

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Producción de harina de larvas de mosca doméstica (*musca doméstica linnaeus*) según el tipo de estiércol

Presentada por:

Elisa María Ayquipa Huilca

Para optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



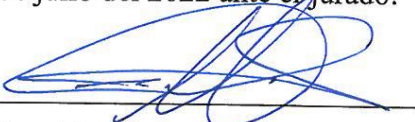
TESIS

“PRODUCCIÓN DE HARINA DE LARVAS DE MOSCA DOMÉSTICA (*Musca domestica Linnaeus*) SEGÚN EL TIPO DE ESTIÉRCOL”

Presentado por: **Elisa María Ayquipa Huilca**, para optar el Título Profesional de
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 22 de julio del 2022 ante el jurado:


Presidente:


Mtro. Max Henry Escobedo Enríquez

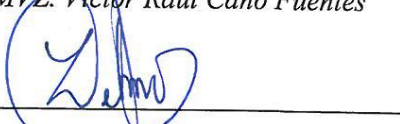
Primer Miembro:

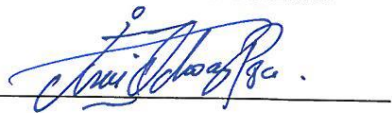

Mtro. Dora Yuera Vargas

Segundo Miembro:


MVZ. Víctor Raúl Cano Fuentes

Asesor (es) :


M.Sc. Delmer Zea Gonzales


Mg. Isai Ochoa Pumaylle

Agradecimiento

Al Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura que mediante el subproyecto “Alternativas proteicas en la alimentación de truchas en la etapa de engorde mediante la producción de larvas de dípteros” que apoyo la ejecución de esta investigación.

Al distrito de Toraya de la provincia de Aymaraes del departamento de Apurímac por haberme acogido y brindado las facilidades para poder ejecutar mi tesis de investigación.

Al M. Sc. Delmer Zea Gonzales por su apoyo incondicional en todo momento y ser parte fundamental en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Mi agradecimiento profundo y sincero al Mg. Isai Ochoa Pumaylle por haberme conducido hacia el camino de mi proyecto de investigación, gracias por compartir su sabiduría y conocimiento invalorables no hubiese sido posible realizar esta tesis.

Dedicatoria

A Dios por darme la vida y haber puesto en mi camino a personas que siempre estuvieron detrás de mí motivándome y ayudándome en mi desarrollo personal y profesional.

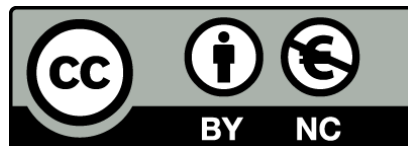
A mis padres, seres tan especiales que con su amor y nobleza son mi mayor motivación y orgullo durante el recorrido de mi vida.



“Producción de harina de larvas de mosca domestica (*Musca domestica Linnaeus*) según el tipo de estiércol”

Línea de Investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Descripción del problema	4
1.2. Enunciado del Problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II	6
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	6
2.1. Objetivos de la investigación	6
2.1.1. Objetivo general	6
2.1.2. Objetivos específicos	6
2.2. Hipótesis de la investigación	6
2.2.1. Hipótesis general	6
2.2.2. Hipótesis específicas	6
2.3. Operacionalización de variables	7
2.3.1. Definición de variables	7
2.3.2. Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO III	8
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8



3.1.	Antecedentes	8
3.2.	Marco teórico	10
3.2.1.	Fuentes de proteínas para la alimentación animal	10
3.2.2.	Harina de larvas en la alimentación animal	11
3.2.3.	Mosca doméstica.....	11
3.2.4.	Estiércol	13
3.2.5.	Gallinaza y pollinaza.....	13
3.2.6.	Estiércol de cuy.....	14
3.2.7.	Estiércol de cerdo.....	14
3.2.8.	Costos de producción	14
3.2.9.	Costo total	15
3.2.10.	Costos unitarios:.....	15
3.3.	Marco conceptual.....	16
CAPÍTULO IV.....		17
METODOLOGÍA.....		17
4.1.	Tipo y nivel de investigación	17
4.1.1.	Tipo de investigación:	17
4.1.2.	Nivel de investigación:	17
4.2.	Diseño de investigación	17
4.2.1.	Diseño experimental	17
4.2.2.	Unidad experimental y distribución de los tratamientos.....	17
4.2.3.	Distribución de los tratamientos	18
4.3.	Población y muestra.....	18
4.3.1.	Población.....	18
4.3.2.	Muestra	19



4.4.	Procedimiento	19
4.4.1.	Lugar de estudio.....	19
4.4.2.	Construcción del área de producción de larvas.....	19
4.4.3.	Preparación del Estiércol.	20
4.4.4.	Ovoposición y producción de larvas.....	20
4.4.5.	Recolección de larvas y evaluación de parámetros productivos.....	20
4.4.6.	Elaboración de Harina de larvas	21
4.5.	Técnicas e instrumentos.....	21
4.5.1.	Materiales de construcción de área de crianza de larvas	21
4.5.2.	Materiales para la crianza de larvas	22
4.5.3.	Materiales para evaluar el rendimiento productivo de larvas	22
4.5.4.	Materiales para elaboración de harina de larvas	22
4.5.5.	Material de escritorio	22
4.5.6.	Material de campo.....	22
4.6.	Análisis estadístico	23
4.6.1.	Nivel de significancia	23
4.6.2.	Región crítica o regla de decisión.....	23
CAPÍTULO V	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1.	Análisis de resultados	24
5.1.1.	Efecto del tipo de estiércol sobre el crecimiento de larvas de mosca doméstica.....	24
5.1.2.	Efecto del tipo de estiércol sobre la conversión de biomasa.....	25
5.1.3.	Efecto del tipo de sustrato sobre la tasa de mortalidad y tiempo de desarrollo de larvas de mosca doméstica	25
5.1.4.	Composición nutricional de la harina de larvas según tipo de sustrato.....	26
5.1.1.	Costos de producción de harina de larvas según tipo de estiércol.....	27



5.2. Discusión	28
5.2.1. Efecto del tipo de estiércol sobre el crecimiento de larvas de mosca doméstica.....	28
5.2.2. Efecto del tipo de estiércol sobre la conversión de biomasa.....	29
5.2.3. Efecto del tipo de sustrato sobre la tasa de mortalidad y tiempo de desarrollo de larvas de mosca doméstica	30
5.2.4. Costos de producción de harina de larvas según tipo de estiércol.	31
5.2.5. Composición nutricional de la harina de larvas según tipo de sustrato	31
CAPÍTULO VI.....	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
6.1. Conclusiones	33
6.2. Recomendaciones	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	40



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variable	7
Tabla 2 Composición de estiércol	13
Tabla 3. Características de la Gallinaza según el tipo de almacenamiento	14
Tabla 4. Variable independiente	18
Tabla 5. Repeticiones para el experimento	18
Tabla 6. Ganancia de peso y talla final de larvas de mosca domestica según tipo de estiércol (media \pm desviación estándar).	24
Tabla 7. Consumo de sustrato y conversión a biomasa de larvas de mosca doméstica según tipo de estiércol.....	25
Tabla 8. Consumo de sustrato y conversión a biomasa de larvas de mosca doméstica según tipo de estiércol.....	26
Tabla 9. Composición nutricional de la harina de larvas según tipo de estiércol (Media \pm desviación estándar).	27
Tabla 10. Costos de producción estimados (Soles/Kg) de harina de larva doméstica según el tipo de estiércol utilizado para su producción (Media \pm desviación estándar).....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Preparación del estiércol	49
Figura 2 Trituración y mesclado del estiércol	49
Figura 3 Pesado del estiércol.....	49
Figura 4 Selección de larvas viables L1 para la cría	49
Figura 5 Cultivo de larvas de Mosca Doméstica.....	50
Figura 6 Control de temperatura del moscario.....	50
Figura 8 Bandejas de cultivo con 500g de estiércol.....	50
Figura 7 Control de humedad del moscario	50
Figura 9 Cosecha de larvas.....	51
Figura 10 Pesado de larvas	51
Figura 11 Medición de longitud de larvas	51
Figura 12 Pesado de larvas	51
Figura 13 Evaluación de la mortalidad.....	52
Figura 14 Muestras de harina de larvas.....	52
Figura 15 Selección de larvas empupadas.....	52
Figura 16 Secado de larvas de Mosca doméstica.....	52



INTRODUCCIÓN

Muchos estudios han demostrado que las larvas y pupas de moscas que crecen sobre desechos orgánicos pueden convertirse en alimento valioso para peces, pollos y cerdos, ya sea en forma seca (harina de gusanos) o como larvas vivas (1) (2) (3) (4).

La harina de insectos y sus formas larvarias son una excelente alternativa para remplazar la harina de pescado en la formulación de alimentos para animales. La mayoría de las especies de insectos se reproducen y desarrollan con facilidad; además, para su reproducción utilizan productos de bajo valor económico y sus desechos pueden ser utilizado como fertilizantes orgánicos en la agricultura familiar (5).

La productividad y el contenido nutricional de la harina de larvas puede ser afectada por el tipo de sustrato orgánico utilizado para su producción (6). Los sustratos orgánicos con mayor contenido de nitrógeno afectan la duración del periodo larvario, el crecimiento y la mortalidad de larvas de mosca doméstica (7).

Los sistemas de producción intensivos provocan una producción y acumulación de estiércol animal y su manejo inadecuado puede producir un deterioro del medio ambiental como el suelo, el agua y el aire (4)

En la Región de Apurímac, la producción Agropecuaria es de mucha importancia, observándose la crianza de ganado vacuno, ovino, porcino y crianza familiar de animales menores como cuyes y gallinas (8). Estas actividades pecuarias son una fuente importante de materia orgánica que se puede utilizar para la producción de larvas de dípteros y su posterior conversión en harina que puede ser utilizado para la alimentación animal y la alimentación de truchas arcoíris.

