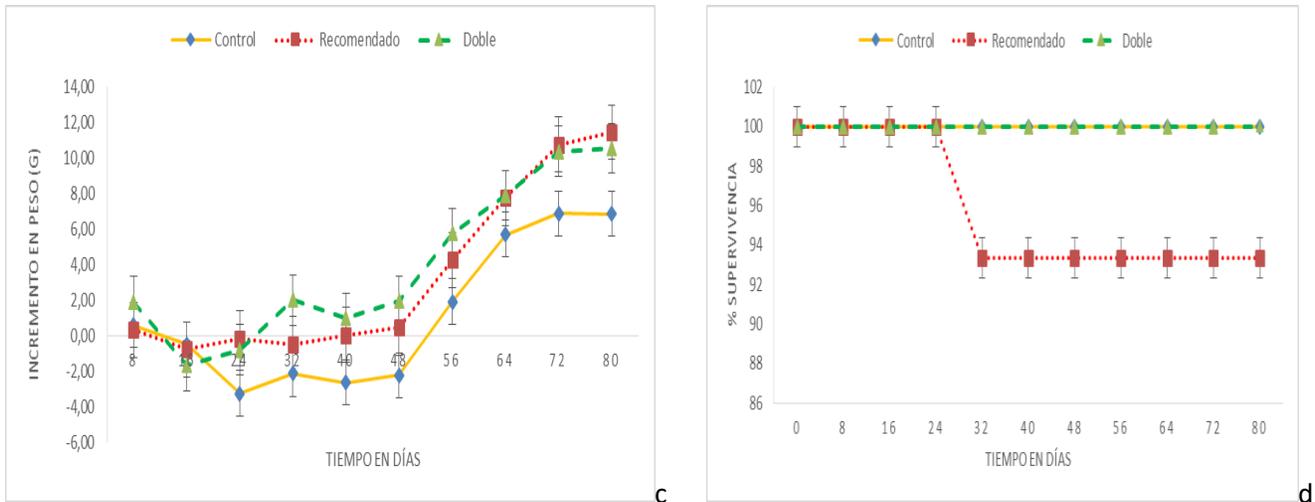
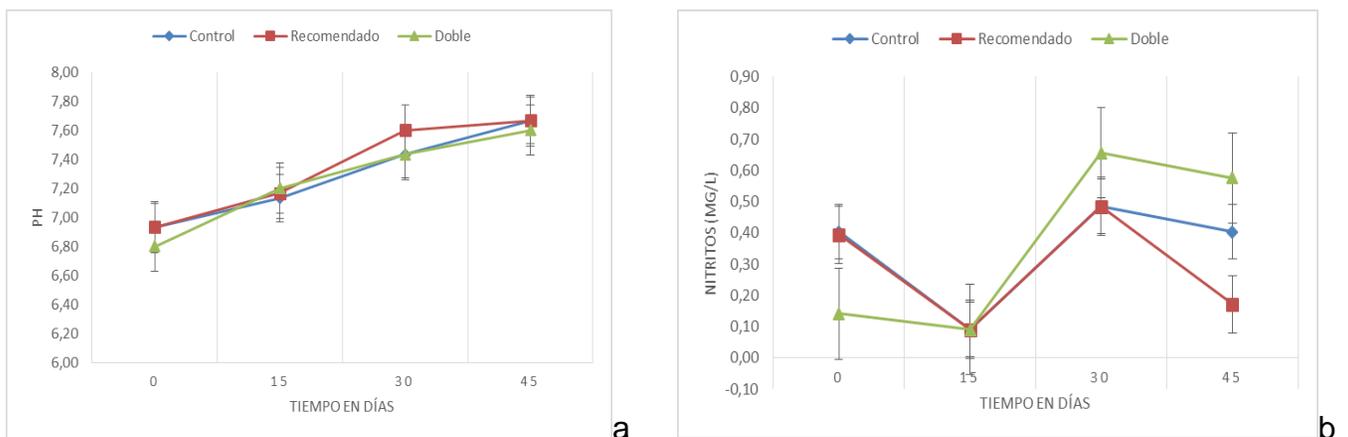


Figura 2. Variables de crecimiento en a) Ganancia Diaria de Peso, b) Tasa Específica de Crecimiento, c) Incremento en Peso y supervivencia d) porcentaje de organismos vivos del ajolote *A. mexicanum* juveniles alimentado con dieta adicionada con metionina bajo condiciones de laboratorio.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos se muestran en la figura 3: El valor mínimo registrado para pH (figura 3a) es de 6.80 en el día 0 para la dosis doble, mientras que el valor máximo es de 7.67 en el día 45 para la dosis control. El valor máximo de nitritos (figura 3b) es de 0.66 mg/L en el día 30 para la dosis control y el valor mínimo es de 0.09 mg/L en el día 15 para las tres dosis. De acuerdo con los datos de nitratos (figura 3c) el valor mínimo es de 1.5 mg/L en el día 45 para la dosis recomendada y el valor máximo es de 15.9 mg/L en el día 30 para la dosis doble.



