

---

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

PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

## Título

# Producción de larvas de *Tenebrio molitor* como complemento alimenticio en crías de peces de interés de cultivo comercial

QUE PRESENTA EL ALUMNO

**Diego Velázquez Rodríguez**

Matrícula: 2182030728

### ASESORAS INTERNA

MCA. Araceli Cortes García

Laboratorio de Reproducción, Genética y Sanidad Acuícola DEHA-UAM.

Dra. Beatriz Schettino Bermúdez

Laboratorio de Bromatología Departamento Agrícola y Animal UAM-X

Ciudad de México Noviembre, 2022

## Contenido

Resumen .....	1
Introducción .....	1
Marco institucional .....	2
Ubicación geográfica .....	2
Fundamento de las actividades .....	3
Objetivo general.....	5
Objetivos particulares .....	6
Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas .....	6
Referencias .....	9

## Resumen

El servicio social fue realizado para la aplicación de la producción de *Tenebrios* como alimento en peces, por el interés de tener otras alternativas de obtener fuente alterna de proteína, se planteó la propuesta de montar el experimento en casa para optimizar tiempo de movilización y gasto de traslado, permitiendo que paralelo se concluyeran los últimos trimestres de la licenciatura en biología.

La producción de *Tenebrio molitor* se inició con la selección de parejas de insectos adultos, bajo condiciones ambientales de 25 a 28° C de temperatura y ausencia de luz, alimentadas con avena, harina de trigo, salvado de trigo, trozos de naranja, zanahoria, betabel, papa, pepino, toronja, manzana, lechuga y espinaca. Al paso de 60 días se comenzaban a retirar las larvas más grandes.

Palabras clave: ciclo de vida, alimentación de *Tenebrio*, condiciones ambientales.

## Introducción

El *Tenebrio molitor* es un coleóptero de color castaño oscuro de cuerpo compacto con bordes paralelos, tiene un ciclo holometábolo que presenta 3 fases (larva - pupa/crisálida - adulto). El insecto vivo está compuesto por 20% de proteína, 13% de grasa, 2% de fibra y 62% de agua, mientras que las larvas secas se componen aproximadamente de 53% de proteína, 8% de grasa, 6% de fibra, y 5% de agua. En la Acuicultura, con frecuencia se observa que los alimentos no contienen los nutrientes que las especies requieren para su óptimo crecimiento. Uno de los factores limitantes es la obtención y producción de alimentos que cubran todos los requerimientos para las especies de cultivo y que resulten costeables. En términos del valor nutricional, la larva de *T. molitor* resulta una alternativa viable como fuente de proteína en la alimentación animal, similar a otras fuentes proteicas como la harina de soya y pescado. Comparada con estas materias primas la cría de insectos utilizada para la alimentación animal presenta ciertas ventajas: resulta seguro y no afecta la salud y bienestar de los organismos e incluso podría inducir a una mejor respuesta inmunitaria adaptativa y humoral contra agentes infecciosos.

## Marco institucional

La UAM unidad Xochimilco es una institución que imparte educación superior, con el compromiso de la formación de profesionales con capacidad para identificar y resolver problemas, trabajar en equipos interdisciplinarios con un fuerte compromiso social. Desarrolla investigación orientada a la solución de problemas socialmente relevantes; brinda servicio a partir de un modelo que integra la investigación y la docencia, así como preserva y difunde la cultura (Secretaría de cultura, s/f).

La universidad ha establecido que para la obtención del título de Licenciado en Biología, es necesaria la prestación del servicio social por parte de los estudiantes, es una obligación de los estudiantes realizar una práctica profesional en la cual se desarrollan conocimientos obtenidos en la licenciatura, ésta práctica no solo trata de contribuir a la formación académica y capacitación profesional del prestador sino fundamentalmente de que sus resultados produzcan beneficios a la sociedad y al estado. Finalmente el objetivo general del plan de la licenciatura en biología es “formar profesionales creativos y críticos capaces de realizar actividades científicas para desarrollar y evaluar, con una perspectiva multidisciplinaria, estrategias de manejo de los recursos naturales bióticos con base en metodologías propias de las ciencias biológicas” (Rosas, 2021).

