



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

## **Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**

### **Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

Calidad del guano de vacas lecheras en la producción de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*)

#### **Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

#### **Autores**

Aramis Salvattore Carbajal Varillas

Cielo Mariam Collantes Ipince

#### **Asesor**

Dr. Félix Esteban Airahuacho Bautista

Huacho – Perú

2024



**Reconocimiento - No Comercial — Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN  
LICENCIADA**

Resolución de Concejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

**INFORMACION**

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Aramis Salvattore Carbajal Varillas	76303288	24/07/2024
Cielo Mariam Collantes Ipince	74136613	24/07/2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Félix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	0000-0001-7484-0449
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRIA-DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Carlomagno Ronald Velásquez Vergara	08471692	0000-0001-7707-4591
Rufino Maximo Maguiña Maza	15733560	0000-0001-7795-5727
Guisela Mónica Rojas Tuesta	40411323	0000-0003-1801-6214

## Calidad del guano de vacas lecheras en la producción de larvas de mosca

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unaj.edu.pe">repositorio.unaj.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.uchile.cl">repositorio.uchile.cl</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://revistas.usb.edu.co">revistas.usb.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	1%

## **TÍTULO**

**CALIDAD DEL GUANO DE VACAS LECHERAS EN LA  
PRODUCCIÓN DE LARVAS DE MOSCA DOMÉSTICA (*MUSCA  
DOMESTICA*)**

## **DEDICATORIA**

### **DEDICATORIA N.º 1**

A mis padres Alejandro y marlene por su apoyo cuando escogí esta hermosa carrera y a mis hermanas por su paciencia cada día y amistades que apoyaron en poder realizar el proyecto, muchas gracias.

### **DEDICATORIA N.º 2**

Dedico el Proyecto de tesis a mis abuelos Hugo, Hortencia y Dimas por ser mis guías en este camino tan largo de la universidad, promesa cumplida. A mis padres por el apoyo incondicional en todos los proyectos que me propongo, este proyecto es de ustedes y para ustedes. A mi familia, amigos que estuvieron conmigo emocionalmente, Gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

- Primero agradecer a Dios, que nos brindó la oportunidad y la vida de haber culminado satisfactoriamente este proyecto de investigación.
- Agradecer a nuestro asesor y persona responsable de poder culminar exitosamente este proyecto de investigación, el Dr. Félix Esteban Airahuacho Bautista, agradecerle por su tiempo, paciencia, guía y enseñanza.
- Agradecer a nuestros familiares, docentes y amistades por haber formado parte de nuestro día a día realizando este proyecto de investigación por su apoyo, ánimos y motivación.
- Agradecer al jurado por la comprensión, dedicación y paciencia en la revisión de la tesis.
- Agradecer al Ing. Hilario Pujada por su apoyo, tiempo y habernos brindado un espacio para realizar la tesis.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	A
AGRADECIMIENTO .....	B
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCION.....	3
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	4
1.2 Formulación del problema.....	6
1.2.1 Problema general .....	6
1.2.2 Problemas específicos .....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo general .....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Justificación de la investigación .....	7
1.5 Delimitación del estudio.....	7
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	8
2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	10
2.2 Bases teóricas .....	11
2.2.1 El concepto de sistema de economía circular .....	11
2.2.2 Los insectos como alternativa alimentaria para animales .....	12
2.2.3 La Mosca domestica .....	13
2.3 Definición de términos básicos.....	17
2.4 Hipótesis de investigación .....	17
2.4.1 Hipótesis general .....	17

2.4.2 Hipótesis específicas.....	17
2.5 Operacionalización de variables .....	18
<b>CAPITULO III. METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
3.1 Gestión del experimento.....	19
3.1.1 Ubicación.....	19
3.1.2 Características del área experimental.....	19
3.1.3 Tratamientos .....	20
3.1.4 Diseño Experimental.....	21
3.1.5 Variable a evaluar.....	21
3.1.6 Conducción del experimento.....	22
3.2 Técnicas para el procesamiento de la información .....	24
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
4.1 Composición química del guano de vacuno lechero .....	25
4.2 Pesos de las larvas de mosca domesticas .....	25
4.3 Producción de larvas de mosca domestica por guano enriquecido .....	26
4.4 Composición química de harina de larva de mosca domestica.....	27
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
5.1 Efecto del enriquecimiento de guano de vacuno lecheras sobre la producción de larvas de mosca domestica.....	28
5.2 Composición química de harina de larva de mosca doméstica.....	28
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>31</b>
6.2 Conclusiones.....	31
6.3 Recomendaciones .....	31
<b>CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>32</b>
Anexo 01: .....	43
Anexo 02 : .....	45
Anexo 03 .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Las larvas como alimento de las aves.....	5
<i>Figura 2.</i> Mosca adulta y huevos de la <i>Musca domestica</i> Linnaeus.....	14
<i>Figura 3.</i> Mosca doméstica adulta, <i>Musca domestica</i> Linnaeus.....	15
<i>Figura 4.</i> Ciclo biológico de la mosca doméstica.....	16
<i>Figura 5.</i> Contenedor con guano para la producción de larvas de mosca doméstica....	19
<i>Figura 6.</i> Distribución de las unidades experimentales por tratamiento.....	20
<i>Figura 7.</i> Proceso de producción y obtención de la harina de larvas de mosca domesticas ( <i>musca domesticas</i> ) .....	23
<i>Figura 8 .</i> Crianza de larvas de moscas domesticas( <i>musca domestica</i> ).....	47
<i>Figura 9.</i> Recolección de larvas de moscas domesticas( <i>musca domestica</i> ).....	47
<i>Figura 10.</i> Almacenamiento y congelación de las larvas.....	48
<i>Figura 11.</i> Secado y molido de las larvas de mosca domestica.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	18
Tabla 2. Análisis proximal del Guano de vacuno lechero (en base a materia seca).....	25
Tabla 3. Efecto del enriquecimiento de guano de vacuno lechero sobre el peso de las larvas.....	26
Tabla 4. Efecto del enriquecimiento de guano de vaca sobre la producción de larvas.....	26
Tabla 5. Análisis proximal y valor energético de la harina de larva de mosca domestica.....	27
Tabla 6. Pesos de las larvas de moscas domesticas por tratamiento.....	43
Tabla 7. Producción y numero de larvas de mosca domestica por tratamiento.....	45

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la calidad del guano de ganado vacuno lechero en la producción de larvas de mosca doméstica. **Metodología:** Se evaluaron cuatro tratamientos: T0: Guano de corral de vacunos lecheros; T1: Guano de corral + 5% de aceite; T2: Guano de corral + 5% de melaza; T3: Guano de corral +, 5% + 5% de aceite + 5% de melaza. El guano fue humedecido y colocado en contenedores con una entrada superior libre para el ingreso de las moscas y una red en el fondo para la captura de larvas. La cosecha se realizó al tercer y cuarto día, seguida de un proceso de secado a 65°C durante 48 horas. **Resultados:** Después de la producción de larvas, se observó una disminución significativa del 74% en proteínas, del 94% en grasa y del 12% en fibra cruda en el guano. El tratamiento T3 mostró un mayor peso y producción de larvas por kilogramo de sustrato significativamente superior a los otros tratamientos ( $p < 0.01$ ). Además, en T1, el peso de las larvas fue superior al de T2 y T0. En cuanto a la harina de larvas, se observó una reducción en el contenido de proteína cruda y fibra cruda, mientras que se incrementó la grasa cruda y los ELN aumentaron al enriquecer el guano con aceite y melaza. **Conclusiones:** El enriquecimiento del guano de vacuno lechero con un 5% de aceite y un 5% de melaza mejoró tanto el peso de las larvas como su producción por kilogramo de guano. Además, la manipulación de la calidad del guano influyó principalmente en el contenido de grasa y ELN en la harina de larvas.

**Palabras claves:** Harina de larvas, rendimiento, melaza, aceite, guano de corral

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the quality of dairy cattle guano in the production of house fly larvae. **Methodology:** Four treatments were evaluated: T0: Barnyard guano from dairy cattle; T1: Barnyard guano + 5% oil; T2: Barnyard guano + 5% molasses; T3: Barnyard guano +, 5% + 5% oil + 5% molasses. The guano was moistened and placed in containers with a free top entrance for fly entry and a net at the bottom for larval capture. Harvesting was performed on the third and fourth day, followed by a drying process at 65°C for 48 hours. **Results:** After larval production, a significant decrease of 74% in protein, 94% in fat and 12% in crude fiber was observed in the guano. Treatment T3 showed a higher weight and production of larvae per kilogram of substrate significantly higher than the other treatments ( $p < 0.01$ ). In addition, in T1, larval weight was higher than in T2 and T0. As for larval meal, a reduction in crude protein and crude fiber content was observed, while crude fat increased and ELN increased when guano was enriched with oil and molasses. **Conclusions:** Enrichment of dairy cattle guano with 5% oil and 5% molasses improved both larval weight and production per kilogram of guano. In addition, manipulation of guano quality influenced mainly the fat and ELN content in larval meal.

**Key words:** larval meal, yield, molasses, oil, poultry guano.

## INTRODUCCION

La producción de alimentos enfrenta desafíos significativos a nivel global debido a las crecientes demandas de la ganadería en el uso de recursos clave como la tierra y el agua. Actualmente, aproximadamente tres cuartas partes de la superficie agrícola mundial están destinadas a la producción ganadera, lo que incluye tanto el cultivo de forrajes como el pastoreo. Esta situación no solo ejerce una presión considerable sobre los ecosistemas, sino que también plantea serias preguntas sobre la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas alimentarios. La producción de proteína animal es notoriamente intensiva en recursos, requiriendo entre 5 y 20 veces más agua que la producción de proteínas vegetales, lo que agrava aún más el impacto ambiental.

En respuesta a estos desafíos, se ha propuesto la reducción del consumo de carne y la adopción de sistemas productivos más sostenibles como medidas esenciales para mitigar la presión sobre el medio ambiente. Una de las alternativas emergentes que ha ganado atención, especialmente en Europa, es la producción de insectos como fuente de proteína sostenible. Los insectos, debido a su alto valor nutritivo y eficiencia en la conversión de alimentos, representan una opción viable para reducir el impacto ambiental de la producción de proteínas animales.

El desarrollo de la industria de insectos requiere no solo de innovación tecnológica para producir a gran escala, sino también de una infraestructura adecuada para su procesamiento y distribución. Además, es fundamental establecer marcos legislativos que regulen su uso como alimento. Con el potencial de la mosca doméstica para convertir desechos agrícolas en proteínas de alta calidad, la producción de insectos podría desempeñar un papel crucial en la transición hacia un sistema alimentario más sostenible y resiliente, capaz de satisfacer las necesidades de una población global en crecimiento.

# CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción de la realidad problemática

La disponibilidad de alimentos para el consumo humano a nivel mundial viene siendo afectada fuertemente debido a las demandas que la producción ganadera impone sobre el uso de la tierra y el agua (Charlton et al., 2015). Alrededor de las tres cuartas partes de la superficie agrícola mundial se dedica a la producción ganadera, ya sea directa o indirectamente (Foley et al., 2011), mientras que la producción de cultivos forrajeros representa el 24 % de la producción mundial de cultivos en masa (Cassidy et al., 2013). Con relación al recurso agua, producir un kg de proteína animal requiere de 5 a 20 veces más agua que la requerida para producir un kg de proteína de cereal (Chapagain y Hoekstra, 2003), pudiendo ser hasta 100 veces más el agua requerida cuando se produce forraje más grano (Pimentel y Pimentel, 2003).

