

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL**  
**MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

**Efecto de la suplementación de nucleótidos en *Ambystoma Velacy***

**PRESENTADORA DE SERVICIO SOCIAL:**

Fierros Castillo Cristina Elena

**MATRICULA:** 2162028053

**ASESORES:**

  
Dra. Gabriela Vázquez Silva

No. Económico 30288

Dr. José Antonio Martínez García

No. Económico 26263

**Lugar y periodo de realización:**

Laboratorio de Limnología, Departamento de Producción Agrícola y Animal.  
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

1ro de febrero al 1ro de agosto del 2022

## Índice

Resumen	3
Introducción	3
Justificación	4
Marco Teórico	4
Objetivos	5
Metodología	5
Objetivos y metas alcanzadas	6
Actividades realizadas	6
Resultados y discusión	7
Conclusión	10
Recomendaciones	10
Bibliografía	11

## Resumen

En este trabajo se tuvo la hipótesis de que si se suplementaba a los ajolotes con nucleótidos se cumpliría el objetivo de incrementar su peso y longitud. Los nucleótidos son esteres fosfato de pentosas con bases nitrogenadas (purina y pirimidina), estos son provechados por los organismos en piel, mucosa intestinal, células sanguíneas y células del sistema inmune, etc; existen dos vías para que el organismo obtenga los nucleótidos, la endógena y la exógena (mediante la dieta) que es la que estaremos controlando en el presente proyecto. Para este estudio se siguió el desarrollo de 216 ajolotes de 1 año de edad que estaban en 24 acuarios. Divididos en 8 cajas sin suplementación (cajas control), 8 cajas para una dosis media y 8 para dosis alta, dividido ya que se realizó una repetición. Se realizó un control con el programa Excel (2017), se realizaron los cálculos de mg de nucleótidos y tubifex que correspondían para cada acuario. Se midieron otras variantes que pudieran influir como la calidad del agua, que incluye parámetros como nitritos, nitratos, pH, temperatura, amoníaco y amonio. En conclusión, no se encontró diferencias significativas para determinar que los nucleótidos influyen en la longitud y peso de los ajolotes, ya que se obtuvo un crecimiento similar con el grupo control.

**Palabras clave:** Ajolotes, crecimiento, nucleótidos, suplemento

## Introducción

Los ajolotes, *Ambystoma Velacy*, son anfibios del orden Urodela, que pertenece a la familia Ambystomatidae, misma que agrupa a las salamandras. (Aguilar, et al., 2013). El ajolote como anfibio es carnívoro estricto y posee un tracto gastro intestinal relativamente corto y simple (Mena y Servín, 2014) Los ajolotes bajo cuidado humano son alimentados con alimento vivo, por lo que en este caso se utilizó el *Tubifex tubifex*. Según lo descrito por Mena y Servín (2014), el *Tubifex* pertenece a la familia *Oligochaetidae*, es conocido como “tubi”, que por reunir las características de sabor y nutrientes que requieren los animales acuáticos, es comúnmente utilizado (8.1% de proteína cruda, 2% de lípidos, 1.9% de extracto libre de nitrógeno (Negrete et al., 2010) , a veces su uso no es muy recomendado dado a su alta cantidad de colesterol. Por otro lado, los nucleótidos son esteres fosfato de pentosas en los que las bases nitrogenadas derivan de la purina y pirimidina, estos se utilizan en la alimentación infantil y se sabe que su aporte en la dieta ayuda al mantenimiento de un crecimiento adecuado y de la proliferación celular (Cilla et al., 2012). Estos se han utilizado en animales para el rápido crecimiento y la reparación de la mucosa gastrointestinal, células del sistema inmune, hígado y el tejido del

cerebro (Frankic et al., 2006). Dado los efectos que se han tenido en otros experimentos en animales, se espera que los nucleótidos ayudaran a los ajolotes a llevar un crecimiento más rápido.

## **Justificación**

Los ajolotes *Ambystoma Velacy* son anfibios en peligro de extinción que se encuentran en la lista roja, son poco estudiados, especialmente en su alimentación por lo que encontrar una alimentación suplementada que ayude a mantenerlos saludables en cautiverio es indispensable.