## Ubicación geográfica

El servicio social se realizó de manera mixta, en casa se montaron los cultivos de *Tenebrio*, para que sean utilizados en los proyectos que se desarrollan en el Laboratorio de Reproducción, Genética y Sanidad Acuícola de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, perteneciente al Departamento El Hombre y su Ambiente de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, ubicado en el edificio W laboratorio 210 con el apoyo de la MCA. Araceli Cortés García, quien dio el VoBo del desarrollo del proyecto en aras de cumplir con los objetivos planteados (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de la UAM- Xochimilco

## Fundamento de las actividades

### **Generalidades de *Tenebrio molitor***

El *Tenebrio molitor* es un coleóptero de color castaño oscuro de cuerpo compacto con bordes paralelos, tiene un ciclo holometábolo que presenta 3 fases (larva, pupa/crisálida, adulto) (Figura 2). Su ciclo de vida es variable y aproximadamente dura entre 280 – 600 días. Se encuentra extendido por prácticamente todos los lugares del planeta ligados al hombre, alimentándose principalmente de harina u otros productos de origen cereal como pastas, salvado o galletas, aunque también es capaz de consumir papel, cartón, maderas blandas, carne seca, cueros y cortezas de árboles viejos, pudiendo constituir una importante plaga en almacenes (Medrano, 2019; Arellano, 2007).

Las hembras pueden depositar entre 250 a 1000 huevos durante toda su vida. Las condiciones de cría óptimas para estos insectos son una temperatura de 25-32°C, humedad relativa de 40-80 %, alimentación base de cereales y derivados ricos en carbohidratos y se les puede suplementar con fuentes de proteína como harina de soja, leche desnatada en polvo o

levadura. La densidad poblacional adecuada debe ser por debajo de 250 escarabajos por caja de 50 x 40 x 20 cm (Roig, 2019; Poveda, 2011).

El insecto vivo está compuesto por 20% de proteína, 13% de grasa, 2% de fibra y 62% de agua, mientras que las larvas secas se componen aproximadamente de 53% de proteína, 8% de grasa, 6% de fibra, y 5% de agua (Medrano, 2019).



**Figura 2.** Ciclo holometábolo de *Tenebrio molitor* (larva, pupa, adulto).

### **Generalidades de peces de interés comercial**

El pez utilizado en esta investigación será *Danio rerio* (pez cebra) (Figura 3) un vertebrado de la clase Actinopterygii. Son peces de la familia Cyprinidae que habitan en agua dulce y están distribuidos ampliamente por el sudeste asiático (India, Bangladesh, Nepal, Myanmar y Pakistan). Son de tamaño muy pequeño, los adultos miden unos 4,5 a 5 cm de longitud (Espinoza, 2016). Esta especie de pez es la más utilizada en condiciones de laboratorio ya que es un modelo animal que aparece como una alternativa para estudios de investigación biomédica básica, dado la alta fecundidad, el rápido desarrollo desde estadio embrionario hasta adulto y el bajo costo de insumos y reactivos necesarios para su crianza y reproducción. (Vargas, 2017; Barrio *et al.*, 2015; Prieto y Báez, 2011)



**Figura 3.** *Danio rerio* (pez cebra) (Rojas-Muñoz *et al.*, 2007)

### **Alimentación de peces con alimento vivo**

En la Acuicultura, con frecuencia se observa que los alimentos no contienen los nutrientes que las especies requieren para su óptimo crecimiento, principalmente en su primera etapa de vida, que es la crítica, y el cuello de botella en los cultivos de peces, debido a que, es en la cual, se

presenta la mayor mortalidad. Uno de los factores limitantes es la obtención y producción de alimentos que cubran todos los requerimientos para las especies de cultivo y que resulten costeables. El alimento vivo (fitoplancton y zooplancton) es esencial durante el desarrollo larvario de peces, crustáceos y moluscos. En países como Japón, donde se practica con éxito la Maricultura, los cultivos masivos de microalgas, rotíferos, copépodos y cladóceros son la base de la producción comercial. En la última década se ha tratado de sustituir los alimentos vivos por dietas microencapsuladas o por técnicas que permitan el almacenamiento por congelado o liofilización por tiempo indefinido de estos alimentos y en términos generales no resuelven el problema real que es la demanda constante de alimento vivo y resultan incosteables (Torretera, 1989; Figueroa, 2010).

