

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Tesis

Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp* de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*)

Presentado por:

Yemerson Alcides Salas Puga

Para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2025



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



TESIS

Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp* de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*)

Presentado por **Yemerson Alcides Salas Puga**, para optar el título de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 17 de enero de 2025 ante el jurado evaluador:

Presidente:



PhD. Oscar Elisban Gómez Quispe

Primer Miembro:



Dr. Nilton Marcial Cárdenas Suarez

Segundo Miembro:



Mag. Keyro Alberto Melendez Flores.

Asesor:



Mag. Tsai Ochoa Pumaylle





Constancia de similitud

Artículo Científico

Constancia 19-2024-UDI-FMVZ-UNAMBA

El director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Hace constar:

Que, **Yemerson Acides Salas Puga**, con código de estudiante **181297** de la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, presentó el Artículo Científico:

Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp* de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*).

Para ser evaluada su similitud.

Se utilizó el software Turnitin con filtros: excluir citas, excluir bibliografía, excluir fuentes que tengan menos de 18 palabras. Siendo el resultado:

Porcentaje de similitud: 12%

Parte de esta constancia son los anexos donde figuran los resultados del Turnitin.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para fines de trámites en la UNAMBA.

Abancay, 2 de diciembre de 2024

Atentamente,



Dr. Ulises S. Quispe Gutiérrez
Director

investigacion.fmvz@unamba.edu.pe
cc/.
Arch.

Agradecimiento

Un sincero agradecimiento a mis padres, hermanos, amigos y familiares por su incesante apoyo y comprensión en todo momento.

Al Mag. Isai Ochoa Pumaylle, asesor de la tesis, quien con su paciencia, experiencia y conocimiento me apoyo a concluir este trabajo.

A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA, por sus enseñanzas y contribuir en mi formación profesional.



Dedicatoria

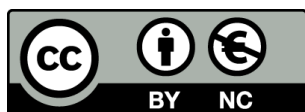
Dedico este trabajo a mi querida madre Fanny Puga Quispe, mi padre Alcides Salas Huarhua y hermanos por darme todo su amor incondicional, sus consejos, enseñanzas e inculcarme valores para ser una persona de bien.



Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp* de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*)

Línea de investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons





Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) -Publicado: 22/10/24

DOI:10.57166/micaela.v5.n2.2024

Páginas: 72 - 79

Recibido 20/10/2024; Aceptado 25/11/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.160>

Autores:

1. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0000-6143-7431>
Yemerson Alcides Salas-Puga, Egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. 181297@unamba.edu.pe.
2. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0000-8626-0118>
Zenaida Huamani-Huamani, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. zhuamanih@unamba.edu.pe.
3. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0003-4790-3605>
Julio Iván Cruz-Colque, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. jcruz@unamba.edu.pe.
4. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-3439-2626>
Isai Ochoa-Pumaylle, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. iochoa@unamba.edu.pe.

Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp* de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*)

Nutritional composition, fatty acid profile, and presence of *Salmonella spp.* in housefly pupae meal (*Musca domestica*)

Yemerson Alcides Salas-Puga¹, Zenaida Huamani-Huamani², Julio Iván Cruz-Colque³ e Isai Ochoa-Pumaylle⁴

Resumen. Las formas larvarias de los insectos se consideran fuentes alternativas potenciales de proteína para la alimentación humana y de animales domésticos, por lo que es necesario conocer su información nutricional para incluirlas en las dietas animales. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición nutricional, el perfil de ácidos grasos y la presencia de *Salmonella spp.* en harina de pupas de mosca doméstica. Se recolectaron 3 muestras de harina de pupas y se enviaron al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la UNALM para su evaluación nutricional, y la presencia de *Salmonella spp.* fue evaluado en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA. La harina de pupas de mosca doméstica contiene 58.44±0.14 % de proteína bruta, 16.33% de grasa, 11.41% de fibra cruda, 5.24% de ceniza y 1.03% de extracto libre de nitrógeno. La harina de pupas tiene en su composición un 14.63% de ácido linoleico (Omega 6), 32.57% de ácido cis-9 oleico, 0.8% de Ácido linoléico (Omega 3) y otros ácidos grasos. La composición nutricional, perfil de ácidos grasos y ausencia de *Salmonella spp.* en la harina de pupas, hace que sea una adecuada alternativa para la inclusión de este insumo en las dietas de animales domésticos.

Palabras Clave: Pupas, ácidos grasos, mosca doméstica, proteína.

