



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y  
BIOLÓGICAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA**

**“DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS  
BROMATOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS DE LARVAS DE  
*TENEBRIO MOLITOR* ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE  
POLIESTIRENO EXPANDIDO Y AVENA”**

Tesis para optar el título profesional de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Presentado por:

Anacarina Selena Olivares Ledesma (0000-0001-7867-7546)

Asesor:

Milena Paola Montenegro Vega (0000-0001-7971-5778)

Lima – Perú

2020

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 10 de mayo del 2022

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: <b>Mg. LISANIA MELISA FERNÁNDEZ CURI</b>
Miembro: <b>Mg. GIOVANNA JANET GÓMEZ OQUENDO</b>
Miembro: <b>Mg. JORGE ABELARDO CAMPOS LOYOLA</b>

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**"DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS DE LARVAS DE *Tenebrio molitor* ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y AVENA"**

Presentada por la bachiller:

**ANACARINA SELENA OLIVARES LEDESMA**

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario Zootecnista**

Asesorada por la: **M.V. MILENA PAOLA MONTENEGRO VEGA**

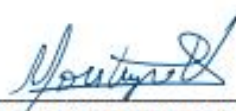
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la bachiller de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime ( x ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesis: <b>ANACARINA SELENA OLIVARES LEDESMA</b>			Nota: Diecisiete
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( x )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Mg. LISANIA MELISA FERNÁNDEZ CURI**  
*Presidente*



**M.V. MILENA PAOLA MONTENEGRO VEGA**  
*Asesora*



**Mg. GIOVANNA JANET GÓMEZ OQUENDO**  
*Miembro 1*



**Mg. JORGE ABELARDO CAMPOS LOYOLA**  
*Miembro 2*

## Determinación de las características bromatológicas y productivas de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas con dietas a base de poliestireno expandido y avena

### Determination of the bromatological and productive characteristics of *Tenebrio molitor* larvae fed with diets based on expanded polystyrene and oats

Anacarina Olivares-Ledesma<sup>1</sup> MVZ; Milena Montenegro-Vega<sup>2</sup> MVZ; Jorge Vilela-Velarde<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Lima, Perú; [anacarina2006@hotmail.com](mailto:anacarina2006@hotmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-7867-7546>

<sup>2</sup> Docente, Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Lima, Perú; [mmontenegro@cientifica.edu.pe](mailto:mmontenegro@cientifica.edu.pe); <https://orcid.org/0000-0001-7971-5778>

<sup>3</sup> Docente, Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Lima, Perú; [jvilela@cientifica.edu.pe](mailto:jvilela@cientifica.edu.pe); <https://orcid.org/0000-0003-0015-6323>

#### Resumen

**[Introducción]** Las larvas de *Tenebrio molitor* utilizadas como aditivo proteico de alta calidad en la cría de diferentes especies animales son capaces de biodegradar el poliestireno expandido, plástico que tarda hasta 500 años de degradarse. **[Objetivo]** Determinar las características bromatológicas (peso materia seca, humedad, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda) y productivas (consumo total, incremento de biomasa, índice de conversión alimenticia (ICA) y tasa de mortalidad) de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas con 3 diferentes dietas a base de poliestireno y avena. **[Metodología]** Se estudiaron 8100 larvas divididas en 3 grupos (A, B y C) de 2700 unidades y a su vez cada grupo se dividió en 3 repeticiones con 900 larvas cada uno. A cada grupo se le administró una dieta distinta, el grupo A consistió en 300 g de avena; el grupo B, 16 g de poliestireno expandido (PSE); y el grupo C, 50 % de la dieta del grupo A (150g de avena) y 50% de la dieta del grupo B (8g de poliestireno). **[Resultados]** La biomasa inicial fue estadísticamente igual en todos los grupos ( $P > 0.05$ ), sin embargo, el consumo total de alimento, la biomasa final, el incremento de biomasa, el índice de conversión alimenticia y la mortalidad fueron mayores estadísticamente en los grupos A y C ( $P < 0.05$ ). El peso de materia seca del grupo C fue estadísticamente similar a la de los grupos A y B ( $P > 0.05$ ), la humedad y el extracto etéreo fueron estadísticamente mayores en los grupos A y C ( $P < 0.05$ ), mientras que la proteína total y fibra cruda fueron estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ) en todos los grupos. **[Conclusiones]** dieta que mezcla avena con PSE no atribuye efectos negativos sobre los parámetros evaluados y que es más beneficiosa ya que la adición de PSE además de mantener el peso de la humedad, proteína, extracto etéreo, fibra, mantiene el incremento de la biomasa y no tiene efecto sobre la mortalidad, comparado con una dieta exclusiva de avena, teniendo como resultado una alternativa proteica sustentable para el uso animal.