Para disminuir la alta presión sobre el medio ambiente, el recurso agua y la biodiversidad, generado por el incremento de la producción animal se tendría que reducir el consumo de carne, migrar a sistemas productivos sustentables o cambiar las dietas, incluyendo alimentos que requieren menos recursos para producirlos (Avendaño et al., 2020). En Europa, la producción de insectos es una industria emergente viene posicionándose, concentrando esfuerzos en investigación e innovación para producir proteínas sostenibles en todo el mundo (Hubert, 2019).

Los insectos son ricos en proteínas y constituyen un componente natural de la dieta de muchos peces y aves de corral (Fitches y Smith, 2018) (Figura 1). El alto valor nutritivo, junto con su eficiencia en la conversión de alimentos y sus bajos requerimientos de agua, los convierten en una opción más sostenible para la producción de alimentos de origen animal (Cortes Ortiz y Ruiz, 2016). Estas iniciativas de granjas de insectos se desarrollan en entornos cerrados (por ejemplo, cajas, jaulas) donde la atmósfera, el sustrato, el agua y otras condiciones están bien controladas, no utilizándose hormonas, antibióticos ni productos químicos, salvo biocidas para desinfectar la zona de producción entre lotes de producción (Okyere, 2023).



*Figura 1.* Las larvas como alimento de las aves. Las aves en pastoreo consumen larvas de moscas, lombrices y otros insectos (1A; fuente: Avendaño et al., 2020). Hasta el 2020, sólo se podía alimentar a los animales de producción con insectos vivos (1B; Foto: Koos Groenewold, en All about feed, 2020)

Para lograr avances apreciables en la sustitución de las proteínas tradicionales para la alimentación animal, la producción de insectos deberá producirse a gran escala, ser altamente eficiente y usar una variedad de flujos de desechos disponibles (Charlton et al., 2015). Posiblemente, estas exigencias puedan lograrse mediante el uso de la mosca doméstica (*Musca domestica*) debido a su capacidad para habitar en una amplia gama de climas (Charlton et al., 2015). Además, tienen un ciclo de vida corto que resulta en una conversión eficiente de los desechos agrícolas en proteínas altamente digeribles con altos niveles de aminoácidos-(Adeniji, 2007).

Para aprovechar el potencial de alimentos derivados de insectos como fuente viable de alimentos para una población humana en crecimiento, es necesario crear la infraestructura para su producción, procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización, y desarrollar una legislación para su uso como alimento (Cortes Ortiz y Ruiz, 2016). Para ello, es necesario comenzar con investigaciones preliminares relacionados con la capacidad de producir insectos en cantidades suficiente para abastecer la demanda potencial de proteína animal.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿El guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye en la producción de larvas de mosca doméstica?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿El guano de ganado de vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye sobre la cantidad de larvas de mosca doméstica?

¿La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye sobre el peso de larvas de mosca doméstica?

¿La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye sobre la composición química de larvas de mosca doméstica?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar si el guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye en la producción de larvas de mosca doméstica.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Evaluar si el guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye sobre la cantidad de larvas de mosca doméstica.

Evaluar la calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye sobre el peso de larvas de mosca doméstica.

Evaluar la calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza influye sobre la composición química de larvas de mosca doméstica.

## **1.4 Justificación de la investigación**

La ingeniería zootécnica actual busca desarrollar nuevos procesos productivos e innovadores con fines de incrementar la producción animal, sin descuidar el bienestar animal, la gestión de calidad y la protección sostenible del medio ambiente. El presente proyecto plantea investigar el potencial productivo y nutricional de larvas de mosca doméstica con la finalidad de instalar una granja de insectos.

La producción de insectos viene perfilándose como la alternativa potencial para enfrentar el hambre y el suministro de proteína de alta calidad. Las larvas de mosca son muy compatibles con su uso en la alimentación animal, ya que contienen mucha proteína digerible con niveles de aminoácidos clave comparables a los de alternativas de alto valor como la soya (Charlton et al., 2015). Según Fitches y Smith (2018), el uso de insectos para alimentación animal no solo ayudaría a paliar el déficit de proteínas, sino que también facilitaría una reducción significativa del volumen de residuos. Estos autores observaron que las larvas de mosca pueden reducir la masa de residuos orgánicos hasta en un 60 % en tan solo 10 días, contribuyendo así a la realización de una economía verdaderamente circular.

Es importante añadir que desde el 2021, la legislación de la Unión Europea autorizó el uso de proteína animales derivadas de insectos para su inclusión en la ración de aves de corral y cerdos (Official Journal of the European Union L295, 2021).

## **1.5 Delimitación del estudio**

El experimento se realizó en las instalaciones del taller de vacunos lecheros de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicada en el distrito de Huacho, Provincia de Huaura, región Lima. La investigación se realizó entre los meses de julio y setiembre del 2023.

## CAPITULO II. MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Reda et al. (2023), con la finalidad de investigar el efecto de la sustitución parcial de la torta de semillas de noug por harina de larva de mosca doméstica en pollos de doble propósito, recolectaron tractos gastro intestinales intactos de reses sacrificadas y se expusieron a la colonización de moscas domésticas durante al menos 3 horas y luego se depositaron en un tanque de agua durante aproximadamente una semana, después de lo cual los gusanos (larvas) de la mosca doméstica maduraron completamente y se cosecharon. Las larvas recogidas se mataron con agua caliente, tras lo cual se secaron al sol, se pesaron, se trituraron en un micro mezclador (molinillo de café) y se envasaron en bolsas de plástico herméticas hasta su uso. Según el análisis químico proximal, la composición química de proteína cruda, extracto etéreo y energía bruta fue de 34,06%, 26,85% y 387,09 (kcal/100 g), respectivamente.

Ahmad et al. (2022), con la finalidad de obtener larvas de moscas para la alimentación de pollos de engorde, recolectaron despojos avícolas y lo almacenaron en un tanque especialmente construido con una entrada superior para las moscas. El tanque fue colocado en una zona abierta donde las moscas domésticas, *Musca vicina*, pudieran volar libremente (Díptera: Muscidae). Colocaron una red en el fondo del tanque para capturar adecuadamente los gusanos. Para almacenar y recoger los gusanos vivos, se colocó la bandeja debajo de la red. A partir de 1 kg de despojos de ave, se produjeron aproximadamente 300 g de larvas de gusanos. Al tercer día (fase de pupa), se recogieron los gusanos y se mantuvieron en recipientes herméticos durante toda la noche para matarlos. A continuación, las larvas se extendieron en bandejas de aluminio, se limpiaron con agua del grifo y se secaron en un horno de aire caliente a 55° C. Las larvas se sacaron del horno y se colocaron en bolsas de plástico al cabo de 36 horas. Se evaluaron la composición química, el crecimiento bacteriano y la carga de micotoxinas. Tras obtener los resultados de laboratorio, la harina fue incorporada a la ración de las aves de corral.

Sánchez et al. (2021) con el objetivo de producir, caracterizar nutricionalmente la harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*) y micro encapsularlo para mejorar su apariencia y otras características organolépticas, recolectaron larvas de una granja comercial de gallinas ponedoras. Las muestras de larvas de mosca doméstica ( $500 \pm 100$  g) se obtuvieron en diciembre y enero (época estival en Chile) y se recogieron cuando tenían aproximadamente 1 cm de longitud. Al análisis, la harina de larva mostró un alto contenido en proteínas (54%) y lípidos (22%), con una actividad microbiológica compatible con fines alimentarios. Además, el alto contenido en aminoácidos esenciales (lisina, cisteína y leucina) y ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico y palmitoleico) convierten a la harina de larva de mosca doméstica en una valiosa fuente nutricional. Se optó por el secado por atomización para encapsularlo (0,5-2% p/v) utilizando maltodextrina (20% p/v) y alginato (0,5% p/v). La encapsulación mejoró el aspecto de la harina de larva, creando un micro polvo mono dispersor de color blanco-beige (9  $\mu$ m de tamaño). El micro polvo con un 2% harina de larva de mosca (FLM) se considera una buena fuente de proteínas (5,1%).

Hall et al. (2018), con la finalidad de investigar el uso potencial de larvas de mosca doméstica criadas con estiércol de pollos de engorde como fuente de nutrición para la producción avícola, recolectaron larvas de Mosca domestica provenientes de estiércol de aves de corral. Las larvas se separaron del sustrato antes de la pupación, se sacrificaron al sumergirlas en agua hervida antes de secarlas (secado al aire a temperatura ambiente durante 12 h, seguido de secado a 65 °C durante 3 h). A continuación, las larvas enteras se cocinaron durante 40 minutos en un horno asistido por ventilador precalentado a 95°C y se trituraron para garantizar la mitigación de los riesgos biológicos. Al análisis químico, la harina de larva contenía 92% materia seca, 53.3% proteína cruda, 5.9% fibra cruda, 6.5% cenizas. El contenido de aminoácidos fue de 3.5% alanina, 3% arginina, 1.7% cisteína, 8.4% ácido glutámico, 3.8% leucina, 4.5% lisina, 1.6% metionina, 3.8% fenilalanina, 3.3% treonina, 4.1% triptófano, 4.1% tirosina y 2.7% valina.

Gómez et al. (2022) mencionan que el contenido de proteína cruda y extracto etéreo de la harina de mosca fueron altos de 54% y 22%, respectivamente. El contenido de fibra cruda fue de 6,0% y el contenido de cenizas de 7,6%. La razón de Ca y P fue cercana a 1:1. En el perfil de aminoácidos destaca el alto contenido del ácido glutámico (5,6%), ácido aspártico (3,5%) y alanina (2,7%). También presentó un alto contenido de aminoácidos

esenciales como lisina (2,2%), cisteína (2,2%) y leucina (1,7%). El perfil de ácidos grasos fue de 31,5% de ácidos grasos saturados y 68,4% insaturados, observándose en orden decreciente el ácido oleico (7,2%), palmítico (5,1%) y linoleico (3,5%).

Fasakin et al. (2003) con la finalidad de evaluar la densidad de nutrientes de la harina de larva de mosca doméstica, recogieron excrementos frescos de aves de corral (ponedoras). Los excrementos de las aves se colocaron en tanques de concreto (1 x 0,8 m) y se rociaron con agua dos veces al día. Los tanques se protegieron de la luz solar directa. Las moscas se posaron libremente y pusieron sus huevos en el sustrato. Pequeños gusanos emanaron del sustrato después de 24 a 48 h y se cosecharon después de 4 días. Los gusanos recolectados se lavaron con agua limpia del grifo hasta que exhibieron su característico color blanco. Se sacrificaron por exposición a agua tibia (40 °C) durante 10 a 20 min. Los gusanos deshidratados se molieron por separado en una máquina de moler en harinas. Al análisis químico, la harina de larva contenía 8.06% materia seca, 45.6% proteína cruda, 13.3% extracto etéreo, 13.2% cenizas y 19.9% extracto libre de nitrógeno; mientras que el contenido de energía bruta fue de 5275 kcal/kg.