En el presente estudio nos planteamos evaluar el efecto del tipo de estiércol sobre la producción de harina de larvas de Mosca domestica destinadas para la alimentación animal.



RESUMEN

A nivel mundial las fuentes proteicas utilizadas para la producción animal son más costosas e indirectamente afectan los ecosistemas marinos por la sobrepesca. Las larvas de dípteros se alimentan de diferentes sustratos de materia orgánica entre ellos el estiércol resultante de los sistemas de producción animal y podrían utilizarse como una fuente sostenible de proteína para la alimentación animal. Este estudio 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. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado y el análisis de datos se realizó mediante el análisis de la varianza y la prueba de comparación múltiple utilizada fue el test de Tukey. El tipo de estiércol tuvieron efecto en las siguientes variables 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 tiene un contenido superior a 50% de proteína, lo que lo hace un potencial sustituto de la harina de pescado para la alimentación animal. Se concluyó que las larvas de mosca doméstica son muy versátiles y se pueden utilizar distintos tipos de estiércol para su desarrollo y se desarrollan mejor en aquellos con mayor contenido de nitrógeno y menor contenido de fibra y se obtiene un producto con buenas propiedades nutricionales.

Palabras clave: *Mosca doméstica, harina de larvas, dípteros, estiércol.*

ABSTRACT

Worldwide, protein sources used for animal production are more expensive and indirectly affect marine ecosystems due to overfishing. Diptera larvae feed on different substrates of organic matter, including manure resulting from animal production systems, and could be used as a sustainable source of protein for animal feed. This study evaluated the productive performance of housefly larvae in three types of manure and their mixtures, these being T1: guinea pig manure; T2: pig manure; T3: chicken manure; T4: guinea pig manure + pig manure; T5: guinea pig manure + chicken manure and T6: pig manure + chicken manure. A completely randomized design was used and data analysis was performed by analysis of variance and the multiple comparison test used was Tukey's test. The type of manure had an effect on the following variables: biomass conversion rate, larval development time, weight, total weight gain, final larval size, and larval mortality percentage. The mixture of pig manure and chicken manure had better results for all variables. The nutritional composition of larval meal has a protein content of over 50%, which makes it a potential substitute for fishmeal for animal feed. It was concluded that house fly larvae are very versatile and different types of manure can be used for their development and they develop better in those with higher nitrogen content and lower fiber content and a product with good nutritional properties is obtained.

Key words: *House fly, meal of larvae, diptera, manure.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La producción animal depende de fuentes proteicas de origen animal como la harina de pescado, que es una fuente importante de proteína para la formulación de los alimentos de alta digestibilidad. En la actualidad, la disminución de las poblaciones de peces y el incremento de los precios de los subproductos de pescado, hacen de esta fuente proteica sea cada vez más costosa, por lo que es necesaria la búsqueda de fuentes proteicas alternativas para mejorar la eficiencia de la producción animal (9).

Si consideramos una posible sustitución de la harina de pescado debemos considerar los siguientes factores: contenido de proteínas, perfil de aminoácidos, digestibilidad del alimento, factores anti nutricionales, palatabilidad y precio (10). En este contexto, la harina de insectos y sus formas larvianas son una excelente alternativa para reemplazar la harina de pescado, ya que la mayoría de las especies de insectos se reproducen y desarrollan con facilidad; además, para su reproducción utilizan productos de bajo valor económico y sus desechos pueden ser utilizado como fertilizantes orgánicos en la agricultura familiar (5).

Estudios previos han demostrado que las larvas de dípteros son versátiles en preferencias y que pueden utilizar una gran variedad de desechos orgánicos, pero el desarrollo larvario dependerá del contenido de nitrógeno (6). También, se ha reportado que el tipo de estiércol afecta la duración del periodo larvario, el crecimiento y la mortalidad de larvas de mosca doméstica (7).

Siendo las larvas de mosca doméstica una alternativa viable para proveer proteína de alta digestibilidad para la alimentación de truchas arcoíris nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuál será la producción de harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica L.*) criadas en diferentes tipos de estiércol?



1.2. Enunciado del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la producción de harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica L.*) criadas en diferentes tipos de estiércol?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el factor de conversión de biomasa durante el proceso de producción de larvas?
- ¿Cuál será el costo de producción de 1 kg de harina de larva de mosca doméstica?
- ¿Cuál será el tiempo de desarrollo larvario de la mosca doméstica según tipo de estiércol?
- ¿Cuál será la tasa de supervivencia de las larvas de mosca doméstica según el tipo de estiércol?

1.3. Justificación de la investigación

La región de Apurímac se caracteriza por tener entre sus principales actividades económicas los sectores de Agricultura, ganadería y la acuicultura (8).

Estas condiciones hacen que sea necesario la búsqueda de alternativas proteicas de sustitución, cuyo abastecimiento sea continuo y que tenga un precio más accesible (2).

La harina de larvas de Dípteros es una alternativa con mucho potencial por su capacidad de utilizar distintos substratos orgánicos y su alta productividad. La mosca doméstica (*Musca domestica Linnaeus*) es la especie más común que se encuentra en granjas porcinas y avícolas y establos (11).

La directiva de la Unión Europea (Reglamento (UE) 2017/893 de la Comisión) autorizó el uso de larvas de mosca doméstica para su utilización en la alimentación de peces. Esta autorización incrementa la disponibilidad en el mercado de nuevas fuentes de proteínas, abaratando los costos de producción (12).

En la Región de Apurímac, la producción Agropecuaria es de mucha importancia, observándose la crianza de ganado vacuno, ovino, porcino y crianza familiar de animales menores como cuyes y gallinas (8). Estas actividades pecuarias son una fuente importante de materia orgánica que se puede utilizar para la producción de larvas de dípteros y su posterior conversión en harina que puede ser utilizado para la alimentación animal y la alimentación de truchas arcoíris.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento productivo de la harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica L.*) utilizando diferentes tipos de estiércol.

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la conversión de biomasa de las larvas de mosca doméstica.
- Determinar el costo de producción de 1 kg de harina de larva de mosca doméstica.
- Determinar el tiempo de desarrollo larvario de la mosca doméstica según tipo de estiércol.
- Determinar la tasa de supervivencia de las larvas de mosca doméstica según el tipo de estiércol.

2.2. Hipótesis de la investigación

2.2.1. Hipótesis general

La producción de harina de larvas de mosca doméstica depende del tipo de estiércol utilizado para su producción.

2.2.2. Hipótesis específicas

- La conversión de biomasa en larvas de mosca doméstica depende del tipo de estiércol utilizado para su producción.
- El costo de producción de 1 kg de harina de larva de mosca doméstica es diferente según el tipo de estiércol utilizado para su producción.

- El desarrollo larvario de la mosca doméstica es diferente según el tipo de estiércol utilizado para su producción.
- La tasa de supervivencia de larvas de mosca doméstica es diferente según el tipo de estiércol utilizado para su producción.

2.3. Operacionalización de variables

2.3.1. Definición de variables

- Variable dependiente: Producción de harina de larvas de mosca doméstica.
- Variable independiente: Tipo de estiércol (estiércol de cerdo, de pollo, de cuy y mezclas)

2.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de variable

Variables	Indicador	Índice
V. Dependiente: Producción de harina de larvas de mosca doméstica.	- Relación de conversión de biomasa.	- % de materia seca.
	- Costo de producción	- S/. por Kg.
	- Tiempo de desarrollo larvario	- Tiempo en días para pasar de larva a pupa.
	- Tasa de supervivencia	- % de mortalidad.
V. Independiente Tipo de estiércol	- Estiércol de cerdo 100%.	- Proporción de estiércol
	- Estiércol de cuy 100 %.	
	- Estiércol de pollo 100%.	
	- Estiércol de cerdo 50% y cuy 50%.	
	- Estiércol de pollo 50% y cuy 50%.	

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

- a) Se realizó un estudio con el objetivo de evaluar el desarrollo de larvas de mosca soldado negro en ocho fracciones de desechos orgánicos urbanos y dos sustratos de control. Los principales factores de tratamiento que se encuentran afectados por el sustrato fueron la relación de conversión de residuos a biomasa, el tiempo de desarrollo de las larvas y el peso final prepupal. Se concluyó que las larvas de la mosca soldado-negra son versátiles en preferencias y se pueden usar para tratar una variedad de desechos orgánicos, siempre que la volatilidad total el contenido de sólidos y nitrógeno sea lo suficientemente alto como para soportar el desarrollo larvario. Los residuos de mataderos, desecho de comida, heces humanas y una mezcla de desechos de mataderos, frutas y verduras son materia prima que son muy adecuados para el tratamiento de larvas de mosca (6).

- b) Con el objetivo de evaluar la importancia de las fuentes de reproducción de la mosca doméstica, se realizó un experimento en condiciones de controladas para evaluar diferentes tipos de estiércol animal. Se evaluaron el tiempo de desarrollo larvario, la mortalidad de larvas, el tamaño de pupa y el peso y el tiempo de desarrollo hasta la etapa adulta. Los resultados muestran que el estiércol de cerdos, aves y terneros produjo un número significativamente mayor de moscas adultas, ciclos de vida más cortos y pupas más grandes y pesadas. El estiércol de vaca, perro, cabra y caballo sigue su efectividad para la producción de moscas. El estiércol porcino compostado fue totalmente ineficaz para el desarrollo de la mosca doméstica (7).

- c) Con el objetivo de determinar la degradación de la celulosa, hemicelulosa y lignina de estiércol vacuno, pollos y la mezcla de ambos por larvas de mosca soldado-negra.