Abstract. The larval forms of insects are considered potential alternative sources of protein for human and domestic animal feeding, so it is necessary to know their nutritional information to include them in animal diets. The objective of this research was to evaluate the nutritional composition, fatty acid profile, and presence of *Salmonella spp.* in house fly pupae meal. Three samples of pupae meal were collected and sent to the Nutritional Evaluation Laboratory of UNALM for nutritional assessment. *Salmonella spp.* was evaluated at the UNAMBA Microbiology Laboratory Veterinary Medicine Faculty. The house fly pupae flour contains 58.44±0.14% crude protein, 16.33% fat, 11.415% crude fiber, 5.24% ash, and 1.03% nitrogen-free extract. The flour has a composition of 14.63% linoleic acid (Omega 6), 32.57% cis-9 oleic acid, 0.8% linolenic acid (Omega 3), and other fatty acids. The nutritional composition, fatty acid profile, and absence of *Salmonella spp.* in the pupae meal make it a suitable alternative for including this ingredient in domestic animal diets.

Keywords: Pupae, fatty acids, housefly, proteins.

1 Introducción

Las fuentes clásicas de proteínas y lípidos ya no podrán satisfacer la demanda cada vez más grande de estos nutrientes, siendo los insectos y sus formas larvarias nuevas fuentes alimenticias más sostenibles para enfrentar estas demandas [1]. Los insectos constituyen la mayor biomasa en el planeta y su uso como producto alimenticio para humanos y animales en diversas partes del mundo [2]. Además, la producción de insectos favorece el reciclaje de nutrientes en un sistema de producción, ya que no compite con los recursos alimentarios y adicionalmente incrementa los beneficios de la gestión de residuos al utilizar los nutrientes de desecho para el crecimiento de los insectos [3]. En este sentido, la Unión Europea ha autorizado la utilización de diversos insectos y sus formas larvarias para la alimentación animal que incluyen a la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) y la mosca común (*Musca doméstica*) [4].

En el contexto actual, la producción de insectos como la mosca doméstica se convierte en una opción adecuada y sostenible para la producción de alimentos para animales en los próximos años [5], ya que mediante su producción se promueve la economía circular en pequeños sistemas de producción, reduciendo la cantidad de residuos eliminados al medio ambiente y control de olores de residuos orgánicos, obteniendo a cambio un alimento con un adecuado nivel de nutrientes. Además, conocer su composición permitirá formular raciones balanceadas para distintos animales domésticos.

Se está evaluando la inclusión de harina de formas larvarias de dípteros en dietas de animales domésticos sustituyendo a la harina de pescado y la torta de soya [6], [7], [8]. Se reporta que el uso de la harina de larvas de mosca soldado-negra en dietas de cuyes (*Cavia porcellus*) no afectó el contenido de proteínas, perfil de aminoácidos, proteínas y humedad de la carne de estos animales [6].

La mosca doméstica, es un insecto de distribución mundial y se encuentra asociada con los seres humanos o con las actividades humanas, siendo considerado la especie más frecuente en las granjas avícolas y porcinas, así como en establos bovinos y equinos [9]. Estudios previos han demostrado que la harina de pupas y de larvas de la mosca doméstica aportan nutrientes adecuados comparado a fuentes proteicas tradicionales. Su perfil de aminoácidos se considera ideal para la alimentación de animales monogástricos y su aporte lipídico es alto en omega 3 y 6, que favorecerá el desarrollo y crecimiento [10].

Para una adecuada formulación de raciones balanceadas, se requiere conocer la composición nutricional de los insumos a utilizar. Se ha demostrado que el sustrato orgánico utilizado para la producción y la etapa de cosecha de las formas larvarias de las moscas afecta su composición nutricional, en algunos casos reportándose, disminución del contenido de proteína y aumento del contenido de lípidos [11]. Y otros autores reportan que en la etapa de prepupa se incrementa el nivel de proteína y fibra, reduciéndose sus niveles de carbohidratos solubles [10].

Por lo descrito, el objetivo de esta investigación es evaluar la composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp.* en la harina de pupas de mosca doméstica.

2 Método

2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Producción de dípteros de la granja SOLPIG, ubicada en el distrito de Abancay, Sector Imponeda, provincia de Abancay, región Apurímac, Perú. El sector Imponeda está ubicado a una altitud de 2276 msnm y tiene una temperatura máxima de 25°C y una temperatura mínima de 8°C, con precipitaciones entre los meses de septiembre y marzo que en promedio es de 685 mm anuales [12].

2.2 Producción de pupas de mosca doméstica

La producción de las formas larvarias de mosca requiere de temperaturas calidad mayores a 25°C y alta humedad que varía entre 60 y 75% [13]. El módulo de producción permitió controlar temperaturas entre 20°C en la noche, hasta 30°C en el día, con una humedad de 65%, siendo una infraestructura de madera de 3x2x2 metros, cubierto con malla raschel de 80% y Agrofilm transparente de calibre 8. Para el control de la humedad y la temperatura se utilizó un Termohigrometro Digital HTC-2, cuyos datos se registraron 2 veces al día.

Un total de 250 moscas fueron alimentadas con una mezcla de azúcar y leche en polvo en una proporción 1:1, recomendada por Ayquipa, 2022 [14], alimento que se brindó de forma ad-libitum para estimular la ovoposición de las moscas, que en condiciones controladas y con alimentación artificial depositan alrededor de 2000 huevos. La ovoposición de las moscas es de forma continua.

