

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



TESIS:

**Niveles de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones para
pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo
Ayacucho 2024**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Luis Angel TELLO VEGA

ASESOR:

Mg. Percy Segundo HUAUYA PABLO

CO ASESOR:

Mg. Wilber Samuel QUIJANO PACHECO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres Yoni Tello Tenorio y Noemi Vega Morales por su apoyo incondicional en mi desarrollo personal y profesional, por su motivación constante para cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por haberme acogido en sus instalaciones, a la gloriosa Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a los docentes por haberme compartido su conocimiento y guiarme a lo largo de la carrera.

A mis padres, que por su gran esfuerzo y confianza me permitieron alcanzar este logro.

Al Msc Percy Segundo Huauya Pablo y Msc Wilber Samuel Quijano Pacheco por su apoyo y asesoramiento para la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

A la granja Aborganik'z, por la disposición de las lombrices para realizar la investigación.

A mis familiares, amigos y todas las personas que influyeron y colaboraron en la realización de este trabajo.

Luis Angel TELLO VEGA

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar niveles de inclusión de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en el rendimiento productivo de pollos criollos mejorados en fase I. El estudio se realizó en el área de aves del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, utilizando 120 pollos criollos distribuidos en 4 tratamientos, 3 repeticiones y 10 pollos por unidad experimental, bajo un diseño completamente al azar. La investigación duró 11 semanas, y los tratamientos incluyeron la harina de lombriz en niveles de 0%, 4%, 8% y 12%. Las lombrices fueron adquiridas de la granja Aborganik'z, y la obtención de la harina siguió un proceso de lavado, beneficio, secado y molienda. Durante el estudio, se evaluaron los indicadores productivos (Consumo de alimento, ganancia de peso e Índice de conversión alimenticia). El análisis nutricional de la harina de lombriz resultó 57,46% de proteína, 5,33% de extracto etéreo, 0,55% de fibra, 15,61% de ELN, 16,11% de ceniza y 4,93% de humedad. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos T1(0%), T2(4%), T3(8%) y T4(12%) en el peso vivo, con valores de 355,51g, 374,33g, 392,10g y 427,86g, respectivamente. En cuanto al índice de conversión alimenticia, se obtuvieron valores de 2,40, 2,27, 2,23 y 2,08, respectivamente. Aunque no se observaron diferencias estadísticas en el consumo de alimento ($p < 0,05$), sí hubo diferencias numéricas, con consumos de 756,20g, 758,95g, 781,04g y 806,94g, destacando el tratamiento T4(12%) como el mejor rendimiento productivo. No se registraron muertes en ninguno de los tratamientos. El emplume comenzó al tercer día y se completó a los 23 días. El tratamiento T2(4%) presentó el menor costo en las dietas, mejorando el rendimiento productivo (S/1,45). En conclusión, la sustitución con 12% de harina de lombriz tuvo mejores resultados en el rendimiento productivo de los pollos criollos mejorados en fase I.

Palabras clave: Harina de lombriz, niveles de inclusión, rendimiento productivo, pollos criollos mejorados.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the inclusion levels of earthworm meal (*Eisenia foetida*) in the productive performance of improved creole chickens during Phase I. The study was conducted in the poultry area of the Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, using 120 native chickens distributed across 4 treatments, 3 repetitions and 10 chickens per experimental unit, under a completely randomized design. The research lasted 11 weeks, and the treatments involved earthworm meal at levels of 0%, 4%, 8%, and 12%. The earthworms were obtained from the Aborganik'z farm, and the preparation of the meal followed a process of washing, processing, drying, and grinding. Throughout the study, productive indicator (feed intake, weight gain, and feed conversion ratio) were evaluated. The nutritional analysis of the earthworm meal showed 57.46% protein, 5.33% ether extract, 0.55% fiber, 15.61% nitrogen-free extract, 16.11% ash, and 4.93% moisture. The results revealed statistically significant differences ($p < 0,05$) between the treatments T1(0%), T2(4%), T3(8%) and T4(12%) in live weight, with values of 355,51g, 374,33g, 392,10g, and 427,86g, respectively. Regarding feed conversion ratio, the values obtained were 2,40, 2,27, 2,23, and 2,08, respectively. Although no statistical differences were observed in feed intake ($p < 0,05$), numerical differences were noted, with feed intake of 756,20g, 758,95g, 781,04g, and 806,94g. Treatment T4(12%) showed the best productive performance. No mortality was recorded in any of the treatments. Feathering began on the third day and was completed by day 23. Treatment T2(4%) had the lowest cost in diets, improving productive performance (S/1,45). In conclusion, the inclusion of 12% earthworm meal yielded the best results in the productive performance of improved creole chickens during phase I

Keywords: Earthworm meal, inclusion levels, productive performance, improved creole chickens.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
1.4.1. Hipótesis general	5
1.4.2. Hipótesis específicas	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.2. LOMBRICULTURA.....	11
2.3. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA.....	11
2.3.1. Taxonomía y características generales de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia Foetida</i>)	11
2.3.2. Factores que influyen la calidad y cantidad de la biomasa de lombriz.....	13
2.4. HARINA DE LOMBRIZ	14
2.4.1. Aspectos nutricionales de la harina de lombriz.....	15
2.4.2. Proceso de obtención de la harina de lombriz	15
2.5. LA AVICULTURA	16
2.5.1. Pollos criollos mejorados.....	17

2.5.2.	Parámetros productivos en la producción de pollos	24
2.5.3.	Formulación de Raciones.....	25
CAPÍTULO III		27
MATERIALES Y MÉTODOS		27
3.1.	UBICACIÓN	27
3.2.	DURACIÓN DEL ESTUDIO.....	28
3.3.	MATERIALES Y EQUIPOS	28
3.1.1.	Instalaciones	28
3.1.2.	Materiales	28
3.1.3.	Animales experimentales	29
3.1.4.	Croquis de la distribución experimental.....	29
3.4.	METODOLOGÍA.....	30
3.4.1.	Obtención de la harina de lombriz	30
3.4.2.	Las raciones.....	33
3.4.3.	Manejo de los pollos criollos mejorados	35
3.4.4.	Indicadores productivos evaluados	36
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
CAPÍTULO IV		39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		39
4.1.	ANÁLISIS QUÍMICO NUTRICIONAL.....	40
4.2.	INDICADORES PRODUCTIVOS EVALUADOS	42
4.2.1.	Consumo de alimento	42
4.2.2.	Peso vivo e incremento de peso	45
4.2.3.	Índice de conversión Alimenticia	51
4.2.4.	Mortalidad	54
4.2.5.	Emplume.....	55
4.2.6.	Costos de las raciones formuladas y análisis económico de los tratamientos experimentales.....	57
CONCLUSIONES		59

RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la lombriz roja californiana.	12
Tabla 2. Composición químico nutricional de la harina de lombriz, harina de pescado y torta de soya (%)	14
Tabla 3. Requerimiento nutricional de pollos criollos mejorados	17
Tabla 4. Requerimiento de aminoácidos esenciales para pollos de engorda	21
Tabla 5. Formulación de las raciones para cada tratamiento	34
Tabla 6. Composición nutricional porcentual de la harina de lombriz y los tratamientos (%)	40
Tabla 7. Consumo voluntario de alimento acumulado en materia seca cada 5 días (g)	42
Tabla 8. Análisis de varianza del consumo voluntario de alimento en materia seca....	44
Tabla 10. Peso vivo acumulado cada 5 días (g).....	45
Tabla 11. Análisis de varianza del peso vivo acumulado	46
Tabla 12. Incremento de peso acumulado cada 5 días (g).....	48
Tabla 13. Análisis de varianza para el incremento de peso acumulado	48
Tabla 14. Prueba comparativa de Tukey - Incremento de peso acumulado	49
Tabla 15. Conversión alimenticia acumulada cada 5 días.....	51
Tabla 16. Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulada.....	52
Tabla 17. Prueba comparativa de Tukey - Conversión alimenticia	53
Tabla 18. Análisis de costos de los tratamientos experimentales.....	58
Tabla 19. Retribución económica.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería.....	27
Figura 2. Croquis de la distribución experimental	29
Figura 3. Recepción de materia prima.....	30
Figura 4. Primer lavado de lombrices	30
Figura 5. Beneficio de lombrices.....	31
Figura 6. Segundo lavado de lombrices.....	31
Figura 7. Secado al sol de las lombrices	32
Figura 8. Molienda de la lombriz.....	32
Figura 9. Diagrama de bloques del proceso de obtención de harina de lombriz	33
Figura 10. Mezclado de ingredientes.....	34
Figura 11. Almacenamiento.....	35
Figura 12. Diagrama de flujo de la investigación	39
Figura 13. Consumo voluntario de alimento acumulado en materia seca (g).....	43
Figura 14. <i>Gráfico de barras de error para el consumo voluntario de alimento acumulado(g)</i>	45
Figura 15. Peso vivo acumulado (g)	47
Figura 16. Incremento de peso acumulado.....	49
Figura 17. Gráfico de barras de error del incremento de peso acumulado (g)	50
Figura 18. Gráfico de barras de error del índice de conversión alimenticia acumulada	52
Figura 19. Conversión alimenticia.....	54
Figura 20. Pollo de 1 día de nacido	55
Figura 21. Pollo al día 25 con el tratamiento T1(0%)	56
Figura 22. Pollo al día 25 con el tratamiento T2(4%)	56
Figura 23. Pollo al día 25 con el tratamiento T3(8%)	56
Figura 24. Pollos al día 25 con el tratamiento T4(12%)	57

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Obtención de la harina de lombriz.....	68
Anexo B. Análisis químico nutricional.....	68
Anexo C. Formulación para los tratamientos en el programa MIXIT-2 plus para monogástricos.....	69
Anexo D. Acondicionamiento del galpón	71
Anexo E. Manejo de los pollos criollos mejorados	72
Anexo F. Consumo voluntario de alimento acumulado en materia seca cada 5 días..	76
Anexo G. Tendencia del efecto de los niveles de inclusión de harina de lombriz sobre el consumo de alimento acumulado en materia seca cada 5 días.....	76
Anexo H. Peso vivo acumulado cada 5 días.....	77
Anexo I. Ganancia de peso acumulado cada 5 días	77
Anexo J. Tendencia del efecto de los niveles de inclusión de harina de lombriz sobre la ganancia de peso acumulado cada 5 días	78
Anexo K. Conversión alimenticia acumulada cada 5 días.....	78
Anexo L. Costos de alimentación de los pollos criollos mejorados de alimentación en la fase I	79
Anexo M. Ficha técnica de la ración con mejores resultados (12% harina de lombriz)	80

INTRODUCCIÓN

A nivel global, los alimentos balanceados empleados en la avicultura están formulados básicamente con maíz y soya. Los costos elevados de dichos productos ocasionaron un incremento en los precios de los alimentos balanceados, afectando principalmente a los productores pecuarios con limitados recursos. En la región de Ayacucho, la crianza de animales está en crecimiento, en consecuencia, la demanda de alimentos balanceados incrementa, por lo que surge la necesidad de buscar nuevas alternativas para sustituir algunos de los insumos convencionales por otros que sean más rentables y accesibles.

En los últimos años, el uso de las dietas poco convencionales ha tenido un crecimiento destacable debido al rendimiento productivo con resultados positivos que se consiguieron. En referencia al empleo de harinas de carnes, particularmente de anélidos, en la alimentación pecuaria se establece como un plan viable en el manejo de estos animales (García et al., 2009). Es por ello que se encuentra en la lombricultura un recurso de interés ambiental y nutricional, cuyos principales objetivos son de aprovechar los residuos orgánicos de distintos medios y la de adquirir una fuente proteica valiosa al mínimo costo debido a las principales propiedades de la lombriz con su alto contenido proteico dándole un gran valor nutricional por su importante aporte de aminoácidos esenciales (Vielma - Rondón et al., 2003).

La lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) es una especie de anélido que posee una alta capacidad de reproducción, que su crianza lo vuelve rentable, razón por la cual, por una serie de procesos se optó por convertirlo en harina y poder incluirlo en la formulación de alimentos balanceados para pollos criollos mejorados en su fase de inicio. Por lo mencionado, el propósito de la presente investigación es evaluar los niveles de inclusión de harina de lombriz en el rendimiento productivo de pollos criollos mejorados en fase de inicio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial, los precios de los insumos de los alimentos balanceados están presentando inestabilidad, enfatizando los ingredientes de contenido proteico, como son la torta de soya y la harina de pescado, los cuales son la principal fuente de proteína en la elaboración alimentos balanceados, por lo que los costos se vieron afectados por la poca producción debido a cambios climáticos; además, el uso de harina de pescado se ve limitado hasta un máximo de 10% para evitar enfermedades como el vómito negro y otros. Dado que los precios tienden a aumentar, el costo del alimento terminado se ve significativamente impactado, limitando su uso a las etapas iniciales del ciclo productivo de las aves. Las dietas en estas fases iniciales son más costosas debido a la mayor demanda proteica en esta etapa, por lo que es crucial proporcionar una fuente de proteínas de alta calidad y valor biológico. (Martínez et al., 2017)

En América Latina, los países con costas conservan una industria manufacturera de harina de pescado, sin embargo, existe una gran diferencia en el volumen y calidad de la producción entre ellos, esta problemática se debe al proceso de elaboración y la escasez de las especies que son empleadas como materia prima. En el sector del pacífico sur, se encuentran las principales industrias elaboradoras de harina de pescado, las cuales también se han visto afectados por los cambios climáticos, reduciendo la producción de harinas de alta calidad para exportación a partir de anchoveta y sardinas principalmente (Martínez et al., 2017)

En el Perú, la producción de alimentos balanceados ha sido afectada en los últimos años por fenómenos ecológicos y climáticos, especialmente por el fenómeno de "El

Niño", lo que ha generado una disminución en la producción de harina y, consecuentemente, en las exportaciones. Asimismo, la industria de elaboración de alimentos balanceados ha experimentado un impacto significativo (BCRP, 2023).

En algunas regiones del país, los productores pecuarios, debido a sus bajos recursos económicos, tienden a reemplazar la harina de pescado, un ingrediente de alto valor proteico, por otros de menor calidad nutricional, como las proteínas de origen vegetal, cuyo aprovechamiento por los animales es limitado debido a su bajo contenido de aminoácidos. Esta problemática es particularmente evidente en la región de Ayacucho, donde los productores pecuarios con menos recursos enfrentan dificultades para acceder a alimentos balanceados con ingredientes de alto valor proteico. Como resultado de los altos precios de la torta de soya y la harina de pescado, algunos productores y comercializadores de alimentos balanceados han reportado casos de manipulación en la pureza de estos productos, encontrándose sustituciones parciales con harina de huesos y vísceras. Según De los Santos (2018), aunque estas harinas son una buena fuente de proteínas, presentan una baja concentración de aminoácidos esenciales como el triptófano y la lisina, lo que afecta el rendimiento productivo en las aves.

En dicho contexto y con la tendencia actual de formular y producir alimentos balanceados a bajo costo, surge la necesidad de identificar alternativas proteicas más económicas y accesibles para los productores pecuarios con limitados recursos económicos. Una de las fuentes de proteína de origen animal, poco convencional pero prometedora, es la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), cuya crianza permite la obtención de carne y harina de alto valor nutritivo (Edwards & Arancon, 2022).

Actualmente, la lombricultura se presenta como una alternativa alentadora, reconocida por su valor ambiental como nutricional. Sus principales objetivos son el aprovechamiento de desechos orgánicos provenientes de diversas fuentes y la obtención de una fuente proteica valiosa y no convencional a bajo costo. La harina de lombriz se destaca por su alto contenido proteico, superando el 60% en peso seco, lo que la convierte en un recurso de interés nutricional debido a su aporte de aminoácidos esenciales (Vielma - Rondón et al., 2003). Según Ascón (1995) la lombriz roja californiana es una de las especies más versátiles para su producción, pudiendo ser criada como un animal de granja. Debido a sus características, esta especie se puede aprovechar como fuente de proteína animal, tanto para uso en alimentación animal como para el consumo humano.

Con base en las referencias mencionadas, se evaluaron niveles de sustitución de harina de lombriz roja californiana en la formulación de un alimento balanceado para pollos criollos en la fase de inicio. Dicho conocimiento proporcionará a los productores pecuarios con bajos recursos económicos, una herramienta para reducir los costos de adquisición de insumos proteicos destinados a la elaboración de alimentos balanceados. Además, fomentará la búsqueda de alternativas no convencionales, promoviendo el uso de recursos disponibles en nuestra región como sustitutos de insumos de uso convencional.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuáles serán los efectos de sustitución de niveles de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la composición químico nutricional de la harina de lombriz?
- ¿Cuál será el nivel de la harina de lombriz en la ración de pollos criollos mejorados en fase I que mejore el rendimiento productivo (Peso vivo, tasa de mortandad, consumo de alimento, índice de conversión)?
- ¿Cuál es el nivel de emplume de los pollos criollos mejorados alimentados con niveles de harina de lombriz en fase de inicio?
- ¿Cuál es el costo de las raciones formuladas en la inclusión de la harina de lombrices para el rendimiento productivo de los pollos criollos mejorados en fase I?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar los niveles de sustitución de la harina de lombriz (*Eisenia Foetida*) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I (inicio) para el rendimiento productivo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la composición química nutricional de la harina de lombriz.