Además, determinar el rendimiento de las larvas según el sustrato usado. En esta investigación se determinó que el proceso de codigestión mejoró significativamente la producción de larvas, la reducción de la masa residual, la tasa de conversión de larvas, la relación de conversión de alimento, la reducción de nutrientes y la utilización de fibras. La mezcla de 40% de estiércol vaca y el 60% de estiércol de pollo muestran mejores resultados que otras mezclas de estiércol y aumentaron significativamente el consumo de celulosa en un 61,19%, el consumo de hemicelulosa en un 53,22% y el consumo de lignina en un 42,23% en comparación con 49,89%, 49,77% y 31,95 %, respectivamente, en el grupo de estiércol solo para lácteos. Los resultados sugieren que la codigestión de 40% de estiércol lácteo con 60% de estiércol de pollo es una proporción apropiada para el manejo del estiércol de vacas lecheras con la mosca soldado-negra (4).

- d) Se realizó un estudio para evaluar el potencial de la larva de mosca doméstica como fuente de proteína para sustituir parcial o totalmente a la harina de pescado en la elaboración de alimentos balanceados, en este caso para la alimentación de individuos del género *Macrobrachium*. Para evaluar dicho potencial se procedió a la producción de larvas de moscas las cuales fueron procesadas para la obtención de harina, a partir de la cual se formularon tres dietas experimentales con diferencias en el contenido proteico (25, 30 y 35%), las cuales fueron valoradas frente a tres dietas comerciales con las mismas características proteicas. Las dietas fueron proporcionadas a juveniles del género *Macrobrachium* con un peso inicial de $1.476 \pm 0.017g$ durante un periodo de 90 días, para evaluar las siguientes variables de respuesta: tasa de sobrevivencia, tasa de crecimiento, factor de conversión alimenticia y factor de eficiencia proteica. Observándose que, al término del periodo experimental la alimentación con una dieta comercial del 35% brinda un mayor aporte al crecimiento con diferencias significativas al resto de las dietas; sin embargo, dentro de los primeros 60 días de experimentación las dietas a base de larva de mosca no presentaron diferencias estadísticamente significativas en comparación con las dietas comerciales. Por lo cual se considera que, en la alimentación del género *Macrobrachium* es factible la inclusión de una dieta a base de larva de mosca doméstica (1).
- e) Con el objetivo de evaluar la producción de larvas de mosca doméstica en borra de café combinado con gallinaza. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con

estructura factorial, siendo el factor 1: cantidad de sustrato (N1:100 % café; N2: 25 % gallinaza y 75 % borra de café; N3: 50 % borra de café y 50 % gallinaza; N4: 75 % gallinaza y 25 % café; N5: 100 % gallinaza) y factor 2: altura del sustrato (tres y cinco centímetros); utilizándose seis repeticiones para cada tratamiento. La temperatura en el moscario estuvo en un rango de 17.8°-34.2°C y la temperatura de los sustratos de 34.5-37.1°C. El rendimiento productivo estuvo influenciado por el número de larvas producidas en cada tipo de sustrato, siendo mayor para la combinación de 75 % gallinaza y 25 % café y 100 % gallinaza a una altura de sustrato de 5 centímetros (13).

3.2. Marco teórico

3.2.1. Fuentes de proteínas para la alimentación animal

3.2.1.1. Harina de pescado

La harina de pescado es uno de los principales ingredientes en la preparación de alimentos balanceados y concentrados destinados para animales domésticos por su elevada propiedad nutritiva (14). Difiere en calidad y esta depende del tipo y frescura de la materia prima; además del tratamiento térmico que se le aplica y del tipo y condiciones del almacenado (15).

La harina de pescado tiene un perfil nutricional ideal, que satisface los requisitos de la mayoría de las especies animales y de peces cultivados (16).

Es una fuente de ácidos grasos esenciales, con un alto contenido de proteínas (56-76%), un perfil de aminoácidos adecuado, alta digestibilidad, excelente palatabilidad, una fuente de minerales, como calcio, vitaminas y taurina y no contiene anti nutrientes (17).

3.2.1.2. Harina de soya

La soya es considerada como la más importante fuente de proteína de origen vegetal, este es de una calidad aceptable y tiene una cantidad adecuada de aminoácidos esenciales (18).

La soya es uno de los insumos más utilizados en la alimentación animal, su uso permite la formulación y preparación de dietas balanceadas, con un excelente aporte de energía, ácidos grasos y aminoácidos. La

desventaja que tiene su uso es la presencia de factores antinutricionales como la antitripsina, hemaglutinina y otros (19).

Se debe realizar un tratamiento térmico a la soya y sus subproductos antes de ser empleados en la alimentación animal. Además, debe evitarse su uso excesivo debido a sus anti nutrientes y capacidad de reducción de la solubilidad proteica, que favorece la pérdida de aminoácidos limitantes (18).

3.2.2. Harina de larvas en la alimentación animal

Las fuentes proteicas provenientes de insectos son una alternativa viable, ya que para su producción se necesita requerimientos mínimos de espacio y se puede convertir con gran eficiencia diversos residuos (20).

Varias especies de insectos se utilizan en la alimentación de animales domésticos; estos se multiplican en distintos residuos orgánicos como estiércol de diferentes animales y desperdicios vegetales, ayudando en su degradación y conversión de abonos orgánicos (21).

La directiva de la Unión Europea (Reglamento (UE) 2017/893 de la Comisión) autorizó el uso de diferentes especies de insectos en la alimentación de la acuicultura: mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), mosca doméstica, escarabajo (*Tenebrio molitor*), escarabajo (*Alphitobius diaperinus*), grillo doméstico (*Acheta domesticus*), grillo tropical (*Grylloides sigillatus*) y el grillo de campo (*Gryllus assimilis*). Esta autorización incrementa la disponibilidad en el mercado de nuevas fuentes de proteínas y abaratando los costos (12).

3.2.3. Mosca doméstica

3.2.3.1. Generalidades

La mosca doméstica (*Musca domestica Linnaeus*), es una plaga cosmopolita conocida tanto en la granja como en el hogar desde las regiones tropicales hasta las zonas más frías del planeta (22) . Esta especie siempre se encuentra asociada con humanos o con las actividades de los humanos. Es la especie más común que se encuentra en granjas porcinas y avícolas, establos y ranchos (11).

La mosca doméstica es un insecto de la familia Muscidae de la orden Diptera. Su cuerpo contiene una cabeza, un par de ojos y dos antenas

donde se ubica su sentido del olfato que le permite percibir aromas hasta un kilómetro de distancia (23).

Pertenece al superorden Endopterygota ya que sus alas se desarrollan internamente durante la etapa de pupa y exhibe una metamorfosis holometábolica al pasar por todas las etapas de desarrollo de los insectos como huevo, larva, pupa y adulto. Su vida está estrechamente relacionada con la disponibilidad de cantidad suficiente de alimento y temperatura favorable (24).

La Mosca doméstica es atraída por diferentes tipos de sustratos orgánicos: excretas, restos de alimentos, desperdicios, secreciones los cuales utiliza para alimentarse y depositar sus huevos (25).

Se ha reportado que el guano fresco de cerdo, terneros lactantes y gallinas tienen las mejores condiciones para el desarrollo larvario de las moscas domésticas reduciendo el periodo larvario y obteniendo larvas de mayor peso y tamaño (7).

3.2.3.2. Ciclo de vida

El ciclo biológico de la mosca doméstica es corto, siendo muy rápido en épocas más calurosas del año. Las hembras fecundadas comienzan a poner huevos a las pocas horas de fecundadas, utilizando todo tipo de materia orgánica (26).

Inicia cuando la hembra adulta deposita sus huevos en un sustrato orgánico como estiércol, pudiendo a depositar hasta 3,000 huevos en un mes. Los huevos depositados eclosionan en un periodo de 24 horas, las larvas consumen todo el alimento posible para que luego se transformen en una pupa. La mosca adulta tiene una esperanza de vida de 30 días (23).

Las larvas de moscas domésticas pueden alimentarse de una amplia variedad de sustratos orgánicos en descomposición, incluidos el estiércol y los alimentos para animales (27). El desarrollo larvario se da en un periodo de tres y ocho días, después de este periodo entra al estadio de pupa. El periodo de larva a estadio adulto depende de la temperatura ambiental y oscila entre tres y veintiséis (28).

La mosca doméstica pasa el invierno en estado larval o pupal debajo de montones 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 tropicales y subtropicales (11).

3.2.4. Estiércol

Se denomina estiércol a las excretas de los animales rico en nitrógeno que generalmente se utilizan como un abono natural para fertilizar los cultivos (29).

La composición química del estiércol varía de acuerdo a la especie, el tipo de alimento recibido y la edad de los animales, del mismo modo del uso de camas (30).

El estiércol está compuesto por carbohidratos estructurales, proteínas, lípidos y otros minerales, siendo los elementos que lo conforman los siguientes:

Tabla 2 Composición de estiércol

Componente	Porcentaje (%)
Carbono	50
Nitrógeno	16
Fosforo	14
Potasio	13
Otros	7

Fuente: (29)

3.2.5. Gallinaza y pollinaza.

La producción avícola genera gran cantidad de estiércol que se conoce como gallinazas (mezcla de heces y orina); que si se utiliza fresca puede causar efectos negativos en el medio ambiente (31).

La composición de la gallinaza varía debido al efecto de factores como: tipo de alimento, alimento desperdiciado, edad, cantidad de plumas, temperatura ambiental y la ventilación de las instalaciones (31).

Tabla 3. Características de la Gallinaza según el tipo de almacenamiento

Tipo	Humedad %	Nitrógeno %	Ácido fosfórico %	Potasio %
Fresca	70-80	1.1-1.6	0.9 -1.4	0.4 - 0.6
Acumulada unos meses	50-70	1.4-2.1	1.1 – 1.7	0.7 – 1
Almacenada en foso	12-25	2.5-3.5	2-3	1.4-2
Desecada industrialmente	7-15	3.6-5.5	3.1-4.5	1.5-2.4

Fuente: (32) citado por (31).