Hussein et al. (2017) examinaron la biodegradación del estiércol de vacuno lechero utilizando larvas de mosca doméstica, y el valor nutricional de la harina de larva resultante como ingrediente para piensos. Los resultados demostraron que el estiércol de vacuno lechero presenta un sustrato equilibrado para el crecimiento larvario, y el estiércol gastado mostró reducciones en la concentración de nitrógeno total (24,9%) y fósforo (6,2%) con una reducción global de la masa. La harina de larvas contenía un 60% de proteínas, con un perfil de aminoácidos bien equilibrado, y un 20% de grasas, con un 57% de ácidos grasos monoinsaturados y un 39% de ácidos grasos saturados. La harina de larvas carecía de cualquier cantidad significativa de ácidos grasos omega-3. La evaluación de los micro nutrientes de la harina de larvas sugiere que es una buena fuente de calcio y fósforo (0,5% y 1,1% respectivamente).

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Ayquipa (2012) evaluó el rendimiento productivo de larvas de mosca doméstica en tres tipos de estiércol y sus mezclas siendo estos T1: estiércol de cuy; T2: estiércol de cerdo; T3: estiércol de pollo; T4: estiércol de cuy + estiércol de cerdo; T5: Estiércol de

cuy + estiércol de pollo y T6: estiércol de cerdo + estiércol de pollo. El tipo de estiércol tuvo efecto en la tasa de conversión a biomasa, el tiempo de desarrollo de las larvas, el peso, ganancia total de peso, la talla final de las larvas y el porcentaje de mortalidad de las larvas. La mezcla de estiércol de cerdo y estiércol de pollo tuvo mejores resultados para todas las variables. La composición nutricional de la harina de larvas tuvo un contenido superior a 50% de proteína, lo que lo hace un potencial sustituto de la harina de pescado para la alimentación animal.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 El concepto de sistema de economía circular**

Uno de los grandes desafíos que la ciencia enfrenta en la actualidad es solucionar problemas de deficiencia de nutrientes y el hambre (Montowska et al., 2019). Debido a que la población mundial crece a un ritmo cada vez mayor, se prevé que el consumo de alimentos y la generación de residuos aumentará considerablemente (Tamasiga et al., 2022).

La agricultura es la ciencia, el arte y el negocio de cultivar la tierra, producir cosechas y criar ganado útil para la humanidad (Madsen, 1995). Según Sharma et al. (2020), la agricultura es un proceso evolutivo que consiste en una serie de actividades como la producción de alimentos, fibras, piensos y la cría de animales domésticos para satisfacer la demanda de la población. Aunque la agricultura es clave para el desarrollo en el ámbito de la civilización humana, también tiene un impacto significativo sobre la conservación y preservación del medio ambiente (Godfray et al., 2010).

La ganadería lechera es una de las principales actividades económicas del Perú. En los últimos años, la producción de leche ha venido creciendo con rapidez, especialmente en la costa (Gilardino et al., 2020), con un incremento promedio anual de 5,77% (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017). Sin embargo, las actividades de la ganadería lechera producen residuos que pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente (Latif et al., 2023), como la degradación del suelo y la contaminación del aire y el agua (Rojas-Downing et al., 2017). En todo el mundo crece el interés por la economía circular como respuesta al actual modelo insostenible de producción y consumo basado en el uso creciente y el agotamiento de los recursos

(Hamam et al., 2021). El concepto de sistema de economía circular busca que los recursos sean aprovechados al máximo, minimizando los residuos generados, y transformándolos en productos útiles para otros sectores (Latif et al., 2023). Este sistema busca alcanzar una economía sostenible, crear un entorno de buena calidad, prosperidad económica y justicia social (Kirchherr et al., 2017). Según Han et al. (2023), desde la perspectiva de la economía circular agrícola, la reconstrucción del sistema de integración de cultivos y ganado contribuye en gran medida a mejorar la tasa de reciclaje del estiércol del ganado y a reducir la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos, frenando así fundamentalmente la contaminación agrícola.

### **2.2.2 Los insectos como alternativa alimentaria para animales**

La industria ganadera busca nuevas alternativas alimentarias que le ayuden a disminuir sus costos de producción y mejorar su rentabilidad. Investigaciones recientes sugieren que los insectos serían ingredientes alimenticios potenciales para diferentes sistemas de producción animal (Tschirner et al., 2015). La producción de insectos, algunas veces denominados como mini granjas, viene perfilándose como la alternativa potencial para enfrentar el hambre y el suministro proteínico de alta calidad. Los insectos comestibles son generadores rápidos de biomasa con un valor excepcional como alimento y como degradadores de residuos (van Huis et al., 2013; Makkar et al., 2014).

Muchos insectos proliferan utilizando el nitrógeno, fósforo u otros nutrientes esenciales provenientes del estiércol ganadero (Makkar et al., 2014). Según Hussein et al. (2017), entre todos los insectos, la mosca doméstica (*Musca domestica*), es un eficiente componente reciclador de nutrientes en el medio ambiente y en su etapa larvaria degrada estiércol reduciendo los desechos, mientras que la biomasa de insectos puede ser utilizada como alimento rico en proteínas para animales.

Las legislaciones son bastantes conservadoras en el uso de proteína proveniente de insectos en la alimentación animal. Por ejemplo, la Unión Europea permite el uso de proteína animal transformada de no rumiantes en piensos para peces, aunque actualmente esto no se extiende al uso de derivados de insectos (Charlton et al., 2015). Según Charlton et al. (2015) “Una consideración clave para los proveedores de piensos es la seguridad de las materias primas y los riesgos potenciales del uso de proteínas de

insectos incluyen: contaminantes químicos, parásitos, amenazas microbiológicas, priones infecciosos y alérgenos” (p.8). Aunque para la mayoría de la población, el consumo de insectos les genera una negativa percepción sensorial, en países como Bélgica la venta y consumo de insectos (grillos fritos) está permitido, mientras que en España será considerado como alimento nuevo a partir del año 2025 (Pino, 2018). Es importante considerar, que en la ganadería de traspatio y muchos peces en estado silvestre se alimentan naturalmente de insectos. Al respecto una encuesta realizada por el proyecto PROTEINSECT (2016).

La directiva de la Unión Europea (Reglamento (UE) 2017/893 de la Comisión) aprobó el uso de distintas especies de insectos en la nutrición de la acuicultura: mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), mosca doméstica, escarabajo (*Tenebrio molitor*), escarabajo (*Alphitobius diaperinus*), grillo doméstico (*Acheta domesticus*), grillo tropical (*Gryllobates sigillatus*) y el grillo de campo (*Gryllus assimilis*). Esta aprobación se desarrolla en las reservas en el mercado de nuevas fuentes de proteínas que disminuyen los costos de producción animal (Comisión Europea, 2017).

Las revisiones de literatura realizadas por Niode et al. (2022) mencionan a la mosca doméstica como un insecto que posee cualidades contra las enfermedades y que podrían utilizarse como componente bioactivo en el desarrollo de medicamentos. Los componentes de la superficie externa, las alas, los órganos internos y el extracto de cuerpo entero de Mosca doméstica pueden aportar potencial antimicrobiano.

### **2.2.3 La Mosca doméstica**

Las moscas domésticas (*Musca domestica*) son plagas cosmopolitas ubicuas que ocupan diversos nichos ambientales a escala mundial (Nayduch et al., 2023), siendo común encontrarlas en granjas de explotación animal (Sánchez, 2013). Al ser una especie polífaga, la mosca común se ha adaptado a diferentes sustratos, asociándose comúnmente con las heces de los animales (Sánchez-Arroyo & Capinera, 2020). La mosca doméstica coloca huevos sobre la materia orgánica en descomposición guiadas por el olor del dióxido de carbono u otros gases generados de la putrefacción de la materia orgánica (Martiradonna et al., 2009). Según Sánchez-Arroyo & Capinera (2020):

“La mosca doméstica tiene una metamorfosis completa con distintas etapas de

huevo, larva o gusano, pupa y adulto. La mosca doméstica pasa el invierno en la etapa larval o pupal debajo de pilas de estiércol o en otros lugares protegidos. Las condiciones cálidas del verano son generalmente óptimas para el desarrollo de la mosca doméstica, y puede completar su ciclo de vida en tan solo siete a diez días. Sin embargo, en condiciones subóptimas, el ciclo de vida puede requerir hasta dos meses. Hasta 10 a 12 generaciones pueden ocurrir anualmente en regiones templadas, mientras que más de 20 generaciones pueden ocurrir en regiones subtropicales y tropicales”.

“El huevo, de aproximadamente 1,2 mm de longitud, se pone individualmente, pero los huevos se apilan en pequeños grupos (Figura 2). Cada mosca hembra puede poner hasta 500 huevos en varios lotes de 75 a 150 huevos durante un período de tres a cuatro días. El número de huevos producidos es una función del tamaño de la hembra que depende de su nutrición en la etapa larval. La producción máxima de huevos ocurre a temperaturas intermedias, de 25 a 30 ° C. A menudo, varias moscas depositarán sus huevos muy cerca, lo que dará lugar a grandes masas de larvas y pupas. Los huevos deben permanecer húmedos o no eclosionarán”.



*Figura 2.* Mosca adulta y huevos de la *Musca domestica* Linnaeus.

Tomado de Sánchez-Arroyo & Capinera (2020).

“Las larvas de estadio temprano son de 3 a 9 mm de largo, de color blanquecino cremoso típico, cilíndricas pero afiladas hacia la cabeza. El gusano sin patas emerge del huevo en clima cálido dentro de ocho a 20 horas. Los gusanos comienzan inmediatamente a alimentarse y desarrollarse en el material en el que se depositó el huevo. La larva atraviesa tres estadios y un gusano adulto, de 7 a 12 mm de largo, tiene un aspecto grasiento y de color crema. El estiércol de alta humedad favorece la supervivencia de la larva. La temperatura óptima para el desarrollo larvario es de 35 a 38 °C, aunque la supervivencia larval es mayor de 17 a 32 °C. Las larvas completan su desarrollo en 4 a 13 días a temperaturas óptimas, pero requieren de 14 a 30 días a temperaturas de 12 a 17 °C”.

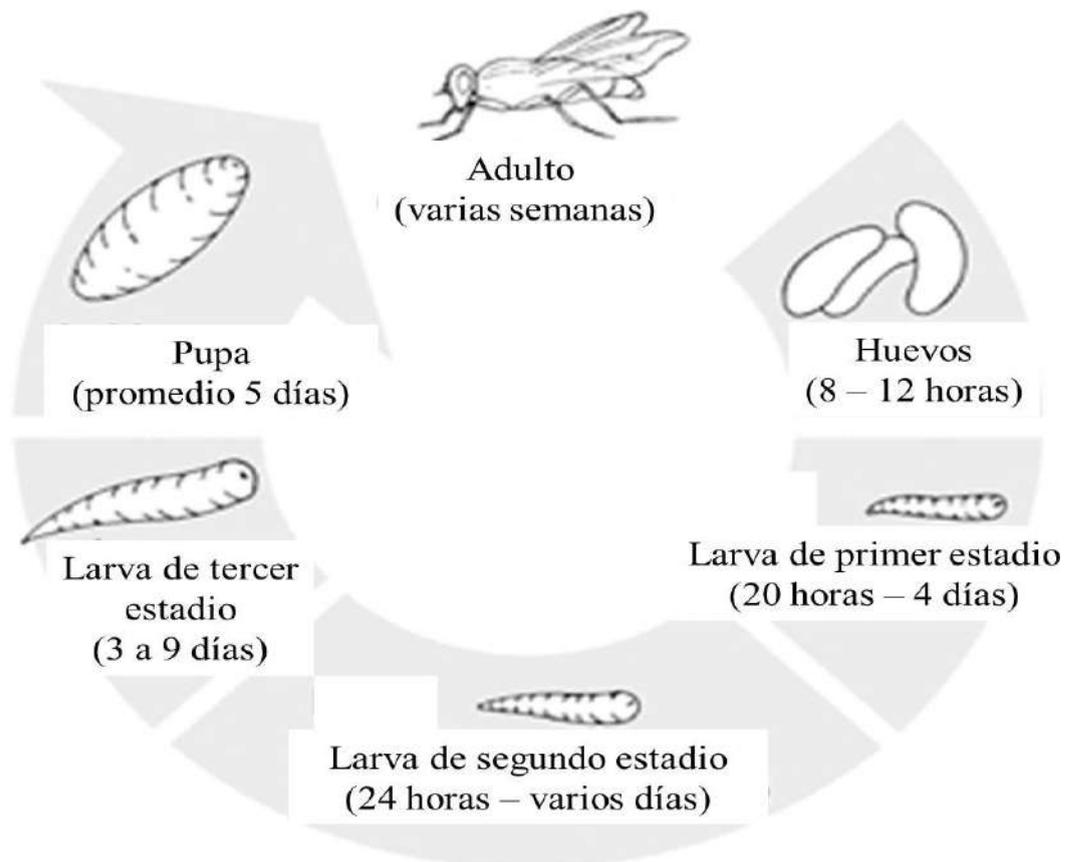
“El estadio de pupa, de unos 8 mm de largo, ocurre en una forma de caja formada a partir de la última piel larval que varía de color de amarillo, rojo, marrón a negro a medida que la pupa envejece. La forma de la pupa es bastante diferente de la larva, siendo redondeada en ambos extremos. Las pupas completan su desarrollo en dos a seis días a una temperatura de 32 a 37 °C, pero requieren de 17 a 27 días a aproximadamente 14 °C”.