### **Alimentación de peces con *Tenebrio molitor***

En términos del valor nutricional, la larva de *T. molitor* resulta una alternativa viable como fuente de proteína en la alimentación animal, similar a otras fuentes proteicas como la harina de soya y pescado. Comparada con estas materias primas la cría de insectos utilizada para la alimentación animal presenta ciertas ventajas:

- 1- Un contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales en relaciones adecuadas que hacen que su fracción proteica sea de alto valor biológico.
- 2- Requieren poco espacio para su cultivo y representan un sistema productivo sostenible ambientalmente.
- 3- Transforman subproductos de la industria alimentaria de baja calidad en valiosos compuestos como proteína, vitaminas y minerales.

El uso de *T. molitor* en la alimentación de aves y peces resulta seguro y no afecta la salud y bienestar de los organismos. Por el contrario, podría inducir a una mejor respuesta inmunitaria adaptativa y humoral contra agentes infecciosos (Medrano, 2019).

### **Objetivo general**

Evaluar el uso de larvas de *Tenebrio molitor* para alimentar cultivos de peces bajo condiciones de laboratorio.

## Objetivos particulares

Implementar el cultivo de *Tenebrio molitor* para su producción en sus diferentes fases de desarrollo.

Establecer la biomasa de larvas de *Tenebrio molitor* para complementar el alimento comercial.

## Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas

### Montaje de cultivo de adultos de tenebrios

Se colocaron 250 tenebrios adultos en cajas de plástico, evitando el paso de la luz con un sustrato de avena y salvado de trigo. Se mantuvieron en un rango de temperatura de 25 a 30 °C. Se colocaron cartones de huevo y se les alimentó con naranja, cáscara de plátano y zanahoria.

Durante el primer mes de crianza de los tenebrios, cada lunes, miércoles y viernes se hicieron revisiones y se les dio mantenimiento al cultivo. Se esperó a que las larvas llegaran a la fase de pupa que maduraran entre 6 a 10 días para llegar a la fase de adultos, y entre 10 a 15 días después de esto se visualizaron los primeros huevos en los cartones de huevo. A final del mes se realizó limpieza del sustrato para evitar proliferación de hongo.

La cantidad de adultos que se colocaron por caja fue de 200 individuos aproximadamente, caja referido por Roig (2019), “Si se aumenta la densidad decrece la productividad de las hembras, con alto riesgo del canibalismo de los huevos por parte de los adultos”. En ocasiones las pupas no se veían y no se sacaban antes de que pasaran a fase de adultos. Se procuró que cada vez que se recolectaban los adultos muertos, se introducían otros más jóvenes para recuperar las pérdidas y que la producción continuara.



**Figura 4.** Condicionamiento del cultivo de *T. molitor*



La temperatura fue del ambiente, el lugar en donde se tenían las cajas estuvo aislada de humedad y luz, esto influye en el tiempo de crecimiento de los *T. molitor* aunque los resultados en este experimento fueron similares o a los obtenidos por Salinas et al. (s/f), que son de aproximadamente 3 meses con 20 días en lo que se llega al estado adulto. La longitud de las larvas fue menor a la registrada por Mondragón y Contreras (2015) las cuales mencionan que llegan a un máximo de 32 mm sin embargo, al ser un promedio también se incluyeron larvas de menor y mayor tamaño, por lo que lo más probable es que influyeran la competencia por alimento y la genética de los individuos.

Pasado el mes se realizaron revisiones y mantenimiento de lunes a viernes, y se siguió evaluando el número de adultos y larvas dentro de cada recipiente, al final de cada semana. Aproximadamente 3 semanas después se comenzaron a visualizar las primeras larvas de tenebrio que habían nacido en el criadero, estas tenían un tamaño menor a 6 mm de largo.



**Figura 5.** Selección de larvas de *T. molitor*

Este fue el cultivo del cual se obtuvieron los primeros 300 g de tenebrio en peso húmedo dos meses después. Las larvas seleccionadas debían medir aproximadamente 2.5 cm de largo.



**Figura 6.** Selección por tallas de *T. molitor*.

El peso promedio de cada larva que se tomó para sacar los primeros 300 g fue de 0.31 g. Se conservaron las larvas que siguieron creciendo después de la colecta de los 300 g y se distribuyeron en otras 2 cajas cuando llegaron a la fase de pupa para obtener una mayor producción.

## **Preparación de los alimentos**

Los tres componentes principales para la alimentación fueron salvado de trigo, harina de trigo y avena en hojuelas. Los alimentos que contenían agua se cortaban en trozo de aprox. 1 cm cuadrado. En el caso de las naranjas solamente se colocaban las cáscaras. Se combinaban distintos tipos de frutas, verduras y cereales, en su mayoría naranja, zanahoria, betabel, papa, pepino, toronja, manzana, lechuga y espinaca.