- Determinar el nivel de la harina de lombriz en la ración de pollos criollos mejorados en fase I que mejore el rendimiento productivo (Peso vivo, tasa de mortandad, consumo de alimento, índice de conversión).
- Evaluar el nivel de emplume de los pollos criollos mejorados alimentados con niveles de harina de lombriz en fase I.
- Evaluar la retribución económica de las raciones formuladas con la sustitución de la harina de lombrices para el rendimiento productivo de los pollos criollos mejorados en fase I.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

Los Niveles de sustitución de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I mejorará el rendimiento productivo.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La harina de lombriz presentará una composición química nutricional que puede cumplir con los requerimientos nutricionales de los pollos criollos mejorados
- Los niveles de sustitución de la harina de lombriz en la ración de pollos mejorarán el rendimiento productivo (Peso vivo, tasa de mortandad, consumo de alimento, índice de conversión) de los pollos criollos mejorados en fase I.
- El nivel de emplume de los pollos criollos mejorados en fase I tendrá óptimos resultados, alimentados con niveles de sustitución de harina de lombriz.
- El costo de las raciones formuladas con la sustitución de la harina de lombrices será mínimo, en el rendimiento productivo de los pollos criollos mejorados en fase I.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Díaz et al. (2009) hicieron la investigación titulada “Alimentación de codornices de engorde (*Coturnix coturnix japónica*) a base de harina de lombriz en dos niveles proteicos” con la finalidad de evaluar el efecto de la inclusión de harina de lombriz en las dietas de codornices de engorde. Emplearon 36 codornices distribuidas en 2 tratamientos, 6 repeticiones y unidades experimentales de 3 aves, los tratamientos fueron un alimento comercial y la otra dieta con inclusión de 4% de harina de lombriz. Los resultados fueron que hubo diferencia significativa en la ganancia de peso a favor del tratamiento con inclusión de la harina de lombriz, por el contrario, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no presentaron diferencias significativas. Concluyeron que la harina de lombriz presenta buenas características para la alimentación humana.

Morón-Fuenmayor et al. (2008), realizaron la investigación “Efecto de la inclusión de harina de lombriz sobre el rendimiento en canal, en cortes y calidad físico-química de la carne de codorniz (*coturnix coturnix japónica*)” con el objetivo de evaluar la respuesta de la harina de lombriz en la incorporación de la dieta de codornices evaluando el rendimiento de la carcasa, cortes y la calidad físico química. En un tiempo de 42 días alimentaron a dos grupos de codornices, a un grupo con alimento concentrado para pollos y al otro grupo con un concentrado para pollos con una inclusión de 20% de proteína cruda y un 6% de harina de lombriz con 56% de contenido proteico. El resultado

de ambas dietas presentó diferencia en el rendimiento en canal, pero no en cortes, el grupo alimentado con la harina de lombriz tuvo más proteína, concluyendo que la integración de harina de lombriz en la alimentación de las codornices puede ser emplearse como una variante de alimentación proteica.

Salazar-Murillo et al. (2023), en su estudio titulado "Crecimiento, eficiencia y composición de tilapia (*Oreochromis aureus*) alimentada con lombriz roja (*Eisenia foetida*)", se propusieron determinar el efecto de sustituir parcialmente un alimento balanceado con lombriz roja (*Eisenia foetida*) deshidratada en la alimentación de alevines de tilapia (*Oreochromis aureus*) sobre su rendimiento productivo, específicamente en la fase de engorde. Durante la fase inicial, manejaron 2 tratamientos: uno de control y otro alimento balanceado con un 50% de sustitución por lombriz roja deshidratada. En la fase de engorde, ambos grupos experimentales fueron alimentados con un 100% de alimento balanceado. Los resultados mostraron un incremento significativo en la ganancia de peso, longitud estándar y ancho de los peces. Concluyeron que la lombriz roja puede considerarse un sustituto directo del alimento balanceado en la fase inicial de la tilapia

El-Ouny et al. (2023), en su investigación "Effect of fishmeal replacement with dried red wigglers (*Eisenia fetida*) worm meal on growth and feed utilization, production efficiency, and serum biochemistry in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings" con el objetivo de evaluar la reacción de sustituir la harina de pescado con harina de lombriz roja en la alimentación de alevines de tilapia del Nilo. Alimentaron peces con siete dietas con sustitución de la harina de pescado con 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% con harina de lombriz por un tiempo de 90 días El resultado arrojó que las dietas con sustitución de 10 – 25% de harina de lombriz influenciaron incrementando el contenido proteico de los peces. Concluyeron que la harina de lombriz podría sustituir el 20% de la harina de pescado en la alimentación de alevines de tilapia del Nilo sin presentar influencia negativa en su crecimiento y rendimiento fisiológico.

Nalunga et al. (2021), en su estudio "Growth characteristics and meat quality of broiler chickens fed earthworm meal from *Eudrilus eugeniae* as a protein source" tuvieron como objetivo evaluar la influencia de sustituir parcialmente dietas de pollos de engorde con harina de lombriz *Eudrilus eugeniae* sobre el rendimiento en crecimiento, canal y calidad de la carne. Alimentaron 150 pollos distribuidos en tratamientos con sustitución de 0%, 1%, 3%, 5% y 7% de harina de pescado con harina de lombriz. Los resultados mostraron que las sustituciones no tuvieron un efecto significativo en la calidad de la carne de los pollos, pero si observaron un crecimiento cuadrático en la jugosidad de la carne.

Concluyeron que la harina de lombriz *Eudrilus eugeniae* puede ser una fuente adecuada de proteínas para la producción de pollos de engorde y un sustituto viable de la harina de pescado.

Bahadori et al. (2017) en su investigación titulado “The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens” evaluaron los efectos de incluir harina de lombriz *Eisenia foetida* conjuntamente con vermi-humus en la alimentación de pollos de engorde sobre el rendimiento en el crecimiento y calidad de carne. En 42 días alimentaron 300 pollos que fueron distribuidos para 5 tratamientos, una dieta control y otras dietas con inclusión de 10g de vermi humus suplementadas con 0, 10, 20 y 30g de harina de lombriz. Los resultados mostraron que, a mayor cantidad suplementada con harina de lombriz, mayor era el peso promedio de los pollos. Concluyendo que las dietas con harina de lombriz influyen en el rendimiento productivo de los pollos.

Muñoz (2015) en su tesis de investigación “Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*(Savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde” en la Universidad de El Salvador, tuvo el objetivo de evaluar el rendimiento productivo y beneficio económico de pollos de engorde alimentados con lombriz roja en estado vivo y harina, para lo cual empleó utilizó 90 pollos de engorde distribuidos para 3 tratamiento, 5 repeticiones y con unidad experimental de 6 pollos, los tratamientos fueron con inclusión de 12% de lombriz viva, 12% de lombriz de harina y un concentrado comercial. Sus resultados fueron mayor ganancia de peso a favor del concentrado comercial, mayor consumo de alimento del tratamiento con inclusión lombriz viva y mejor conversión con el alimento comercial. Concluyendo que la lombriz es una fuente de alimentación con beneficios, pero inferiores al concentrado comercial, además de señalar que la lombriz viva tuvo mejores resultados que la harina.

Argueta (2013) en su tesis de grado “Uso de harina de coqueta roja (*Eisenia foetida*) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde” en la Universidad de San Carlos de Guatemala, tuvo la finalidad de encontrar en la lombriz roja, una fuente nutricional no tradicional para la alimentación de pollos de engorde, evaluándose en sus parámetros productivos. Empleó 108 pollos distribuidos en 3 tratamientos, 6 repeticiones y la unidad experimental conformada por 6 pollos, los tratamientos fueron un alimento comercial, una ración con inclusión de 5% de harina de lombriz y otro con 10% de harina de lombriz. Como resultado tuvo que no hubo preferencia de consumo

de alimento entre los tratamientos, el tratamiento con 5% de harina de lombriz tuvo mejor rendimiento en el incremento de peso y no hubo diferencia significativa en la conversión alimenticia. Concluyendo que el tratamiento con el 5% de harina de lombriz tuvo buena aceptabilidad, generando una mejor ganancia de peso en los pollos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Curi (2006), en su tesis “Determinación biológica de la calidad proteica de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*)” en la Universidad Nacional de Mayor de San Marcos, tuvo la finalidad de precisar la calidad de la proteína contenida en la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) realizando pruebas biológicas en ratas. Empleó 12 ratas albinas en crecimiento para evaluar el índice de eficiencia de la proteína, digestibilidad y valor biológico. Sus resultados fueron examinados comparándose con información sobre la caseína y se determinó que las pruebas biológicas presentaron diferencia considerable a favor de la caseína. Concluyó que la calidad biológica del contenido proteico de la caseína es superior a la harina de lombriz, sin embargo, presenta mayor ventaja proteínica que las fuentes de origen animal como las carnes y vísceras además de algunos alimentos vegetales como maíz, soja y frijoles.

Sosa (2013), en su tesis “Evaluación de la calidad nutricional de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*)” de la Universidad Nacional del Centro del Perú, con la finalidad de examinar la calidad nutricional de la harina de lombriz en la alimentación de cuyes mediante pruebas de digestibilidad, empleó nueve cuyes machos en condiciones similares distribuidos en grupos de 3 cuyes. Un grupo fue alimentado con cebada, y los otros dos grupos fueron alimentados con inclusión de harina de lombriz de 10 y 20%. Los resultados arrojaron que la digestibilidad tuvo mayor potencial en el grupo de cuyes alimentados con inclusión de 20% de harina de lombriz. Concluyó que la inclusión de harina de lombriz en la alimentación de cuyes tiene mejor coeficiente de digestibilidad y cumple el aporte buscado en cuanto a calidad de proteína.

Perez & Soto (2013), en su tesis titulada “Evaluación del uso de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y Cebada (*Hordeum vulgare*) en la alimentación de pollos Broiler machos en crianza semi intensiva” en la Universidad Nacional de Huancavelica, tuvo la finalidad de evaluar los efectos de un alimento balanceado elaborado a base de lombriz roja californiana y cebada, en los parámetros productivos de los pollos Broiler machos; por un periodo de 8 semanas, utilizó 105 pollos de aproximadamente 3 semanas en condiciones similares, que fueron distribuidos aleatoriamente para siete

tratamientos (T0: 100% alimento balanceado comercial, T1:50% alimento balanceado comercial+ 47% cebada cruda + 3% de lombriz, T3: 71% cebada cruda + 29% lombriz, T4:50% alimento balanceado comercial + 47% cebada cruda + 1% lombriz, T5:30% alimento balanceado comercial + 66% cebada tostada + 4% lombriz, T6:75% cebada tostada + 25% lombriz); sus resultados de los parámetros productivos de los pollos Broiler destacaron al alimento balanceado comercial, sin embargo el T4 dio valores que se acercaban. Concluyendo que la inclusión de cebada y lombriz en alimentos balanceados puede presentar ventaja económica en crianza semi intensiva en zonas rurales.

Cuya (2017) en su tesis “Evaluación y formulación de alimento balanceado con sustitución parcial de maíz amarillo (*Zea mays L*) por germen de quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*) para la alimentación de pollos criollos en la fase de inicio” en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con la finalidad de evaluar el germen de quinua como alimento proteico en pollos criollos en la fase inicial, empleó 120 aves sin sexar y los distribuyó para 4 tratamientos, 3 repeticiones y 10 pollos como unidad experimental. Los tratamientos consistieron en la sustitución parcial del maíz con germen de quinua en 0%, 40%, 60% y 80%. El resultado fue que, en ganancia de peso, consumo alimenticio y conversión alimenticia, el tratamiento control fue superior, seguido de los tratamientos con germen de quinua. Concluyendo que el germen de quinua puede ser un sustituto del maíz amarillo, pero en bajas proporciones.

Sales (1996) en su investigación “Harina de lombriz, Alternativa proteica en trópico y tipos de alimento”, tuvo el objetivo de determinar alimentos disponibles en la región de Ucayali que logren mejorar el rendimiento proteico de la harina de lombriz. Para el experimento alimentaron lombrices por un periodo de un año con 8 tipos de alimentos con 15 variantes mezcladas (Basura de mercado, estiércol de oveja, gallinaza, estiércol bovino, restos de yuca, aserrín, roca Bayóvar, dolomita). Como resultado obtuvo un contenido proteico mayor de 64,2% con la mezcla alimenticia de estiércol de oveja con restos de yuca, sin embargo, las otras mezclas se mantienen en niveles proteicos aceptables que puedan sustituir la harina de pescado, la grasa osciló entre 3,3% y 16,9%, la fibra arrojó valores de 0,98% al 1,31%, ceniza en un rango de 9,9% a 28,5% y la humedad entre 12% a 16%. Concluyendo que la harina de lombriz resulta una alternativa como sustituto de la harina de pescado en la formulación de alimentos balanceados.

2.2. LOMBRICULTURA

La lombricultura, también conocida como vermicultura, es una biotecnología que consiste en la crianza tecnificada de lombrices en cautiverio, cuyo principal propósito es la producción de abonos orgánicos de alta calidad; además de la producción de carne de lombrices que constituye una importante fuente proteica

Dicho enfoque tiene un fuerte componente ecológico, debido a que reutiliza diversos sustratos como estiércol, desechos orgánicos y subproductos agroindustriales, los cuales pueden ser aprovechados de manera eficiente en la recuperación de suelos a través del vermicompostaje. Asimismo, presenta un componente tecnológico debido a los procesos microbiológicos y bioquímicos que ocurren durante la fermentación de la materia orgánica utilizada como alimento para las lombrices (Ferruzi, 1986).

2.3. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

En la actualidad, las especies más empleadas en la lombricultura son la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) y la negra africana (*Eudrillus Eugenieale*). La lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) fue criada y seleccionada en la Universidad Agrícola de California en la década de 1980. La preferencia por la lombriz roja californiana se debe a su versatilidad y rentabilidad, destacado por su longevidad (15-16 años), su alta capacidad de reproducción (1500 lombrices por año) y sus deposiciones con elevada flora bacteriana total (2×10^{12} colonias/g)(Ferruzi, 1986).

2.3.1. Taxonomía y características generales de la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*)

La lombriz roja californiana pertenece al phylum *Annelida* y a la clase *Oligochaeta* el cual está comprendido por aproximadamente 1800 especies; siendo la mayoría pertenecientes a la familia *Lumbricidae*, incluyendo los géneros *Dendrobaena*, *Eisenia* y *Lumbricus*. La clasificación taxonómica de la lombriz roja es la siguiente:

Tabla 1.

Taxonomía de la lombriz roja californiana.

Phylum	Annelida
Clase	<i>Oligochaeta</i>
Subclase	<i>Clitellata</i>
Orden	<i>Haplotaxia</i>
Sub orden	<i>Lumbricina</i>
Familia	<i>Lumbricidae</i>
Subfamilia	<i>Lumbricinae</i>
Género	<i>Eisenia</i>
Especie	<i>foetida</i>

Nota: De Handbook of vermicomposting Technology (p.14), por Sreenivasan (2018).

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) tiene gran importancia en la lombricultura debido a sus características morfológicas y su adaptabilidad al cautiverio. Estos anélidos carecen de dientes y se alimentan succionando los alimentos, consumiendo diariamente una cantidad equivalente a su peso (1g aproximadamente). Del alimento consumido, el 60% es excretado como humus, mientras que el 40% se convierte en biomasa de lombriz. Es importante seleccionar y triturar adecuadamente la materia orgánica antes de suministrar, debido a que las lombrices presentan intolerancia a algunos alimentos, como lácteos, alimentos de origen animal, cítricos y grasas, dichos alimentos provocan daños mortales, lo que constituye una limitación en su producción. En su etapa adulta, estas lombrices alcanzan una longitud de 6 a 8 cm y un diámetro de 3 a 5 mm. Su aparato circulatorio está formado por 5 corazones y 3 pares de riñones. Aunque son hermafroditas, al poseer ovarios y testículos, no pueden autofecundarse, siendo necesario el apareamiento. Presentan un clitelo, una estructura que secreta los capullos o cocones donde están alojados los huevos fecundados, dichos cocones eclosionan entre 2 y 3 semanas dependiendo de las condiciones. Alcanzan la madurez sexual a los 3 meses de edad, y a partir de la formación del clitelo se encuentran aptas para el apareamiento, que ocurre cada 7 días.(E. Díaz, 2002)

La lombriz roja presenta la capacidad de la regeneración de secciones perdidas, solamente si la lesión se da en la porción final del intestino (E. Díaz, 2002).

2.3.2. Factores que influyen la calidad y cantidad de la biomasa de lombriz

El alimento de la lombriz debe encontrarse en perfectas condiciones, debiéndose inspeccionar ciertos parámetros como:

2.3.2.1. Temperatura

El manejo adecuado de la temperatura es crucial en los procesos de lombricompostaje y lombricultura. La lombriz roja californiana puede resistir a temperaturas bajas de hasta 0°C, pero su capacidad reproductiva disminuye y pueden perder el apetito, lo que les puede conducir a su muerte. A temperaturas elevadas, pueden sobrevivir, pero tienden a buscar condiciones más frescas cuando la temperatura supera los 35°C. La temperatura óptima en la que pueden desarrollar su ciclo con normalidad se encuentra entre 15 y 24°C (Munroe et al., 2007)

2.3.2.2. Humedad

De acuerdo con Rynk et al. (1992), el nivel de humedad óptimo para la materia orgánica en composteras convencionales se sitúa entre 45% y el 60%. Por el contrario, para los procesos de lombricompostaje o lombricultura, la humedad ideal varía entre el 70% y el 90%. Según la investigación realizada por Domínguez & Edwards (1997), el rango de humedad oscila entre 80% y el 90%, con un punto ideal del 85%. Investigadores en Nueva Escocia también concluyeron que un nivel de humedad entre 75% y el 80% promueve un crecimiento y reproducción óptimos (GEORG, 2004). Ambos estudios señalan la humedad del alimento influye en el peso promedio de las lombrices, recomendando que los procesos destinados a la producción de alimentos balanceados deberían mantener una humedad mayor a 80%, mientras que para procesos de lombricompostaje, se sugiere mantenerla por debajo del 70% y 80%.