3.2.6. Estiércol de cuy.

El estiércol de cuy contiene buena cantidad de nitrógeno y un bajo nivel de humedad (33). Esta característica lo hace una buena opción para la producción de larvas de mosca. Su composición química por ppm tiene un 0.7% de Nitrógeno, 0.05% de Fosforo, 0.31% de Potasio y su pH es 10 (34).

3.2.7. Estiércol de cerdo.

El estiércol de cerdo este compuesto por un 40% de nitrógeno orgánico y 60% amoniaco, siendo su origen las heces y los purines. La cantidad de nitrógeno presente en el estiércol porcino es mayor que en otras especies domésticos, conteniendo un 4.28% de nitrógeno, 5.96% de fosforo, 5.17% de potasio (35).

3.2.8. Costos de producción

Son definidos como una de las variables de mayor impacto en una empresa, y es la que la empresa puede mantener en control, bajo el criterio que el precio no puede ser controlado de manera directa (36).

Son los gastos monetarios efectuado por los empresarios en factores y servicios productivos, los que están directamente relacionados con las leyes que rigen la producción de tal modo que su estructura está determinada por su función de producción (37).

Casanova et al., (2021) describe que: “Los costos de producción tiene como fin, el clasificar los costos incurridos dentro de la producción según su destino o

actividades realizadas en cada producto, dando como resultado una información contable fiable para la toma de decisiones, y gestionar el cumplimiento de los objetivos empresariales, al mismo tiempo que se controlan los costos y gastos” (36).

3.2.8.1. Costos fijos (CF)

Son aquellos que perduran constantes dentro de un período determinado, sin importar si cambia el volumen de producción (8). Por ejemplo, alquiler de un local, costos de las bandejas, horas de jornada laboral para hacer el cultivo de larvas, herramientas y otros usados para la producción.

3.2.8.2. Costos Variables (CV)

Son aquellos que cambian o fluctúan en relación directa a una actividad o volumen dado (8). Podemos mencionar como ejemplo los costos de estiércol, costo de luz, servicios de agua.

3.2.9. Costo total

El costo total de una empresa es la suma de los costos de todos los factores de la producción que la empresa utiliza en la producción de bienes y servicios. El costo total aumenta con el producto, cuanto mayor es la producción mayor es el costo total (38). El costo total (CT) es la suma de dos categorías costos fijo (CF) y costo variable (CV), y la fórmula sería la siguiente:

$$\text{Costo total} = \text{Costos fijos} + \text{Costos variables}$$

3.2.10. Costos unitarios:

El costo unitario es la suma de los costos por unidad de un producto determinado y se estima haciendo el siguiente cálculo (39).

$$\text{Costo total unitario} = \frac{\text{Costos totales}}{\text{Unidades producidas}}$$

El costo total unitario se usa como base para calcular el precio de venta o para compararlo con el existente. También se le puede usar para un control con respecto a la eficiencia de la producción y como comparación entre diferentes empresas agropecuarias (39).

3.3. Marco conceptual

a) **Estiércol**

Material resultante de la digestión de los animales y utilizado como fertilizante orgánico debido a su elevado contenido de compuestos nitrogenados y otros componentes orgánicos. Su composición química varía según la especie y la dieta de estas.

b) **Mosca domestica**

La mosca común es la especie de díptero más común y habitual de los ecosistemas de la tierra, estando presente en la mayoría de los climas de la Tierra.

c) **Larva de mosca**

Son el estadio temprano de las moscas, miden de 3 a 9 mm de largo, son de color blanquecino cremoso típico, son cilíndricas, pero estrechándose hacia la cabeza. La cabeza contiene un par de ganchos oscuros. Los espiráculos posteriores están ligeramente elevados y las aberturas espiráculos son hendiduras sinuosas que están completamente rodeadas por un borde negro ovalado.

d) **Tasa de mortalidad**

Es la proporción de individuos que mueren respecto al total de una población en un periodo de tiempo.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación:

Según su diseño el presente estudio es experimental por que se caracterizan por la introducción y manipulación del factor causal o de riesgo para la determinación posterior del efecto (40). Según el tipo de dato es prospectivo,

4.1.2. Nivel de investigación:

El nivel de investigación es explicativo: es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo (40).

4.2. Diseño de investigación

4.2.1. Diseño experimental

Para este estudio se utilizará un diseño completamente aleatorizado, cuyo modelo matemático es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} : Variable respuesta (Rendimiento productivo)

μ : Media poblacional

T_i : Efecto del tratamiento (Tipo de estiércol)

E_{ij} : Error experimental

4.2.2. Unidad experimental y distribución de los tratamientos.

La unidad experimental estará constituida por 1 bandeja de cultivo de larvas de 30cm x 20 cm que contiene 500 g de estiércol y que ha sido inoculada con 200

larvas de mosca doméstica, manejadas en un ambiente de 28°C y con un nivel de humedad de 45%.

4.2.3. Distribución de los tratamientos

Tabla 4. Variable independiente

Tipo de sustrato orgánico
Estiércol de cerdo 100%
Estiércol de cuy 100%
Estiércol de pollo 100%
Estiércol de cerdo 50% y estiércol de cuy 50%
Estiércol de pollo 50% y estiércol de cuy 50%
Estiércol de cerdo 50% y estiércol de pollo 50%

Tabla 5. Repeticiones para el experimento

Tratamiento	Repeticiones
Estiércol de cerdo 100%	10
Estiércol de cuy 100%	10
Estiércol de pollo 100%	10
Estiércol de cerdo 50% y estiércol de pollo 50%	10
Estiércol de cuy 50% y estiércol de pollo 50%	10
Estiércol de cuy 50% y estiércol de cerdo 50%	10

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Para el presente estudio se utilizarán 12000 larvas de mosca doméstica que serán distribuidos aleatoriamente en cada tratamiento.



4.3.2. Muestra

Cada muestra estará conformada por 200 larvas, las cuales serán cultivadas en 1 bandeja de cultivo que estará ubicado en un ambiente controlado.

4.4. Procedimiento

4.4.1. Lugar de estudio

El estudio se realizó en el centro de producción de larvas de dípteros de la empresa K-Vet S.R.L, ubicado en distrito poblado de Toraya:

Región	: Apurímac
Provincia	: Aymaraes
Distrito	: Toraya
Altitud	: 3146 m.s.n.m.
Coordenadas UTM	: 4°03'15"S 73°18'27"O

El distrito de Toraya tiene una temperatura máxima de 21°C y una temperatura mínima de 5°C, teniendo una precipitación entre los meses de septiembre y marzo con una precipitación mensual promedio de 13 mm por mes (41).

4.4.2. Construcción del área de producción de larvas.

- El área de cultivo de larvas de mosca doméstica tendrá un área total de 200 m² y está ubicado en el distrito de Toraya.
- La condición del ambiente determina el desarrollo larvario (28). La infraestructura para la producción de larvas está construida con estructura de madera, con techo de calamina y que dispone de 3 calaminas transparentes; además está protegida completamente con un yute y cubierta de plástico, para evitar corrientes de aire.
- Al interior del criadero se construirán tarimas de 2 niveles donde se ubicarán las bandejas de cultivo de larvas.
- El área de producción de larvas tendrá una temperatura promedio de 32 ° C y una humedad relativa del 80% (3).



4.4.3. Preparación del Estiércol.

- El estiércol de cerdos se colectó de los corrales de cerdos después de cada limpieza de los corrales. La dieta de los cerdos es en base a concentrado comercial y comida cacera.
- El estiércol de cuy fue colectado de la granja de cuyes FANOVET, ubicado en el distrito de Toraya, animales que fueron alimentados con una dieta mixta a base de forraje y concentrado comercial.
- El estiércol de pollo fue colectado de la granja de pollos FANOVET, ubicada en el distrito de Toraya. La dieta de los pollos es a base de alimento concentrado para pollos y maíz amarillo.
- Los diferentes tipos de estiércol fueron sometidos a desecación solar por 30 minutos con el objetivo de evitar la presencia de otras larvas y reducir la carga bacteriana (7).
- El estiércol triturado pasó por un proceso de restitución de humedad antes de realizar el cultivo de larvas para lo cual se utilizó agua hervida (7).

4.4.4. Ovoposición y producción de larvas.

- Las moscas seleccionadas como pie de cría fueron alimentadas con azúcar comercial, para lo cual se colocaron 80 g de azúcar para aproximadamente 400 moscas (42).
- Para la ovoposición se utilizaron envases plásticos de 250 ml de capacidad donde se colocaron suficiente algodón evitando la compactación. Los envases fueron empapados con leche pasteurizada, para que las moscas puedan depositar los huevos (42).
- Una vez eclosionados los huevos, se seleccionaron a las larvas viables y estas fueron trasladadas al medio de cría que consiste en una bandeja de cultivo con 500 g de estiércol (42).
- A los 8 días de iniciado el cultivo de larvas se evaluaron los parámetros productivos de estas.

4.4.5. Recolección de larvas y evaluación de parámetros productivos.

- La cosecha de larvas de mosca doméstica se realizó a los 8 días posteriores al cultivo (1).

- Para la cosecha de larvas se utilizó el fototropismo negativo que tienen las larvas de dípteros (desplazamiento contrario a la luz), para lo cual se extendió el estiércol en tamices de 4 mm (1).
- Las larvas fueron pesadas con una balanza de precisión con un rango de medición entre 0 – 100 g y una precisión de 0,01g.
- La longitud de las larvas será evaluada mediante un Calibrador Vernier Digital con un rango de medición de 1 mm.
- Para evaluar el porcentaje de mortalidad de las larvas se midió la diferencia entre larvas que fueron utilizadas para el cultivo del estiércol y el número de larvas cosechadas.