“La mosca doméstica adulta (Figura 3) mide entre 6 y 7 mm de largo, y la hembra suele ser más grande que el macho. La hembra puede distinguirse del macho por el espacio relativamente amplio entre los ojos (en los machos, los ojos casi se tocan). La cabeza de la mosca adulta tiene ojos rojizos y piezas bucales esponjosas. El tórax tiene cuatro franjas negras estrechas y hay una curva aguda hacia arriba en la cuarta vena del ala longitudinal. El abdomen es gris o amarillento con una línea media oscura y marcas oscuras irregulares en los lados. La parte inferior del macho es amarillenta”.



*Figura 3.* Mosca doméstica adulta, *Musca domestica* Linnaeus. Tomado de Sánchez- Arroyo & Capinera (2020).

“Los adultos generalmente viven de 15 a 25 días, pero pueden vivir hasta dos meses. Sin comida, sobreviven solo unos dos o tres días. La longevidad se ve reforzada por la disponibilidad de alimentos adecuados, especialmente azúcar. El acceso al estiércol animal no alarga la vida adulta y viven más tiempo a temperaturas más frías. Requieren alimentos antes de copular, y la copulación se completa en tan solo dos minutos o hasta 15 minutos. La oviposición comienza de cuatro a 20 días después de la cópula. Las moscas hembra necesitan acceso a alimentos adecuados (proteínas) para permitirles producir huevos, y el estiércol por sí solo no es adecuado. La capacidad reproductiva potencial de las moscas es tremenda, pero afortunadamente nunca se puede realizar. Los científicos han calculado que un par de moscas que comienzan la reproducción en abril pueden ser progenitoras, en condiciones óptimas y, si todas vivieran, de 191,010,000,000,000,000 de moscas en agosto”. El ciclo de vida de la mosca doméstica según Britanica (2024) se muestra en la figura 4.



*Figura 4.* Ciclo biológico de la mosca doméstica.

## **2.3 Definición de términos básicos**

**Guano de vacuno lechero:** El estiércol de vacuno tiene el 83.2 % de humedad, 1.67 % de nitrógeno, 1.08 % de fósforo, 0.56 % de calcio (CEDECO,2005)

**Larvas de moscas domesticas:** Las larvas son de color blanco y con forma de zanahoria, a medida que la larva madura busca áreas más secas dentro de la excreta (Harthon,D. y Nolan,M.1985).

**Aceite:** La grasa y aceite proporcionan más del doble de energía que los carbohidratos por unidad de peso, así como otros nutrientes constituyen una excelente fuente de energía para las aves (López-Ávila, A. 1986).

**Melaza:** La melaza es portadora de energía de fácil aprovechamiento por el animal, la cual representa del 70 al 75% de valor energético del maíz (Olsen, J.y Allermann, K. 1991)

**Análisis químico:** Los análisis químicos de la larva de mosca domesticas demostraron que son una excelente fuente de proteína cruda y que puede ser utilizada como alimento para aves (Reyes, L. 1980).

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

HGn: El guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza NO influye sobre el rendimiento productivo de larvas de mosca doméstica.

HGa: El guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza SI influye sobre el rendimiento productivo de larvas de mosca doméstica.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

HEn1: La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza NO influye en la cantidad de larvas de mosca doméstica.

HEa1: La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza SI influye en la cantidad de larvas de mosca doméstica.

HEn2: La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza NO influye sobre el peso de larvas de mosca doméstica.

HEa2: La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza SI influye sobre el peso de larvas de mosca doméstica.

HEn3: La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza NO influye sobre la composición química de la harina de larva de mosca doméstica.

HEa3: La calidad del guano de ganado vacuno lechero enriquecido con aceite y melaza SI influye sobre la composición química de la harina de larva de mosca doméstica.

## 2.5 Operacionalización de variables

**Tabla 1.**

Operacionalización de variables.

	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>
INDEPENDIENTE (X)	Guano de vacuno lechero	Excretas secas del ganado vacuno lechero donde las moscas colocan sus huevos y luego desarrollan las larvas	Guano de corral Guano de corral + aceite Guano de corral + melaza Guano de corral + aceite + melaza	..... 5% de aceite 5% de melaza 5% de aceite + melaza
	Cantidad de larva	Larva producida por kg	Numero de larvas	n
DEPENDIENTE (Y)	Peso de larvas	Peso de larva según el guano utilizado como sustrato	Peso de larva individual	mg
	Composición química de larva	Determinación de Humedad, ceniza, proteína y grasa	Análisis proximal	% proteína % grasa % ceniza Energía(Mcal)

## CAPITULO III. METODOLOGIA

### 3.1 Gestión del experimento

#### 3.1.1 Ubicación

La investigación se realizó en el taller experimental de vacunos de leche de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicado en el distrito de Huacho, Provincia de Huaura, región Lima, coordenadas geográfica -11.124391, -77.606939, altitud 50 m s. n. m., temperatura media ambiental de 22 °C y 86% de humedad relativa, en los meses de julio y setiembre del 2023. El pesaje de las larvas se realizó en el laboratorio de procesos de ingeniería de alimentos y el secado de larvas serán realizado en el laboratorio de Nutrición Animal.

#### 3.1.2 Características del área experimental

El guano de vacuno lechero se recolecto de los corrales del taller de vacunos de leche y se almaceno en contenedores de más de un 1 kg de capacidad con una entrada superior libre para las moscas. Los contenedores son colocados en una zona abierta donde las moscas domésticas vuelan libremente. Se colocó una red en el fondo del contenedor para capturar y recoger las larvas vivas, para tal fin se colocó una bandeja debajo de la red.

Los 20 contenedores están distribuidos al azar en cuatro tratamientos y con tres replicaciones cada uno. La figura 5 muestra el modelo de la unidad experimental para la producción de larvas de mosca doméstica.

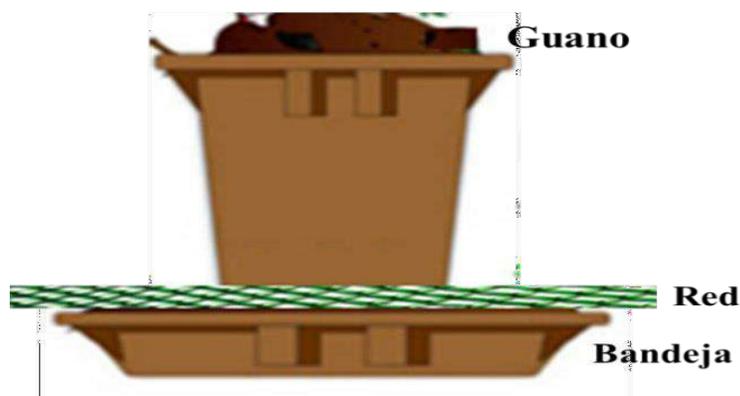


Figura 5. Contenedor con guano para la producción de larvas de mosca doméstica

### 3.1.3 Tratamientos

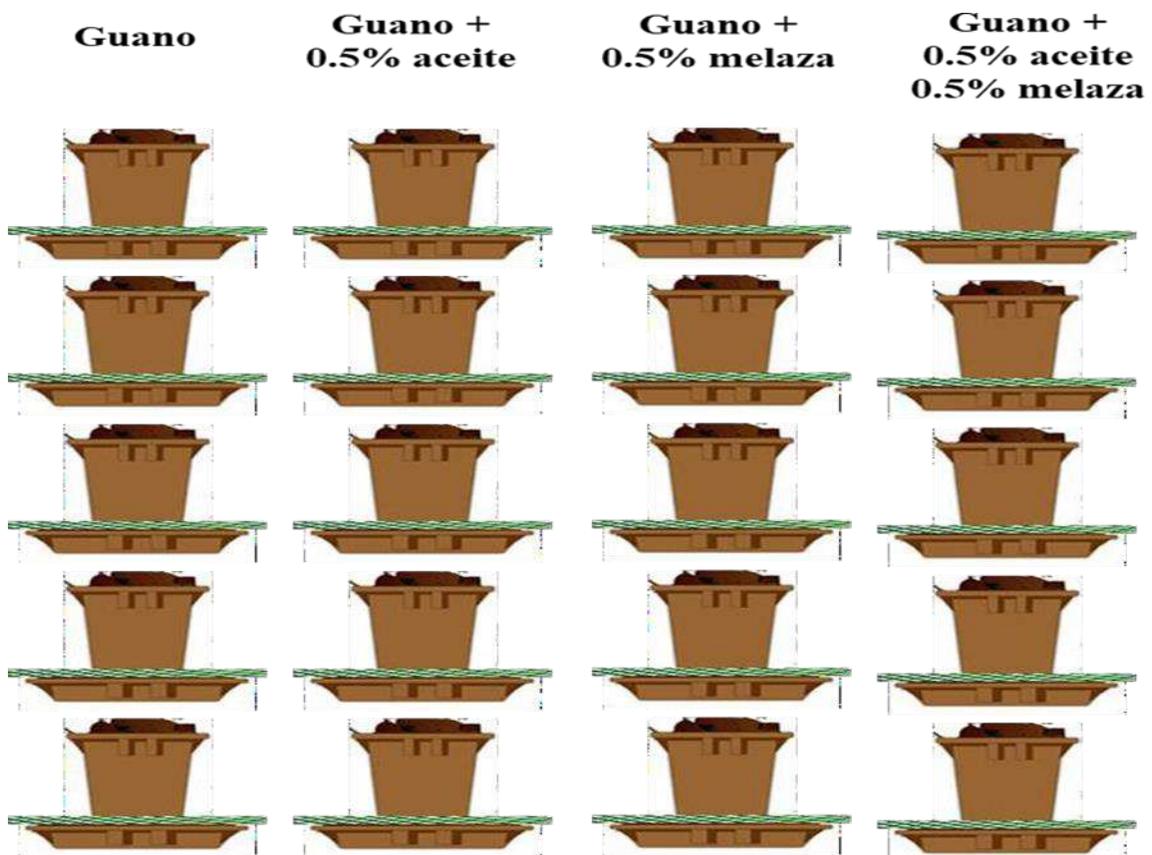
Los tratamientos fueron los siguientes:

T0: Guano de vacuno lechero.