2.3.2.3. pH

Según Edwards & Arancon (2022), las lombrices pueden tolerar niveles de acidez que oscilan entre un pH de 5 a 9. Investigadores de Nueva Escocia concluyeron que un pH entre 7,5 a 8,0 era óptimo para las lombrices (GEORG, 2004). La mayoría de los expertos aseguran que las lombrices optan por un pH neutro o ligeramente ácido.

Otros importantes parámetros a controlar son las condiciones aeróbicas, el contenido amoniacal que debe ser preferiblemente inferior a 0,5mg/g, el contenido de sales preferentemente menor a 0,5%.

Otro aspecto que influye en la cantidad es la densidad poblacional, no es apropiado tener una alta concentración de lombrices en áreas pequeñas, debido a que esto podría resultar en una cantidad insuficiente de alimento para satisfacer sus necesidades

alimenticias, lo que conllevaría a un desarrollo inadecuado y tasa de reproducción baja. Por ello que se recomienda sembrar cada cantero o lecho con densidades poblacionales de 10Kg por metro cuadrado (Somarriba & Guzmán, 2004).

Para lograr una mayor producción de biomasa de lombriz, es fundamental que las lombrices se encuentren en su fase de adultez, y la frecuencia de cosecha se puede realizar cada 90 días, ya que este es el periodo en el cual las se duplican en número (E. Díaz, 2002).

La cantidad de harina de lombriz producida está determinada en gran medida al proceso de obtención, que incluye una correcta selección, lavado, secado y molido. En términos de calidad, es crucial enfatizar la temperatura durante el proceso del deshidratado a la que se somete la carne de lombriz, ya que temperaturas altas pueden afectar su valor biológico, provocar desnaturalización de las proteínas, pérdida de vitaminas u otros cambios no deseables. Por lo tanto, se sugiere no exceder una temperatura de 65°C (De Gyves et al., 2013).

2.4. HARINA DE LOMBRIZ

La crianza de lombrices para la producción de carne o harina ofrece una oportunidad económica con gran proyección en la industria de la alimentación animal, ya sea utilizada directamente o procesado en forma de harina o concentrado proteico, debiéndose a su contenido de aminoácidos esenciales y su alto valor biológico. En comparación con fuentes tradicionales como la harina de pescado o la torta de soya, la proteína de la lombriz ofrece una ventaja significativa al enriquecer los alimentos balanceados con solo pequeñas cantidades (Ferruzi, 1986).

Tabla 2.

Composición químico nutricional de la harina de lombriz, harina de pescado y torta de soya (%)

Alimento	Materia seca	Proteína	Extracto Etéreo	Ceniza	Energía Metabolizable (Kcal/g)
Harina de Pescado	88,5	53,9	9,3	18,9	2,35
Torta de soya	88,1	43	5,4	5,9	2,64
Harina de lombriz	90,6	54,6	7,34	21,2	2,99

Nota: De Nutritive Evaluation of Earthworms as Human food, por Sun & Jiang (2017).

2.4.1. Aspectos nutricionales de la harina de lombriz

La harina de lombriz destaca por poseer un gran contenido de proteínas y aminoácidos, lo que la convierte en una fuente altamente nutritiva. Esa fuente proteica de origen animal está desempeñando un papel significativo en la alimentación de animales, particularmente como un suplemento en alimentos balanceados. Entre las investigaciones realizadas en análisis bromatológico de la harina de lombriz roja (*Eisenia Foetida*) incluyen:

De acuerdo con Ferruzi (1986), el contenido de proteínas en la carne de lombriz roja varía entre el 68% y el 82%, dependiendo de la dieta que consuma el animal.

Para Vielma - Rondón et al. (2003), la harina de lombriz que produjeron se caracterizó por un elevado contenido proteico (62,28%), además de identificar un total de 15 aminoácidos.

De Gyves et al. (2013), reportaron niveles de proteína similares a Vielma - Rondón et al. (2003) de 62%, junto con un contenido de grasa que supera el 7% y el contenido de cenizas con valores superiores al 8,3%.

Suárez et al. (2016), detallaron que la composición química de la harina de lombriz mostraba un 62,36% de proteína, 5,99% de grasa, 14,10% de humedad y 7,70% de cenizas.

Sun & Jiang (2017), reportaron que la harina de lombriz roja (*Eisenia Foetida*) contiene un 54,6% de proteínas, 7,34% de grasas, 90,6% de materia seca y 21,2% de cenizas, además de identificar 13 aminoácidos.

2.4.2. Proceso de obtención de la harina de lombriz

Para producir harina de lombriz se utiliza el método SABAC, según lo descrito por Ríos & Rivera (2006). Este método implica:

Selección de materia prima

La cosecha de lombrices puede llevarse a cabo utilizando el método de captura, que implica colocar sobre los lechos, bandejas perforadas que contengan turba y residuos orgánicos. De esta manera, las lombrices migraran al nuevo lecho en un periodo de aproximadamente 24 horas. Al seleccionarlas, es importante asegurarse de que las lombrices estén en su etapa adulta, según lo recomendado por Sreenivasan (2018).

Lavado 1

Esta etapa implica la eliminación de todos los residuos de humus y compost adheridos a las lombrices, mediante lavados sucesivos con agua.

Beneficio

En este paso, se debe sumergir la materia prima en un recipiente que contenga una solución de salmuera al 5% por un espacio de 10 minutos. Este proceso generará el sacrificio y purgado de las lombrices debido al shock osmótico producida por la presión osmótica a la que están expuestas. Los resultados de este proceso se evidencian en la coloración del agua que se tornará amarilla y el olor característico.

Lavado 2

Posteriormente a desechar el agua con salmuera, se procede a lavar las lombrices beneficiadas, con agua potable de manera que se eliminen los residuos desprendidos con la salmuera.

Secado

Para el secado, se coloca la carne de lombriz en superficies expuestas al sol a una temperatura ambiental. Este método se elige por su economía, y se destaca que las técnicas de secado no tienen un impacto significativo en la proteína cruda de la harina de lombriz, según Suárez et al. (2016).

Molienda

El producto seco se pasa por un molino y así obteniendo la harina de lombriz como producto final.

2.5. LA AVICULTURA

La avicultura, enfocada en la crianza de aves para la producción de carne y huevos de gallina, es una actividad empresarial y altamente tecnificada. Esta actividad abarca diversas etapas que incluyen el control genético, la cría de aves reproductoras y padres, la elaboración de alimentos balanceados, incubación, el cuidado y procesamiento de las aves, así como la venta de los productos finales: pollos y huevos listos para su comercialización. En julio del año 2023, la avicultura representó el 23,4% del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria, con un 19,8% correspondiente a las aves y un 3,6% a los huevos de gallina, estableciéndose como una importante fuente proteínica animal a escala nacional y regional. En cuanto a la producción de pollo a escala nacional, las principales regiones con mayor producción avícola fueron Lima (56,5%), La Libertad (17,2%) y Arequipa (10,2%) debido a un mayor suministro de pollos “bb” de la línea carne en estos sectores en comparación con el mismo intervalo de tiempo del año anterior. Las principales líneas de carne empleada en el Perú son las Cobb y Ross, dichas líneas destacan por el crecimiento rápido, eficiente índice de conversión alimenticia, emplume blanco y baja tasa de mortalidad. Por otra parte, la línea de postura más comercializada es la Hy-line, presentan plumaje blanco, baja tasa de mortalidad y

alto rendimiento en la producción de huevo (MIDAGRI, 2023). El rendimiento óptimo de las líneas de aves mencionadas se produce en condiciones climáticas muy favorables como los de la costa y selva, siendo el clima cálido un factor importante para el mejor desarrollo, además son aves muy sensibles en su nutrición, debido a que si existe un desbalance en las dietas no se puede lograr el rendimiento esperado (AVIAGEN, 2018).

2.5.1. Pollos criollos mejorados

En la avicultura, tanto para la producción de carne como para la de huevos, se requiere contar con aves mejoradas, es decir, pollitas para la puesta y pollitos de ambos sexos para la cría, que son abastecidos por empresas y granjas de reproducción. Estas granjas deben adquirir reproductores de líneas puras de ambos sexos, que se someten a pruebas de rendimiento en condiciones ambientales óptimas, con el objetivo de desarrollar líneas de pollos que destacan por su ventaja fenotípica. Esto implica que los genetistas responsables de mejorar las aves para su explotación en el mercado, deben tener en cuenta los objetivos y las condiciones en las que se llevará a cabo dicho proceso (Barroeta et al., 2013).

2.5.1.1. Características del pollo criollo mejorado

Según la empresa ISAMISA (2020), estos pollos son resultado de mejoras genéticas mediante cruzamientos. Se destacan por sus características físicas, como una amplia variedad de colores, formas de cresta, tonalidades, formas y tipos de plumaje.

Estas aves tienen un doble propósito, ya que son eficientes tanto en la producción de huevos como en la conversión en carne. Además, muestran una adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y entornos ecológicos.

En cuanto a la línea de pollos destinados a la producción de carne, se emplean de 3 a 4 etapas distintas, caracterizadas por un aumento en el consumo de energía y una disminución en el contenido de proteínas a medida que las aves crecen.

Tabla 3.

Requerimiento nutricional de pollos criollos mejorados

	Iniciación	Crecimiento	Finalización
Energía metabolizable (Kcal/kg)	2950	3050	3100
Proteína cruda (%)	18,59	18,32	16,74
Grasa cruda (%)	3,70	5,13	0,00
Fibra Cruda	2,93	2,90	2,77

Nota: De Manual de crianza de pollos criollos mejorados (p.4), por ISAMISA (2020)

2.5.1.2. Necesidades del pollo criollo mejorado

Temperatura

La temperatura de un pollo oscila desde los 37,5 °C al nacer y los 41,5 °C a los 15 días de edad. Es crucial que las aves estén dentro de la zona de confort térmico, donde se sientan cómodas, y esta zona cambia a medida que crecen. Los pollitos no tienen un control eficaz de su temperatura hasta que alcanzan las 2 o 3 semanas de vida. La temperatura corporal de un pollito recién eclosionado depende de la temperatura del entorno. En temperaturas ambientales entre 20 y 28 °C, el pollito no puede conservar su temperatura corporal, y su temperatura mínima letal es de 28 °C. Por otro lado, a 38 °C, el pollito alcanza su temperatura máxima letal, que se sitúa aproximadamente entre 47 y 48 °C. Por lo tanto, es fundamental proporcionar a los pollitos la temperatura adecuada que requieran (Barroeta et al., 2013).

Según SENASA (2020), los pollitos no son capaces de regular su temperatura interna y requieren al menos 32 °C al inicio. A medida que avance su crecimiento, su rango de confort térmico se expande gradualmente, hasta que requiere una temperatura de 21 °C durante la época de sacrificio. Esto significa que, al principio de la cría, los pollitos no deben ser expuestos al frío, y durante su crecimiento, el calor debe mantenerse controlado.

Humedad

Como sostiene Pedroza (2005), la humedad dentro de las instalaciones avícolas es resultado de la respiración de las aves, así como de sus excreciones y el agua proveniente de los bebederos. Esta humedad puede superar la humedad relativa del entorno exterior. La combinación de humedad y temperatura facilita la proliferación de microorganismos, lo que puede poner en riesgo la sanidad de los pollos.

La humedad presente en el interior del galpón se origina por la exhalación y excreción de las aves, así como por la humedad ambiental, la temperatura al interior del galpón y su ventilación. Un aumento en la humedad conduce a lechos compactos, elevados niveles elevados de amoníaco y una mayor susceptibilidad de los pollitos al frío y al calor. Por otro lado, una humedad baja resulta en lechos polvorientos, lo cual suele ser causado por exceso de calor interno. En ambos casos, las aves están expuestas a enfermedades respiratorias (SENASA, 2020).

Ventilación

SENASA (2020), sugiere que es crucial mantener un ambiente dentro del galpón similar al entorno exterior mediante una ventilación adecuada, que elimine de forma continua el exceso de humedad y los gases generados por la respiración y las excreciones de los pollitos. Una ventilación apropiada permite regular la temperatura, la humedad y la calidad del aire en el interior del galpón, siendo un elemento esencial e indispensable en la avicultura. Esto puede lograrse mediante ventilación mecánica utilizando ventiladores o ventilación natural a través de cortinas.

Según el USDA (2013), es importante mantener tasas mínimas de ventilación para eliminar el amoníaco, la humedad, el dióxido de carbono y el monóxido de carbono de los galpones. El amoníaco puede resultar perjudicial cuando se crían aves sobre hojarasca durante las épocas frías, provocando úlceras corneales, ceguera y daños en el sistema respiratorio de los pollos. La concentración de amoníaco en el aire nunca debe superar las 20 partes por millón (ppm).

Iluminación

Según Barroeta et al. (2013), los pollos son activos durante el día y realizan actividades como alimentarse, aparearse e interactuar únicamente cuando hay luz. El efecto de la luz no solo depende de su duración, sino también de su intensidad y color. La intensidad de luz en un galpón oscila entre 5 y 20 lux, que es comparable a la penumbra para una persona, ya que las aves son capaces de percibir incluso las intensidades más bajas de luz. Respecto al color, las aves son sensibles a longitudes de onda de espectro que van desde el rojo hasta el amarillo.

Para SENASA (2020) este espectro es crucial para el rendimiento y bienestar de las aves de cría, y varía según la edad y el peso deseado al que se quiera llegar.

Densidad de crianza

La elección de la densidad de crianza está basada en consideraciones económicas y en la legislación relacionada con el bienestar animal. Esta densidad poblacional condiciona en el bienestar, rendimiento, uniformidad y la calidad de los pollos. Un exceso poblacional maximiza la presión ambiental, comprometiendo el bienestar de los pollos reduciendo la rentabilidad. Las condiciones específicas del galpón determinarán la densidad óptima de crianza, si crece la densidad poblacional entonces se deberán ajustar los factores de ventilación y la disponibilidad adecuada de bebederos y comederos (AVIAGEN, 2018).

Para Pedroza (2005), la densidad poblacional tiene su efecto en el comportamiento de los pollos. En climas cálidos, los pollos tienden a separarse y permanecer echados, mientras que en climas fríos tienden a agruparse.

SENASA (2020) indica que la densidad poblacional es fundamental para obtener buenos parámetros de producción, debido a que tendrá un impacto directo en el bienestar de los pollos. Factores como el clima, tipo de galpón, tipo y espesor de las camas, sistemas de bebederos y comederos, y sistema de ventilación influenciarán en la densidad de los pollos por metro cuadrado. Esta densidad de la población puede variar desde 8 hasta 17 pollos por metro cuadrado.

Limpieza

Según SENASA (2020), mantener la limpieza del galpón, así como de la planta de incubación y reproductoras, es esencial para salvaguardar la salud de los pollitos. La implementación de prácticas adecuadas de higiene contribuye a disminuir los riesgos o la exposición a enfermedades. Aunque los desinfectantes son útiles, es primordial llevar a cabo una limpieza minuciosa y eficaz, ya que los desinfectantes pueden perder su efectividad en presencia de materia orgánica.

2.5.1.3. Necesidades nutricionales del pollo

Todos los animales necesitan distintos nutrientes para mantener su salud en óptimas condiciones. Esto se consigue por medio de una alimentación equilibrada que debe cumplir con diferentes condiciones, como el de satisfacer las necesidades mínimas de nutrientes y energía para el funcionamiento fisiológico adecuado y prevenir deficiencias nutricionales.

Es necesario resaltar que las necesidades nutricionales de los pollos cambian según su edad, situación fisiológica y etapa de producción.

Para garantizar una buena producción de carne, los pollos requieren alimentos balanceados con alta calidad que proporcionen los nutrientes esenciales. Si se les permite a los pollos deambular libremente alimentándose con lo que encuentran, su crecimiento será deficiente y, como resultado, la producción disminuirá. Para mantener una crianza saludable y productiva de pollos, la alimentación tiene que incluir fuentes adecuadas que proporcionen energía y proteínas, que son nutrientes vitales para su normal desarrollo. (Sánchez, 2012)

Los principales componentes nutritivos de un alimento balanceado son:

Proteína

Los componentes nitrogenados presentes en ciertos alimentos de origen vegetal o animal son esenciales para la nutrición y el fortalecimiento del organismo. La proteína desempeña un papel crucial para los pollos, siendo especialmente importante durante el período de iniciación, ya que constituye un elemento esencial para el desarrollo de los músculos, la sangre y las plumas (Pedroza, 2005). Se sugiere suministrar a los pollos un nivel de proteína del 22% al 24% en la fase de iniciación, posteriormente reducirlo a 19% (T. Díaz, 1979).

De acuerdo con Shimada (2003), durante la etapa inicial de los pollos, se recomienda un suministro de proteína del 22% si proviene de fuentes vegetales y del 10% si es proveniente de fuente animal.