4.4.6. Elaboración de Harina de larvas

- Las larvas cosechadas se sacrificaron mediante un proceso de congelamiento a -20°C durante 24 horas (3).
- Se dejó a las larvas a temperatura ambiente hasta que se descongele, posteriormente se colocaron en una estufa a 65°C por 24 horas (3).
- Después del secado las larvas fueron trituradas en un molino de martillo utilizando un tamiz de 3 mm.
- Las muestras molidas se almacenaron a 20°C hasta que se mezcló el alimento.
- La harina de larvas se almacenó a 20°C (3), hasta la evaluación del rendimiento productivo.
- Para el pesado de la harina de larvas se utilizó una balanza de precisión de 0.1 g.

4.5. Técnicas e instrumentos

4.5.1. Materiales de construcción de área de crianza de larvas

- Postes de madera
- Listones de madera para techo
- Listones de madera para tarimas
- Calaminas de 3m x 0.80 m
- Calaminas transparentes 3 m x 0.8 m
- Fardos de yute
- Puerta de madera
- Rollo de alambre

4.5.2. Materiales para la crianza de larvas

- Carretilla
- Bandejas de cultivo de 30 x 20 cm
- Termómetro ambiental
- Pala
- Rastrillo
- Sacos de yute
- Mochila aspersora

4.5.3. Materiales para evaluar el rendimiento productivo de larvas

- Balanza digital de precisión
- Equipo mínimo de disección
- Bernier digital
- Tamiz de metal de 4 mm
- Cámara fotográfica

4.5.4. Materiales para elaboración de harina de larvas

- Congeladora de -20°C
- Bolsa de polietileno de 50x70cm
- Horno de secado
- Servicio de molienda
- Gel refrigerante para traslado de muestras
- Cooler para traslado de muestras

4.5.5. Material de escritorio

- Lapicero
- Lápiz
- Plumón
- Plumón de tinta permanente
- Tablero de apuntes
- Fichas de registros
- Cuaderno de registros

4.5.6. Material de campo

- Botas

- Mameluco
- Gorra
- Guantes de exploración
- Mascarilla Quirúrgica

4.6. Análisis estadístico

a) El análisis de datos se realizó de acuerdo a la siguiente secuencia:

- Los datos fueron procesados en una planilla de Excel.
- Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2020.

b) Se utilizó el estadístico F que es obtenido en el Análisis de Varianza.

- La prueba F se complementó mediante el p-valor que también es obtenido en el ANOVA.
- Para la prueba de comparación múltiple se utilizó el test de Tukey ($P < 0,05$).

4.6.1. Nivel de significancia

El trabajo de investigación se realizó con un nivel de significancia de 5% y un 95% de confianza.

4.6.2. Región crítica o regla de decisión.

Si p value es $< 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de resultados

5.1.1. Efecto del tipo de estiércol sobre el crecimiento de larvas de mosca doméstica.

Como se observa en la tabla 06, el tipo de estiércol utilizado para la producción de larvas de mosca doméstica afectó significativamente ($P < 0,05$) al peso final, la ganancia de peso total y la talla de las larvas.

Tabla 6. Ganancia de peso y talla final de larvas de mosca domestica según tipo de estiércol (media \pm desviación estándar).

Tratamiento	Peso inicial (mg)	Peso final (mg)	Ganancia de peso total (mg)	Talla (mm)
CERDO	3.02 \pm 0.03	17.70 \pm 1.17 c	14.69 \pm 1.17 c	8.44 \pm 0.31 b
CUY	3.02 \pm 0.01	13.16 \pm 2.24 d	10.11 \pm 2.24 d	3.79 \pm 0.17 e
POLLO	3.02 \pm 0.02	18.40 \pm 2.33 c	15.38 \pm 2.33 b	5.38 \pm 0.39 d
CUY+POLLO	3.00 \pm 0.01	13.29 \pm 2.25 d	10.29 \pm 2.25 d	6.89 \pm 0.80 c
CUY+CERDO	3.02 \pm 0.02	22.05 \pm 1.53 b	19.03 \pm 1.53 b	8.36 \pm 0.84 b
POLLO+CERDO	3.02 \pm 0.01	27.60 \pm 1.85 a	24.58 \pm 1.86 a	9.47 \pm 0.49 a

Medias con una letra igual en sentido vertical no son estadísticamente diferentes, Tukey ($p > 0.05$).

Respecto al peso final y ganancia de peso total, las larvas con mayor incremento de estas variables fueron aquellas larvas producidas en combinación de estiércol de pollo (50%) y de cerdo (50%), logrando un peso final de 27.60 \pm 1.85 mg y una ganancia de peso total de 24.58 \pm 1.8 mg. Los tratamientos donde se reportan menor peso final y menor ganancia de peso total son el estiércol de cuy



(13.16±2.24 mg y 10.11±2.24 mg respectivamente) y la combinación de estiércol de cuy con estiércol de pollo (13.29±2.25 mg y 10.29±2.25 mg).

Las larvas con mayor talla fueron aquellas producidas en la combinación de estiércol de pollo (50%) y estiércol de cerdo (50%), obteniendo una talla de 9.47±0.49 mm al momento de la cosecha. Las larvas que tuvieron menor crecimiento fueron aquellos cultivados en estiércol de cuy, que al momento de la cosecha obtuvieron una talla de 3.79±0.17 mm.

5.1.2. Efecto del tipo de estiércol sobre la conversión de biomasa

Como se observa en la tabla 07, el tipo de estiércol utilizado para la producción de larvas de mosca doméstica afectó significativamente ($P<0,05$) el consumo de sustrato y la conversión de biomasa, obteniéndose mayor cantidad de larvas con la utilización de mezclas de estiércol de cuy con estiércol de cerdo (50% para ambos) y la mezcla de estiércol de pollo con estiércol de cerdo.

Tabla 7. Consumo de sustrato y conversión a biomasa de larvas de mosca doméstica según tipo de estiércol

Tratamiento	Peso inicial estiércol	Peso final estiércol	Consumo	Ganancia de peso total de larvas	Conversión a biomasa
CERDO	500	470.50±1.58 a	29.50±1.58 c	2.94±0.23 d	10.09±0.82 b
CUY	500	470.60±4.09 a	29.40±4.09 c	2.02±0.45 d	15.20±4.28 a
POLLO	500	468.90±2.42 ab	31.10±2.42 bc	3.08±0.47 c	10.24±1.16 b
CUY+POLLO	500	470.70±2.98 a	29.30±2.98 c	2.06±0.45 d	14.80±3.12 a
CUY+CERDO	500	466.70±2.31 bc	33.30±2.31 ab	3.81±0.31 b	8.77±0.58 bc
POLLO+CERDO	500	464.60±2.27 c	35.40±2.27 a	4.92±0.37 a	7.22±0.53 c

Medias con una letra igual en sentido vertical no son estadísticamente diferentes, Tukey ($p>0.05$).

5.1.3. Efecto del tipo de sustrato sobre la tasa de mortalidad y tiempo de desarrollo de larvas de mosca doméstica .

En la tabla 08 se detallan los resultados del porcentaje de mortalidad de las larvas según el tipo de estiércol utilizado para su producción. En análisis de varianza demuestra que existen diferencias significativas ($p=0.0001$), entre los diferentes tipos de estiércol. Se reportó mayor mortalidad en estiércol de cerdo con un



3.85±1.97 % y una menor mortalidad en las larvas producidas en estiércol de pollo y las mezclas. También se detalla el tiempo de desarrollo de las larvas hasta que llegan a la etapa de pupa, siendo las larvas que se criaron en estiércol de cuy las que más tiempo demoraron en su proceso de desarrollo (13.10±1.37 días) comparada a los otros tipos de estiércol.

Tabla 8. Consumo de sustrato y conversión a biomasa de larvas de mosca doméstica según tipo de estiércol

Tratamiento	Larvas		Mortalidad (%)	Tiempo de desarrollo
	cultivadas	Larvas muertas		
CERDO	200	7.70±3.95 a	3.85±1.97 a	10.00±1.33 b
CUY	200	4.10±5.63 ab	2.05±2.81 ab	13.10±1.37 a
POLLO	200	0 c	0 c	10.60±1.51 b
CUY+CERDO	200	0.20±0.63 bc	0.10±0.32 bc	10.50±1.35 b
CUY+POLLO	200	1.20±3.16 bc	0.60±1.58 bc	10.30±1.34 b
POLLO+CERDO	200	0 c	0 c	10.20±1.32 b

Medias con una letra igual en sentido vertical no son estadísticamente diferentes, Tukey (p>0.05).

5.1.4. Composición nutricional de la harina de larvas según tipo de sustrato.

En la tabla 09 se presenta la composición nutricional de la harina de larvas de mosca doméstica, obteniendo como promedio un contenido de proteína bruta de 56.23±1.70%, Carbohidratos con 12.03±1.51%, grasa con 13.07±4.53%, fibra cruda con 6.77±0.68% y un contenido de cenizas de 10.93±1.66%.

Tabla 9. Composición nutricional de la harina de larvas según tipo de estiércol (Media \pm desviación estándar).

Tratamiento	Proteína bruta (%)	Carbohidratos (%)	Grasa (%)	Fibra cruda (%)	Cenizas (%)
CERDO	57.20	12.50	10.20	5.90	12.80
CUY	58.00	13.90	8.60	7.80	11.70
POLLO	53.50	9.70	20.40	6.60	8.30
CUY+POLLO	55.75	11.80	14.50	7.20	10.00
CUY+CERDO	57.60	13.20	9.40	6.85	12.25
POLLO+CERDO	55.35	11.10	15.30	6.25	10.55
PROMEDIO	56.23 \pm 1.70	12.03 \pm 1.51	13.07 \pm 4.53	6.77 \pm 0.68	10.93 \pm 1.66

5.1.1. Costos de producción de harina de larvas según tipo de estiércol.

En la tabla 10 se muestra las estimaciones realizadas para la producción de un kilogramo de harina de larvas de mosca doméstica según el tipo de estiércol utilizado. Las estimaciones fueron realizadas considerando los costos fijos y costos variables utilizados en la producción. Según las estimaciones el costo por kilogramos oscila entre S/. 6.15 soles por kilogramo utilizando estiércol de ave a S/. 12.31 soles por kilogramo cuando se utiliza estiércol de cuy y pollo.