Para la ovoposición de las moscas se utilizaron diariamente 3 bandejas de poliestireno de alto impacto, que contenían 500 gramos de estiércol porcino rehidratado. Cuando se observa la eclosión de los huevos, se trasladaron las larvas y el sustrato a las cajas de crecimiento, que consistieron en caja térmica de poliestireno expandido que ofrecen alta capacidad de protección y aislamiento isotérmico de dimensiones de 51x76x58 cm, donde se añadió 500 g de sustrato orgánico cada 24 horas hasta completar el desarrollo.

Las larvas se alimentaron durante 7 días y luego iniciaron su migración a ambientes secos y oscuros para iniciar con el empupado. El proceso de migración se controló, mediante una precosecha de larvas al séptimo día, y ubicando a las larvas en un ambiente oscuro y seco para favorecer el empupado. La cosecha de las formas larvarias se realizó utilizando un tamiz de 1 mm.

La etapa de empupado duro 3 días, y la cosecha de pupas se realizó a diario, para evitar que continúe el desarrollo hacia una mosca adulta. Las pupas cosechadas, fueron congeladas a -20°C, para matar a las pupas y conservarlas hasta el momento del secado.

Se evaluó el peso de las pupas después de la cosecha, antes y después del proceso de secado, para lo cual se utilizó una balanza analítica de marca OHAUS® con rango de pesado de 0-250 gramos y una precisión de 0.001 gramos.

La población de moscas adultas en el módulo de producción se mantiene después de la primera cosecha, ya que se permite que hasta un 1% de moscas completen su desarrollo a estadio adulto, evitando que estas moscas salgan a campo abierto y se contaminen. Este procedimiento permite una producción cerrada, donde el único insumo que ingresa es el estiércol para la alimentación.

2.3 Preparación de la harina de pupas

Las pupas cosechadas fueron sometidos a deshidratación, utilizando una estufa con sistema de circulación de aire forzada de marca Memmert® a una temperatura de 65°C, durante 6 horas, hasta que las pupas tengan una humedad promedio de 10%.

La molienda de las pupas deshidratadas se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, para lo que se utilizó un molino de martillos modelo MMV-06, con una capacidad de molienda entre 100 Kg/hora.

La harina de pupas se envasó herméticamente en bolsas de polietileno de alta densidad, con capacidad de 500 gramos y fueron rotuladas, considerando la identificación del lote de producción, para luego ser conservadas a una temperatura de -20°C hasta su análisis nutricional y microbiológico.

2.4 Análisis de la composición nutricional

El análisis nutricional de la harina de pupas se realizó en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, siendo los métodos utilizados: Humedad: AOAC (2005), 950.46; Proteína total: AOAC (2005), 984.13; Grasa: AOAC (2005), 2003.05; Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09; Ceniza: AOAC (2005), 942.05 [15].

Tabla 1. Métodos utilizados para el análisis proximal de la harina de pupas.

Análisis	Método utilizado	Referencia
Humedad	Secado de la harina a 105° durante 24 horas	AOAC (2005), 950.46
Proteína total	Método Micro Kjeldahl	AOAC (2005), 984.13
Grasa	Método SOXHLET	AOAC (2005), 2003.05
Fibra cruda	Determinación de fibra cruda en alimentos	AOAC (2005), 962.09
Ceniza	Determinación de cenizas en piensos para animales	AOAC (2005), 942.05

2.5 Análisis del perfil de ácidos grasos

Se remitieron 3 muestras de 300 gramos de harina de pupas al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina para el análisis del perfil lipídico. Para determinar que ácidos grasos componen la harina de pupas, se aplicó la Cromatografía de Gases mediante el procedimiento descrito por Li, Y., & Watkins, B. A. (2001). Analysis of fatty acids in food lipids [16]. El procedimiento consiste en la preparación de la

muestra, la extracción de los lípidos, la transesterificación, el análisis por cromatografía y la identificación y cuantificación de los ácidos grasos.

2.6 Detección de *Salmonella spp.*

La detección de *Salmonella spp.* en la harina de pupas se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, y se utilizó el método descrito por la International Commission on Microbiological Specifications For Foods – ICMSF [17]. Se remitió 25 gramos de harina de pupas en envases herméticos para la detección de *Salmonella spp.* Las muestras se inocularon en Caldo de Tetratiónato como medio de enriquecimiento y se incubaron a 37°C durante 24 horas. Después del enriquecimiento, se inocularon colonias en Agar *Salmonella Shigella* y se incubaron estos cultivos a 37 °C durante 24 horas. El proceso de identificación se realizó después de las 24 horas, buscando características típicas de colonias de *Salmonella spp.*, y en caso de colonias sospechosas se realizó la prueba de fermentación de azúcares y pruebas de producción de gas, para confirmar la presencia de *Salmonella*.