## **Marco teórico**

Según lo descrito por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2018) existen 33 especies dentro del género *Ambystoma*, estas se distribuyen en Norteamérica desde el suroeste de Alaska y sur de Canadá, hasta el Altiplano Mexicano. En México se encuentran 17 especies distribuidas en el noreste y centro del país, 16 son endémicas, lo que representa más del 85% del total de especies de *Ambystomas* que habitan en México (Parra et al., 2014). De las 16 especies endémicas 15 se encuentran listadas en alguna categoría de riesgo; tres están clasificadas como amenazadas (A) y los doce restantes como sujetas a protección especial (Pr), en esta categoría se encuentra la subespecie *Ambystoma Velacy* en la que estará enfocado este proyecto (NOM-059- SEMARNAT, 2010). En el programa de conservación de especies se menciona que no existen datos específicos de la alimentación de *Ambystoma Velacy*, sin embargo, se piensa que se alimentan principalmente de invertebrados terrestres y acuáticos pequeños (SEMARNAT, 2018). La alimentación es una parte fundamental para el desarrollo y salud animal, ya que afecta directamente la nutrición del mismo, estudios anteriores en humanos y otros animales generalmente mamíferos, han demostrado que los nucleótidos tienen un papel nutricional clave para la maduración de estos tejidos en períodos de desarrollo intenso, como el período de lactancia o crecimiento (Borda, 2018). Los nucleótidos están compuestos por una base nitrogenada (purina o pirimidina), una pentosa y uno o más grupos fosfatos (Lama y Gil-Alberdi, 1998). Sus funciones están relacionadas con la regulación del metabolismo de lipoproteínas, la modificación del microbiota intestinal, la proliferación y diferenciación de eritrocitos y la estimulación y modulación del sistema inmunitario (Cilla et al., 2012). Los nucleótidos no son considerados esenciales, sin embargo, son muy importantes para el organismo, especialmente durante el crecimiento rápido (Lama y Gil-Alberdi, 1998).

## Objetivos

### General

- Caracterizar si la alimentación con nucleótidos mejora el crecimiento de los ajolotes *Ambystoma Velacy*

### Específicos

- Enriquecer con nucleótidos el alimento vivo (Tubifex)
- Aumentar de peso a los individuos alimentados con nucleótidos

### Metodología

Los resultados descritos a continuación de llevaron a cabo en el laboratorio de Limnología del edificio W, en el laboratorio de Ensayos Metabólicos del edificio F de la UAM Xochimilco , los siguientes datos fueron proporcionados por la Doctora Gabriela Vázquez Silva.

### Animales de estudio

En el siguiente estudio se trabajó con ajolotes *Ambystoma velascy tigrinum*. Se pesaron y midieron semanalmente 216 ajolotes de un año de edad divididos en 24 acuarios con las siguientes medidas: 31.6 x 38.4 x 50.5 cm de tal forma que al inicio del estudio se equilibraron en el peso entre los ajolotes de los acuarios. Después se asignaron 4 acuarios para cada uno de los tratamientos (acuario control, acuario dosis media y acuario dosis alta) con su respectiva repetición.

### Tratamientos

Se realizó un experimento por bloques, se acomodaron 9 ejemplares de *Ambystoma Velacy* en cada acuario, de tal manera en que entre unidades experimentales el peso estará en el mismo rango, teniendo 8 unidades experimentales como testigos (sin agregación de nucleótidos), 8 unidades experimentales con dosis media (con una medida de nucleótidos) y 8 unidades experimentales con dosis alta (con una dosis doble de nucleótidos). Para proporcionar el porcentaje de alimento se utilizó la bimesa del tubifex de 5%, cantidad apropiada para la etapa fisiológica de los ajolotes. Una vez que se tuvieron los nucleótidos necesarios, se diluyeron en agua para mezclarlos con el *Tubifex* y se dejaron reposar por unos minutos para que los gusanos los ingieran y se enriquecieran con ellos. Después, se vaciaron los recipientes de la mezcla de *Tubifex* y nucleótidos en las cajas.

Para realizar el seguimiento del proyecto, se pesó el alimento que se ofrecía y cuanto alimento se dejaba o rechazaba. La dosis del alimento se iba modificando cada semana mientras el peso de los ajolotes iba en incremento, esto mediante una base de datos en Excel en la cual el peso promedio de los acuarios de coloco en

Kg, se elevó a la potencia de 0.68, el cual es el peso vivo correspondiente a las salamandras (este dato es el mas cercano conocido al peso vivo y metabólico del ajolote), este se multiplico por 0 (para los acuario control), por 96 (para una dosis media ) y por 192 ( para una dosis alta) respectivamente; y esto finalmente se multiplico por la cantidad de ajolotes, para finalmente determinar la cantidad de nucleótidos para cada acuario.