Tabla 10. Costos de producción estimados (Soles/Kg) de harina de larva doméstica según el tipo de estiércol utilizado para su producción (Media \pm desviación estándar).

Estiércol	Costos			Cantidad de	
	Costos fijos	variables	Costo total	harina	Costo (soles/kg)
CERDO	567.22	254.6	821.82	99.11	8.29
CUY	567.22	214.6	781.82	65.79	11.88
POLLO	567.22	314.6	881.82	97.66	9.03
CUY+POLLO	567.22	264.6	831.82	67.57	12.31
CUY+CERDO	567.22	234.6	801.82	114.03	7.03
POLLO+CERDO	567.22	284.6	851.82	138.50	6.15

5.2. Discusión

5.2.1. Efecto del tipo de estiércol sobre el crecimiento de larvas de mosca doméstica

Las larvas de diferentes dípteros utilizan diversos residuos orgánicos y los convierten en biomasa de larvas ricas en proteínas y minerales que pueden ser utilizados en la alimentación animal.

Este estudio evaluó cómo diferentes tipos de estiércol animal afectan el crecimiento de larvas de mosca doméstica (Ganancia de peso y talla final de las larvas). Respecto al peso de las larvas éstas tuvieron una ganancia de peso total entre 10.11 ± 2.24 mg con estiércol de cuy y 24.58 ± 1.86 mg cuando se utiliza una mezcla de estiércol de pollo y cerdo. Nuestros resultados coinciden con lo reportado por (7), donde las larvas de mosca doméstica tenían pesos entre 8.4 con estiércol de caballo a 20.0 mg con estiércol de cerdo.

Se ha reportado que la utilización de sustratos con alto contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina y menor contenido de nitrógeno disminuye el rendimiento de las larvas, pero estos se incrementan con un proceso de mezcla que incluye la gallinaza (4). También, se observó mayor desarrollo larvario de dípteros en sustratos con alto contenido de proteína y sólidos volátiles (6). Además, se ha reportado que a pesar de que el estiércol de vacuno tiene un buen valor energético, las larvas logran un menor crecimiento al no poder degradar el material unido a la lignina (4).

En nuestro estudio las larvas producidas en estiércol de cuy son las que tienen menor crecimiento, que estaría causado por el alto contenido de fibra de este estiércol. Las mezclas de estiércol de pollo con estiércol de cerdo tuvieron la mayor respuesta para la ganancia de peso vivo y estaría relacionado al bajo contenido de fibra y su alto contenido de nitrógeno. La mezcla de estiércol de cuy con estiércol de cerdo es el segundo sustrato con mejores resultados para el crecimiento de larvas, lo que sugeriría que para mejorar la utilización del estiércol de cuy en la producción de larvas se debe mezclar con estiércol de cerdo.

Respecto al tamaño de las larvas, en nuestro estudio las larvas tuvieron un tamaño entre 3.79 mm con estiércol de cuy y 9.47 mm con la mezcla de estiércol de pollo y estiércol de cerdo. Nuestros resultados coinciden con lo reportado por (7) que obtuvo larvas con tamaños de 4.9 mm con estiércol de caballo y 6.6 mm con estiércol de gallinas. También se ha reportado tallas entre 3 a 9 mm de largo (11).



5.2.2. Efecto del tipo de estiércol sobre la conversión de biomasa

Las altas tasas de reproducción, la fácil crianza en el laboratorio y el corto desarrollo hacen de la mosca doméstica un insecto ideal para fines de crianza en masa (22).

Cuando se trabajó con estiércol puro, se obtuvo una mejor conversión de biomasa con estiércol de pollo (FC: 10.24 ± 1.16) y estiércol de cerdo (FC: 10.09 ± 0.82), y del mismo modo la menor de conversión de biomasa fue con estiércol de cuy (FC: 15.20 ± 4.28). Esto estaría explicado por el alto contenido de proteínas y menos contenido de fibra de estos tipos de estiércol, comparado al estiércol de animales netamente herbívoros. Según lo reportado en varios estudios, los sustratos más adecuados en términos de rendimiento de biomasa para la producción de larvas de dípteros son aquellos que contienen una gran proporción de carbono fácilmente disponible y alto contenido de proteínas para apoyar el desarrollo larvario (6). Y los factores que disminuyen la conversión de la biomasa son la alta proporción de celulosa, hemicelulosa y lignina del estiércol, observándose un incremento de la biomasa de larvas con la adición de estiércol de pollo (4).

Comparando todos los tratamientos, se observó una mejor conversión de biomasa ($P < 0.001$) en las mezclas de estiércol cerdo más estiércol de cuy (FC: 8.77 ± 0.58) y la mezcla de estiércol de pollo más estiércol de cerdo (7.22 ± 0.53). Estos resultados coinciden con los reportes de Rehman, donde las larvas de mosca soldado negra lograron una mayor digestión de estiércol de vaca cuando esta se combinó con gallinaza, concluyendo que el proceso de codigestión mejoró la producción de larvas, la conversión de biomasa, la conversión alimenticia y la utilización de fibras (4). La conversión en biomasa larvaria de fracciones pobres en proteínas podría incrementarse, y el tiempo del proceso de tratamiento disminuir, mediante la adición de un sustrato rico en proteínas, mientras que podría esperarse una mayor utilización de los nutrientes disponibles al combinar un sustrato rico en carbono fácilmente disponible con un sustrato rico en proteínas. (6)

La bioconversión de residuos orgánicos con larvas de dípteros puede resultar en una producción significativa de biomasa de moscas y estiércol digerido, que puede venderse y generar ingresos (43).



5.2.3. Efecto del tipo de sustrato sobre la tasa de mortalidad y tiempo de desarrollo de larvas de mosca doméstica .

En el presente estudio se reportó bajas tasas de mortalidad, con una mortalidad máxima, cuando se utiliza el estiércol de cerdo ($3.85\pm 1.97\%$) y estiércol de cuy ($2.05\pm 2.81\%$); y una mortalidad de 0% con la utilización de estiércol de pollo y la mezcla de estiércol de cerdo mas estiércol de pollo.

Otros estudios reportaron mortalidades de hasta 100%, cuando se utilizaban residuos orgánicos como el compost de cerdo con baja concentración de nitrógeno y poca capacidad de retención de humedad (7). Además, se ha reportados tasas de supervivencia significativamente menores en el estiércol de vacas lecheras, asociado al menor contenido de proteína y mayor contenido de fibra (4).

La baja tasa de mortalidad podría estar asociado al buen control de la temperatura ambiental del centro de producción de larvas de la empresa K-Vet, que tenía una temperatura promedio de 23°C , con una temperatura mínima de 15°C en la noche y 32°C al medio día. Al respecto se indica que la temperatura del ambiente está asociada a la tasa de supervivencia de ectodermos como la mosca doméstica, que se exponen a variaciones térmicas extremas en su hábitat, pasa su ciclo de vida en hábitats muy diversos y fisiológicamente desafiantes (44), reportándose mayor tasa de supervivencia de larvas y crecimiento a adultos a una temperatura promedio de 25°C , logrando un óptimo desarrollo de la mosca doméstica, comparada a temperaturas superiores e inferiores (45).

Respecto al tiempo de desarrollo larvario, en nuestro estudio esta variable estuvo influenciado por el tipo de estiércol, siendo mayor para las larvas criadas en estiércol de cuy (13.10 ± 1.37 días), resultados que también estarían asociados a la composición del estiércol de animales herbívoros. Al respecto se reportó que larvas de mosca solado negra tienen un tiempo de desarrollo larvario de 22 días, pero cuando el alimento se mezcló con el estiércol de vaca con estiércol de pollo, el tiempo fue significativamente más de hasta 21 a 18 días (4).

Pero es importante mencionar que el tiempo de desarrollo larvario está dentro del rango reportado para esta especie de díptero, donde se menciona que las larvas completan su desarrollo en cuatro a trece días a temperaturas óptimas, pero requieren de 14 a 30 días a temperaturas de 12 a 17°C (11).



5.2.4. Costos de producción de harina de larvas según tipo de estiércol.

Aunque varios estudios han abordado la economía de utilizar larvas de mosca para la biodegradación, en la mayoría de los casos, estos análisis consisten en extrapolar experimentos de laboratorio o de tamaño piloto a un entorno comercial o desarrollar un estudio de caso económico con un número considerable de suposiciones simplificadoras (22).

En nuestro estudio se ha realizado una estimación de los costos de producción, tomando en cuenta costos fijos y costos variables para la producción de harina de larvas de mosca doméstica con una tonelada de estiércol (Tabla 10). Es estudios más específicos reportan que en condiciones de América del Norte, las larvas de mosca soldado negra utilizadas para el procesamiento de estiércol de los gallineros pueden generar hasta \$25 000, por gallinero por año (21).

Según los costos de producción estimados por kilogramos, se logra un menor costo utilizando mezclas de estiércol de pollo más estiércol de cerdo. Esto coincide con lo reportado por Lalander et al. (2019), donde concluye que una forma de aumentar los ingresos en las operaciones de gestión de residuos es mezclando fracciones de residuos que tienen un alto contenido de proteínas con fracciones que tienen un alto contenido de carbono fácilmente disponible, de modo que las larvas puedan hacer un mayor uso de los nutrientes disponibles (6).