2.7 Análisis estadístico

Se utilizó el software InfoStat 2020 para los análisis estadísticos. Cada muestra fue analizada 2 veces, y todos los datos obtenidos se presentaron utilizando la media \pm desviación estándar. Del mismo modo se presenta los intervalos de confianza para los resultados, utilizando un nivel de significancia de 5%.

3 Resultados

3.1 Composición nutricional

En la tabla 2, se describe la composición nutricional de la harina de pupas, presentando información sobre los intervalos de confianza (95%). La harina de pupas tiene un alto contenido de proteínas (58.44%), por lo que se puede considerar como un insumo proteico para la alimentación animal. La harina de pupas contiene un 16.33 % de grasas, un 11.41% de fibra cruda, un 5.34% de cenizas y 1.03% de carbohidratos solubles.

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de pupas de mosca doméstica (media \pm d.s).

Nutriente	Composición (%)	LI(95%)	LS (95%)
Humedad	8.03 \pm 0.01	8.02	8.03
Proteína total	58.44 \pm 0.14	58.21	58.66
Grasa	16.33 \pm 0.25	15.93	16.72
Fibra cruda	11.41 \pm 0.14	11.18	11.63
Ceniza	5.24 \pm 0.01	5.22	5.26
Carbohidratos solubles	1.03 \pm 0.02	0.99	1.07

3.2 Perfil de ácidos grasos

En la tabla 3, se describe el perfil de ácidos grasos de la harina de pupas. Los ácidos grasos con mayor composición son el ácido palmítico con un 23.64%; ácido palmitoleico con un 16.37%; Ácido cis-9 oleico con un 32.57%, Ácido linoleico con un 14.63%. La harina de pupas contiene una importante concentración de ácidos grasos poliinsaturados, que lo convierte en un alimento con alto aporte energético.

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos de la harina de pupas de mosca doméstica (%).

Estructura*	Ácido graso	Composición (%)	LI (95%)	LS (95%)
C12:0	Ácido laúrico	0.26 \pm 0.002	0.26	0.27
C14:0	Ácido mirístico	2.66 \pm 0.009	2.63	2.68
C14:1	Ácido miristoleico	0.31 \pm 0.001	0.31	0.31
C15:0	Ácido pentadecanoico	0.82 \pm 0.009	0.8	0.84
C16:0	Ácido palmítico	23.64 \pm 0.049	23.52	23.77
C16:1	Ácido palmitoleico	16.37 \pm 0.023	16.32	16.43
C17:0	Ácido heptadecanoico	0.45 \pm 0.003	0.44	0.46
C18:1n-9	Ácido cis-9 oleico	32.57 \pm 0.072	32.4	32.75
C18:2	Ácido linoleico (Omega 6)	14.63 \pm 0.012	14.6	14.66
C20:0	Ácido araquídico (Omega6)	0.21 \pm 0.003	0.2	0.21

C18:3n-6	Ácido gamma-linolénico (Omega 6)	0.21 ± 0.007	0.2	0.23
C20:1	Ácido cis 11-eicosenoico	0.15 ± 0.005	0.14	0.16
C18:3n-3	Ácido linolenico (Omega 3)	0.84 ± 0.001	0.83	0.84
C21:0	Ácido heneicosanoico	1.50 ± 0.005	1.49	1.51
C20:3n-6	Ácido cis-8,11,14- eicosatrienoico	0.89 ± 0.008	0.87	0.91
C20:5	EPA- Ácido cis - 5, 8, 11, 14, 17 - eico- sapentaenoico (Omega 3)	0.33 ± 0.04	0.32	0.34

*Nomenclatura del ácido graso según las Normas IUPAC.

3.3 Presencia de *Salmonella spp.*

Después de analizar 3 muestras de harina de pupas con sus respectivas repeticiones, se determinó que la harina de pupas de mosca doméstica está libre de la presencia de *Salmonella spp.* Según el método utilizado se reportó “ausencia en muestra de 25 gramos”, lo que permite cumplir la NTS N°071-MINSA/DIGESA que indica que los alimentos no deben contener *Salmonella spp.* [18].

4 Discusiones Conclusiones

4.1 Composición nutricional

Por su contenido nutricional, la harina de pupas en un alimento proteico, que en promedio tiene un 58.44% de proteína total. Los niveles de proteína de la harina de pupas de mosca doméstica descritos en este estudio son menores a los reportados por Pieterse y Pretorius [10] que obtuvo resultados de 76.23% de proteína y por St-Hilaire et al [19] con un nivel de proteína cruda de 79.91%. Los menores niveles de proteína de la harina de pupas estarían asociadas al tipo de sustrato usado para la producción, ya que los otros autores utilizaron residuos de sangre animal para la producción de pupas, y en nuestro estudio se utilizó solamente estiércol de cerdo.