La biomasa de los ajolotes en gramos se calculó multiplicando el peso promedio de los acuarios en gramos por el número de ajolotes en cada una de ellos. Para conocer los gramos de Tubifex para cada acuario se dividió la biomasa del Tubifex entre 100, multiplicándolo por el resultado obtenido anteriormente.

Dentro de los otros parámetros medidos se encontraba la calidad del agua, en este ámbito se incluyeron los nitratos, nitritos, pH, temperatura, amonio y el valor real del amonio, esto dentro de los primeros 15, 30 y 45 días. Este procedimiento se realizo con kits para medir los mismos con el agua de los acuarios, la temperatura se midió con termómetros y para el pH, se utilizó un potenciómetro. Las variables evaluadas en los ajolotes fueron peso inicial, peso final, ganancia diaria de peso y consumo de alimento.

### **Objetivos y metas alcanzadas**

Se alcanzaron todos los objetivos y las metas establecidas al inicio del experimento.

### **Actividades realizadas**

- Pesaje diario de los ajolotes
- Pesaje diario del tubifex
- Pesaje diario de nucleótidos
- Suplementación del tubifex con nucleótidos
- Armar las raciones de alimento en las cantidades adecuadas de acuerdo con los pesos registrados
- Alimentación de los ajolotes con tubifex enriquecido con nucleótidos
- Observación y análisis del crecimiento de los ajolotes

## Resultados y discusión

Se determino mediante un análisis de datos que no existieron diferencias significativas entre tratamientos únicamente hay diferencia en el consumo en el caso del grupo control con respecto a los de dosis media y alta. Este también tuvo un efecto cuadrático (Cuadro 1.1)

Cuadro 1.1 Valores estadísticos de las mediciones de peso, consumo y conversión alimenticia.

	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
Pi	69.87	70.44	69.80	0.34	0.53	0.40
Pf	80.67	82.72	81.75	0.93	0.77	0.50
GDP	0.22	0.25	0.24	0.01	0.32	0.36
CA	46.64	49.10	49.83	3.58	0.53	0.84
CT	488.97	572.34	580.33	12.71	<0.0001	0.02

Pi = peso inicial , Pf = peso final , GDP = ganancia diaria de peso , CA = conversión alimenticia , CT= consumo total, EEM= Diferencia estándar de la media.

Esto sucedió ya que los ajolotes en los tratamientos de dosis media y alta si recibían nucleótidos, pese a esto , no hubo diferencia entre ellos , mientras que con respecto al tratamiento control si existió, ya que fueron solo alimentados con alimento vivo. Se sabe que los ajolotes en crecimiento normal llegan a medir en promedio 25.7 cm de largo de la cabeza hasta la cola, e individuos mayores a los 30 cm son raros y llegan a pesar de 60 a 110 g, y en promedio 85 g (Aguilar, et al., 2013) En este experimento podemos observar que casi llegaron a este peso.

Según lo reportado por Borda (2018), un estudio con lechones demostró que la suplementación de nucleótidos permitió reducir de forma significativa la atrofia de las vellosidades característica propia del destete y pueden ayudar a evitar la aparición de diarreas por lo que se incremento el crecimiento. En nuestro estudio pudo haber influido también la edad de los mismos ajolotes.

Un dato interesante es el hecho de que existió una diferencia significativa entre el consumo total del grupo control y los grupos alimentados con nucleótidos (tanto dosis media como dosis alta) y esta variable tiende a comportarse de manera lineal, es decir a mayor cantidad de nucleótidos agregados, mayor consumo (Cuadro 1.1).

En el Cuadro 1.2 Se puede observar las longitudes a la cloaca inicial y final, en las que se cometió un error posiblemente por el difícil manejo de los ejemplares al momento de medirlos, por lo que parece que los ejemplares se redujeron, sin embargo, eso no es posible. Con respecto a la longitud total inicial se observa que no hay diferencia significativa entre tratamientos, es decir al inicio del experimento, los ajolotes estaban en el mismo rango de longitud total. La longitud final si fue medida bien sin embargo no existió diferencia entre tratamientos y tampoco tiene un efecto lineal.