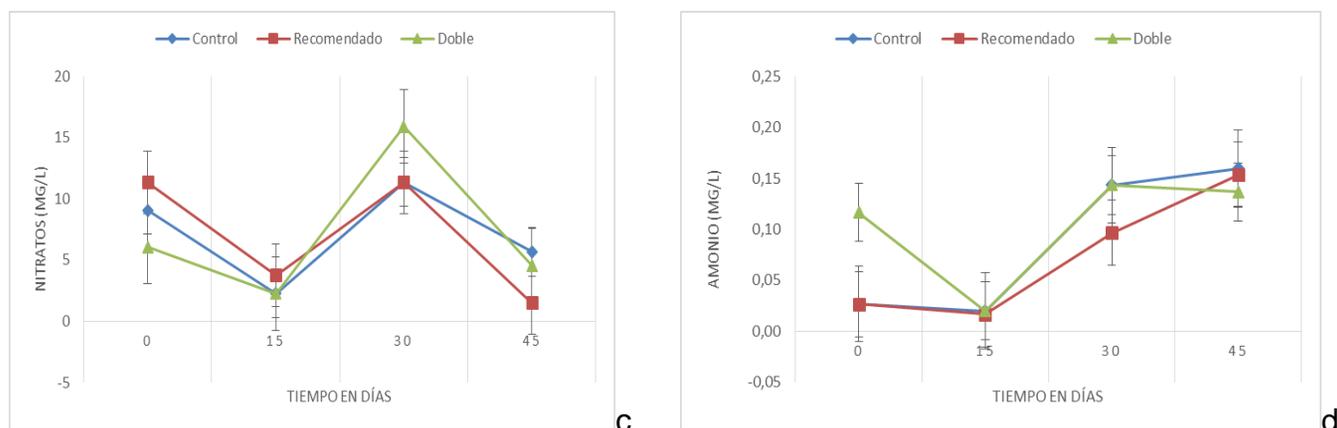


Figura 3. Variables de parámetros fisicoquímicos a) pH, b) Nitritos, c) Nitratos y d) amonio en el agua de cultivo del ajolote *A. mexicanum* juveniles alimentado con dieta adicionada con metionina bajo condiciones de laboratorio.

En el día cuarenta y cinco se registró el mayor valor de amonio (figura 3d) con un valor de 0.16 mg/L en la dosis control, mientras que el menor valor es de 0.02 en el día quince para las dosis control y doble. Los parámetros fisicoquímicos en general se encuentran dentro de lo reportado para la calidad del agua del ajolote.

X. FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES

La Zona Lacustre de Xochimilco (ZLX) es un ecosistema que aún sostiene especies endémicas como peces y anfibios del género *Chiostoma*, *Girardinichthys* y *Ambystoma*, manejar a estos géneros en términos de su mantenimiento, alimentación y reproducción son fundamentales para adentrar al biólogo a conocimientos relacionados con su profesión, además representa uno de los pilares en la enseñanza aprendizaje de la UAM-X que tienen como objetivo formar profesionales capaces de realizar actividades y habilidades científicas en el manejo de los recursos naturales bióticos, además las especies en cuestión son de importancia biológica ecológica, evolutiva, social, cultural y económica de la zona ya que otro de los objetivos de la UAM-X es formar profesionales capaces de atender problemáticas reales y actuales del país que pese a la presión de la mancha urbana, llama su atención que todavía existen en el distrito federal en los canales de Xochimilco.

Respecto a los anfibios, el país cuenta con varias especies de urodelos, especialmente la zona lacustre de Xochimilco en la Ciudad de México alberga uno de anfibios más emblemáticos conocido como ajolote de Xochimilco o axolotl *Ambystoma mexicanum* el cual está asociado a la cultura prehispánica (Valiente *et al.*, 2010). Esta especie es una salamandra neoténica que ha sufrido una fuerte reducción de sus poblaciones la cual se debe entre otras causas a la transformación del hábitat (Zambrano *et al.*, 2007) ocasionada por el incremento de zonas urbanas, ganadería, pérdida de vocación de las chinampas e introducción de especies exóticas (Zambrano *et al.*, 2009). Las actividades humanas en el hábitat del ajolote han generado que la calidad del agua disminuya, primordialmente por el aporte de bacterias provenientes de descargas de aguas residuales, la ganadería que producen una contaminación biológica, el aporte de nutrientes por el uso de fertilizantes, materia orgánica y metales pesados, así como por la introducción de especies alóctonas.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bender, D.A., 1975. Amino acid metabolism. John Wiley and Sons. Ltd., 1 Ed., New York, USA, pp: 112-142
- 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
- Carrillo, I. 2016. Un Dios en peligro de extinción. National Geographic en Español. 39 (03): 82-99
- Casas, G., R. Cruz, X. Aguilar. 2003. Un regalo poco conocido de México para el mundo: el ajolote o axolotl (*Ambystoma*: Caudata: Amphibia) con algunas notas sobre la crítica situación de sus poblaciones. Ciencia ergo sum. 10-3:304-308