En la tabla 4, se presenta una comparación de la composición nutricional de diferentes alimentos utilizados como insumos proteicos para la alimentación animal (harina de pupas de mosca doméstica, harina de larvas de mosca doméstica [10], harina de pupas de mosca soldado negra [19] y la harina de pescado [20]).

Tabla 4. Comparación del análisis proximal de la harina de pupas con otros alimentos

Nutriente	Harina de pupas de mosca doméstica	Harina de pupas de Mosca soldado negra (St-Hilaire et al, 2014)	Harina de pescado (Anrique, 2014)	Harina de larvas de mosca doméstica (Pieterse and Pretorius)
Humedad	8.03	8.99	9.36	7.73
Proteína total	58.44	43.6	67.96	55.90
Grasa	16.33	33.1	9.96	13.07
Fibra cruda	11.41	-	1.01	6.77
Ceniza	5.24	15.5	18.79	10.93
Carbohidratos solubles	1.03	-	0.00	12.03

Comparado a otras fuentes proteicas de alta calidad, la harina de pupas contiene un nivel adecuado de proteína, lo que permitiría sustituir a estos insumos en la formulación y preparación de alimentos balanceados. El nivel de proteína de las pupas de *musca doméstica* es superior al contenido de proteína de la harina de larvas de mosca doméstica [14], harina de larvas de mosca soldado negra [19] y sería un sustituto adecuado de la harina de pescado que tiene hasta de 67.96% de proteína y de la torta de soya que contiene 49.73% [20].

Respecto al nivel de lípidos de la harina de pupas, los resultados son consistentes a lo reportado por Pieterse y Pretorius [10], que indican un nivel de 14.39% y St-Hilaire [19] con un 18.27%. Comparado a la harina de pescado, la harina de pupas aporta un mayor contenido de grasas a la dieta, por lo que se debería evaluar su efecto en la inclusión de dietas de rumiantes.

Respecto al nivel de cenizas, la harina de pupas aporta un 5.24%, niveles inferiores a lo reportado por Pieterse y Pretorius [10] y St-Hilaire [19] donde indican niveles de 7.73% y 11.12% de cenizas respectivamente. Estas diferencias estarían

asociadas al tipo de sustrato utilizado para la producción de pupas, siendo necesario una evaluación del perfil de minerales que aporta la harina de pupas.

4.2 Perfil de ácidos grasos

La harina de pupas de mosca doméstica se caracteriza por tener un balance de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. La mayor proporción de lípidos presentes en las pupas son ácidos grasos insaturados, destacando su alto contenido de omega 3 y destacar su contenido de omega 6. Estos ácidos grasos forman parte de las membranas celulares regulando su permeabilidad, y en modelos animales se ha demostrado que su deficiencia se asocia a diversos procesos inflamatorio y desarrollo neuronal precario [21].

En la investigación realizada por Pieterse y Pretorius [10], se reporta un contenido similar de ácido palmítico con 34.85% y ácido oleico con 22.40%, pero una concentración alta de ácido linoleico con 36.27% y ácido linolénico con 2.73%, resultados que estarían asociados al tipo de dieta de las larvas, ya que estos investigadores usaron residuos de sangre para la alimentación de las larvas y en nuestro estudio la alimentación de las larvas se basó en estiércol de cerdo al 100%. En otros estudios, con la utilización de estiércol bovino, se ha reportado una composición de ácido palmítico de 26.40%, ácido oleico de 19.1%, ácido linoleico de 17.83% y ácido linolénico de 0.87 %, muy similar a lo reportado en nuestro estudio [19].

El sustrato orgánico para la producción de las larvas y pupas de mosca doméstica modificaría la composición de ácidos grasos, pero independientemente de la dieta de las larvas, la harina de pupas es una fuente importante de omega 3 y ácidos grasos poliinsaturados, que podría mejorar la calidad del producto de los animales a los que se le brinde este alimento. Autores como Gómez [22], que han utilizado estiércol animal como sustrato para la producción de las larvas de mosca doméstica resaltan la composición de ácido linoleico con un aporte de 3.34 gramos por cada 100 gramos de alimento.

El efecto de la alimentación de las larvas sobre su composición lipídica, en lugar de ser una desventaja, se vuelve beneficioso por que permitiría ajustar la composición de las larvas y pupas según las necesidades nutricionales de los animales [23].

4.3 Presencia de *Salmonella spp.*

Las muestras analizadas indican que la harina de pupas de mosca doméstica, no contienen cepas de *Salmonella spp.* ya que según la Norma Técnica Sanitaria N° 071-MINSA-DIGESA [18], los alimentos deben estar libres de este microorganismo. Se ha reportado que las larvas de mosca doméstica sintetizan cecropinas, que son péptidos con actividad antibacteriana [24]. Autores como Casanovas et al [25] indican que no se ha encontrado presencia de *Salmonella spp.* en la harina de larva de mosca doméstica, y en estudios más específicos se ha determinado que las larvas de moscas inactivan a bacterias como la *Escherichia coli* y *Salmonella entérica* [26]. Ya que las pupas ya no consumen alimento, y se aíslan para completar su desarrollo, no los exponen a contaminación bacteriana.