T1: Guano de vacuno lechero + 5% de aceite.

T2: Guano de vacuno lechero + 5% de melaza.

T<sub>3</sub>: Guano de vacuno lechero + 5% de aceite + 5% de melaza.



*Figura 6.* Distribución de las unidades experimentales por tratamiento.

Antes de iniciar el experimento, una muestra de guano fue enviada al laboratorio para el análisis químico proximal, permitirá conocer el contenido de nutrientes antes de iniciarse la postura. Al final del experimento, se realizó el análisis proximal de la harina de larvas para conocer su contenido nutricional, por tratamiento. La energía bruta de los sustratos de producción de larvas fue estimada utilizando la formula siguiente (AEC, 1978):

$$EB = 5,7 \times PC + 9,3 \times EE + 4,1 \times (FC + ELN)$$

Para determinar la energía bruta de los tratamientos enriquecidos con 5% de aceite, 5% melaza y 5% de aceite más 5% melaza, se consideró la 2850 kcal EB/kg de melaza y la 9333 kcal EB/kg de aceite.

#### **3.1.4 Diseño Experimental**

Se empleó el diseño completamente al azar, de cuatro tratamientos y cinco replicas cada una. Cada unidad experimental estará representada por un contenedor.

#### **3.1.5 Variable a evaluar**

Las variables dependientes a medir serán las siguientes:

- a) Producción de larva de mosca doméstica. Al cuarto día de colocado el guano dentro del contenedor, se estimará el número de larvas presentes en la bandeja.
- b) Peso de las larvas. Muestras de larvas de cada replica por tratamiento, serán pesadas en balanzas analíticas de 0,001g de precisión (Balanza de precisión OHAUS).
- c) Composición química del guano: Se enviará una muestra de guano de vaca (100 gr) para determinar la composición nutricional del medio donde fueron criadas las larvas de moscas domésticas.
- d) Composición química de las larvas: Muestras de harina de larvas (50 g) serán enviadas al laboratorio especializado para realizar el análisis químico proximal.

### 3.1.6 Conducción del experimento

El procedimiento de producción de larvas de mosca doméstica se realizó en base a lo descrito por Ahmad et al. (2022).

**1er paso:** Recolección y pesaje del guano de vacuno lechero.

**2do paso:** Se colocó el guano en bandejas de plástico, luego se humectó con la siguiente cantidad (por cada 1Kg de guano se utilizó para 0.1 Kg de agua) y agregar el sustrato correspondiente para nutrir la materia prima que en este caso es el guano de vacuno lechero y se esperó tres días hasta que las larvas obtengan un tamaño adecuado para su recolección.

**3er paso:** Una vez pasado los tres días y que las larvas alcanzaron el tamaño adecuado para su recolección se procedió a colocar dentro de bolsas de plástico de color negro, la cantidad de 01 kg por bolsa y se procedió a realizar una perforación en la base de las bolsas con clavos de una pulgada y media, para colgar las bolsas, para que las larvas por instinto se dirijan hacia la base de la bolsa. Luego de algunas horas, las larvas comenzaran a salir por los agujeros totalmente limpias sin restos de guano y fueron recolectados en un recipiente de plástico, donde caían las larvas.

**4to paso:** Se procedió a pesar la cantidad de larva producida, almacenarlas en un recipiente de plástico con tapa y posteriormente congelarlas para su conservación.

**5to paso:** Una vez obtenido una cantidad considerable de larvas se procedió a su descongelación, lavado y desinfección.

**6to paso:** Para el secado de las larvas se utilizó una estufa a una temperatura de 65 grados Celsius por 48 horas.

**7to paso:** Una vez pasado las 48 horas de secado se procedió a moler las larvas de mosca doméstica donde se utilizó un molino de mano.

**8vo paso:** Obtenida la harina de larva de mosca doméstica se procede a guardar la harina en sobres de papel para evitar que la humedad malogre el insumo.



Figura 7. Proceso de producción y obtención de la harina de larvas de mosca doméstica (*musca domestica*)

- A. Recolección del guano de vacuno lechero
- B. Enriquecimiento del guano de vacuno lechero en 4 tratamientos (guano , guano + aceite, guano + melaza, guano + aceite + melaza)
- C. Colocación de los 4 tratamientos en bandejas de plástico para que las larvas se desarrollen por 3 días y alcancen el tamaño indicado para su posterior cosecha en donde se colocaran en bolsas de plástico en 1 kg por tratamiento, luego se procederá a realizar una perforación en la base de la bolsa con clavos de 2 pulgadas y se procede a dejar colgando las bolsas.
- D. Al día siguiente se procede a verificar la cantidad de larvas descendidas por los orificios de las bolsas y pesar la producción obtenida.
- E. Se procede a realizar el almacenamiento de las larvas en envases de plástico y su posterior congelación para su conservación.

- F. Se procede a realizar el lavado, desinfección y secado de las larvas de mosca domésticas.
- G. Terminado el lavado de las larvas de moscas domesticas se procede a secar las larvas utilizando la estufa del laboratorio de nutrición animal de la UNJFSC a una temperatura de 60 °C por el periodo de 48 horas.
- H. Terminado el proceso de secado de las larvas se procede a realizar la molienda de las larvas utilizando un molino hasta obtener la textura deseada de la harina.
- I. Almacenamiento de la harina de larva de mosca para evitar el ingreso de humedad y el deterioro de la harina.

### **3.2 Técnicas para el procesamiento de la información**

Los datos recolectados fueron procesados en el software estadístico R. Los datos cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de variancias, por lo que fueron analizados utilizando el análisis de variancia y prueba de medias de Tukey.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Composición química del guano de vacuno lechero

La tabla 2. muestra la composición química, en base a la materia seca, del sustrato guano antes y después de la producción de las larvas de mosca doméstica. Analizando los resultados de los nutrientes más importante cuantitativamente, antes de la producción de larvas, el sustrato contenía 64% PC y 15% GC. Después de producido las larvas de mosca doméstica, el sustrato contenía solo 16.5% PC y 0.9% GC, reduciéndose en 74 y 94%, respectivamente. El contenido de FC en el sustrato post producción disminuyó en 12%, mientras que el contenido de ELN y cenizas se muestran incrementados después de la producción de larvas.

**Tabla 2**

*Análisis proximal del Guano de vacuno lechero (en base a materia seca)*

Nutriente, %	Pre- experimental	Post- experimental	%
Humedad	12.61	11.07	-12
Proteína cruda	63.86	16.46	-74
Grasa cruda	15.22	0.87	-94
Fibra cruda	9.31	8.25	-12
ELN	4.02	50.76	+1262
Ceniza	7.59	23.66	+312
EB, kcal / kg	5602	3438	-61

Fuente: Propia

### 4.2 Pesos de las larvas de mosca domesticas

La tabla 3 muestra el efecto del enriquecimiento del guano de vacas lecheras sobre el peso de larvas de mosca doméstica. El análisis estadístico encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos para el peso de la larva. El peso de las larvas de mosca producidas en guano de vacuno enriquecido con aceite más melaza fue superior a los demás tratamientos. El peso de las larvas de mosca producidas en guano de vacuno enriquecido con aceite fue superior comparado al de las larvas producidas al de la melaza y solo guano, pero inferior al de aceite más melaza. El peso de

las larvas de mosca producidas en guano de vacuno fue inferior a los demás tratamientos.

**Tabla 3**

*Efecto del enriquecimiento de guano de vacuno lechero sobre el peso de las larvas*

Tratamientos	EB, kcal / kg	n	Peso, mg (media $\pm$ EE)	Intervalo de confianza al 95%	%
T <sub>0</sub> : Guano	5602	12	7.69 $\pm$ 0.15 <sup>d</sup>	7.38 – 8.00	100
T <sub>1</sub> : T <sub>0</sub> + 5% Aceite	5745	12	13.47 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>	13.16 – 13.78	175
T <sub>2</sub> : T <sub>0</sub> + 5% Melaza	6069	12	11.44 $\pm$ 0.15 <sup>c</sup>	11.13 – 11.75	149
T <sub>3</sub> : T <sub>0</sub> + 5% Aceite + 5% melaza	6211	12	17.19 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	16.89 – 17.50	223
p – valor ANOVA			< 0.001		

#### 4.3 Producción de larvas de mosca domestica por guano enriquecido

La tabla 4 muestra el efecto de la calidad del guano de vacas lecheras sobre la producción de larvas de moscas domesticas por kg de sustrato. El peso de las larvas de moscas enriquecidas con aceite más melaza tiene el mayor peso de producción a diferencia de los demás tratamientos. El peso de las larvas de moscas enriquecidas con aceite tiene un peso superior al tratamiento enriquecido de melaza, pero inferior al tratamiento enriquecido de aceite más melaza.

**Tabla 4**

*Efecto del enriquecimiento de guano de vaca sobre la producción de larvas*

Tratamientos	EB, kcal / kg	n	Peso, g (media $\pm$ EE)	Intervalo de confianza al 95%	%
T <sub>0</sub> : Guano	5602	5	2.66 $\pm$ 0.24 <sup>d</sup>	2.15 – 3.17	100
T <sub>1</sub> : T <sub>0</sub> + 5% Aceite	5745	5	6.54 $\pm$ 0.24 <sup>b</sup>	6.03 – 7.04	246
T <sub>2</sub> : T <sub>0</sub> + 5% Melaza	6069	5	5.08 $\pm$ 0.24 <sup>c</sup>	4.57 – 5.58	191
T <sub>3</sub> : T <sub>0</sub> + 5% Aceite + 5% melaza	6211	5	9.15 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	8.65 – 9.66	344
p – valor ANOVA			< 0.001		

#### 4.4 Composición química de harina de larva de mosca domestica

La Tabla 5 muestra la composición química de las larvas de mosca domestica producidas en guano de vacuno lechero enriquecidas con aceite, melaza y aceite más melaza. Descriptivamente, el contenido proteico de las larvas de mosca domestica producidas en guano enriquecidos con aceite, melaza y aceite más melaza fue menor en 6, 8 y 7% menos, respectivamente comparado con la composición química de las larvas producidas en sustrato de solo guano. El contenido de grasa cruda en las larvas, se incrementó en 42, 61 y 24% más cuando el guano se enriqueció con aceite, melaza y aceite más melaza. Con respecto al contenido de los carbohidratos, las larvas producidas en sustratos enriquecidos con aceite, melaza y aceite más melaza se mostraron disminuidos en FC en 12, 22 y 3%, respectivamente. Sin embargo, mientras que el ELN se mostró disminuido en 9 y 26 % en las larvas producidas en sustrato enriquecido con aceite y melaza; las larvas producidas en sustrato con aceite más melaza se mostraron incrementados en 48%. El contenido de cenizas en las larvas se mostró levemente disminuido en 6, 11 y 10 % menos cuando el guano se enriqueció con aceite, melaza y aceite más melaza, respectivamente. El contenido de energía en las larvas se mostró levemente aumentado en 6, 8 y 2 % más cuando el guano se enriqueció con aceite, melaza y aceite más melaza, respectivamente.