## **Monitoreo de alimentación y crecimiento**

El primer cambio de sustrato se realizó 3 meses después del inicio del cultivo cuando se comenzó a notar que había más desechos que sustrato. Siempre se cambió por una mezcla de harina de trigo, avena en hojuelas y salvado de trigo en la misma proporción, en total se colocaron 1.5 kg de sustrato. Desde ese momento no hubo cambios de sustrato.

La alimentación siempre se realizaba cada 2 días con trozos de naranja, zanahoria, betabel, papa, pepino, toronja, manzana, lechuga y espinaca (previamente lavadas, para retirar cualquier tipo de insecticida o sustancia tóxica para los tenebrios). Se retiraban los pedazos visibles que quedaran de restos al momento de agregar nuevo alimento para evitar la concentración de la humedad y proliferación de hongos.



**Figura 7.** Acondicionamiento del alimento para el cultivo de *T. molitor*.

## **Evaluación del costo-beneficio**

La cantidad de larvas que se pudieron recolectar por cada 1.5 kg de sustrato fue de aproximadamente 300 gramos incluso pudo haber sido más, sin embargo se dejaron algunas

larvas para llegar a la fase de pupa y traspasarlas a otra caja para que al llegar a la fase de adultos continúe el ciclo de vida para mantener la producción de larvas.

Que la combinación del alimento a base de nixtamal, harina de pescado y larvas de *Tenebrio molitor* en proporciones establecidas, favorecerá el crecimiento de las crías de peces, por lo que, será eficiente su uso para reducir costos por alimentación.

### **Impacto de las actividades del Servicio Social en el proyecto de adscripción**

El resultado de este servicio social permitió estandarizar técnicas de mantenimiento del cultivo de *T. molitor* bajo condiciones controladas, será posible en tiempo oportuno llevar a cabo la transferencia de los procedimientos al sector productor de peces interesados en generar alimento vivo para el cultivo de peces, además contribuyó a generar larvas para compartirlas a productor de granja del estado de Oaxaca con el objetivo de motivarlos a producirlos.

### **Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del Servicio Social**

Se mejoraron técnicas de producción del insecto, además de que se identificaron requerimientos nutricionales que pueden mejorar su crecimiento.

## Referencias

- 1.- Aguas Urbanas. (2018). Monitoreo biológico de calidad de agua, [Consultado 9 Jul 2021]. Disponible en: [Monitoreo biológico de calidad de agua – Aguas Urbanas \(udelar.edu.uy\)](http://udelar.edu.uy).
- 2.- Velázquez V.E, y Vega C., (2004). Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. Biodiversitas, CONABIO.
- 3.- Chovanec A., Hofer R., & Schiemer F. (2003). Fish as Bioindicators. Bioindicators and



- 13.- JACUMAR. (s/f). Trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Pesca. España.
- 14.- Arregui L. (2013). 6 Cuadernos de acuicultura, El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Fundación OESA. España.
- 15.- Torrentera L., Tacón A. (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura una diagnosis. FAO. Italia.
- 16.- Figueroa L., Vargas Z., Figueroa T. (2010) Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). Universidad Autónoma del Estado de Morelos UAEM. México.
- 17.- Arellano D., & Velásquez S. (2007). Cría de Invertebrados para alimentacion complementaria.
- 18.- Espinosa M., (2016). El pez cebrá: una herramienta en la educación.
- 19.- Vargas R., (2017). Pez cebrá (*Danio rerio*) y anestesia. Un modelo animal alternativo para realizar investigación biomédica básica.
- 20.- Barrio D., Avila A., Solimano P., Boeri P., Zubillaga F., y Cantoni G., (2015). El pez cebrá (*Danio rerio*) como un sistema modelo para la valoración biológica de las toxinas producidas por la marea roja. SENASA.
- 21.- Prieto F., y Báez O., (2011). Concentraciones de arsénico en agua potable y sus implicaciones de bioacumulación y teratogénesis en el pez cebrá (*Danio rerio*). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- 22.- Rojas-Muñoz A., Bernard A., y Izpisúa J.C., (2007). El pez cebrá, versatilidad al servicio de la biomedicina. Investigación y ciencia, (366), 66-69.