- Contreras, V., E.M. Martínez, E. Valiente, L. Zambrano. 2009. Recent decline and potential distribution in the last remnant area of the microendemic Mexican axolotl (*Ambystoma mexicanum*). *Biological conservation*, 142: 2881-2885
- Chattopadhyay, K., M.K. Mondal y B. Roy. 2006. Comparative Efficacy of DL-Methionine and Herbal Methionine on Performance of Broiler Chicken. *International Journal of Poultry Science* 5 (11): 1034-1039
- Chen, F., S.L. Noll, P.E. Waibel and D.M. Hawkins, 1993. Effect of folate, vitamin B and choline 12 supplementation on turkey breeder performance. *Poult. Sci.*, 72: 73-77
- Diario Oficial de la Federación (DOF) 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, 30 Diciembre 2010
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna of Mexico: 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
- Frost, D. R. 2013. *Amphibian species of the World: an online reference*. Version 5.6 American Museum of Natural History, New York, USA; <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/> index.html. (Acceso 9 Enero 2016)
- Huang T. Y., C. C. Chang, N. C. Cheng, M. H. Wang, L. L. Chiou, K. L. Lee, and H. S. Lee. 2017. Re-epithelialization of large wound in paedomorphic and metamorphic axolotls. *Journal of Morphology*, 278: 228-235
- IUCN, 2014. The IUCN Red List of Threatened Species [<http://www.iucnredlist.org>].

- March, B. and J. Biely, 1956. Folic acid supplementation of high protein- high fat diets. *Poult. Sci.*, 35: 550551
- Mena, G.H y Z.E. Servín. 2014. Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Laboratorio de Restauración Ecología. p 34
- Molina-Vázquez A.H. 2010. El ajolote de Xochimilco. *Ciencias*, 98:54-59
- Negrete, R, P., J.J. Romero., G.S. Cruz. y L.E. Guzmán. 2010. *Oedogonium capillare* (Linnaeus) (Kuetzing, 1845) como estrategia para purificar alimento vivo *Tubifex tubifex* (Muller, 1974) para peces. *Veterinaria México*. 41 (3):201-210
- Olivia, B.L. 2014. El axolote en grave riesgo de desaparecer. Academia de Ciencias Mexicanas. <http://www.comunicación.amc.edu.mx/comunicados/el-axolote-en-grave-riesgo-de-desaparecer> (Acceso 19 Octubre 2019)
- Ortega, C.A.J. 2000. El ajolote. *Elementos: ciencia y cultura*. 6(036):55-57
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S460-S466
- Prosser, C.L. 1991. *Comparative animal physiology, environmental and metabolic animal physiology*. Wile-Liss Inc., New York. P. 578
- Satoh A., K. Mitogawa, and A. Makanae. 2015. Regeneration inducers in limb regeneration. *Development, Growth and Differentiation*, 57:421-429
- Schindeldecker, M., & Moosmann, B. (2015). Protein-borne methionine residues as structural antioxidants in mitochondria. *Amino acids*, 47(7), 1421-1432

- Taylor A. J., and C. W. Beck. 2012. Histone deacetylases are required for amphibian tail and limb regeneration but not development. *Mechanisms of development*, 129: 208-218
- Valiente, C.E., A. Tovar., G. Homan., D. Eslava-Sandoval y L. Zambrano. 2010. Creating Refuges for the Axolotl (*Ambystoma mexicanum*), *Ecological Restoration*. 28 (3): 257-259
- Young, R.J., L.C. Norris and G.F. Heuser, 1955. The chick's requirement for folic acid in the utilization of choline and its precursors betaine and methylaminoethanol. *J. Nutr.*, 55: 362-535
- Zambrano, L., E. Vega., L.G. Herrera., E. Prado y V.H. Reynoso. 2007. A population matrix model and population viability analysis to predict the fate of endangered species in highly managed water systems. *Animal Conservation*. 10:297–303
- Zambrano, L., V. Contreras., M. Mazari-Hiriart y A.E. Zarco- Arista. 2009. Spatial heterogeneity of water quality in a highly degraded tropical freshwater ecosystem. *Environmental Management*. 43:249–263