La calidad de la proteína en la alimentación se basa en el nivel, equilibrio y digestibilidad de los aminoácidos esenciales presentes en la mezcla final. Es crucial considerar los niveles reales de aminoácidos disponibles para los pollos, razón por la cual se recomienda formular alimentos según los aminoácidos digestibles (AVIAGEN, 2018).

Tabla 4.

Requerimiento de aminoácidos esenciales para pollos de engorda

Aminoácido	Iniciación	Engorde	Finalización
Lisina (%)	1,10	1,00	0,85
Arginina (%)	1,25	1,10	1,00
Fenilalanina (%)	0,72	0,65	0,56
Glicina (%)	1,25	1,14	0,97
Histidina (%)	0,35	0,32	0,27
Isoleucina (%)	0,80	0,73	0,62
Leucina (%)	1,20	1,09	0,93
Metionina (%)	0,50	0,38	0,32
Treonina (%)	0,80	0,74	0,68
Triptófano (%)	0,20	0,18	0,16
Valina (%)	0,90	0,82	0,70

Nota: De Nutrición Animal (p.254), por Shimada (2003)

Energía

Lo conforman nutrientes que generan energía al ser metabolizados, la cual es necesaria para que las funciones metabólicas de los pollos se mantengan y mejorar el desarrollo

del peso corporal. La energía metabolizable es la diferencia de la energía del alimento consumido y la cantidad de energía excretada (SENASA, 2020).

El contenido de energía en los alimentos para pollos de engorde se determina teniendo en cuenta consideraciones económicas, como la disponibilidad de insumos. La forma más común de expresar este contenido energético es mediante el nivel de energía metabolizable aparente. Se ha observado que los valores de energía metabolizable aparente de algunos insumos, particularmente las grasas, son menores para los pollos en iniciación que para las aves adultas (AVIAGEN, 2018).

Los carbohidratos y grasas son los principales proveedores de energía para realizar el movimiento, la regulación de la temperatura corporal y la digestión. Las grasas, en particular, ofrecen 2,5 veces más energía a comparación de las proteínas y 2,15 veces más que los carbohidratos como fuente energética, debido a que son digeridos y absorbidos fácilmente (T. Díaz, 1979).

Para Shimada (2003), la formulación de alimentos para pollos durante la primera etapa, debe basarse en cereales y subproductos, con un contenido energético que ronda el 58%.

Vitaminas

Las vitaminas, micronutrientes presentes en plantas y animales, en cantidades reducidas, desempeñan un papel esencial en los procesos metabólicos complejos de los organismos vivos. Su inclusión en la dieta es crucial para satisfacer las necesidades de las aves, y en la práctica, se administran a través de premezclas vitamínicas específicas para cada tipo de producción (MINAGRO, 2018).

Estas sustancias son fundamentales para el mantenimiento de la salud avícola; su carencia puede ocasionar retraso en el crecimiento, menor resistencia a enfermedades, anomalías y reducción en la producción. Entre las vitaminas más importantes para las aves se encuentran la A, B1, B2, B6, B12, D3 y E (T. Díaz, 1979).

Para las primeras etapas de alimentación de pollos de engorde, se sugiere que las fórmulas de alimentos balanceados contengan al menos un 7% de vitaminas (Shimada, 2003).

Minerales

Los minerales, componentes de la materia inorgánica o cenizas, se encuentran presentes en organismos vegetales y animales, y desempeñan diversas funciones importantes, como la formación de estructuras óseas y la actuación como cofactores de enzimas. (MINAGRO, 2018). Estos minerales se clasifican en macro y micro minerales, dependiendo de su nivel de inclusión en los alimentos balanceados. Los macro

minerales esenciales incluyen calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio, mientras que los micro minerales o elementos traza comprenden hierro, yodo, cobre, manganeso, zinc y selenio (SENASA, 2020).

En relación al contenido mineral en los alimentos para pollos de engorde durante la fase inicial, se sugiere un nivel del 3% (Shimada, 2003).

Agua

El agua constituye aproximadamente el 60-78% del peso corporal de las aves, desempeñando un papel fundamental en la regulación de la temperatura corporal y afectando los procesos de ablandamiento, digestión y absorción de otros nutrientes (T. Díaz, 1979).

La calidad del agua es de gran importancia para las aves. Por lo general, se espera que el agua sea potable y cumpla con los estándares requeridos para el consumo humano, garantizando tanto la calidad microbiológica como mineral. Es esencial tener en cuenta que los requerimientos hídricos del ave suelen ser de 2 a 3 veces superiores a su consumo de alimento (MINAGRO, 2018).

Aditivos de la Ración

Los aditivos son compuestos no nutritivos cuya inclusión en la alimentación animal busca mejorar el rendimiento y, por ende, incrementar la rentabilidad. Es esencial que los aditivos utilizados en los alimentos balanceados cumplan con ciertos criterios, como la ausencia de residuos en los productos animales que puedan comprometer la salud del consumidor, su inocuidad para los animales, facilidad de identificación y dosificación, así como estabilidad, es decir, la capacidad de no presentar incompatibilidades con otros aditivos (Sánchez, 2012).

La adición de antibióticos a la dieta de los animales es una práctica común que tiene como objetivo mejorar la eficiencia productiva al controlar enfermedades subclínicas que podrían afectar a los animales (Shimada, 2003). Sin embargo, es fundamental que los medicamentos empleados en avicultura cuenten con el registro sanitario vigente del SENASA y que su prescripción sea realizada exclusivamente por un médico veterinario. Este profesional debe garantizar los períodos de retiro adecuados para evitar la presencia de residuos de estas sustancias en la carne (SENASA, 2020).

La administración de antibióticos en la dieta ofrece diversas ventajas, como la mejora del estado de salud de los pollitos, aumentando su resistencia a enfermedades, estimulando el apetito de las aves y favoreciendo una mejor utilización de los alimentos (T. Díaz, 1979).

2.5.2. Parámetros productivos en la producción de pollos

2.5.2.1. Ganancia de peso (GP)

Esta medida se refiere al incremento de peso que experimentan los pollos luego de consumir la cantidad de alimento proporcionada durante el día. Esencialmente, se calcula como la diferencia entre los pesos de los pollos antes y después de la ingesta de la ración suministrada. (Shimada, 2003).

2.5.2.2. Consumo de alimento (CA)

El consumo de alimento en los pollos se define como la cantidad de alimento que ingieren a lo largo de un día, calculada por la diferencia entre la cantidad de alimento suministrada al inicio del día y la cantidad que queda sin consumir al final del mismo. Para Shimada (2003), el consumo de alimento es un factor de gran relevancia en términos de productividad en la cría de aves, ya que el rendimiento en la ganancia de peso está directamente vinculado a este parámetro. Se espera, en general, que los pollos consuman más, ya que un mayor consumo indica una mejor salud y, por ende, una mayor producción.

Pedroza (2005) comparte la importancia del consumo voluntario en el ámbito económico de la avicultura, dado que constituye uno de los factores más costosos en comparación con otros aspectos. Por lo tanto, es crucial gestionar adecuadamente el suministro de alimento para evitar un exceso de alimento no consumido.

2.5.2.3. Índice de conversión alimenticia (ICA)

La conversión alimenticia se define como la relación entre la cantidad de alimento consumido por los pollos y el aumento de peso que logran estos animales. En esencia, representa la medida en que el alimento se convierte en carne. Este parámetro está estrechamente relacionado con el peso corporal de los pollos, siendo más favorable durante la fase inicial y disminuyendo a medida que los pollos aumentan de peso, como indica T. Díaz (1979).

Los pollos de engorde mejorados han sido modificados genéticamente para aumentar de peso de manera rápida y eficiente, maximizando la utilización de los nutrientes. Una gestión adecuada de estas aves puede conducir a una alta eficiencia y rentabilidad. Para lograr una conversión alimenticia óptima, es crucial comprender los factores fundamentales que la influyen y aplicar métodos que optimicen estos factores, según lo señala Sánchez (2012).

2.5.3. Formulación de Raciones

Un alimento para aves se compone de una macrofórmula y una microfórmula. La macrofórmula se refiere a los ingredientes que se incorporan en grandes cantidades, incluyendo cereales en un rango de 50-60%, tortas de oleaginosas entre 25-40%, harinas de animales entre 0-10%, grasas entre 1-6%, y minerales entre 2-3%. Para mejorar la pigmentación de la piel del pollo de engorde, garantizar la salud y prevenir la oxidación de ciertas vitaminas, es esencial la presencia de la microfórmula, la cual puede agregarse en una proporción de 500g a 1500g por cada tonelada de alimento (Sánchez, 2012).

Existen varios métodos de formulación de raciones, tanto simples como complejos y tecnificados. Entre estos métodos se incluyen:

2.5.3.1. Cuadrado de Pearson

Este método implica combinar aproximadamente 6 ingredientes con diversas concentraciones de nutrientes para lograr una mezcla con la concentración deseada. También posibilita la formulación de raciones con una variedad más amplia de ingredientes y nutrientes. Sin embargo, requiere una cuidadosa elaboración para garantizar su efectividad (Trujillo, 1978).

2.5.3.2. Método de Sustitución

El método de sustitución implica calcular la cantidad de proteína que se agrega o reduce en el alimento balanceado formulado cada vez que se sustituye un ingrediente por otro (Shimada, 2003).

2.5.3.3. Ecuaciones Simultaneas

Para aplicar este método, es necesario tener habilidades en álgebra, ya que se fundamenta en sistemas de ecuaciones que involucran dos o más variables, dependiendo del tipo de fórmula (Shimada, 2003).

2.5.3.4. Prueba y error

Este método es ampliamente utilizado en el equilibrio de raciones debido a su practicidad en la formulación y aplicación. Cuando se realiza manualmente, su capacidad se ve restringida a pocos alimentos y nutrientes, pero su eficiencia aumenta significativamente con el uso de hojas de cálculo, lo que permite equilibrar hasta 10 a 15 alimentos y ajustar hasta 6 nutrientes (Chachapoya, 2014).

2.5.3.5. Programación lineal

Este método implica la maximización de recursos con el menor gasto posible, es decir, la formulación de una ración de costo mínimo que se ajusta según los alimentos nutritivos disponibles a precios más bajos. De acuerdo con Dezi (2010), ciertos aspectos deben ser considerados para determinar la aplicación de la programación lineal, como:

- Los macronutrientes proteicos representan entre 60 y 80% de los costos de los sistemas de crianza animal.
- Sin una alimentación adecuada, no se alcanzará el máximo potencial genético.
- Los alimentos utilizados deben satisfacer las necesidades nutricionales, además de ser menos costosos.

2.5.3.6. Métodos computarizados

Cuando se necesite manejar una mayor cantidad de ingredientes, cumplir con los requisitos nutricionales, como los aminoácidos, vitaminas y minerales, así como optimizar los ingredientes para reducir costos, lo más apropiado es utilizar métodos computarizados. Estos métodos se basan en las formulaciones proporcionadas por los fabricantes de alimentos balanceados para animales.

Por ejemplo, MIXIT-2 es un sistema desarrollado para la formulación de raciones, compuesto por 17 programas de computadora que almacenan datos sobre los ingredientes utilizados en la alimentación animal. Este sistema determina la formulación de alimentos balanceados al menor costo posible, utilizando programación lineal y una extensa base de datos, esta formulación se realiza de acuerdo al requerimiento de aminoácidos de los animales y a un mínimo costo (Vélez, 2012).

Otro programa es AEZO FD, el cual se basa en la programación lineal para formular raciones al menor costo posible. Su objetivo es encontrar la mejor combinación de alimentos disponibles para asegurar que las cantidades calculadas satisfagan los requisitos nutricionales de los animales, todo ello minimizando el gasto (AGROSIS, 1999).

CAPÍTULO III

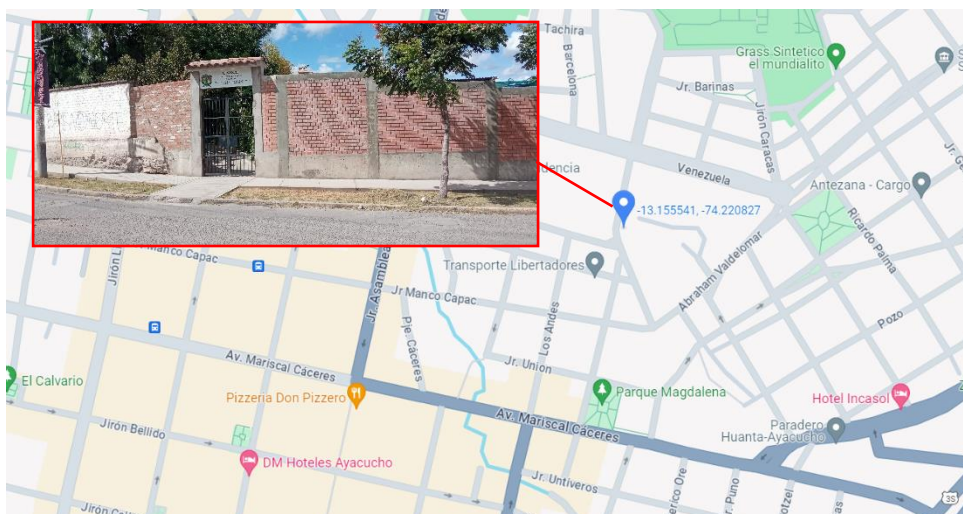
3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el ambiente de aves del Área de ganadería y nutrición, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho

Las lombrices utilizadas para la investigación se producen en la granja Aborganik'z ubicada en el Distrito de Carmen Alto, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

Figura 1.

Ubicación del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería



Nota: Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, por Google maps (n.d.)

3.2. DURACIÓN DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en tres etapas, la primera etapa consistió en la obtención de la harina de lombriz roja californiana, formulación y elaboración de raciones paralelamente con el acondicionamiento del galpón del 16 de marzo del 2024 al 30 de marzo del mismo año con una duración de 15 días, la segunda etapa fue el manejo de los pollos con una duración de 25 días, comenzando el 6 de abril al 1 de mayo del 2024. La tercera etapa consistió en el procesamiento de datos y redacción de la tesis con una duración de 6 semanas.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1. Instalaciones

Para la ejecución de la investigación, por factores económicos y la poca disponibilidad de recursos para el mejor manejo de los pollos en el galpón planteado en el proyecto, el lugar de la instalación fue cambiado, por lo que se empleó el galpón de aves del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, con un área de 30m², construido de material prefabricado con techo de calamina y policarbonato, piso de tierra. Se construyeron 12 jaulas, utilizando mallas metálicas y listones de madera, de 1 x 0.80 x 0.45 m de largo, ancho y altura respectivamente, que albergaron 10 pollos criollos mejorados que son la unidad experimental por repetición.

3.1.2. Materiales

Para la obtención de harina de lombrices:

- Jabas cosechadoras: se utilizaron jabas para la captura de las lombrices, suministrando restos vegetales y frutales.
- Tinas y baldes: se emplearon para el lavado y beneficio de las lombrices
- Coladoras y mallas para escurrir después del lavado
- Costales: se usó costales expandidos para el secado solar de las lombrices
- Molino manual

Equipos para el análisis químico nutricional

- Estufa para la determinación de humedad y materia seca.
- Destilador de Nitrógeno para determinar el contenido proteico
- Equipo extractor Soxhlet para determinar el extracto etéreo
- Matraces Erlenmeyer de 500mL, 1L
- Balanza analítica
- Mufla

- Reactivos: ácido sulfúrico al 1,25%, hidróxido de sodio 1,25%, alcohol amílico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico 0,05%, ácido bórico 4%

Para el manejo de los pollos criollos mejorados:

- Ingredientes para la formulación (maíz, torta de soya, sub productos de trigo, harina de pescado, pasta de algodón, carbonato de calcio, fosfato di cálcico, sal, premix y metionina)
- Desinfectante (Yodo 0.5%)
- Escoba
- Viruta y bolsas de papel para las camas
- Cercos nordex y cortinas
- 12 bebederos y comederos infantiles
- Pediluvio y cal
- Vacuna triple aviar (NewCastle, Bronquitis, Gumboro)
- Campana criadora
- Balanza digital para controlar los pesos de los pollos y alimento.

3.1.3. Animales experimentales

Se emplearon 120 pollos criollos mejorados sin sexar, los cuales fueron adquiridos de la empresa ISAMISA, se distribuyeron al azar para los 4 tratamientos con tres repeticiones.

3.1.4. Croquis de la distribución experimental

Figura 2.

Croquis de la distribución experimental



Nota: T1: tratamiento con 0% de harina de lombriz, T2: tratamiento con 4% de harina de lombriz, T3: tratamiento con 8% de harina de lombriz, T4: tratamiento con 12% de harina de lombriz.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Obtención de la harina de lombriz

a) Recepción de materia prima

Las lombrices se obtuvieron de la granja Aborganik'z, las cuales fueron alimentadas con compost de estiércol vacuno y residuos vegetales de mercado. Se empleó el método de captura vertical, que consistía en colocar jabas con restos vegetales sobre las camas de humus y las lombrices subían en busca de alimento.

Figura 3.

Recepción de materia prima



b) Lavado 1

Se realizó un primer lavado manualmente con abundante agua potable, con la finalidad de eliminar los residuos de humus, compost e impurezas.

Figura 4.

Primer lavado de lombrices



c) Beneficio

Las lombrices fueron sumergidas en baldes que contenían solución de salmuera al 5%, en un tiempo de 10 minutos.

Figura 5.