**Palabras clave:** *Tenebrio molitor*, biodegradación, poliestireno, bromatología.

## ABSTRACT

**[Introduction]** *Tenebrio molitor* larvae are used as a high-quality protein additive in the breeding of different animal species and are capable of biodegrading expanded polystyrene, a plastic that takes up to 500 years to degrade. **[Objective]** To determine the bromatological characteristics (moisture, crude protein, lipids and fiber) weight gain and mortality rate in *Tenebrio molitor* larvae fed with 3 different diets of polystyrene and oatmeal. **[Methodology]** 8100 larvae were studied and separated into 3 groups (A, B and C) of 2700 larvae and each group had 3 repetitions of 900 larvae. Each group was fed with different foods, group A with 300 g of oatmeal; group B, 16g of polystyrene; and group C, 50% of the diet of group A (8 g of polystyrene) and 50% of the diet of group B (150 g of oatmeal). **[Results]** The initial biomass was statistically the same in all groups ( $P>0.05$ ), however, the total food consumption, final biomass, biomass increase, feed conversion ratio (FCR) and the mortality were higher in groups A and C ( $P<0.05$ ). The dry matter weight of group C was statistically similar to that of groups A and B ( $P>0.05$ ), moisture and lipids were statistically higher in groups A and C ( $P<0.05$ ), while total protein and fiber were statistically the same ( $P>0.05$ ) in all groups. **[Conclusions]** Mixed oat and PSE diet is more beneficial because the addition of PSE does not attribute negative effects on the parameters evaluated, also it maintains biomass increase, moisture, protein, lipids and fiber weight, and not have mortality effect compared to an exclusive oat diet resulting in a sustainable alternative for animal use.

**Keywords:** *Tenebrio molitor*, biodegradation, polystyrene, bromatology.

## 1. Introducción

El poliestireno es un plástico ampliamente utilizado en muchos aspectos de la vida cotidiana y la industria, debido a sus propiedades como bajo costo, peso ligero, fácil fabricación, versatilidad, eficiencia térmica, durabilidad y resistencia a la humedad (Ho *et al.*, 2021). Por otro lado, es un contaminante a nivel mundial, por ejemplo, en el mar, la contaminación marina causada por el plástico de poliestireno denota un problema ambiental, sin embargo, no hay una evaluación confiable y objetiva de la gravedad de este posible problema de contaminantes orgánicos persistentes (Kwon *et al.*, 2015). La contaminación por micropartículas de polímero sintético son casi omnipresentes en el mar, debido a su ingestión por el zooplancton y otros pequeños animales marinos que al ser devorados por otros peces se contaminan y terminan siendo comercializados, no solo para consumo humano directo, sino también para la producción industrial (Castelvetto *et al.*, 2021).

Se ha observado que algunas larvas de insectos, especialmente las larvas de coleópteros de la familia Tenebrionidae, biodegradan los plásticos a un ritmo rápido. Las larvas de *Tenebrio molitor* han sido bien estudiadas quedando demostrado su capacidad de biodegradar el poliestireno y otros plásticos gracias a su microbiota intestinal, este proceso inicia con la masticación del poliestireno dando como resultado el paso de fragmentos más pequeños al intestino, que aumenta el área de contacto con las bacterias y sus enzimas extracelulares que despolimerizan el poliestireno en partículas moleculares más pequeñas, obteniendo tres productos: CO<sub>2</sub>, fécula excretada y lo restante contribuye al aumento de biomasa (Wu *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2015). El *Tenebrio molitor* es un coleóptero que realiza una metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto o escarabajo), emergen durante las temporadas cálidas y las hembras pueden colocar en promedio entre 276 y 500 huevos. La larva posee una forma cilíndrica, de color