**Tabla 5**

*Análisis proximal y valor energético de la harina de larva de mosca domestica*

Nutriente, %	Guano de vacuno lechero	Guano de vacuno lechero + 5% aceite	Guano vacuno lechero + 5% melaza	Guano vacuno lechero + 5% aceite + 5% melaza
Humedad	12.61	12.06	12.51	12.75
Proteína cruda	55.81 (100)	52.48 (94)	51.12 (92)	51.62 (93)
Grasa cruda	13.30 (100)	18.86 (142)	21.47 (161)	16.54 (124)
Fibra cruda	8.14 (100)	7.15 (88)	6.36 (78)	7.91 (97)
ELN	3.51 (100)	3.21 (91)	2.61 (74)	5.21 (148)
Ceniza	6.63 (100)	6.24 (94)	5.93 (89)	5.97 (90)
Energía bruta, kcal/kg	4896 (100)	5170 (106)	5278 (108)	5018 (103)

Fuente: Propia

## **CAPITULO V. DISCUSIÓN**

### **5.1 Efecto del enriquecimiento de guano de vacuno lecheras sobre la producción de larvas de mosca domestica**

Después de la producción de larvas de mosca doméstica, el guano de vacuno lechero utilizado disminuyó en 74, 94, 12 y 61% para su contenido de proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda y energía bruta, respectivamente. Al utilizar el guano de vacuno lechero con estas cualidades nutricionales, se produjo larvas con un peso 7.7 mg. Sin embargo, al enriquecerlas con aceite, melaza, y aceite más melaza; el peso se incrementó en 75, 49 y 123% más, comparado con el tratamiento control. Del mismo modo, al utilizar el guano de vacuno (T0) se produjo 2.7 g de larvas de moscas por kg de sustrato utilizado, incrementándose en 146, 91, y 244% más cuando se enriqueció con aceite, melaza, y aceite más melaza. Estos resultados sugieren que el guano de vacuno lechero fue un excelente sustrato de oviposición de las moscas domésticas adultas.

La composición del estiércol difiere entre especies en función de la composición de la dieta y la fisiología intestinal (Hussein et al., 2017), por lo tanto, la producción de larvas de mosca domestica será diferente. Según Hussein et al. (2017), la cría intensiva de larvas de mosca doméstica requiere que el estiércol satisfaga los niveles de nutrición necesarios para los distintos estadios larvarios a densidades superiores a las observadas en la naturaleza. Además, las necesidades nutricionales de los insectos cambian con la edad la fase de desarrollo, el estado reproductivo, etc. (Thompson, 2009).

### **5.2 Composición química de harina de larva de mosca doméstica.**

Al igual que ocurre con los animales superiores, se ha documentado que los insectos tienen necesidades de nutrientes esenciales para un crecimiento y desarrollo óptimos (Hussein et al., 2017). La presencia de aminoácidos limitantes limitará el crecimiento animal y podría estar sucediendo cuando se produce larva de mosca domestica con solo guano de vacuno lechero. Según Thompson (2009), los insectos consumen y utilizan una amplia variedad de proteínas para satisfacer sus necesidades nutricionales de aminoácidos, siendo 10 de ellos considerados esenciales porque no los pueden sintetizar. Muchos insectos disminuirán su crecimiento en presencia de dietas que

contienen aminoácidos como única fuente de nitrógeno, y necesitan proteínas o una mezcla de proteínas y aminoácidos para crecer y desarrollarse con normalidad.

La grasa cruda de la harina de larvas fue el nutriente más influenciado por el enriquecimiento de guano de vacuno lechero. Cuando se colocó 5% de melaza en el guano, la grasa cruda se incrementó en 61% más comparado con el control. Este resultado guardaría relación con lo mencionado por Thompson (2009) “Se cree que algunos insectos como los dípteros (mosca doméstica, por ejemplo) son capaces de digerir únicamente sacarosa. Los azúcares, en particular la sacarosa, son potentes fagos estimulantes, sin los cuales algunos insectos se alimentan mal o no se alimentan en absoluto” (p. 716).

Igualmente, cuando se colocó 5% de aceite en el guano, la grasa cruda se incrementó en 42% más comparado con el control. Con respecto a la grasa como nutriente en los insectos, Thompson (2009) menciona que “Los ácidos grasos son considerados no esenciales para la mayoría de los insectos, pero varios mosquitos y algunos lepidópteros necesitan un ácido graso poliinsaturado (por ejemplo, el ácido araquidónico)”. No existe literatura sobre la esencialidad de los ácidos grasos para la nutrición de los insectos. Un nutriente es considerado esencial, cuando un nutriente no puede ser sintetizado en el organismo animal, por lo tanto, la dieta debe proporcionarlo. Si el nutriente no cubre lo requerido, afectará el rendimiento animal.

El extracto libre de nitrógeno se mostró incrementado en 48% más comparado con el control, cuando el sustrato guano fue enriquecido con 5% de aceite más 5% de melaza. Los carbohidratos, aunque a menudo son necesarios como fuente de energía, rara vez son esenciales para los insectos (Thompson, 2009). Bioquímicamente, el incremento de ELN se relacionaría con el suministro de un guano rico en energía que sobre pasa lo requerido por las larvas en crecimiento. Según Bondi, los nutrientes fuente de energía sobrantes serán almacenados como glucógeno animal, aunque la capacidad de reserva es menor del 1%, por lo que se desviará a la síntesis de grasa. No se tiene información con respecto a la composición química de las larvas influenciadas por el tipo de dieta.

Existen diferencias sustanciales en los valores nutritivos de la harina de larva de mosca domestica reportados por diferentes autores. Muchas veces, el principal factor de variación es el sustrato utilizado durante la producción de las larvas de mosca doméstica. En el presente estudio, la composición química promedio de la harina de larvas de mosca doméstica, en base a la materia seca, fue de 60.3, 20.0, 8.4, 4.2 y 7.1 para la proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, ELN y cenizas, respectivamente. Estos valores son bastante similares a los reportados por Hussein et al. (2017), quién lideró uno de los pocos estudios disponibles relacionados con la producción de harina de larvas de mosca utilizando el guano de ganado vacuno como sustrato. Estos autores reportan contenidos, en base a la materia seca, de 59.9, 19.6, 7.1, 6.3 y 7.1 para la proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, ELN y ceniza.

Muchos son los estudios de producción de harina de larvas de mosca domestica utilizando estiércol de aves de corral. Ahmad et al. (2022), al producir harina de larva de mosca domestica reportó contenidos de 94.7, 55, 27.6, 3.7, 2.1 y 8.3 para la materia seca, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, ELN y ceniza, respectivamente. Sánchez et al. (2021) al analizar la composición química de la harina de larvas de mosca domestica producida en estiércol de gallinas ponedoras reportó contenidos de 92.5, 54, 21.7, 6, 10.6 y 7.6 para materia seca, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, ELN y ceniza. Khan et al. (2016) al analizar la composición química de la harina de larvas de mosca con estiércol de aves reportó contenidos de 94.6, 55.6, 27.9, 5.8, 10.1 para materia seca, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda. y cenizas. Una diferencia de la harina de larva de mosca domestica comparado con las fuentes convencionales de proteína, es su mayor contenido de fibra cruda. Según Finke (2007), los insectos contienen cantidades significativas de fibra, suponiéndose que la fibra de los insectos estaría representada por la quitina, basándose en la similitud estructural entre la celulosa y la quitina y en el hecho de que la fracción de la fibra detergente acida de los insectos contiene nitrógeno. La quitina es un polisacárido natural, considerada uno de los bio polímeros más abundantes después de la celulosa, ha sido aislado de especies de insectos como escarabajos, gusanos de seda y grillos (Wang et al., 2022)

## **CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.2 Conclusiones**

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se concluye:

- El guano de vacuno lechero enriquecido con aceite 5% + melaza 5% mejoró el peso de las larvas de mosca doméstica.
- El enriquecimiento del guano de vacuno lechero aumentó la producción de larvas de mosca doméstica, siendo el mejor la adición conjunta de aceite más melaza.
- El enriquecimiento del guano de vacuno lechero influyó sobre la composición química de las larvas de mosca doméstica, siendo la grasa y el ELN los más influenciados cuando se colocó melaza o aceite más melaza, respectivamente.

### **6.3 Recomendaciones**

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se recomienda:

- Realizar el análisis del perfil de aminoácidos, ácidos grasos y macro minerales de la harina de larvas de acuerdo al tipo de sustrato.
- Realizar el análisis microbiológico para determinar bacterias patógenas

## CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adeniji, A. A. (2007). Effect of replacing groundnut cake with maggot meal in the diet of broilers. *International Journal of Poultry Science*, 6(11), 822-825. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.822.825>
- Ahmad, I., Ullah, M., Alkafafy, M., Ahmed, N., Mahmoud, S. F., Sohail, K & Sayed, S. (2022). Identification of the economics, composition, and supplementation of maggotmeal in broiler production. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(6), artículo (e) 103277. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.03.027>
- Ain Baziz, H., Geraert, P. A., Padilha, J. C., & Guillaumin, S. (1996). Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poultry science*, 75(4), 505–513. <https://doi.org/10.3382/ps.0750505>
- Alimentation Equilibre Commentry (AEC). (1978). *Animal Feeding. Energy, amino acids, vitamins, minerals. Document N°4*, Francia.
- All about feed. (23 de setiembre del 2020). *Las larvas de mosca doméstica contribuyena la nutrición sostenible de la capa*. <https://es.allaboutfeed.net/las-larvas-de-mosca-domestica-contribuyen-a-la-nutricion-sostenible-de-la-cap/>
- Andrade L. (2017). *La mosca doméstica*. Boletín. Sociedad Mexicana de Entomología, Mexico.
- Official method of Analysis (AOAC). 2005. *Official method of Analysis 18th ed*. Association of Officiating Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista chilena de nutrición*, 47(6), 1029-1037. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>.

- Ayquipa Huillca, E. M. (2022). *Producción de harina de larvas de mosca doméstica (musca doméstica linnaeus) según el tipo de estiércol* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. [https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1113/T\\_742.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1113/T_742.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. *housefly*. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/animal/housefly>.
- Calvert, C. C., Martin, R. D., & Morgan, N. O. (1969). House fly pupae as food for poultry. *Journal of Economic Entomology*, 62(4),938-939. <https://doi.org/10.1093/jee/62.4.938>
- Cassidy, E. S., West, P. C., Gerber, J. S., & Foley, J. A. (2013). Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare. *Environmental Research Letters*, 8(3), artículo 034015. DOI 10.1088/1748-9326/8/3/034015
- Corporación Educativa para el desarrollo costarricense [CEDECO]. (2005). *Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos*, [https://www.ciaorganico.net/documypublic/641\\_Abonos\\_organicos\\_\(1\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/641_Abonos_organicos_(1).pdf)
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2003). *Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products (Vol. 13)*.
- Charlton, A. J, Dickinson, M., Wakefield, M. E., Fitches, E., Kenis, M., Han, R. Devoc, E. (2015). *Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed*. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1, 7-16. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0020> The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Manag.*2015 Jan; 35(68-80).
- Comisión Europea. Reglamento (UE) 2017/893 de la comisión. *Diario Oficial de la Unión Europea*. 2017 Mayo: p. 25.
- Cortes Ortiz, J. A., & Ruiz, A. T. (2016). Chapter. *Insect mass production technologies in*