4.4 Conclusiones

La harina de pupas de mosca doméstica contiene un alto nivel de proteína y lípidos, lo que lo convierte en un alimento adecuado para sustituir a fuentes proteicas tradicionales como la harina de pescado y torta de soya.

La harina de pupas de mosca doméstica tiene un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, destacando su composición de Ácido Linolénico.

La harina de pupas de mosca doméstica está libre de *Salmonella spp.* lo que lo convierte en un alimento adecuado para incluirlo en dietas de animales domésticos.

5 Biografías

- Yemerson Alcides Salas Puga, egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac de la escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA. Este trabajo de investigación forma parte del requisito para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista.
- Zenaida Huamani Huamani, Laboratorista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, con capacitación en análisis microbiológico de alimentos para animales. Ejecutora del proyecto de investigación

“Características y evaluación nutricional de un alimento para cuyes en crecimiento en base harina de larvas y pupas de mosca doméstica (*Musca domestica* L)”

- Julio Iván Cruz Colque, Docente del Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia, miembro del grupo de investigación Nutrición y Microbiología Veterinaria y ejecutor del proyecto de investigación “Características y evaluación nutricional de un alimento para cuyes en crecimiento en base harina de larvas y pupas de mosca doméstica (*Musca domestica* L)”
- Isai Ochoa Pumaylle, Docente del Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Coordinador del grupo de investigación Nutrición y Microbiología Veterinaria y del proyecto de investigación “Características y evaluación nutricional de un alimento para cuyes en crecimiento en base harina de larvas y pupas de mosca doméstica (*Musca domestica* L)”

6 Referencias

- [1] A. Franco *et al.*, “Lipids from hermetia illucens, an innovative and sustainable source,” Sep. 01, 2021, *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/su131810198>
- [2] G. P. Arango Gutiérrez, “Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna,” *Rev Lasallista Investig*, vol. 2, no. 1, pp. 33–37, 2005.
- [3] M. J. Sánchez-Muros, F. G. Barroso, and F. Manzano-Agugliaro, “Insect meal as renewable source of food for animal feeding: A review,” Feb. 15, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.068>.
- [4] C. E. Parlamento Europeo, “Comisión Europea. Reglamento (UE) 2017/893 de la comisión- de 24 de mayo de 2017,” vol. 2017, no. 3, p. L 138/ Pàg (92-116), 2017.
- [5] A. Jansson and Å. Berggren, “Insects as Food - Something for the Future?,” Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). 2015.
- [6] M. Novak, “Calidad de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de larvas de mosca soldado (*Hermetia illucens*) como fuente proteica,” Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2023.
- [7] J. Corbalá, J.; Vargas, J.; López, N.; Lastra, C.; Cu-Contreras, J.; Castollo, “Uso de proteína derivada de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*) para el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*),” *Revista Iberoamericana de Ciencias*, vol. 6. No. 1, p. 10, 2019.
- [8] A. Parra, “Efecto de la inclusión de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en la nutrición de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) en la etapa de cría en la finca Tonchalá, Corregimiento Carmen de Tonchalá-Norte de Santander, Colombia,” Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, 2020.
- [9] J. Sanchez, H.; Capinera, “House fly, *Musca domestica* Linnaeus 1,” 2020.
- [10] E. Pieterse and Q. Pretorius, “Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical-and broiler-based biological assays,” *Anim Prod Sci*, vol. 54, no. 3, pp. 347–355, 2014, <https://doi.org/10.1071/AN12370>.
- [11] O. Aniebo, A.; Owen, “Effects of age and method of drying on the proximate composition of housefly larvae (*Musca domestica* Linnaeus) Meal (HFLM),” *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 9, no. 5, pp. 485–487, 2010, <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.485.487>.
- [12] SENAMHI, “Lineamientos generales que orientan la aplicación de la información climática.” Accessed: Jan. 20, 2022. [Online]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe>
- [13] H. P. S. Makkar, G. Tran, V. Heuzé, and P. Ankers, “State-of-the-art on use of insects as animal feed,” Nov. 01, 2014, *Elsevier B.V.* <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.
- [14] E. Ayquipa, “Producción de harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica* linnaeus) según el tipo de estiércol,” Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, 2022.
- [15] Association of Official Analytical Methods, “Official Methods of Analysis,” 2005.
- [16] Y. Li and B. Watkins, “Analysis of Fatty Acids in Food Lipids,” *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 2001. <https://doi.org/10.1002/0471142913.fad0102s00>.
- [17] [ICMSF] International Commission on Microbiological Specifications for Foods, *Microorganisms in foods*, 1st edition. Springer. 2011.
- [18] Ministerio de Salud, “NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V-01,” 2008, *Lima - Perú*. [Online]. Available: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/07/CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-RM-591-2008-MINSA.pdf>
- [19] S. St-hilaire *et al.*, “Fly Prepupae as a Feedstuff for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*,” 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00073.x>.