Cuadro1.2 Valores de longitud a la cloaca y longitud total.

	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
LCi	94.43	93.95	94.68	0.57	0.76	0.39
LCf	91.53	92.81	91.97	1.04	0.77	0.42
Lti	176.66	176.77	177.7	1.21	0.55	0.78
LTf	180.98	181.78	181.85	1.24	0.62	0.81

LCi= longitud a la cloaca inicial , LCf = longitud a la cloaca final , LTi= longitud total inicial , LTf= longitud total final y EEM= Diferencia estándar de la media.

En cuanto a los parámetros del agua, hablando de los valores de amonio (Cuadro 2), se pudo observar una diferencia significativa, entre el tratamiento control y el tratamiento con dosis alta de nucleótidos, en los días 15 y 30, teniendo un comportamiento lineal, es decir a mayor cantidad de nucleótidos suministrados, mayor cantidad de amonio. Los datos del día 45 probablemente son errados.

Cuadro 2. Valores estadísticos de Amonio.

Días	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
15	3.37b	4.73ab	5.63 <sup>a</sup>	0.42	0.0	0.66
30	4.90b	6.1 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	0.26	0.0	0.07
45	6.1a	6.1 <sup>a</sup>	6.1a	0	-	

EEM= Diferencia estándar de la media.

De acuerdo al kit de medición de parámetros , el amonio puede incrementarse por materia orgánica en descomposición por lo que a mayor cantidad de tubifex enriquecido , mayor rechazado, mayor descompuesto y mayor cantidad de amonio. El amonio puede tener diferentes efectos negativos como afectar la reproducción, el crecimiento e incluso causar la muerte(Cultura científica, 2018).

En cuanto a el valor real del amonio (Cuadro 3), podemos observar que no existió diferencia significativa entre tratamientos y que el día 15 fue cuadrático.

Cuadro 3. Valor del amonio real.

Días	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
15	0.00a	0.01 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00	0.50	0.02
30	0.02 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.00	0.11	0.34
45	0.01 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.00	0.17	0.62

EEM= Diferencia estándar de la media.

En cuanto a los valores de nitratos encontrados en el agua (Cuadro 4), se puede observar que solo existen diferencias significativas en el día 30 con un efecto lineal, es decir a mayor concentración de nucleótido mayor cantidad de nitratos.

Cuadro 4. Valores de nitratos

Días	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
15	13.75	18.12	5.62	5.23	0.28	0.20
30	59.37	11.87	6.25	9.82	0.0	0.09
45	46.25	40	25	10.17	0.15	0.72

EEM= Diferencia estándar de la media.

El incremento de nitritos se puede explicar de la misma forma que el incremento del amonio, por materia orgánica en descomposición siguiendo el mismo orden antes mencionado; a mayor cantidad de tubifex enriquecido, mayor rechazado, mayor descompuesto y mayor cantidad de nitratos.

Los valores de nitritos (Cuadro 5) en el día 30 tuvieron diferencia significativa entre el tratamiento control y los tratamientos con nucleótidos, sin embargo, en los otros días no existió la misma relación.

Cuadro 5. Valores de nitritos

Días	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
15	0.41 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.17	0.84	0.07
30	2.45 <sup>a</sup>	0.92 <sup>b</sup>	0.91 <sup>b</sup>	0.35	0.0	0.10
45	2.28 <sup>a</sup>	2.16 <sup>a</sup>	1.60 <sup>a</sup>	0.43	0.27	0.68

EEM= Diferencia estándar de la media.

La importancia de medir este ion es que su presencia indica contaminación, en seres humanos esta reportado que los nitritos reaccionan con la hemoglobina (el transportador de oxígeno en la sangre) y evita la transportación de oxígeno. El resultado es una disminución en el suplemento de oxígeno al cuerpo (Singler y Bauder, sin año)

En cuanto al pH se observa que no existen diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, en los días 30 y 45 podemos observar un efecto lineal (cuadro 6).

Cuadro 6. Valores de pH.

Días	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
15	6.60 <sup>a</sup>	6.79 <sup>a</sup>	6.66 <sup>a</sup>	0.08	0.57	0.13
30	7.12 <sup>a</sup>	6.97 <sup>a</sup>	6.82 <sup>a</sup>	0.09	0.04	0.99
45	6.60 <sup>a</sup>	6.74 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	0.07	0.02	0.98

EEM= Diferencia estándar de la media.