- Dossey AT, Morales JA, Guadalupe M (eds) Insects as sustainable food ingredients.
- Cui, X., Gou, Z., Jiang, Z., Li, L., Lin, X., Fan, Q., Wang, Y., & Jiang, S. (2022). *Dietary fiber modulates abdominal fat deposition associated with cecal microbiota and metabolites in yellow chickens*. *Poultry science*, 101(4). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101721>
- Donkoh, A., Nyannor, E. K. D., Asafu-Adjaye, A., & Duah, J. (2003). Ground maize cob as a dietary ingredient for broiler chickens in the tropics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12(1), 153-162. <https://doi.org/10.22358/jafs/67692/2003>
- Dufour, C., Le Coz, Y., Andrieux, C., & Szylit, O. (1995). *Effects of nature, size and level of incorporation of dietary fibres on colonic functions in germ-free rats and in heteroxenic rats inoculated with a human flora*. *Food hydrocolloids*, 9(1), 9-15.
- Fasakin, E. A., Balogun, A. M., & Ajayi, O. O. (2003). *Evaluation of full-fat and defatted maggot meals in the feeding of clariid catfish Clarias gariepinus fingerlings*. *Aquaculture Research*, 34(9), 733-738.
- Feldman, B. (1944). *Studies on the Ecology of the Levant House Fly (Musca domestica vicina Macq.)*. *Bulletin of Entomological Research*, 35(1), 53-67. [doi:10.1017/S0007485300005642](https://doi.org/10.1017/S0007485300005642)
- Finke M. D. (2007). *Estimate of chitin in raw whole insects*. *Zoo biology*, 26(2), 105–115. <https://doi.org/10.1002/zoo.20123>.
- Fitches, E.C., Smith, R. (2018). *PROteINSECT: Insects as a Sustainable Source of Protein*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9_26)
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., & Zaks, D. P. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337-342. Gállego J. *Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos*

*de interés sanitario. Manual. España: Universidad de Barcelona; 2006.*

Gilardino, A., Quispe, I., Pacheco, M., & Bartl, K. (2020). *Comparison of different methods for consideration of multifunctionality of Peruvian dairy cattle in Life Cycle Assessment. Livestock Science, 240, 104151.*

Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., & Toulmin, C. (2010). *Food security: the challenge of feeding 9 billion people. science, 327(5967), 812-818.*

Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., & Toulmin, C. (2010). *Food security: the challenge of feeding 9 billion people. science, 327(5967), 812-818.*

Grimaud Freres Company. (2015). *Rearing Guide Roasting Canedins. Grimaud Frères Sélection (Ed.), Roussay (France).*

Hall, H. N., O'Neill, H. M., Scholey, D., Burton, E., Dickinson, M., & Fitches, E. C. (2018). *Amino acid digestibility of larval meal (Musca domestica) for broiler chickens. Poultry science, 97(4), 1290-1297. <https://doi.org/10.3382/ps/pex433>*

Hamam, M., Chinnici, G., Di Vita, G., Pappalardo, G., Pecorino, B., Maesano, G., & D'Amico, M. (2021). *Circular economy models in agro-food systems: A review. Sustainability, 13(6), 3453.*

Han, Z., Han, C., Shi, Z., Li, J., & Luo, E. (2023). *Rebuilding the crop-livestock integration system in China-Based on the perspective of circular economy. Journal of Cleaner Production, 393, 136347.*

Harthon, D. y Nolan, M., 1985. *Identificación y Biología de la Mosca. Avicultura profesional. 3(4):32.*

Helguero A, Bustillos L, Hernani J. *Obtención de biogás mediante la fermentación*

- anaerobia de estiércol*. Revista Estudiantil AGRO – VET. 2018 Julio-Diciembre; 2(2:185 191): p. 2(2):185-191.
- Hubert, A. (2019). *Industrial insect production as an alternative source of animal protein*. *Comptes Rendus Biologies*, 342(7-8), 276-277.
- Hussein, M., Pillai, V. V., Goddard, J. M., Park, H. G., Kothapalli, K. S., Ross, D. A., Ketterings, Q. M., Brenna, J. T., Milstein, M. B., Marquis, H., Johnson, P. A., Nyrop, J. P., & Selvaraj, V. (2017). *Sustainable production of housefly (Musca domestica) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure*. *PloS one*, 12(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171708>
- Iheukwumere, F., Ndubuisi, E., Mazi, E., & Iheonunekwu, M. (2009). *Effect of feeding varying levels of corn cob meal on the performance, organ weights and serum metabolites of broiler finisher birds*. *International Journal of Tropical Agriculture and Food Systems*, 3(1). <https://doi.org/10.4314/ijotafs.v3i1.50019>
- Imouokhome, J. I., & Ilaboya, I. I. (2022). *Performance and carcass characteristics of broiler chickens fed corn-cob based meal supplemented with enzyme*. *PAT*, 18(1), 63-70. <http://www.patnsukjournal.net/Vol18No1/P8.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017. *Peru: Statistical Summary 2016*. [http://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1391/libro.pdf](http://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1391/libro.pdf).
- Jiménez G. (2003). *Nuevas tendencias para el control de los parásitos de bovinos en Colombia :una estrategia sostenible para el siglo XXI*.
- Khan, S., Khan, R. U., Sultan, A., Khan, M., Hayat, S. U., & Shahid, M. S. (2016). *Evaluating the suitability of maggot meal as a partial substitute of soya bean on the productive traits, digestibility indices and organoleptic properties of broiler meat*. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 100(4), 649–656.

<https://doi.org/10.1111/jpn.12419>.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, conservation and recycling, 127*, 221-232.

Laraut, Patrice, (2007). *Insectos de España y Europa. Barcelona. ES. Lynx editions p.528*

Larraín P, Salas C.(2008). *House Fly (Musca domestica L.) (diptera: muscidae) development in different types of manure. Chilean Journal of Agricultural Research. ; 68(2:192-197): p. 68:192-197.*

Latif, A., Cahyandito, M. F., & Utama, G. L. (2023). *Dynamic System Modeling and Sustainability Strategies for Circular Economy-Based Dairy Cow Waste Management. Sustainability, 15(4)*, 3405.

Lawrence-Azua, O. O., Saka, A. A., Yahaya, M. O., Ijadunola, T. I., Bernard, A. M., & Ogunfolabo, L. A. (2018). *Performance characteristics and blood profile of broiler chickens fed corn cobs based diets with or without enzyme supplementation. Nigerian Journal of Animal Production, 45(1)*, 272-278.<https://njap.org.ng/index.php/njap/article/download/366/318>.

Liceaga, A. M. (2021). *Processing insects for use in the food and feed industry. Current opinion in insect science, 48*, 32-36.

López-Ávila, A. (1986). *Natural enemies. Chapter 4, pp. 27-36 in: Cock, M.J.W. (Ed). Bemisia tabaci. A literature Survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. 121 pp. CAB International institute of Biological Control, Ascot, UK.*

Lu, Q., Wen, J., & Zhang, H. (2007). *Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. Poultry science, 86(6)*, 1059-1064.  
<https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1059>

- Madsen, E. L. (1995). *Impacts of agricultural practices on subsurface microbial ecology*. In D.L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy*, Academic Press, 54, 1-67.  
[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60897-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60897-4).
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuze, V. & Ankers, P. (2014). *State-of-the-art on use of insects as animal feed*. *Animal Feed Science and Technology*. 197:1-33.
- Martin, G., Moraine, M., Ryschawy, J., Magne, M. A., Asai, M., Sarthou, J. P., ... & Therond, O. (2016). *Crop–livestock integration beyond the farm level: a review*. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(3), 53.
- Martiradonna, G., Soto, A., González, J. (2009). *Protocolo de cria de Musca doméstica en laboratorio*. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 49(2), 317-319.
- Moissant E, Tkachuk O, Roman R.(2004). *Detección de agentes bacterianos en adultos de Musca domestica (Diptera: Muscidae) recolectadas en Maracay, Estado Aragua, Venezuela*. *Entomotrópica*. 19(3):161-164.
- Nayduch, D., Neupane, S., Pickens, V., Purvis, T., & Olds, C. (2023). *House Flies Are Underappreciated Yet Important Reservoirs and Vectors of Microbial Threats to Animal and Human Health*. *Microorganisms*, 11(3), 583.
- Niode, N. J., Mahono, C. K., Lolong, F. M., Matheos, M. P., Kepel, B. J., & Tallei, T. E. (2022). *A Review of the Antimicrobial Potential of Musca domestica as a Natural Approach with Promising Prospects to Countermeasure Antibiotic Resistance*. *Veterinary Medicine International*,
- Official Journal of the European Union L295. (2021). COMMISSION REGULATION (EU),2021/1372. [content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2021:295:FULL&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1372/content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2021:295:FULL&from=EN)
- Okyere, A. A. (2023). *Food Safety Management of Insect-Based Foods*. In *Food Safety Management* (pp. 223-233). Academic Press.

- Olsen, J. y Allermann, K. (1991). *La biomasa microbiana como fuente de proteína. Biotecnología Básica. Editorial Acribia. España. 65-72p.*
- Pimentel, D., & Pimentel, M. (2003). *Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. The American journal of clinical nutrition, 78(3), 660S-663S.*
- Pino, M. (2018). *Por qué todavía no comemos insectos: marco legal en la Unión Europea. Revista de Bioética y Derecho, (42), 311-341.* [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1886-58872018000100016&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872018000100016&lng=es&tlng=es).
- PROteINSECT, 2016. *Insect protein: Feed for the future. Addressing the need for feeds of the future today. White paper 2016.*  
URL: [http://www.proteinsect.eu/fileadmin/user\\_upload/press/proteinsect-whitepaper-2016.pdf](http://www.proteinsect.eu/fileadmin/user_upload/press/proteinsect-whitepaper-2016.pdf)
- Ranganathan, J., Vennard, D., Waite, R., Duman, P., Lipinski, B., & Searchinger, T. (2016). *“Shifting Diets for a Sustainable Food Future.” Working Paper, Installment II of Creating a Sustainable Food Future. Washington, DC: World Resources Institute. Accessible at <http://www.worldresourcesreport.org>.*
- Reda, A. A., Hussien, F. Z., Gizaw, T. T., & Beza, G. M. (2023). *Research Note: Effects of partial replacement of noug seed (Guizotia abyssinica) cake with maggot meal in dual-purpose chicken. Poultry Science, 102760.*  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102760>
- Reyes, L. (1980), - *Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 31, 75 p.*
- Rinttilä, T., & Apajalahti, J. (2013). *Intestinal microbiota and metabolites—Implications for broiler chicken health and performance. Journal of Applied Poultry*

*Research*, 22(3), 647-658. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00742>

Rodino, S., Pop, R., Sterie, C., Giuca, A., & Dumitru, E. (2023). *Developing an Evaluation Framework for Circular Agriculture: A Pathway to Sustainable Farming. Agriculture*, 13(11), 2047.

Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). *Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. Climate risk management*, 16, 145-163.

Salazar E, Trejo H, Vázquez C, López J (2007). *Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Revista Internacional de Botánica Experimental*; 76(169-185): p. 76:169-185.

Sanchez H, Capinera J. House(2013). *fly, Musca domestica Linnaeus (Insecta: Diptera: Muscidae)*. Florida: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences;

Sánchez, M., Gómez, C., Avendaño, C., Harmsen, I., Ortiz, D., Ceballos, R., ... & Valenzuela, C. (2021). *House fly (Musca domestica) larvae meal as an ingredient with high nutritional value: Microencapsulation and improvement of organoleptic characteristics. Food Research International*, 145, 110423.

Sharma, B., Lakra, U., Sharma, R., & Sharma, S. R. (2022). *A comprehensive review on nanopesticides and nanofertilizers—A boon for agriculture. Nano-enabled Agrochemicals in Agriculture*, 273-290.