- [20] R. Anrique, *Composición de alimentos para el ganado bovino*, Cuarta edición. Consorcio Lechero, 2014.
- [21] M. Coronado Herrera, S. Vega León, R. Gutiérrez Tolentino, B. García Fernández, and G. Díaz González, “Los ácidos grasos Omega-3 y Omega-6: Nutrición, bioquímica y Salud,” *Revista de educación bioquímica*, vol. 25, no. 3, pp. 72–79, 2005.
- [22] C. Gómez Alfaro, “Elaboración y caracterización nutricional de harina de larva de mosca doméstica (*Musca domestica*),” Tesis para optar al título profesional, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2022.
- [23] C. Saturnino *et al.*, “Los insectos como complemento nutricional de la dieta: fuente de lípidos potencialmente bioactivos,” *Alimentación, Nutrición y Salud*, vol. 23, no. 2, pp. 50–56, 2016.
- [24] J. Lu, X.; Shen, J.; Jin, X.; Ma, Y; Huang, Y; Mei, H.; Chu, F.; Zhu, “Bactericidal activity of *Musca domestica* cecropin (Mdc) on multidrug-resistant clinical isolate of *Escherichia coli*,” *Appl Microbiol Biotechnol*, vol. 95, pp. 939–945, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3793-2>.
- [25] E. Casanovas Cosío, A. Suárez del Villar Labastida, N. Valladares Enriquez, D. Quero Machado, and R. Reyes Reyes, “Producción de larvas de moscas (*Musca domestica* L.) con diferentes proporciones de cachaza y gallinaza,” *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, vol. 4, no. 1, pp. 33–40, Jan. 2021. <https://doi.org/10.62452/rhwg2s44>.
- [26] M. C. Erickson, M. Islam, C. Sheppard, J. Liao, and M. P. Doyle, “Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis in Chicken Manure by Larvae of the Black Soldier Fly,” 2004. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.685>.

ANEXOS



Anexo de figuras

Anexo 1. Análisis microbiológico de la harina de pupas de mosca doméstica



Figura 1. Preparación de los matraces para esterilización.



Figura 2. Colocación de materiales a la estufa para ser esterilizados a 180°C.



Figura 3. Pesado y preparación de caldo de tetrionato.



Figura 4. Incubación de la muestra en tubos a 37°C durante 24 horas



Figura 5. Plaqueado del agar Salmonella Shigella en placas Petri



Figura 6. siembra en el agar Salmonella Shiguella.



Figura 7. Colocación de las placas a la incubadora durante 24 horas más a 37°C

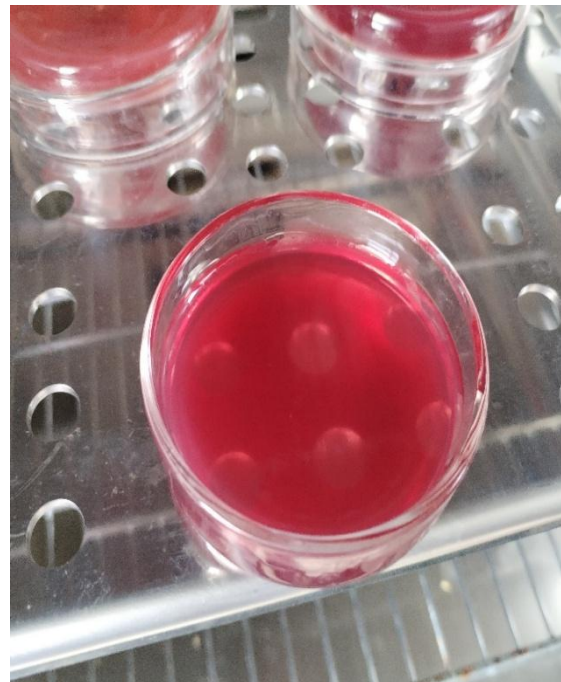


Figura 8. Ausencia de desarrollo de colonias de *salmonella spp.*

Anexo 2. Crianza de larvas y cosecha de pupas de mosca doméstica



Figura 9. Cajas térmicas de poliestireno de 51x76x58cm con estiércol de cerdo.



Figura 10. Huevos de mosca doméstica en el estiércol de cerdo.



Figura 11. Desarrollo larvario al día 5



Figura 12. Desarrollo larvario al día 7



Figura 13. Cosecha de larvas con un tamiz de 1mm.



Figura 14. Larvas cosechadas sin presencia de restos de estiércol.



Figura 15. Segundo día de empupado, pupas listas para deshidratarlas.



Figura 16. Preparación de las pupas en bandejas de papel.



Figura 17. Deshidratación de larvas y pupas a 65°C durante 6 horas.