La temperatura en el día 15 tuvo una relación lineal y una diferencia entre tratamientos, algo muy curioso es el hecho que aun que los tratamientos 0 y 192 son diferentes, no existe diferencia entre 0 y 96 ni entre 96 y 192.

Cuadro 7. Valores de temperatura.

Días	Tratamientos			EEM	Efecto	
	0	96	192		Lineal	Cuadrático
15	18.52 <sup>a</sup>	18.37 <sup>ab</sup>	18.17 <sup>b</sup>	0.09	0.01	0.83
30	17.50 <sup>a</sup>	17.62 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>	0.21	1	0.64
45	17.62 <sup>a</sup>	17.50 <sup>a</sup>	17.37 <sup>a</sup>	0.33	0.60	1

EEM= Diferencia estándar de la media.

### Conclusión

Como conclusión podemos decir que a pesar de que el nucleótido no influyo en la longitud y el peso de los ejemplares, se incrementó el consumo total de alimentos con la suplementación de nucleótidos sin diferencias significativas entre el tratamiento 96 y 192.

### Recomendaciones

Puesto que no se obtuvieron resultados significativos en el desarrollo de los ajolotes y que, además, se desconoce si los aumentos en los pesos se debieron 100% a los nucleótidos, se recomienda realizar este experimento por un periodo de tiempo más largo. Es posible que en un periodo de un año pudiera verse el verdadero efecto que los nucleótidos tienen al ser incluidos en la dieta de estos ejemplares.

## Bibliografía

Aguilar, J., López, J y Villar, C. (2013). Axolotl, letra por letra. El color de la ciencia, 64(2), 78-83.

[http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/64\\_2/PDF/Axolote.pdf](http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/64_2/PDF/Axolote.pdf)

Borda, E. (2018). Uso de nucleótidos en nutrición animal. NutriFORUM, 2018, 106-111. [https://nutrinews.com/wp-content/uploads/2018/03/ELISABET-BORDA-nutriFORUM2018\\_memorias.pdf](https://nutrinews.com/wp-content/uploads/2018/03/ELISABET-BORDA-nutriFORUM2018_memorias.pdf)

Cilla, A., Lacomba, R., García, G y Alegría, A. (2012). Prebióticos y nucleótidos en alimentación infantil; revisión de la evidencia. Nutrición Hospitalaria, 27(4), 1037–1048.

<https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.4.5811>

Cultura científica. (2018). Folleto informativo amoniaco. 5 de febrero del 2022, de Cultura científica Sitio web:

[https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guida](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guida)

Frankic, T., Pajk, T., Rezar, V., Levart, A y Salobir, J. (2006). The role of dietary nucleotides in reduction of DNA damage induced by T-2 toxin and deoxynivalenol in chicken leukocytes. Food and Chemical Toxicology, 44(11), 1838–1844. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2006.06.002>

Mena, H y Servín, E. (2014). Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*). Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, 4-35.

<http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/1952>

Negrete, P., Romero, J., Cruz, S y Guzmán, E. (2010). *Oedogonium capillare* (Linnaeus) (Kuetzing, 1845) como estrategia para purificar alimento vivo *Tubifex tubifex* (Müller, 1974) para peces. Veterinaria México, 41(3), 201–210. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922010000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922010000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Lama, R y Gil-Alberdi, B. (1998). Efecto de la suplementación dietética con nucleótidos sobre la diarrea en el lactante sano. Anales españoles de pediatría: Publicación oficial de la Asociación Española de Pediatría (AEP), 48(4), 371-376.

<https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/48-4-8.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales. (2010, Diciembre 30). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies

nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5173091](https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091)

Singler, A y Bauder, J. (sin año), Nitrato y Nitrito. Estados Unidos: Universidad Estatal de Montana.  
en <https://goo.gl/rjwCCB>

SEMARNAT, 2018. Programa de Acción para la Conservación de las Especies *Ambystoma spp*, SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018).  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444128/PACE\\_Ambystoma2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444128/PACE_Ambystoma2.pdf)

Parra, G., Flores, O y Mendoza, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85, 460–466.  
<https://doi.org/10.7550/RMB.32027>