Beneficio de lombrices



d) Lavado 2

Se realizó el segundo lavado con agua potable, con el fin de eliminar los restos de la solución de salmuera y los líquidos gástricos expulsados por las lombrices

Figura 6. *Segundo lavado de lombrices*



e) Secado

Posterior al lavado, las lombrices fueron tendidas en costales y expuestas al sol durante un periodo de 48 horas. (Anexo A)

Figura 7.

Secado al sol de las lombrices



f) Molienda

La harina se obtuvo utilizando un molino manual y se almacenó en un costal para su posterior mezclado con los demás ingredientes. Las lombrices vivas tuvieron un 28,64% de rendimiento en harina.

Figura 8.

Molienda de la lombriz

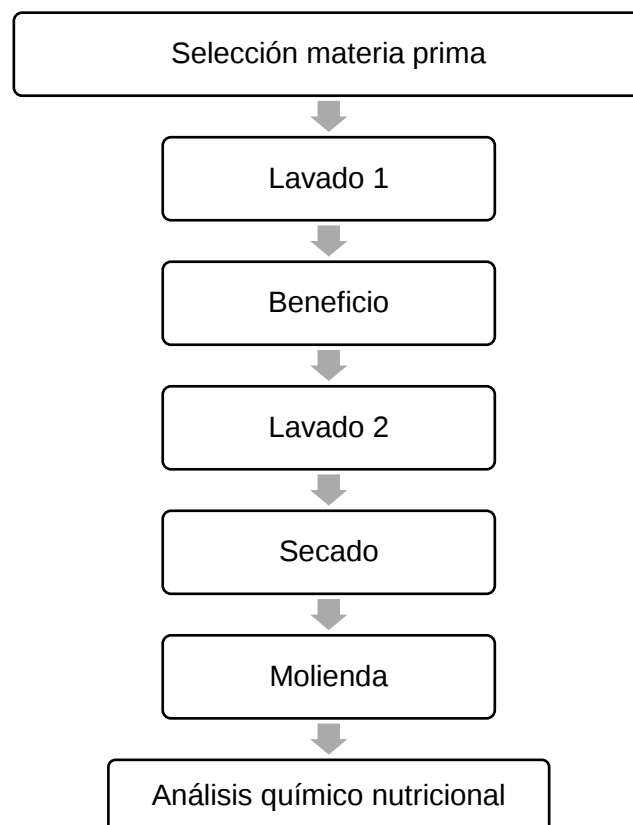


g) Análisis químico nutricional

Para realizar el análisis químico nutricional se tomó una muestra representativa de la harina de lombriz y se llevó al laboratorio de Nutrición animal ubicado en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH (Anexo B), los parámetros nutricionales se obtuvieron siguiendo las normas de la metodología del AOAC (2019).

Figura 9.

Diagrama de bloques del proceso de obtención de harina de lombriz



3.4.2. Las raciones

3.4.2.1. Formulación

Se formuló las raciones para los 4 tratamientos, para lo cual se empleó el software MIXIT– 2 plus para monogástricos (Anexo C) en las instalaciones del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería (PIPG), la fórmula fue de acuerdo a los aminoácidos requeridos y al mínimo costo. La harina de lombriz roja californiana se incluyó en las raciones en proporciones de 0%, 4%, 8% y 12%.

Tabla 5.

Formulación de las raciones para cada tratamiento

Ingredientes	Tratamientos			
	T1 (0%)	T2(4%)	T3(8%)	T4(12%)
Maíz	55,61	61,10	61,54	58,42
Torta de Soya	19,85	10,20	6,78	7,25
Sub Producto de trigo	15,05	15,02	15,14	14,76
Harina de pescado	5,02	5,01	3,63	3,07
Harina de lombriz	0,00	4,20	8,30	12,10
Pasta de algodón	3,01	3,01	3,03	2,96
Carbonato de calcio	0,65	0,65	0,66	0,53
Fosfato di cálcico	0,51	0,51	0,52	0,50
Sal	0,20	0,20	0,23	0,23
Premix	0,10	0,10	0,10	0,10
Metionina	0,00	0,00	0,07	0,08
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

3.4.2.2. Mezclado

La preparación de los alimentos balanceados se llevó a cabo mediante la mezcla manual los ingredientes. Inicialmente, se combinaron por separado los macronutrientes y micronutriente, asegurando una distribución uniforme. Posteriormente, ambas mezclas se integraron de manera homogénea, respetando las proporciones porcentuales establecidas para cada tratamiento.

Figura 10.

Mezclado de ingredientes



3.4.2.3. Encostalado y almacenado

Las raciones fueron encostaladas y almacenadas bajo condiciones óptimas para su conservación, hasta la llegada de los pollos criollos mejorados. Se tomaron muestras representativas de cada ración, las cuales fueron enviadas para su análisis químico nutricional.

Figura 11.

Almacenamiento



3.4.3. Manejo de los pollos criollos mejorados

3.4.3.1. Acondicionamiento del galpón

Para conservar un ambiente cálido y óptimo para los pollos criollos mejorados, se utilizó una sección del galpón de un área de 12.48 m², donde se construyeron las 12 jaulas que albergaron 10 pollos cada uno, posteriormente se colocó el cerco nordex alrededor de las jaulas y se cubrió el piso (previamente desinfectado con yodo al 5%) con viruta de madera en una profundidad de 10 cm.

Dos días antes de la recepción se armaron los equipos: Campana a gas, bebederos y comederos. El tratamiento y su repetición fue asignado aleatoriamente a cada jaula.

3.4.3.2. Recepción

Dos horas antes de la recepción de los pollos se encendió la campana, asegurando un ambiente cálido a una temperatura de 32°C.

A la llegada de los pollos se realizó una selección aleatoria (30 pollos por tratamiento) y se procedió a pesar cada pollo antes de distribuirlos a cada espacio.

3.4.3.3. Manejo de los pollos

La investigación se realizó en la fase I(Inicio) de los pollos, el cual estuvo comprendido por un tiempo de 25 días.

Durante todo el periodo de investigación se controló la temperatura con la campana y las cortinas para la ventilación.

Para que el rendimiento de los pollos no se vea afectados con factores ajenos a la alimentación, se realizó la vacunación a las dos semanas con Triple aviar para la prevención de enfermedades (Newcastle, Gumboro, Bronquitis H120).

Los pollos tuvieron alimentación a libre discreción, con la disponibilidad de los alimentos todo el tiempo. Además, se mantuvo los bebederos limpios, con el agua limpia y fresca, lavándose los bebederos a diario.

Se realizó el pesaje de los pollos y la comida, cada cinco días con la finalidad de evitar el estrés, y los datos fueron registrados en tablas de control.

3.4.4. Indicadores productivos evaluados

3.4.4.1. Emplume

Este indicador se determinó observando el cambio físico que tuvieron los pollos, diferenciando las plumas de los plumones, evaluando de manera visual 3 pollos al azar por repetición. El buen emplume se encuentra influenciado por el manejo de la temperatura y la calidad nutricional, en consecuencia, se controló la temperatura con la campana y las cortinas evitando el estrés térmico y poder evaluar el efecto de los tratamientos en el nivel del emplume.

3.4.4.2. Consumo de alimento (CA)

Los pollos tuvieron alimentación a libre discreción, por lo que se les suministró el alimento correspondiente llenando la tolva de cada comedero. Para determinar este indicador se tuvo que pesar el alimento suministrado y el alimento residual después de cada 5 días antes de suministrar más del alimento balanceado. Por diferencia de ambos pesajes se pudo obtener el consumo voluntario.

$$CA = \frac{\text{Peso alimento suministrado (g)} - \text{Peso alimento residual (g)}}{\text{Número de pollos}}$$

3.4.4.3. Ganancia de peso (GP)

Durante la investigación se tuvo un control del peso vivo de los pollos cada 5 días por las mañanas (6:00am), este control se realizó en una balanza digital con capacidad de

10kg. La ganancia de peso se obtuvo del resultado de la diferencia de pesos de los pollos cada cinco días y el peso inicial que tuvieron a la llegada.

$$GP = \text{Peso cada 5 días (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

3.4.4.4. Índice de conversión alimenticia (ICA)

La conversión alimenticia de los pollos se obtuvo de la relación que hay entre el alimento consumido acumulado en materia seca y el incremento acumulado de peso alcanzado.

$$ICA = \frac{(\text{Peso alimento suministrado (g)} - \text{Peso alimento residual (g)}) \cdot M.S}{\text{Incremento de peso (g)}}$$

3.4.4.5. Mortalidad

La mortalidad se obtuvo de la división entre el número de muertes y la población total.

$$\% \text{Mortalidad} = \frac{\# \text{pollos muertos}}{\# \text{pollos totales}} \times 100$$

3.4.4.6. Costos de las raciones formuladas y análisis económico de los alimentos experimentales

La retribución económica de los alimentos balanceados formulados en la investigación, fue evaluada al final del experimento. El cálculo se realizó teniendo en consideración los consumos de alimento en relación al costo por ración, estos costos se compararon de acuerdo al nivel de inclusión y el testigo.

$$\text{Retribución económica} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El presente trabajo de investigación estuvo conducido bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos, 3 repeticiones y 10 pollos como unidad experimental de cada uno, evaluándose en los parámetros productivos (Consumo de alimento, Ganancia de peso, Conversión alimenticia y Mortalidad).

El modelo estadístico lineal está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación del efecto del i-ésimo nivel de inclusión de harina de lombriz de la j-ésima repetición.

μ =Media global

τ_i = Efecto del i-ésimo nivel de inclusión de harina de lombriz en las dietas

ε_{ij} =Es el error experimental

El análisis de varianza y la prueba de comparación de promedios se realizaron bajo la prueba de Tukey

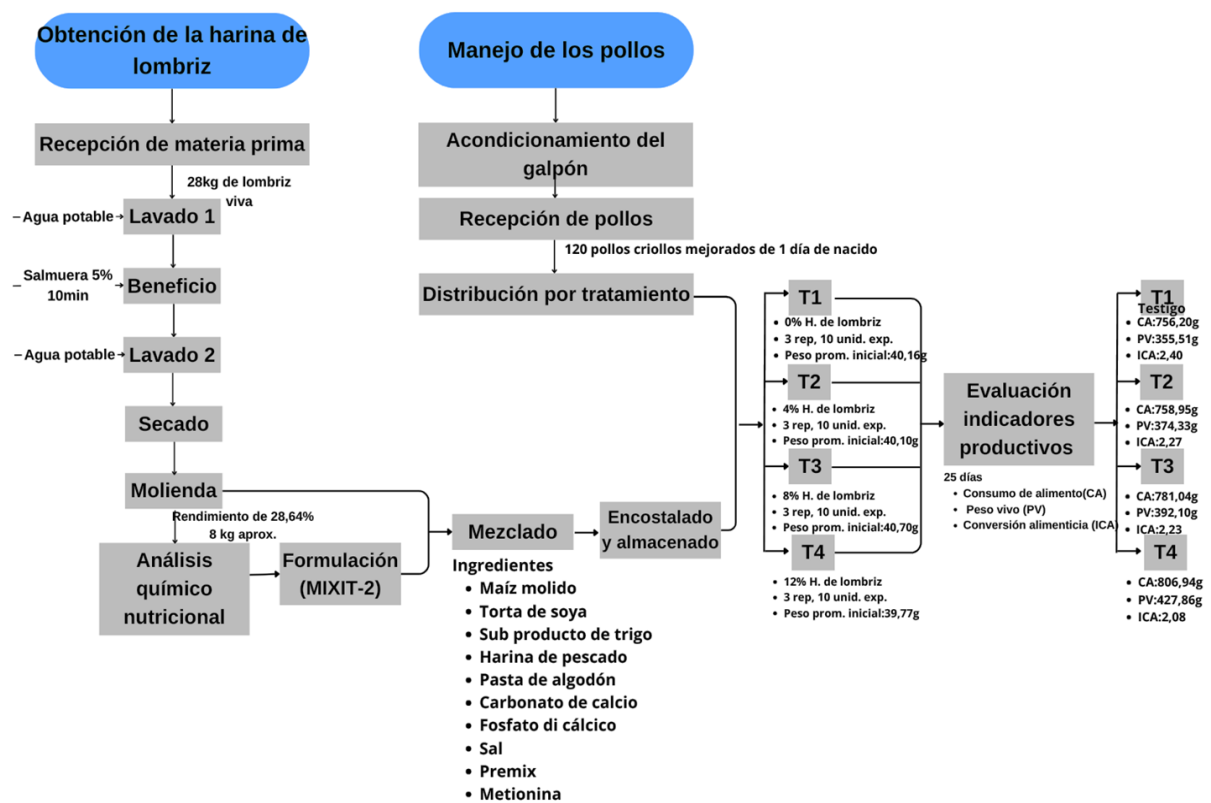
CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de la presente investigación se hizo bajo el diseño experimental presentado en la figura 12:

Figura 12.

Diagrama de flujo de la investigación



4.1. ANÁLISIS QUÍMICO NUTRICIONAL

Los resultados del análisis proximal realizado a la harina de lombriz se muestran en la tabla 6, asimismo, se exhiben la composición nutricional de los tratamientos con su inclusión en proporciones de 0%, 4%, 8% y 12%.

Tabla 6.

Composición nutricional porcentual de la harina de lombriz y los tratamientos (%)

Alimento	Materia Seca	Humedad	Proteína	Extracto Etéreo	Ceniza	Fibra	ELN
Harina de lombriz	95,07	4,93	57,46	5,33	16,11	0,55	15,61
T1 (0% Harina de lombriz)	88,87	11,13	19,84	2,43	4,17	4,55	57,89
T2 (4% Harina de lombriz)	89,33	10,67	19,18	3,67	3,67	4,61	58,21
T3(8% Harina de lombriz)	89,73	10,27	19,54	4,80	4,83	4,18	56,39
T4 (12% Harina de lombriz)	89,73	10,27	20,49	4,51	4,50	4,46	55,77

T1: Testigo (Alimento balanceado comercial)

Del análisis químico nutricional de la harina de lombriz se observó que posee 57,46% de proteína, corroborando la hipótesis planteada que la harina de lombriz posee alto contenido de proteína y contribuyó en satisfacer los requerimientos nutricionales de los pollos, en comparación con otras fuentes proteicas comerciales como la torta de soya y la harina de pescado; la harina de lombriz no solo proporciona una concentración elevada de proteínas, pues también ofrece un contenido de aminoácidos más balanceado y biodisponible tal como lo señaló Vielma - Rondón et al. (2003), concluyendo que la harina de lombriz podría constituir una solución a las deficiencias nutricionales en los alimentos balanceados. Dicha disponibilidad es crucial para el crecimiento y desarrollo de los pollos, especialmente en las fases de iniciación y crecimiento, donde los requerimientos de aminoácidos son más altos. Según AVIAGEN (2018), es importante considerar los niveles de aminoácidos disponibles para los pollos, razón por la cual se recomienda formular alimentos según los aminoácidos digestibles.

Suárez et al. (2016) reportaron un valor similar de contenido proteico (57%) en la harina de lombriz secado al sol; asimismo, García et al. (2009) obtuvieron un 57,29% de proteína en la harina producida a partir de lombrices alimentadas con estiércol vacuno. Dichas aproximaciones podrían deberse a que, en la presente investigación, se utilizaron lombrices adquiridas de la granja Aborganik'z, las cuales también fueron alimentadas con estiércol vacuno, además, la obtención de la harina se llevó a cabo

bajo condiciones similares a las consideradas por los autores mencionados. Por otro lado, Curi (2006) determinó, mediante un análisis proximal, que la harina de lombriz que obtuvo tenía 68,20% de proteína, un valor significativamente más alto en comparación con los obtenidos en la presente investigación. Esta variación puede estar influenciada por el tipo de alimentación que recibieron las lombrices (Sales, 1996).

El contenido de extracto etéreo obtenido en el presente estudio fue de 5,33%, un valor similar al 5,99% de grasa reportado por Suárez et al. (2016) en lombrices secadas al sol. Por otra parte, Sales (1996) encontró diferencias significativas en el contenido de grasa de lombrices alimentadas con diversas fuentes, reportando hasta un máximo de 16,9% de extracto etéreo en la harina de lombrices alimentadas con mezclas de estiércol vacuno con otras fuentes.

Se obtuvo un porcentaje de ceniza del 16,11%, dicho resultado podría atribuirse a la alimentación de las lombrices, basada en desechos orgánicos vegetales, favoreciendo la asimilación de minerales, tal como lo indican Vielma - Rondón et al. (2003).

El análisis reveló un contenido de fibra del 0,55%, un valor próximo al reportado por Sales (1996) en lombrices alimentadas con mezclas a base de estiércol vacuno (0,73%). Curi (2006) señala que la variación en el contenido de fibra, podría deberse a la eficacia en el proceso de sacrificio y lavado durante la obtención de harina de lombriz.

La humedad de la harina de lombriz alcanzó un valor de 4,93%, el contenido de materia seca de 95,07% y ELN de 15,61%, resultados similares a los obtenidos por los autores mencionados anteriormente.

El análisis de la composición nutricional de los alimentos balanceados preparados para cada tratamiento constató la formulación realizada con el programa MIXIT-2, demostrando una mezcla adecuada de ingredientes. Como se puede observar en la tabla 5, la incorporación de la harina de lombriz en las raciones aumentó progresivamente el contenido nutricional, permitiendo dietas que satisficieron los requerimientos nutricionales de los pollos criollos mejorados en fase inicial planteados por la empresa ISAMISA (2020) con contenido de proteína de 18,59%, grasa 3,70% y fibra, 2,93%.