Figura 18. Embolsado de harina de pupas.

Anexo de tablas

Anexo 3. Resultados del análisis de muestras

Tabla 5. Resultado del análisis de composición nutricional



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA -
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra
Independencia, y de la conmemoración de las heroicas

INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0914/2024

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC
NOMBRE DEL PRODUCTO : MUESTRAS DE PUPAS
FECHA DE RECEPCION : 10/09/2024
IDENTIFICACION : AQ24 - 0914

RESULTADOS DE ANALISIS

CODIGO	AQ24-914/1	AQ24-914/2
MUESTRA	PUP001	PUP002
a.- HUMEDAD, %	8.02	8.02
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	58.44	58.56
c.- GRASA, %	16.33	16.5
d.- FIBRA CRUDA, %	11.41	11.53
e.- CENIZA, %	5.21	5.24
f.- EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO, %	0.58	0.10

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,

PhD Carlos Alfredo Gómez Bravo
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 02 de Octubre del 2024

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

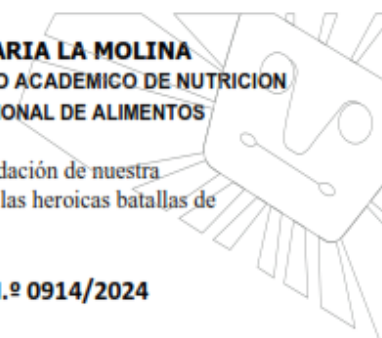


Tabla 6. Resultado del análisis de perfil ácidos grasos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra
 Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de



INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0914/2024

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC
 NOMBRE DEL PRODUCTO : 3 MUESTRAS DE HARINA DE PUPAS DE MOSCA
 FECHA DE RECEPCION : 10/09/2024
 IDENTIFICACION : AQ24-0914

Métodos utilizados:

Li, Y., & Watkins, B. A. (2001). Analysis of fatty acids in food lipids. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 00(1). <https://doi.org/10.1002/0471142913.fad0102s00>

Ácidos Grasos			AQ24-0914		
			PUP003		
			REP 1 (%)	REP 2 (%)	REP 3 (%)
1	C4:0	Ácido butírico			
2	C6:0	Ácido hexanoico			
3	C8:0	Ácido octanoico			
4	C10:0	Ácido decanoico			
5	C11:0	Ácido undecanoico			
6	C12:0	Ácido laúrico	0.265	0.261	0.263
7	C13:0	Ácido tridecanoico			
8	C14:0		2.665	2.647	2.656
9	C14:1	Ácido miristoleico	0.31		0.31
10	C15:0	Ácido pentadecanoico	0.831	0.814	0.822
11	C15:1	Ácido cis-10 pentadecenoico			
12	C16:0	Ácido palmítico	23.693	23.595	23.644
13	C16:1	Ácido palmitoleico	16.396	16.351	16.373
14	C17:0	Ácido heptadecanoico	0.447	0.453	0.45
15	C17:1	Ácido cis-10 heptadecenoico			
16	C18:0	Ácido esteárico	4.136	4.179	4.158
17	C18:1n9t	Ácido trans-9 elaidico			
18	C18:1n-9	Ácido cis-9 oleico	32.503	32.646	32.574
19	C18:2n9t	Ácido linolelaídico			
20	C18:2	Ácido linoleico (Omega 6)	14.617	14.64	14.628
21	C20:0	Ácido araquídico (Omega6)	0.208	0.203	0.205
22	C18:3n-6	Ácido gamma-linolénico (Omega 6)	0.206	0.219	0.213
23	C20:1	Ácido cis 11-eicosenoico	0.152	0.143	0.148
24	C18:3n-3	Ácido linolenico (Omega 3)	0.838	0.836	0.837
25	C21:0	Ácido heneicosanoico	1.504	1.495	1.5
26	C20:2	Ácido cis-11,14-eicosadienoico			
27	C22:0	Ácido behénico			
28	C20:3n-6	Ácido cis-8,11,14- eicosatrienoico	0.898	0.883	0.89
29	C22:1	Ácido erúico			
30	C20:3n-3	Ácido cis-11, 14, 17- eicosatrienoico			
31	C23:0	Ácidotricosanoato			
32	C20:4	Ácido cis-5, 8, 11, 14 - eicosatetraenoico			
33	C22:2	Ácido cis - 13, 16 - docosadienoico			
34	C24:0	Ácido lignocérico			
35	C20:5	EPA-Ácido cis - 5, 8, 11, 14, 17 - eicosapentaenoico (Omega 3)	0.331	0.324	0.327
36	C24:1	Ácido nervónico			
37	C22:6	DHA - Ácido cis - 4, 7, 10, 13, 16, 19 - docosahexaenoico (Omega 3)			

Atentamente,

Ph.D. Carlos Alfredo Gómez Bravo
 Jefe del Laboratorio de Evaluación



La Molina, 02 de Octubre del 2024