La mayoría de los ingresos (95–96%) que se producen en la planta procesadora de residuos se generaron vendiendo las larvas. Por lo tanto, se podría generar una ganancia neta anual de 67 900 a 210 000 USD (43).

5.2.5. Composición nutricional de la harina de larvas según tipo de sustrato .

El análisis proximal de la harina de larvas de mosca doméstica mostró un balance adecuado de nutrientes, teniendo un contenido promedio de proteína de 56.23 ± 1.70 %; grasa de 13.07 ± 4.53 % y fibra bruta de 6.77 ± 0.68 %. Estos resultados coinciden con lo reportado por Pieterse y Pretorius, (2014), donde reportan que la harina de larvas tenía un contenido de proteína bruta de 60,38%, con valores igualmente elevados para los aminoácidos individuales, un contenido de grasa bruta de 14,08 %, y un contenido de fibra bruta de 8,59 % (3). Esta composición nutricional podría variar según la dieta que reciban las larvas de

dípteros; demostrándose que el porcentaje de grasa puede diferir en la misma especie si las larvas se alimentan con dietas diferentes (46).

Las comidas de larvas y pupas de mosca doméstica son comparables a otras fuentes de proteínas convencionales y tienen el potencial de reemplazar estas fuentes de proteínas (3)

Por lo tanto, la harina de larvas de *M. domestica* puede considerarse una fuente de proteína de buena calidad adecuada para la alimentación animal.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Según las condiciones en que se desarrollaron este estudio se llegaron a las siguientes conclusiones.

- El tipo de estiércol utilizado para la producción de larvas de mosca domestica influye en su rendimiento, obteniendo mayor rendimiento productivo de las larvas criadas en una mezcla de estiércol de pollo y estiércol de cerdo.
- El tipo de estiércol tiene efecto sobre el factor de conversión de biomasa de larvas de mosca doméstica, teniendo mejores resultados al utilizar una mezcla de estiércol de pollo y estiércol de cerdo.
- Los costos de producción estimados en este estudio están entre 6.20 y 12.30 soles por kilogramo de harina de larva de mosca doméstica, siendo la mezcla de estiércol de pollo y estiércol de cerdo la que resulto más económica para la producción de 1 Kg de harina de larvas.
- El tipo de estiércol tiene efecto en el tiempo de desarrollo larvario, siendo el estiércol puro de cuy el que necesito más días para llegar al estadio de pupa.
- La tasa de supervivencia se vio afectado por el tipo de estiércol utilizado en la producción de larvas, teniendo 0% de mortalidad al utilizar estiércol de pollo y la mezcla de estiércol de pollo y estiércol de cerdo.

6.2. Recomendaciones

- Realizar el estudio en condiciones climáticas diferentes para evaluar los parámetros productivos de la harina de larvas de mosca doméstica.
- Plantear un estudio para evaluar las condiciones de crianza más óptimas para las larvas de mosca doméstica.
- Evaluar el efecto de la inclusión de harina de larvas de mosca doméstica en la dieta de animales de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De León J. Establecimiento de una dieta a partir de harina de larva de mosca para juveniles de *Macrobrachium sp.* en condiciones de cultivo. Tesis de maestría. México: Universidad Autónoma de Querétaro, División de Investigación y Posgrado; 2018.
2. Ramos EJ. Insectos como fuentes de proteína y sus aplicaciones. In En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología ; 2003; Cali-Colombia: Memorias del XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. p. 38.
3. Pieterse , Pretorius Q. Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical and broiler-based biological assays. *Animal Production Science*. 2014; 54(3): p. 54, 347–355.
4. Rehman K, Cai M, Xiao X, Zheng L, Wang H, Soomro A, et al. Cellulose decomposition and larval biomass production from the co-digestion of dairy manure and chicken manure by mini-livestock (*Hermetia illucens L.*). *Journal of Environmental Management*. 2017; 196(458–65).
5. Meneguz M, Schiavone A, Gai F, Dama A, Lussiana C, Renna M, et al. Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018 Diciembre; 98(15)(5776-5784): p. 98, 5776-5784.
6. Lalander C, Diener S, Zurbrügg C, Vinneras B. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*. 2019 Enero; 208(211-219): p. 211-219.
7. Larraín P, Salas C. House Fly (*Musca domestica L.*) (diptera: muscidae) development in different types of manure. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2008 Abril-Junio; 68(2:192-197): p. 68:192-197.



8. Rojas R. Sistema de Costos: Un proceso para su implementación. Primera Edición ed. Manizales, Colombia.: Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia; 2007.
9. Pereira B. Avaliação da farinha de *Hermetia illucens* como substituto da farinha de peixe em dietas para corvina (*Argyrosomus regius*): Crescimento, digestibilidade, composição corporal e aceitação do produto final pelo consumidor. Tesis de maestria. Portugal: Universidad Do Porto; 2019.
10. Hardy R. Farmed fish diet requirements for the next decade and implications for global availability of nutrients. New York, USA: In C. Lim, C. D. Webster & C. S. Lee (Eds.) *Alternative Protein Sources in Aquaculture Diets*, Haworth Press.; 2008.
11. Sanchez H, Capinera J. House fly, *Musca domestica* Linnaeus (Insecta: *Diptera: Muscidae*). Florida: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences; 2013.
12. Comisión Europea. Reglamento (UE) 2017/893 de la comisión. Diario Oficial de la Unión Europea. 2017 Mayo: p. 25.
13. Casanovas E, Suárez , Álvarez A, L. M. S, Reyes. Producción de larvas de moscas (*Musca domestica* L.) con diferentes dosis de borra de café y heces fecales de aves ponedoras. *Journal of negative & no positive results*. 2021 Septiembre; 6(9):1181-1195.
14. Cabello , García , Figuera B, Higuera Y, Vallenilla O. Calidad físico-química de la harina de pescado venezolana. *Saber*. 2013 octubre-diciembre; 25 (4): 414-422.
15. Silva D. Elaboración de harina de pescado. Tesis de grado. Buenos Aires: Universidad Católica de Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias; 2003.
16. N.R.C. Meagre: Polyunsaturated Fatty Acids. Washington, DC.: National Research Council; 2011.



17. Hardy RW. Farmed fish diet requirements for the next decade and implications for global availability of nutrients. In Press TH, editor. Alternate Protein Sources in Aquaculture Diets. New York, USA: In C. Lim, C. D. Webster & C. S. Lee (Eds.); 2008. p. 1-16.
18. De Luna A. Valor nutritivo de la proteína de soya. Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 2006 Septiembre; 14(36)(29-34): p. 29-34.
19. Garzón V. La soya como fuente de proteína en la alimentación animal. In Soya (*Glycine max (L.) Merrill*) alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana. Villavicencio (Colombia): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; 2006. p. 12.
20. Oonincx D, de Boer I. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans e a life cycle assessment. PloS One. 2012 December; 7(12): p. 7 (12).
21. Newton G, Sheppard D, Watson D, Burtle G, Dove C, Tomberlin J.. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. In: Symp. State Sci. Anim. Manure Waste. 2005 Jan;; p. 7.
22. Čičková H NGLRKM. The use of fly larvae for organic waste treatment. Waste Manag. 2015 Jan; 35(68-80): p. 35:68–80.
23. Andrade L. La mosca doméstica. Boletín. México : Sociedade Mexicana de Entomologia; 2017.
24. Iqbal W, Faheem Malik , Kaleem Sarwar , Azam , Iram N, Rashda. Role of housefly (*Musca domestica*, Diptera; Muscidae) as a disease vector; a review. Journal of Entomology and Zoology Studies. 2014 May; 2 (2): 159-163.
25. Moissant E, Tkachuk O, Roman R. Detección de agentes bacterianos en adultos de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) recolectadas en Maracay, Estado Aragua, Venezuela. Entomotrópica. 2004 Diciembre. 19(3):161-164.



26. Gállego J. Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. Manual. España: Universidad de Barcelona; 2006.
27. Hogsette JA,FR. Secretophagous and haematophagous higher Diptera. Science Herald. 2000 January; 1: p. 769–792.
28. Jiménez G. Nuevas tendencias para el control de los parasitos de bovinos en Colombia :una estrategia sostenible para el siglo XXI. Colombia: CORPOICA; 2003.
29. 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.
30. Salazar E, Trejo H, Vázquez C, López J. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. ΦYTON - Revista Internacional de Botanica Experimental. 2007 Octubre; 76(169-185): p. 76:169-185.
31. Estrada M. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación. 2005 julio; 2(1): p. 2: 43-48.
32. Castelló JA. La gallinaza. Selecciones avícolas. 2000; 51(12): p: 5-35.
33. Narea G, Valdivieso C. Agricultura orgánica. Situación actual, desafíos y técnicas de producción. Chile;; 2002.
34. Pantoja R. “Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brocoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi”. Babahoyo, Ecuador: 2014.
35. ITG G. Tablas de Referencia Composición de Estiércoles y Purines. México: 2007.
36. Casanova CI, Núñez RV, Navarrete CM, Proaño EA. Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. Revista de Ciencias Sociales. 2021 Enero-Marzo; 27(1):302-312.