Aunque los análisis nutricionales de las raciones mostraron resultados similares a los requerimientos nutricionales necesarios de los pollos criollos mejorados, estas raciones presentaron variaciones que afectaron el rendimiento productivo, posiblemente debido a los niveles de inclusión de harina de lombriz.

4.2. INDICADORES PRODUCTIVOS EVALUADOS

4.2.1. Consumo de alimento

En la tabla 7 y la figura 12 se presentan los resultados promedio del consumo de alimento acumulado de alimento en materia seca, controlado cada 5 días. Los resultados detallados para cada repetición se encuentran en el anexo F. La descripción en materia seca se determinó mediante el análisis químico nutricional de cada alimento balanceado reportado en la tabla 6. En el anexo G se observa un incremento progresivo en todos los tratamientos a medida que fue pasando el tiempo, indicando que, a mayor desarrollo de los pollos, mayor es el consumo de alimento, cuya curva se ajusta al modelo polinomial cuadrático.

Tabla 7.

Consumo voluntario de alimento acumulado en materia seca cada 5 días (g)

Tratamiento	Días				
	5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	57,96	155,26	305,76	510,25	756,20
T2 (4% Harina de lombriz)	57,26	156,81	316,09	515,96	758,95
T3(8% Harina de lombriz)	50,61	143,63	308,17	529,97	781,04
T4 (12% Harina de lombriz)	53,51	154,16	315,32	552,46	806,94

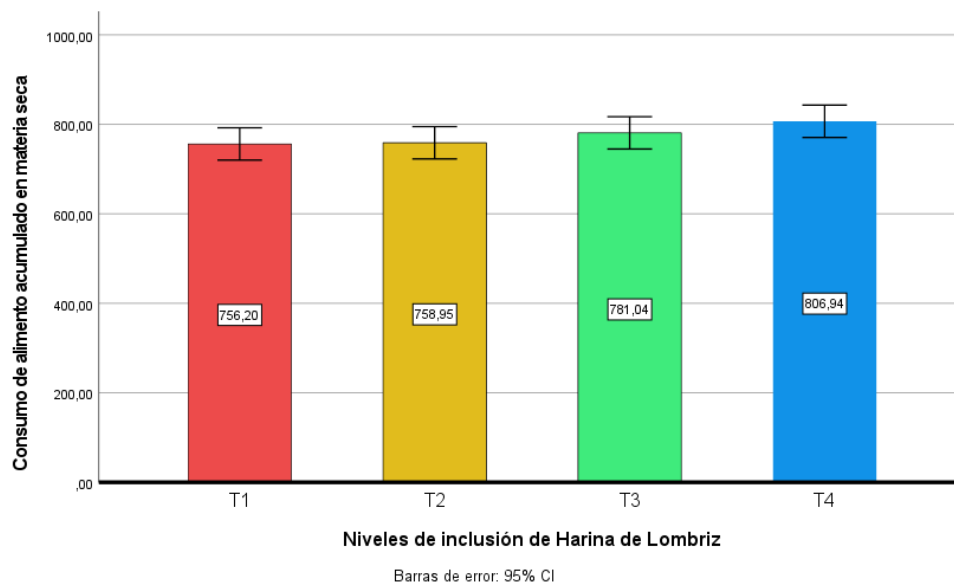
T1: Testigo (Alimento balanceado comercial)

Al finalizar los 25 días correspondientes a la fase I (inicio) de los pollos criollos mejorados, se puede examinar en la tabla 7, hubo mayor consumo de alimento acumulado en materia seca en los tratamientos con inclusión de harina de lombriz obteniéndose pesos de 758,95g, 781,04g y 806,94g respectivamente, en comparación del tratamiento sin inclusión que alcanzaron un consumo de alimento acumulado de 756,20g. Los resultados se encuentran dentro de los valores sugeridos por los productores de esta línea como es la empresa ISAMISA (2020) que los pollos criollos mejorados alcanzan un consumo promedio entre 700 y 900g en la fase I. Estos resultados sugieren una mejor aceptación a mayor nivel de inclusión de harina de lombriz, posiblemente debido a la palatabilidad, lo que reafirma lo planteado por Curi (2006) que señaló que la harina de lombriz fomenta el consumo voluntario de las raciones.

Al contrario Bahadori et al. (2017) encontraron que niveles crecientes de harina de lombriz en las dietas de pollos de engorde reducían el consumo de alimento, indicando que este decrecimiento se debió a la baja palatabilidad del alimento que formuló, concluyendo que la falta de algún ingrediente principal o la compatibilidad con las dietas con inclusión de harina de lombriz podría conllevar la disminución del consumo de alimento. Asimismo Perez & Soto (2013) determinaron que una fuente proteica como la harina de lombriz no se puede aprovechar al combinar con la cebada cruda, debido a su contenido de beta glucanos de este último, que complica la asimilación de nutrientes, generando disminución en el consumo de alimento por los pollos Broiler.

Figura 13.

Consumo voluntario de alimento acumulado en materia seca (g)



Por otro lado, Nalunga et al. (2021) en su evaluación de niveles crecientes de sustitución de harina de pescado por harina de lombriz, en la alimentación de pollos de engorde, no tuvieron diferencias significativas en el consumo de alimento, sin embargo estas aves tuvieron una ligera preferencia por el alimento control en comparación con el tratamiento con sustitución del 7%, señalando que pudo deberse a la presencia de líquido celómico en mayor cantidad por la especie utilizada (*Eudrilus eugeniae*), el cual parece no apetecible en combinación con la harina de pescado, para los pollos de engorde.

Estos resultados pudieron haberse obtenido posiblemente a causa de que no se realizó una purga de las lombrices en el proceso de sacrificio con una solución de salmuera, al contrario, en esta investigación se usó la solución de salmuera al 5% por 10 minutos,

provocando shock osmótico, eliminando el líquido celómico del cuerpo de las lombrices consecutivamente de un lavado con abundante agua.

El consumo de alimento es un indicador clave del estado de salud y bienestar de los pollos, así como de su crecimiento y eficiencia productiva. El aumento en el consumo voluntario de alimento con la inclusión de harina de lombriz sugiere que esta podría mejorar la palatabilidad de la dieta, lo que es fundamental para maximizar la ingesta de nutrientes esenciales.

Tabla 8.

Análisis de varianza del consumo voluntario de alimento en materia seca

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Tratamiento	4921,336	3	1665,185	2,264	0,158
Error	5989,963	8	735,590		
Total	10911,298	11			

CV=3,53%

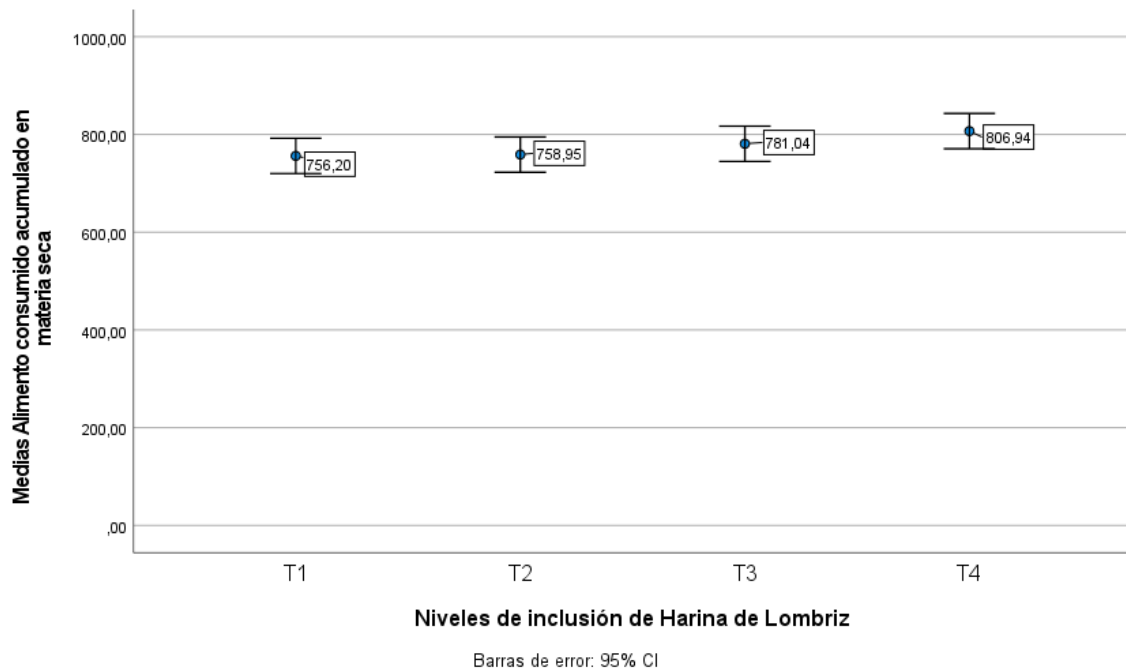
Se obtuvo un coeficiente de variación de 3,53%, lo que indica que los datos son relativamente homogéneos, por consiguiente, la media es considerada representativa.

Según se muestra la tabla 8, el análisis de varianza al que fueron sometidos los resultados de consumo voluntario de alimento acumulado a nivel de confianza de 95%, se observa un valor p mayor a 0,05, determinándose que estadísticamente no existe una diferencia significativa entre los tratamientos para el alimento consumido por los pollos criollos mejorados, es decir no hubo alguna mayor preferencia por una de las raciones en específico. Por lo que no se rechaza la hipótesis nula de que la inclusión de niveles de harina de lombriz no mejorará el parámetro productivo de consumo de alimento, debido a que no hubo diferencia estadística en comparación del alimento control.

Díaz et al. (2009) no encontraron diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento de codornices de engorde, no obstante, señalaron que estas aves tuvieron mayor consumo del tratamiento con inclusión de harina de lombriz en comparación con el tratamiento control.

Figura 14.

Gráfico de barras de error para el consumo voluntario de alimento acumulado(g)



4.2.2. Peso vivo e incremento de peso

El resultado promedio del peso vivo acumulado de los pollos criollos mejorados para los cuatro tratamientos se resume en la tabla 10 y se detallan en el anexo H, los cuales fueron obtenidos cada 5 días.

Tabla 9.

Peso vivo acumulado cada 5 días (g)

Tratamiento	Días					
	0	5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	40,16	78,40	126,03	182,31	253,84	355,51
T2 (4% Harina de lombriz)	40,10	73,80	123,49	185,36	254,93	374,33
T3 (8% Harina de lombriz)	40,70	71,27	125,89	191,52	278,79	392,10
T4 (12% Harina de lombriz)	39,77	77,37	134,62	204,40	309,59	427,86

T1: Testigo (Alimento balanceado comercial)

Como se puede observar en la tabla 10, los pollos comenzaron con pesos promedio homogéneos de 40,16g, 40,10g, 40,70g y 39,77g para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente. A partir del día 10 se evidenció la influencia de la inclusión de la harina de lombriz en la alimentación de los pollos, culminando la fase 1 el día 25 resaltando el

tratamiento T4 que logró resultados sobresalientes en peso (427,86g), seguidamente por los tratamientos T3, T2 y T1 que alcanzaron pesos promedio de 392,10g, 374,33g y 355,51g respectivamente, cuyos valores se encuentran dentro del rango sugerido (200g-500g) por la empresa productora avícola de pollos criollos mejorados ISAMISA (2020), a partir de esta observación se podría decir que a mayor nivel de inclusión de harina de lombriz existe mayor rendimiento en peso vivo de los pollos criollos mejorados, constatando la hipótesis planteada en el proyecto de que la incorporación de harina de lombriz mejoraría el rendimiento en peso de los pollos.

Tabla 10.

Análisis de varianza del peso vivo acumulado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Tratamiento	8541,098	3	2847,033	9,138	0,006
Error	2492,420	8	311,553		
Total	11033,518	11			

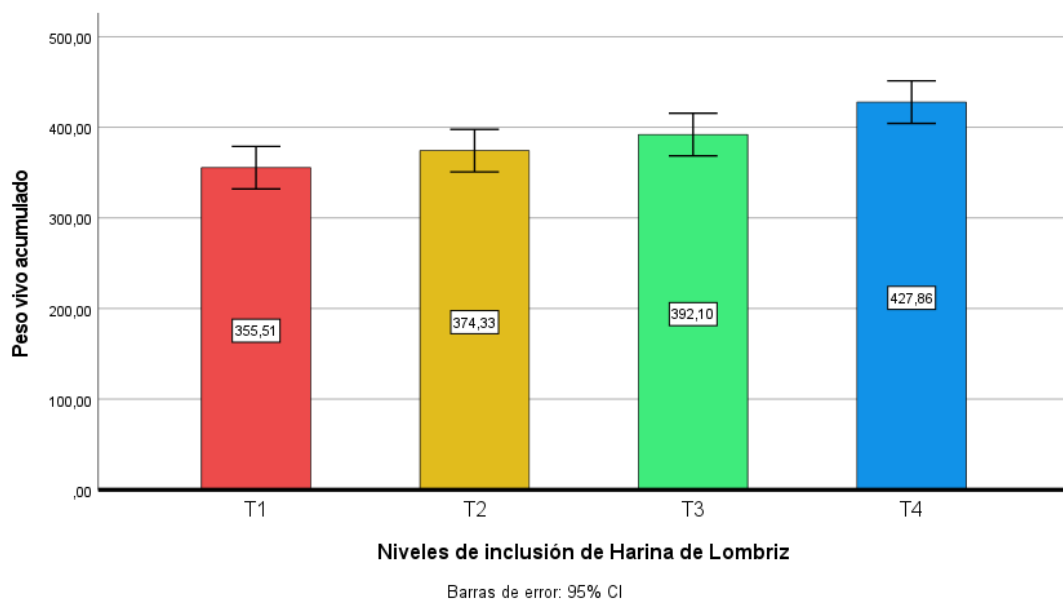
CV=5,09%

En el análisis de varianza con un nivel de confianza del 95%, reportado en la tabla 11 se observa un valor de p menor al 0,05, indicando que estadísticamente existe diferencia significativa en el peso vivo entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 5,09%, lo cual representa que la media de los valores obtenidos de peso acumulado es representativa. Razón por la cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que los niveles de inclusión de harina de lombriz mejoraron el parámetro productivo de peso vivo. En la figura 14 se puede apreciar que efectivamente el tratamiento T4 con inclusión del 12% de la harina de lombriz logró un rendimiento productivo superior en peso vivo llegando a superar el peso comercial (410g en promedio). Se podría decir que la harina de lombriz contiene aminoácidos biodisponibles y asimilables por animales monogástricos, cumpliendo así con los requerimientos nutricionales de los pollos criollos mejorados, tal como afirma Curi (2006), la mejor digestibilidad de los alimentos balanceados podría deberse al efecto del calor aplicado a la carne de lombriz en el secado para la obtención de harina. Asimismo, Sosa (2013) encontró en su evaluación de nutrientes digestibles de los alimentos balanceados con inclusión de harina de lombriz en 10% y 20% que, a mayor inclusión proteica, incrementa el nivel de digestión y absorción de los nutrientes.

De los resultados obtenidos en la presente investigación, se podría inferir que el peso vivo alcanzado por las aves experimentales se encuentra relacionado con el consumo de alimento, ya que se puede observar que se obtuvo mayores pesos con los tratamientos que lograron mayor aceptación y consumo del alimento. En la figura 15 se puede observar que hay un crecimiento progresivo de los pesos vivos con los niveles de inclusión, similar al consumo de alimento representado en la figura 14. Entonces se podría indicar que el peso vivo de los pollos criollos mejorados tiene una relación proporcional al consumo de alimento.

Figura 15.

Peso vivo acumulado (g)



Por otra parte, Bahadori et al. (2017) indicaron que no encontraron diferencias significativas entre los pollos de engorde alimentados con niveles crecientes de harina de lombriz y vermi-humus, del mismo modo Nalunga et al. (2021) reportaron que no había diferencia significativa en sus resultados del peso vivo de los pollos de engorde hasta la cuarta semana, sin embargo, hubo un mayor aumento de peso en el tratamiento con inclusión de 3% de harina de lombriz y el peso más bajo fue con la dieta con 7% de harina de lombriz. Señalaron que esta diferencia podría deberse al mayor contenido de proteína disponible en las raciones con 3% de harina de lombriz, y la compatibilidad entre la harina de pescado y la harina de lombriz alcanza a una proporción máxima de 7 a 3 respectivamente.

Tabla 11.*Incremento de peso acumulado cada 5 días (g)*

Tratamiento	Días				
	5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	38,24	85,86	142,15	213,68	315,35
T2 (4% Harina de lombriz)	33,70	83,39	145,26	214,83	334,23
T3 (8% Harina de lombriz)	30,57	85,19	150,82	238,09	351,40
T4 (12% Harina de lombriz)	37,60	94,85	164,63	269,82	388,09

T1: Testigo (Alimento balanceado comercial)

Según la tabla 12 y detallado en el anexo I se observa que hubo diferencias en el incremento de peso durante los 25 días de alimentación de los pollos criollos mejorados con los tratamientos. Al final de la investigación, el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el T4 con inclusión de 12% de harina de lombriz, alcanzando un incremento de peso acumulado de 388,09g seguido de los tratamientos T3, T2 y T1 con 351,40g, 334,23g y 315,35g respectivamente.

En el anexo J se exhibe la tendencia de la curva de la ganancia de peso cada 5 días acumulado, que se ajusta al modelo polinomial cuadrático.