Tamasiga, P., Miri, T., Onyeaka, H., & Hart, A. (2022). *Food waste and circular economy: Challenges and opportunities. Sustainability*, 14(16), 9896.

Tejeda, J., & Kim, K. (2021). *Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. Animals : an open access journal from MDPI*, 11(2), 461. <https://doi.org/10.3390/ani11020461>

- Thompson, S.N. (2009). *Encyclopedia of Insects // Nutrition*. , (), 715–720.  
*doi:10.1016/b978-0-12-374144-8.00192-2.*
- Tschirner, M., Simon, A. (2015). *Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. Journal of Insects as Food and Feed, 1(4), 249-59.*
- Van Huis, A. (2013). *Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annual Review of Entomology, 58, 563–583.*
- Van Zanten, H. H., Mollenhorst, H., Oonincx, D. G., Bikker, P., Meerburg, B. G., & De Boer, I. J. (2015). *From environmental nuisance to environmental opportunity: housefly larvae convert waste to livestock feed. 102,362-369.*
- Wang, H., ur Rehman, K., Feng, W., Yang, D., ur Rehman, R., Cai, M., ... & Zheng, L. (2020). *Physicochemical structure of chitin in the developing stages of black soldierfly. International Journal of Biological Macromolecules, 149, 901-907.*
- Wang, R. R., Pan, X. J., & Peng, Z. Q. (2009). *Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. Poultry Science, 88(5), 1078-1084. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00094.*
- Yang, N., Chen, L., Wang, W., & Shen, Z. (2021). *The land carrying capacity and environmental risk assessment of livestock and poultry breeding considering crop planting. Environmental Science and Pollution Research, 28(37), 51356-51368.*
- Montowska, M., Kowalczewski, P. Ł., Rybicka, I., & Fornal, E. (2019). *Nutritional value, protein and peptide composition of edible cricket powders. Food chemistry, 289, 130-138.*

## **ANEXOS**

## Anexo 01:

Tabla 6 : Pesos de las larvas de moscas domesticas por tratamiento.

SEMANA	N° DE LARVAS PESADAS	ACEITE	MELAZA	ACEITE + MELAZA	GUANO DE VACA
SEMANA 1	3	0.0548	0.0589	0.0852	0.0479
SEMANA 1	3	0.0598	0.0565	0.0675	0.0393
SEMANA 1	3	0.0636	0.0581	0.0793	0.0380
SEMANA 1	3	0.0696	0.0560	0.0758	0.0472
<b>Promedio</b>	-	<b>0.0620</b>	<b>0.0574</b>	<b>0.0770</b>	<b>0.0431</b>
SEMANA 1	5	0.0958	0.0932	0.1433	0.0795
SEMANA 1	5	0.0912	0.0989	0.1132	0.0659
SEMANA 1	5	0.0958	0.0965	0.1355	0.0634
SEMANA 1	5	0.1060	0.0986	0.1271	0.0789
<b>Promedio</b>	-	<b>0.0972</b>	<b>0.0968</b>	<b>0.1298</b>	<b>0.0719</b>
SEMANA 1	10	0.1822	0.1995	0.2200	0.2350
SEMANA 1	10	0.1995	0.1885	0.2270	0.1340
SEMANA 1	10	0.2200	0.1940	0.2650	0.1268
SEMANA 1	10	0.2350	0.1870	0.2530	0.1595
<b>Promedio</b>	-	<b>0.2092</b>	<b>0.1915</b>	<b>0.2573</b>	<b>0.1450</b>
SEMANA 2	3	0.0533	0.0275	0.0608	0.0191
SEMANA 2	3	0.0488	0.0295	0.054	0.0193
SEMANA 2	3	0.0441	0.0297	0.0625	0.0153
SEMANA 2	3	0.0476	0.0266	0.0597	0.0185
<b>Promedio</b>	-	<b>0.0485</b>	<b>0.0283</b>	<b>0.0593</b>	<b>0.0181</b>
SEMANA 2	5	0.0795	0.0513	0.1018	0.0326
SEMANA 2	5	0.0807	0.0498	0.0932	0.0319
SEMANA 2	5	0.0825	0.0520	0.0956	0.0311
SEMANA 2	5	0.0832	0.0495	0.1002	0.0302
<b>Promedio</b>	-	<b>0.0815</b>	<b>0.0507</b>	<b>0.0977</b>	<b>0.0669</b>
SEMANA 2	10	0.1785	0.1020	0.2003	0.0638
SEMANA 2	10	0.1637	0.0986	0.1905	0.0689
SEMANA 2	10	0.1614	0.1058	0.1962	0.0648
SEMANA 2	10	0.1682	0.0997	0.1996	0.0702
<b>Promedio</b>	-	<b>0.1680</b>	<b>0.1015</b>	<b>0.1967</b>	<b>0.0669</b>
SEMANA 3	3	0.0467	0.0410	0.0608	0.0287
SEMANA 3	3	0.0461	0.0427	0.0520	0.0220
SEMANA 3	3	0.0515	0.0417	0.0550	0.0211
SEMANA 3	3	0.0528	0.0350	0.0601	0.0202
<b>Promedio</b>	-	<b>0.0493</b>	<b>0.0401</b>	<b>0.0570</b>	<b>0.0230</b>

SEMANA 3	5	0.0778	0.068	0.1008	0.0463
SEMANA 3	5	0.0768	0.0683	0.0887	0.0372
SEMANA 3	5	0.0858	0.0695	0.0921	0.0400
SEMANA 3	5	0.0764	0.0702	0.0908	0.0406
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.792</b>	<b>0.069</b>	<b>0.0931</b>	<b>0.041</b>
SEMANA 3	10	0.1558	0.1367	0.2006	0.0956
SEMANA 3	10	0.1539	0.1413	0.1732	0.0892
SEMANA 3	10	0.1710	0.1395	0.1823	0.0882
SEMANA 3	10	0.1623	0.1392	0.1895	0.0925
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.1608</b>	<b>0.1392</b>	<b>0.1864</b>	<b>0.0914</b>
SEMANA 4	3	0.0448	0.0391	0.0529	0.0276
SEMANA 4	3	0.0400	0.0389	0.0521	0.0247
SEMANA 4	3	0.0418	0.0403	0.0549	0.0187
SEMANA 4	3	0.0438	0.0395	0.0587	0.0296
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.0426</b>	<b>0.0395</b>	<b>0.0547</b>	<b>0.0252</b>
SEMANA 4	5	0.0757	0.0651	0.0898	0.0470
SEMANA 4	5	0.0685	0.0638	0.0886	0.0452
SEMANA 4	5	0.0692	0.0663	0.0942	0.0358
SEMANA 4	5	0.0758	0.0658	0.0993	0.0401
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.0723</b>	<b>0.0653</b>	<b>0.0930</b>	<b>0.0420</b>
SEMANA 4	10	0.0795	0.0513	0.1018	0.0326
SEMANA 4	10	0.0807	0.0498	0.0932	0.0319
SEMANA 4	10	0.0825	0.052	0.0956	0.0311
SEMANA 4	10	0.0832	0.0495	0.1002	0.0302
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.0815</b>	<b>0.0507</b>	<b>0.0977</b>	<b>0.0669</b>
SEMANA 5	3	0.0409	0.0358	0.0493	0.0263
SEMANA 5	3	0.0412	0.0337	0.0501	0.0253
SEMANA 5	3	0.0392	0.0328	0.0503	0.0199
SEMANA 5	3	0.0401	0.0348	0.0526	0.0206
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.0404</b>	<b>0.0343</b>	<b>0.0506</b>	<b>0.0230</b>
SEMANA 5	5	0.0683	0.0572	0.0833	0.0385
SEMANA 5	5	0.0697	0.0569	0.0896	0.0376
SEMANA 5	5	0.0633	0.0581	0.0875	0.0388
SEMANA 5	5	0.0656	0.0592	0.0891	0.0353
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.0667</b>	<b>0.0579</b>	<b>0.0874</b>	<b>0.0376</b>
SEMANA 5	10	0.1326	0.1195	0.1689	0.0886
SEMANA 5	10	0.1402	0.1137	0.1703	0.0822
SEMANA 5	10	0.1329	0.1099	0.1723	0.0708
SEMANA 5	10	0.1389	0.1103	0.1785	0.0733
<b>Promedio</b>	<b>-</b>	<b>0.1362</b>	<b>0.1134</b>	<b>0.1725</b>	<b>0.0787</b>

**Anexo 02 :**

Tabla 7 : Producción y numero de larvas de mosca domestica por tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Semana</b>	<b>Producción de larvas en 1 kg de sustrato</b>	<b>Peso promedio de 1 larva</b>	<b>N° total de larvas por tratamiento</b>
Aceite	Semana 1	6.5052 (gr)	0.0203 (gr)	320
Melaza	Semana 1	5.6752 (gr)	0.0192 (gr)	296
Aceite + Melaza	Semana 1	10.5227 (gr)	0.0258 (gr)	408
Guano	Semana 1	2.2635 (gr)	0.0144 (gr)	157

<b>Tratamiento</b>	<b>Semana</b>	<b>Producción de larvas en 1 kg de sustrato</b>	<b>Peso promedio de 1 larva</b>	<b>N° total de larvas por tratamiento</b>
Aceite	Semana 2	7.1256 (gr)	0.0164 (gr)	434
Melaza	Semana 2	4.9558 (gr)	0.0099 (gr)	501
Aceite + Melaza	Semana 2	9.2564 (gr)	0.0197 (gr)	470
Guano	Semana 2	2.6589 (gr)	0.0063 (gr)	422

<b>Tratamiento</b>	<b>Semana</b>	<b>Producción de larvas en 1 kg de sustrato</b>	<b>Peso promedio de 1 larva</b>	<b>N° total de larvas por tratamiento</b>
Aceite	Semana 3	6.1677 (gr)	0.0161 (gr)	383
Melaza	Semana 3	4.4305 (gr)	0.0137 (gr)	323
Aceite + Melaza	Semana 3	8.8035 (gr)	0.0188 (gr)	468
Guano	Semana 3	2.3336 (gr)	0.0083 (gr)	281

<b>Tratamiento</b>	<b>Semana</b>	<b>Producción de larvas en 1 kg de sustrato</b>	<b>Peso promedio de 1 larva</b>	<b>N° total de larvas por tratamiento</b>
Aceite	Semana 4	6.6285 (gr)	0.0143 (gr)	464
Melaza	Semana 4	5.2369 (gr)	0.0131 (gr)	400
Aceite + Melaza	Semana 4	8.6698 (gr)	0.0184 (gr)	471
Guano	Semana 4	3.0358 (gr)	0.0084 (gr)	361

<b>Tratamiento</b>	<b>Semana</b>	<b>Producción de larvas en 1 kg de sustrato</b>	<b>Peso promedio de 1 larva</b>	<b>N° total de larvas por tratamiento</b>
Aceite	Semana 5	6.2580 (gr)	0.0135 (gr)	464
Melaza	Semana 5	5.0801 (gr)	0.0114 (gr)	446
Aceite + Melaza	Semana 5	8.5094 (gr)	0.0172 (gr)	495
Guano	Semana 5	3.0057 (gr)	0.0077 (gr)	390

### Anexo 03

Evidencia fotográfica.



*Figura 8 . Crianza de larvas de moscas domesticas(musca domestica)*



*Figura 9. Recolección de larvas de moscas domestica(musca domestica).*



*Figura 10.* Almacenamiento y congelación de las larvas



*Figura 11.* Secado y molido de las larvas de mosca domestica