37. Cotacallapa H. Gestión Empresarial básica con aplicación en agroempresas.. Puno, Perú: 2000.
38. Navarro O. Teoría Microeconómica I. Problemas Resueltos. Lima, Perú: 2000.
39. Márquez J, López E. Manual para la Educación Agropecuaria. Administración de empresas Agropecuarias. Área: Administración Rural México: Editorial Trillas; 2002.
40. Behar D. Metodología de la Investigación Argentina: Editorial Shalom; 2008.
41. SENAMHI. Lineamientos generales que orientan la aplicación de la información climática. [Online].; 2021. Available from: <https://www.senamhi.gob.pe>.
42. Martiradonna G, Soto A, Gonzáles J. Protocolo de cria de *Musca domestica* en laboratorio. Boletín de Malariología y Salud Ambiental. 2009; 49(2:317-319): p. vol.49, n.2.
43. Wang H, Zhang Z, Czapar G, Winkler M, Zheng J. A full-scale house fly (*Diptera: Muscidae*) larvae bioconversion system for value-added swine manure reduction. Waste Manag Res. 2013; 2(223-231): p. 31(2):223–31.
44. Sharma S, Rohilla MS, Tiwari PK. Developmental and hyperthermia-induced expression of the heat shock proteins HSP60 and HSP70 in tissues of the housefly *Musca domestica*: An in vitro study. Genetics and Molecular Biology. 2007 August; 30,(1):159-168.
45. Chapman JW, Goulson D. Environmental versus genetic influences on fluctuating asymmetry in the house fly, *Musca domestica*. Biological Journal of the Linnean Society. 1999; 70:403-413.
46. Yang S, Li Q, Zeng Q, Zhang J, Yu Z, Liu Z. Conversion of solid organic wastes into oil via *Boettcherisca peregrine* (*Diptera: Sarcophagidae*) larvae and optimization of parameters for biodiesel production. PLoS One. 2012 September ; 7 (9): e45940).



ANEXOS



ANEXO 1. MEDIDAS DE RESUMEN PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Tabla 11. Medidas de resumen para la variable % de mortalidad

TRATAMIENTO	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
CERDO	10	3.85	1.97	3.89	0	7.5
CUY	10	2.05	2.81	7.91	0	7.5
CUY+CERDO	10	0.1	0.32	0.1	0	1
CUY+POLLO	10	0.6	1.58	2.49	0	5
POLLO	10	0	0	0	0	0
POLLO+CERDO	10	0	0	0	0	0

Tabla 12. Medidas de resumen para la variable tiempo de desarrollo larvario

TRATAMIENTO	n	Media	D.E.	Mín	Máx
CERDO	10	10	1.33	8	12
CUY	10	13.1	1.37	11	15
CUY+CERDO	10	10.5	1.35	8	12
CUY+POLLO	10	10.3	1.34	8	12
POLLO	10	10.6	1.51	8	13
POLLO+CERDO	10	10.2	1.32	8	12

Tabla 13. Medidas de resumen para la variable tiempo Peso final de las larvas

TRATAMIENTO	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
CERDO	10	17.7	1.17	1.37	16.15	19.9
CUY	10	13.16	2.24	5	8.65	16.35
CUY+CERDO	10	22.05	1.53	2.33	19.75	24

CUY+POLLO	10	13.29	2.25	5.06	8.65	16.35
POLLO	10	18.4	2.33	5.43	16.5	24.3
POLLO+CERDO	10	27.6	1.85	3.4	25.6	29.8

Tabla 14. Medidas de resumen para la variable tiempo Ganancia de peso total

TRATAMIENTO	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
CERDO	10	14.69	1.17	1.38	13.15	16.9
CUY	10	10.11	2.24	5	5.6	13.3
CUY+CERDO	10	19.03	1.53	2.34	16.75	21
CUY+POLLO	10	10.29	2.25	5.06	5.65	13.35
POLLO	10	15.38	2.33	5.43	13.45	21.3
POLLO+CERDO	10	24.58	1.86	3.47	22.55	26.8

Tabla 15. Medidas de resumen para la variable talla final de las larvas

TRATAMIENTO	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
CERDO	10	8.44	0.31	0.1	8	8.96
CUY	10	3.79	0.17	0.03	3.55	4.1
POLLO	10	5.38	0.39	0.15	4.78	5.9
CUY+POLLO	10	6.89	0.8	0.64	5.99	8.34
CUY+CERDO	10	8.36	0.84	0.71	7.54	9.78
POLLO+CERDO	10	9.47	0.49	0.24	8.69	10.07

Tabla 16. Medidas de resumen para la variable tiempo Consumo de MS de larvas

TRATAMIENTO	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
CERDO	10	29.5	1.58	2.5	27	32
CUY	10	29.4	4.09	16.71	24	38
CUY+CERDO	10	33.3	2.31	5.34	30	37
CUY+POLLO	10	29.3	2.98	8.9	25	35
POLLO	10	31.1	2.42	5.88	28	36
POLLO+CERDO	10	35.4	2.27	5.16	32	38

Tabla 17. Medidas de resumen para la variable tiempo Consumo de MS de larvas

TRATAMIENTO	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
CERDO	10	10.09	0.82	0.68	8.88	11.31
CUY	10	15.2	4.28	18.35	12.03	26.79
CUY+CERDO	10	8.77	0.58	0.34	7.69	9.58
CUY+POLLO	10	14.8	3.12	9.74	10.86	22.12
POLLO	10	10.24	1.16	1.35	8.45	12.01
POLLO+CERDO	10	7.22	0.53	0.28	6.53	8.2

ANEXO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBAS DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO.

Tabla 18. Análisis de Varianza para la variable Peso final

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1514.516	5	302.903	80.444	<0.0001
TRATAMIENTO	1514.516	5	302.903	80.444	<0.0001
Error	203.331	54	3.765		
Total	1717.847	59			

Tabla 19. Test de Tukey para variable Peso final

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.56390

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
POLLO+CERDO	27.595	10	0.614	A
CUY+CERDO	22.05	10	0.614	B
POLLO	18.395	10	0.614	C
CERDO	17.7	10	0.614	C
CUY+POLLO	13.29	10	0.614	D
CUY	13.155	10	0.614	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 20. Análisis de Varianza para la variable talla final

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	229.2	5	45.84	147.14	<0.0001
TRATAMIENTO	229.2	5	45.84	147.14	<0.0001
Error	16.82	54	0.31		
Total	246.02	59			

Tabla 21. Test Tukey para la variable talla final

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.73749

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
POLLO+CERDO	9.47	10	0.18	A
CERDO	8.44	10	0.18	B
CUY+CERDO	8.36	10	0.18	B
CUY+POLLO	6.89	10	0.18	C
POLLO	5.38	10	0.18	D
CUY	3.79	10	0.18	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tablas 22. Análisis de Varianza para la variable consumo de MS

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	316.93	5	63.39	8.55	<0.0001
TRATAMIENTO	316.93	5	63.39	8.55	<0.0001
Error	400.4	54	7.41		
Total	717.33	59			

Tablas 23. Test de Tukey para la variable consumo de MS

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.59788

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
POLLO+CERDO	35.4	10	0.86	A	
CUY+CERDO	33.3	10	0.86	A	B
POLLO	31.1	10	0.86		B C
CERDO	29.5	10	0.86		C
CUY	29.4	10	0.86		C
CUY+POLLO	29.3	10	0.86		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 24. Análisis de Varianza para la variable Conversión de la Biomasa

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	526.61	5	105.32	20.56	<0.0001
TRATAMIENTO	526.61	5	105.32	20.56	<0.0001
Error	276.56	54	5.12		
Total	803.17	59			

Tabla 25. Test de Tukey para la variable Conversión de la Biomasa

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.99016

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
CUY	15.2	10	0.72	A	
CUY+POLLO	14.8	10	0.72	A	
POLLO	10.24	10	0.72		B
CERDO	10.09	10	0.72		B C
CUY+CERDO	8.77	10	0.72		B C
POLLO+CERDO	7.22	10	0.72		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 26. Análisis de Varianza para la variable Mortalidad de las larvas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	121.35	5	24.27	10.12	<0.0001
TRATAMIENTO	121.35	5	24.27	10.12	<0.0001
Error	129.55	54	2.4		
Total	250.9	59			

Tabla 26. Análisis de Varianza para la variable Mortalidad de las larvas

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.04653

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
CERDO	3.85	10	0.49	A	
CUY	2.05	10	0.49	A	B
CUY+POLLO	0.6	10	0.49		B C
CUY+CERDO	0.1	10	0.49		B C
POLLO+CERDO	0	10	0.49		C
POLLO	0	10	0.49		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 3. FIGURAS



Figura 1 Preparación del estiércol



Figura 2 Trituración y mesclado del estiércol



Figura 3 Pesado del estiércol.



Figura 4 Selección de larvas viables L1 para la cría



Figura 5 Cultivo de larvas de Mosca Doméstica



Figura 8 Bandejas de cultivo con 500g de estiércol.



Figura 6 Control de temperatura del moscario.



Figura 7 Control de humedad del moscario

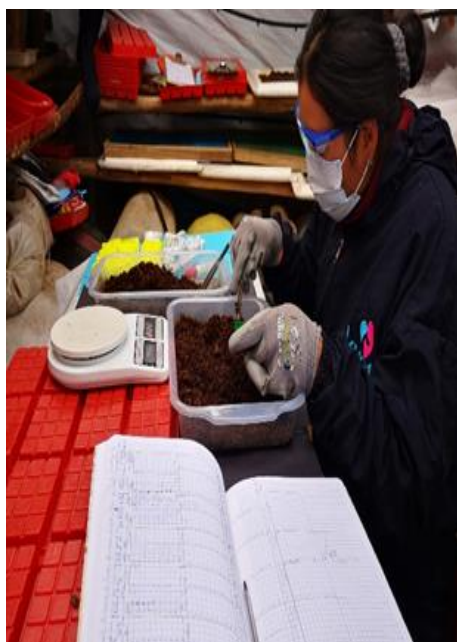


Figura 9 Cosecha de larvas



Figura 10 Pesado de larvas



Figura 11 Medición de longitud de larvas



Figura 12 Pesado de larvas



Figura 13 Evaluación de la mortalidad



Figura 14 Muestras de harina de larvas.



Figura 15 Selección de larvas empupadas.



Figura 16 Secado de larvas de Mosca doméstica.