Tabla 12.*Análisis de varianza para el incremento de peso acumulado*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Tratamiento	8618,027	3	2872,676	9,675	0,005
Error	2375,427	8	296,928		
Total	10993,455	11			

CV=4,96%

En el análisis de varianza con un nivel de confianza del 95%, mostrado en la tabla 13 se observa que hubo una diferencia significativa entre los tratamientos, con un valor p menor al 0,05 es decir que al menos dos de los tratamientos presentaron diferencias considerables en el parámetro de incremento de peso. Además, se obtuvo un coeficiente de variación menor al 30%, lo que indica que la media del parámetro de incremento de peso acumulado es representativa, es decir que los resultados obtenidos contienen datos que son homogéneos. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que los niveles de inclusión de harina de lombriz mejorarán el parámetro productivo de incremento de peso.

Tabla 13.

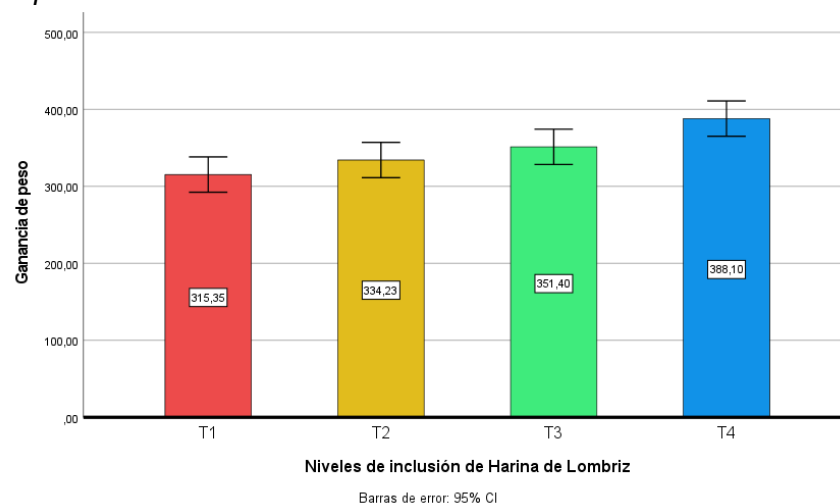
Prueba comparativa de Tukey - Incremento de peso acumulado

Niveles de inclusión de Harina de Lombriz	N	Subconjunto para alfa=0,05	
		1	2
T1	3	315,3533	
T2	3	334,2267	
T3	3	351,4000	351,4000
T4	3		388,0967

La tabla 14 muestra el resultado de la prueba comparativa de promedios de Tukey, indicando que estadísticamente existe diferencias significativas entre los tratamientos T4 con T1 y T2, pero no significativa con el tratamiento T3. En las figuras 16 se puede observar gráficamente que el tratamiento T4 resulta superior al tratamiento control sin inclusión de harina de lombriz, destacando el rendimiento productivo eficiente del alimento balanceado formulado con el ingrediente en estudio.

Figura 16.

Incremento de peso acumulado



El resultado del análisis de varianza de la presente investigación, es similar al obtenido por Díaz et al. (2009), quienes encontraron que el incremento de peso de las codornices alimentadas con alimento balanceado comercial y otro con inclusión de 4% de harina de lombriz, presentó diferencias significativas, siendo el preponderante la dieta con inclusión de harina de lombriz

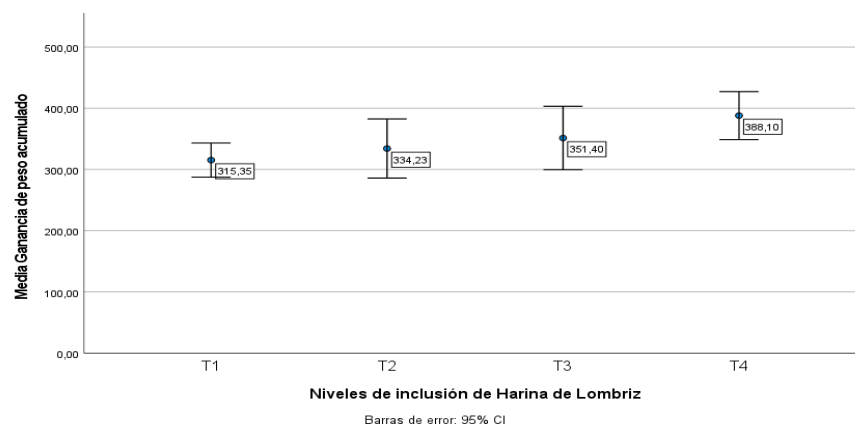
Inversamente a los resultados de la investigación, Muñoz (2015) encontró diferencia significativa entre sus tratamientos, indicando que el mayor incremento de peso de los

pollos de engorde a la cuarta semana fueron con el tratamiento control, seguido de la dieta con inclusión de harina de lombriz y por último con la inclusión de carne de lombriz. Según Nalunga et al. (2021), habitualmente las aves de corral rechazan las lombrices porque tienen la tendencia a escapar del alimento, a su vez de que se pudren poco después de morir, causando poca aceptabilidad para los pollos de engorde. Este inconveniente fue evitado en este estudio al purgar a las lombrices con salmuera, eliminando el líquido celómico y obteniendo una harina que tuvo buena palatabilidad por los pollos criollos mejorados, mejorando el rendimiento en el incremento de peso.

De igual forma Perez & Soto (2013) obtuvieron diferencias significativas entre sus tratamientos con respecto a la ganancia de peso de pollos broiler, utilizaron mezclas de harina de lombriz con cebada cruda y tostada en distintas proporciones, resultando el tratamiento control superior en el incremento de peso diario, las dietas experimentales tuvieron un mejor resultado en combinación la harina de lombriz y la cebada tostada, en comparación de la cebada cruda, pudiendo deberse a que la cebada cruda tiene gran contenido de fibra entre beta glucanos y pentosanas, las causantes de generar viscosidad en los intestinos del pollos, generando problemas de absorción de los demás nutrientes como el aporte proteico de la harina de lombriz.

Figura 17.

Gráfico de barras de error del incremento de peso acumulado (g)



Comparando el resultado de esta investigación con estudios de fuentes proteicas de origen vegetal, se puede mencionar a Cuya (2017), que evaluó el germen de quinua en la alimentación de pollos criollos mejorados, obteniendo un mejor resultado en ganancia de peso con el tratamiento control, con un promedio de pesos de 217,57g, seguido del tratamiento con 40% de sustitución de maíz por germen de quinua, con promedio de pesos de 101, 03g. Estos resultados fueron menores a los que se obtuvieron en la

evaluación de la harina de lombriz. De lo que se puede resaltar la fundamental diferencia que existe entre las proteínas de origen vegetal y animal, que radica en la calidad nutricional. Las fuentes de origen animal contienen la mayoría aminoácidos esenciales de alto valor biológico que pueden ser aprovechados por las aves, mientras la vegetal presenta algunas carencias que necesitan ser suplidas con otros alimentos. Por lo tanto, la implementación de harina de lombriz en la alimentación de pollos puede no solo promover un crecimiento más rápido y eficiente, sino también reducir los costos de producción a largo plazo debido a la mejor conversión alimenticia. Sin embargo, es esencial realizar más estudios para determinar las proporciones óptimas y evaluar posibles efectos a largo plazo en la salud y bienestar de las aves.

4.2.3. Índice de conversión Alimenticia

Los valores obtenidos de la conversión alimenticia cada 5 días para cada tratamiento se reportan en la tabla 15 y de manera detallada en el anexo K.

Tabla 14.

Conversión alimenticia acumulada cada 5 días

Tratamiento	Días				
	5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	1,52	1,81	2,15	2,39	2,40
T2 (4% Harina de lombriz)	1,71	1,88	2,15	2,40	2,27
T3 (8% Harina de lombriz)	1,66	1,69	2,04	2,23	2,23
T4 (12% Harina de lombriz)	1,42	1,63	1,92	2,05	2,08

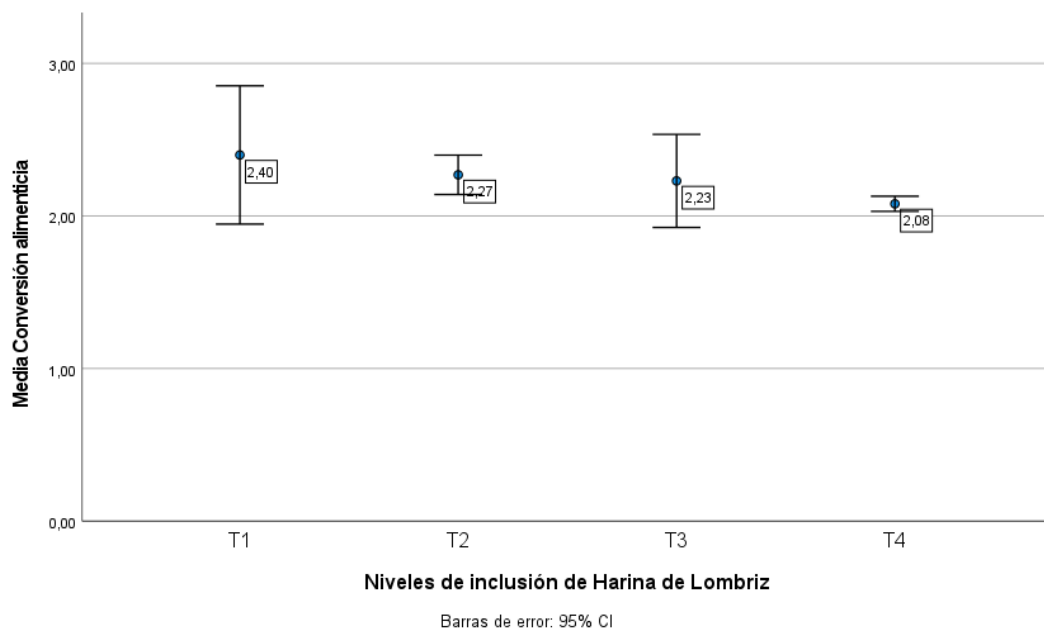
T1: Testigo (Alimento balanceado comercial)

Como se muestra en la tabla 15, los primeros días tuvieron una mejor conversión alimenticia que al final de la investigación, lo cual se debe a la rapidez del crecimiento en estas aves.

La conversión alimenticia es un parámetro importante en la avicultura, debido a que afecta directamente los costos de producción y la rentabilidad. Una mejor conversión alimenticia significa que se requiere menos alimento para producir una cantidad determinada de carne, lo que puede traducirse en una reducción de costos y un aumento de la eficiencia productiva.

Figura 18.

Gráfico de barras de error del índice de conversión alimenticia acumulada



En la figura 18 se observa que hubo diferencias numéricas en este parámetro productivo, siendo el tratamiento con 12% de inclusión de harina de lombriz el mejor resultado, con un valor de 2,08, lo cual se interpreta que para obtener 1kg en incremento de peso, se necesitó 2,08kg de alimento. El tratamiento T0 logró un índice de conversión alimenticia mayor en comparación a los otros tratamientos, aceptándose la hipótesis planteada del efecto positivo de la incorporación de harina de lombriz en las raciones para pollos.

Tabla 15.

Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Tratamiento	0,156	3	0,052	4,047	0,05
Error	0,103	8	0,013		
Total	0,259	11			

CV=5,08%

En el análisis de varianza (tabla 16) se puede observar un valor de p de 0,05, indicando que hubo una diferencia estadística ligeramente significativa del índice de conversión alimenticia con los distintos tratamientos, siendo el tratamiento T4 con mejor resultado.

A partir de ello se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna de que la inclusión de harina de lombriz mejorará el rendimiento productivo del índice de conversión alimenticia.

La prueba de promedios Tukey mostrada en la tabla 17 nos indica que hubo diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T4, mientras que los tratamientos T2 y T3 no presentaron diferencias significativas. Corroborando que el tratamiento con inclusión del 12% de harina de lombriz tuvo mejor conversión alimenticia, de lo cual se podría decir que a mayor inclusión de harina de lombriz existirá mejor índice de conversión alimenticia en los pollos criollos mejorados.

Tabla 16.

Prueba comparativa de Tukey - Conversión alimenticia

Niveles de inclusión de Harina de Lombriz	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T4	3	2,08	
T3	3	2,23	2,23
T2	3	2,27	2,27
T1	3		2,40

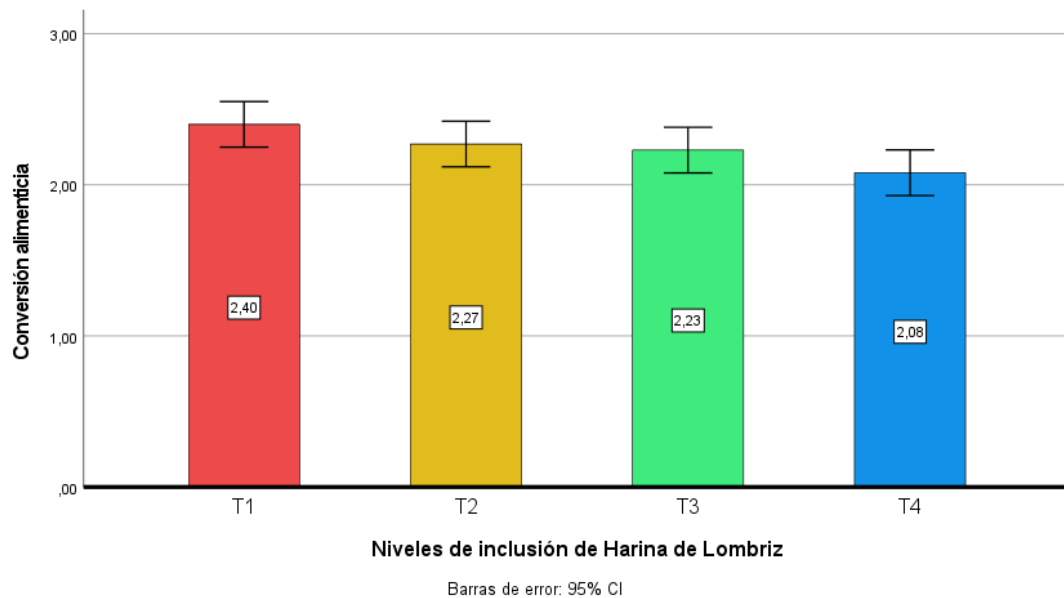
La mejora en la conversión alimenticia observada con la inclusión de harina de lombriz sugiere que esta fuente de proteína es altamente digestible y biodisponible para los pollos. Esto implica que los nutrientes presentes en la harina de lombriz son más eficientemente utilizados por estos animales, resultando en un mejor crecimiento y desarrollo con menos alimento.

Los resultados concordaron con los obtenidos por Bahadori et al. (2017) que obtuvo mejores resultados de conversión alimenticia con mayor nivel de inclusión de harina de lombriz en pollos broiler a los 28 días, sin embargo, tuvo un valor de 1,54, el cual es superior a la conversión obtenida en la investigación.

Por el contrario, en el estudio de Muñoz (2015), determinó una mejor conversión con el tratamiento control en comparación de los alimentos balanceados elaborados con carne y harina de lombriz, justificando este resultado en los tipos de ingredientes utilizados en la formulación de las raciones. Además, indicó que mientras pasa el tiempo, los pollos requieren más cantidad de alimento para conseguir los incrementos de peso, es decir el índice de conversión aumenta, debiéndose a que los microorganismos digestivos disminuyen con la edad, afectando este parámetro productivo.

Figura 19.

Conversión alimenticia



El índice de conversión alimenticia es un parámetro que teóricamente está definido como la relación entre el consumo de alimento y el incremento de peso, en base a ello y los resultados obtenidos, se puede decir que la conversión alimenticia es un parámetro importante para evaluar el rendimiento de los alimentos balanceados reflejados en las ganancias de peso de los pollos criollos mejorados. En el caso de esta línea de aves en este estudio se observó que existe mejor conversión con los tratamientos con inclusión de harina de lombriz, de la misma manera que el incremento de peso. Es posible que el ingrediente estudiado cumpla con los requerimientos nutricionales de los pollos logrando mejor conversión alimenticia.

4.2.4. Mortalidad

El producto en estudio no tuvo ningún efecto secundario luego del consumo de alimento, más por el contrario se observó que los nutrientes que aportaron son altamente asimilables y como consecuencia mejoraron su rendimiento, por lo que se acepta la hipótesis planteada con una baja o nula tasa de mortalidad.

Durante la investigación no se presentó tasa de mortalidad en los pollos criollos mejorados, debido a que las condiciones en las que fueron criadas estas aves fueron favorables para su desarrollo, siendo la alimentación el único factor en evaluación, sin embargo, los alimentos formulados no causaron el deceso de ninguna ave.

Argueta (2013) reportó una tasa de mortalidad de hasta 5,5% en su investigación, sin embargo, cabe resaltar que estas muertes se debieron a un síndrome ascítico, mas no el efecto de la harina de lombriz.

Por lo tanto, se infiere que la harina de lombriz al no presentar ningún efecto negativo en las aves, representaría un ingrediente valioso en nuestra región que carecemos de productos proteicos para uso en alimentación animal.

4.2.5. Emplume

El emplume de los pollos criollos mejorados comenzó a partir del tercer día de su llegada. La pérdida de plumones y la aparición de las primeras plumas se observaron en las alas y cola, diferenciando hembras de machos, siendo las hembras con el emplume más rápido. A los diez días comenzaron a salir las plumas de los muslos, a los 18 días se empezaron a notar las plumas del dorso, a los 20 días aparecieron las plumas del cuello y abdomen y a los 23 días las plumas de la cabeza fueron más notorias (Anexo E-5). Independientemente de los tratamientos, el emplume fue homogéneo con todos los tratamientos experimentales. Lo que indica que las dietas formuladas cumplieron con los requerimientos de aminoácidos de los pollos, en particular la metionina, la cual es responsable de un buen emplume. Entonces se podría decir que la harina de lombriz contiene aminoácidos esenciales disponibles que pueden ser aprovechados en la nutrición de los pollos criollos mejorados. Así que se acepta la hipótesis planteada de que el emplume de los pollos tendrá óptimos resultados, sin ser afectados negativamente por la inclusión de harina de lombriz.

Figura 20.

Pollo de 1 día de nacido



Figura 21.

Pollo al día 25 con el tratamiento T1(0%)



Figura 22.

Pollo al día 25 con el tratamiento T2(4%)



Figura 23.

Pollo al día 25 con el tratamiento T3(8%)



Figura 24.

Pollos al día 25 con el tratamiento T4(12%)



4.2.6. Costos de las raciones formuladas y análisis económico de los tratamientos experimentales

En el anexo L se detallan los costos de los ingredientes utilizados para la preparación de las raciones de alimentación para cada tratamiento. La evaluación de los costos se realizó en función del alimento consumido por cada ave hasta el final de la investigación y el peso vivo acumulado alcanzado.

En la tabla 17 se muestra los costos de alimentación por cada tratamiento, siendo el tratamiento T4 con inclusión de 12% de harina de lombriz que alcanzó un costo mayor de 1,59 soles, a causa del mayor consumo de alimento. Los costos son proporcionales a los niveles de inclusión de la harina de lombriz, es decir, a mayor cantidad de harina de lombriz aumentó el costo de alimentación. Sin embargo, se obtuvo que el costo del tratamiento T2 es mínimo a comparación del alimento testigo, aceptando la hipótesis planteada, de que algunos de los tratamientos con inclusión de harina de lombriz serían mínimos en comparación al tratamiento control.

Tabla 17.*Análisis de costos de los tratamientos experimentales*

Tratamiento	Egreso Costo de alimento		Peso vivo	Ingreso Costo de los pollos	
	Cantidad (kg)	Costo (s/)		Costo de pollo/kg (s/)	Costo por pollo (s/)
T1 (0%)	0,756	1,50	0,356	15	5,33
T2 (4%)	0,759	1,45	0,374	15	5,61
T3 (8%)	0,781	1,50	0,392	15	5,88
T4 (12%)	0,807	1,59	0,428	15	6,42

T1: Testigo (Alimento balanceado comercial)

Además, se observa en la tabla 18 que el tratamiento con mayor inclusión de harina de lombriz expuso mayor retribución económica (25.97%) en comparación del tratamiento control, además de que se puede observar que los otros tratamientos también mostraron una retribución mayor a este último. Por el contrario Argueta (2013) obtuvo retribuciones negativas en sus tratamientos con inclusión de harina de lombriz, debiéndose a la baja conversión que obtuvieron sus animales experimentales.

La buena retribución económica que se logró, es a causa de la mayor ganancia de peso acumulado que alcanzaron los pollos al final de la investigación.

Tabla 18.*Retribución económica*

Tratamiento	Retribución	
T1 (0% Harina de lombriz)	3,83	100%
T2 (4% Harina de lombriz)	4,16	108,67%
T3 (8% Harina de lombriz)	4,38	114,32%
T4 (12% Harina de lombriz)	4,83	125,97%

CONCLUSIONES

1. Los niveles de sustitución de la harina de lombriz en las raciones para pollos criollos mejorados en fase I tuvieron efectos positivos sobre el rendimiento productivo, destacando el tratamiento con mayor inclusión (12%) con mejores resultados.
2. Se determinó que la harina de lombriz posee un alto contenido proteico, alcanzando un valor de 57,46%, y además contiene nutrientes como 5,33% de extracto etéreo, 0,55% de fibra, 15,61% de ELN y 4,93% de humedad.
3. El tratamiento T4(12%) mostró el mejor rendimiento en los indicadores productivos de los pollos criollos mejorados en fase de inicio, con un consumo de alimento de 806,94g, un peso vivo 427,86 y un índice de conversión alimenticia de 2,08. Ninguno de los tratamientos presentó mortalidad.
4. Todos los tratamientos demostraron un nivel homogéneo de emplume, dicho resultado sugiere que las dietas formuladas con distintos niveles de sustitución de harina de lombriz cumplieron con los requerimientos nutricionales de los pollos criollos mejorados en la fase I.
5. El tratamiento con inclusión de 4% de harina de lombriz presentó el menor costo; sin embargo, el tratamiento T4 ofreció una mayor retribución económica, indicando que la rentabilidad incrementa con niveles más altos de sustitución de harina de lombriz. La harina de lombriz se presenta como una alternativa viable que puede contribuir a la sostenibilidad y eficiencia económica de la producción avícola.

RECOMENDACIONES

1. Se necesita evaluar el efecto de la harina de lombriz en otras fases de los pollos criollos mejorados.
2. Evaluar las características organolépticas en la carne de pollo obtenida por la alimentación con harina de lombriz comparado con el alimento balanceado comercial.
3. Se requiere realizar un aminograma de la harina de lombriz obtenida y determinar el perfil de aminoácidos disponibles para formular dietas más específicas.
4. Realizar formulaciones con sustitución total de los insumos proteicos convencionales con harina de lombriz y evaluar el rendimiento productivo en los pollos criollos mejorados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROSIS. (1999). *Manual de uso y operación aves AEZO FD 3.0 para windows*. Sistemas de Gestión Agropecuaria, Chile.
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis* (Association Official of Analitics Chemists, Ed.; 21st ed.). Estados Unidos.
- Argueta, A. (2013). *Uso de harina de coqueta roja (Eisenia foetida) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde* [Tesis de grado, Escuela de Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/2226>
- Ascón, D. (1995). Utilización de tres tipos de abono orgánico en la crianza y reproducción de la lombriz *Eisenia Foetida* en San Martín. *Folia Amazónica*, 7(1), 83–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.24841/fa.v7i1-2.366>
- AVIAGEN. (2018). *Manual de manejo del pollo de engorde Arbor Acres* (AVIAGEN, Ed.; 1st ed.). Estados Unidos.
- Bahadori, Z., Esmailzadeh, L., Karimi-Torshizi, M. A., Seidavi, A., Olivares, J., Rojas, S., Salem, A. Z. M., Khusro, A., & López, S. (2017). The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. *Livestock Science*, 202, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.010>
- Barroeta, A., Izquierdo, D., & Pérez, J. (2013). *MANUAL DE AVICULTURA Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria* (Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Ed.; 1st ed.). Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- BCRP. (2023, June 25). Harina de pescado alcanza su precio más alto en 8 años ante la llegada de El Niño. *La República*. <https://larepublica.pe/economia/2023/06/25/harina-de-pescado-alcanza-su-precio-mas-alto-en-8-anos-ante-la-llegada-de-el-nino-produce-bcrp-anhoveta-1124425>
- Chachapoya, D. (2014). *Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el cantón Ceballos* [Tesis de Grado, Ingeniería Química y

Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8927>

Curi, K. (2006). *Determinación biológica de la calidad de harina de lombriz (Eisenia foetida)* [Tesis de Grado, Escuela Profesional de Nutrición, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/779>

Cuya, F. (2017). *Evaluación y formulación de alimento balanceado con sustitución parcial de maíz amarillo (zea mays l) por germen de quinoa (chenopodium quinoa willdenow) para la alimentación de pollos criollos en la fase de inicio* [Tesis de Grado, Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3395>

De Gyves, M., Adriano, M., Vázquez, J., López, J., & Jiménez, E. (2013). Efecto del proceso de secado de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en sus características nutricionales. *Quehacer Científico En Chiapas, México*, 8(2), 44–50.

De los Santos, C. (2018, November 24). *Análisis de Materias Primas: Harinas de carne y hueso (PT IV)*. Nutrición En Pollos de Engorde. https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-pollos-engorde/analisis-materias-primas-harinas_a42979/

Dezi, F. (2010). *Alimentos Balanceados, Formulación de raciones, núcleos y Premezclas* (Nuviga, Ed.; 1st ed.). Argentina.

Díaz, E. (2002). *Guía de lombricultura* (Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, Ed.; 1st ed.). Municipio Capital de La Rioja, España.

Díaz, Juárez, E., Maffei, M., Morón, O., González, L., & Morales, J. (2009). Alimentación de codornices de engorde (*Coturnix coturnix japonica*) a base de harina de lombriz en dos niveles proteicos. *Agricultura Andina*, 17, 3–18.
<http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/32305>

Díaz, T. (1979). *Nutrición Avícola (Pollos de engorde)* (pp. 148–155). Instituto Colombiano Agropecuario. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/20394>

Domínguez, J., & Edwards, C. A. (1997). Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig

- manure. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(3–4), 743–746.
[https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(96\)00276-3](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(96)00276-3)
- Edwards, C. A., & Arancon, N. Q. (2022). The Use of Earthworms in Organic Waste Management and Vermiculture. In *Biology and Ecology of Earthworms* (pp. 467–527). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74943-3_14
- El-Ouny, Y. M., Maulu, S., Zaki, M. A. A., Helaly, A. A., Nour, A. A. M., ElBasuini, M. F., Labib, E. M. H., Khalil, R. H., Gouda, A. H., Hessein, A. A. A., Verdegem, M., & Khalil, H. S. (2023). Effect of fishmeal replacement with dried red wigglers (*Eisenia fetida*) worm meal on growth and feed utilization, production efficiency, and serum biochemistry in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Aquaculture Reports*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101518>
- Ferruzi, C. (1986). *Manual de Lombricultura: Vol. I* (R/2007). Mundiprensa libros SA, España.
- García, D. E., Cova, L. J., Castro, A. R., Medina, M. G., & Palma, J. R. (2009). Efecto del sustrato alimenticio en la composición química y el valor nutritivo de la harina de la lombriz roja (*Eisenia spp.*). *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Del Zulia*, 19, 55–62. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=e
- GEORG. (2004). *Feasibility of Developing the Organic and Transitional Farm Market for Processing Municipal and Farm Organic Wastes Using Large-Scale Vermicomposting*. Good Earth Organic Resources Group, Halifax, Nova Scotia.
- Google maps. (n.d.). *Programa de Investigación en Pastos y Ganadería*. Retrieved January 28, 2024, from <https://www.google.com/maps/@-13.1560307,-74.2233174,16.75z?authuser=0&entry=ttu>
- ISAMISA. (2020). *Manual de crianza de pollo criollo ISAMISA mejorado*. Grupo Isamisa, Perú.
- Martínez, C., Chávez, C., & Olvera, M. (2017). *La nutrición y alimentación en la acuicultura de América Latina*. <https://www.fao.org/3/ab459s/AB459S00.htm#TOC>

- MIDAGRI. (2023). *Boletín Estadístico Mensual de la "Producción y Comercialización de Productos Avícolas"* (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Ed.; Vol. 7). Biblioteca Nacional del Perú N 2021-07849, Perú.
- MINAGRO. (2018). *Manual de avicultura* (Ministerio de Agroindustria, Ed.; 1st ed.). Escuelagro, Argentina.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_avicultura_2oano.pdf
- Morón-Fuenmayor, O. E., Díaz, D., Pietrosevoli, S., Barrera, R., Gallardo, N., Peña, J., & Leal, M. (2008). Effect of earthworm (*Eisenia spp*) meal inclusion on dressing and physical-chemical characteristics of quail meat (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista de La Facultad de Agronomía, Universidad Del Zulia Venezuela*, 25, 674–684.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182008000400006&lng=es&nrm=iso&tlng=
- Muñoz, J. (2015). *Lombriz roja californiana (Eisenia foetida (Savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde* [Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador]. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/8580>
- Munroe, G., Scott, J., Burlington, C., Scotia, N., Holsteins, K., & Pre, G. (2007). *Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture*. Organic Agriculture Centre of Canada, Canada.
- Nalunga, A., Komakech, A. J., Jjagwe, J., Magala, H., & Lederer, J. (2021). Growth characteristics and meat quality of broiler chickens fed earthworm meal from *Eudrilus eugeniae* as a protein source. *Livestock Science*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104394>
- Pedroza, J. (2005). *Manual de Producción Avícola* (Servicio Nacional de Aprendizaje, Ed.). Ministerio de la Protección Social, Colombia.
- Perez, L., & Soto, J. (2013). *Evaluación del uso de la Lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida) y Cebada (Hordeum vulgare) en la alimentación de pollos Broiler machos en crianza semi intensiva* [Tesis de Grado, Escuela Académico Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/740>

- Ríos, O., & Rivera, P. (2006). Humus de lombricultura proveniente de diferentes insumos orgánicos y su efecto en el rendimiento de pepino en un ultisol degradado de Pucallpa. *Folia Amazónica*, 5(1–2), 37. <https://doi.org/10.24841/fa.v5i1-2.219>
- Rynk, R., Van de Kamp, M., Willson, G., Singley, M., Richard, T., Kolega, J., Gouin, F., Laliberty, L., Kay, D., Murphy, D., Hoitink, H., & Brinton, W. (1992). *On-Farm Composting Handbook* (Cooperative Extension, Ed.). Northeast Regional Agricultural Engineering Service, U.S.
- Salazar-Murillo, L., Chacón-Villalobos, A., & Herrera-Muñoz, J. I. (2023). Crecimiento, eficiencia y composición de tilapia (*Oreochromis aureus*) alimentada con lombriz roja (*Eisenia fetida*). *Nutrición Animal Tropical*, 17(1), 1–35. <https://doi.org/10.15517/nat.v17i1.54085>
- Sales, F. (1996). Harina de lombriz, Alternativa proteica en trópico y tipos de alimento. *Folia Amazónica, Instituto de Investigaciones de La Amazonía Peruana*, 8(2), 77–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.24841/fa.v8i2.322>
- Sánchez, C. (2012). *Cría, manejo y comercialización de pollos* (RIPALME E.I.R.L., Ed.; 1st ed.). Biblioteca Nacional del Perú.
- SENASA. (2020). *Guía para la implementación de buenas prácticas pecuarias (BPP) Producción de pollo y pavo de engorde*. Dirección de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Alimentaria, SENASA, Perú. <https://www.gob.pe/institucion/senasa/informes-publicaciones/994196-guia-de-buenas-practicas-pecuarias-en-produccion-de-aves>
- Shimada, A. (2003). *Nutrición Animal* (Trillas, Ed.; 1st ed.). Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, México.
- Somarriba, R., & Guzmán, F. (2004). *Guía de lombricultura* (Guía técnica No.4). Universidad Nacional Agraria.
- Sosa, H. R. (2013). *Evaluación de la calidad nutricional de la harina de lombriz (Eisenia Foetida) para la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)*. [Tesis de Grado, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1821>

- Sreenivasan, E. (2018). *Handbook of Vermicomposting Technology*. The Western India Plywoods Ltd. <https://www.free-ebooks.net/academic-science/Handbook-of-Vermicomposting/pdf?dl&preview>
- Suárez, L., Barrera, R., & Forero, A. (2016). Evaluación de alternativas de secado en el proceso de elaboración de harina de lombriz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria (C&TA)*, 17(1), 55–71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449946031006>
- Sun, Z., & Jiang, H. (2017). Nutritive Evaluation of Earthworms as Human Food. In *Future Foods*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70271>
- Trujillo, V. (1978). *Métodos matemáticos para la formulación de raciones*. Centro Nacional de Productividad de México.
- USDA. (2013). *POULTRY INDUSTRY MANUAL National Animal Health Emergency Management System FAD PReP*. Iowa State University of Science and Technology. http://www.aphis.usda.gov/animal_health/emergency_management/
- Vélez, F. (2012). *Manual de Formulación de Raciones al Mínimo Costo usando Mixit-2*. Departamento de Nutrición Animal, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Vielma - Rondón, R., Ovalles-Duran, J., León-Leal, A., & Medina, A. (2003). Valor nutritivo de la harina de lombriz como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Ars Pharmaceutica*, 44(1), 43–58. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4373706>

ANEXOS

Anexo A. Obtención de la harina de lombriz

Carne de lombriz fresca



Carne de lombriz seca



Harina de lombriz



Anexo B. Análisis químico nutricional



Anexo C. Formulación para los tratamientos en el programa MIXIT-2 plus para monogástricos

Anexo C-1. Formulación para el tratamiento T1 en el programa MIXIT-2 plus para monogástricos

MEZCLA AL MINIMO COSTO			
INGREDIENTES		%	
18) Maíz amarillo		55.614 %	556.14
29) Torta de soya		19.850 %	198.50
27) Subproductos trigo		15.049 %	150.49
15) Harina de pescado		5.016 %	50.16
20) Pasta de algodón		3.010 %	30.10
6) Carbonato de calcio		0.653 %	6.53
11) Fosfato dicálcico		0.513 %	5.13
25) Sal común		0.202 %	2.02
23) Premezcla U-M		0.093 %	0.93
7) Cebada grano		0.000 %	0.00
2.20/kg (WET)		-----	-----
2.39/kg (DRY)		100.000 %	1000.00
92.30 % DRY MATTER			
LARGEST COST		0.00	

Anexo C-2 Formulación para el tratamiento T2 en el programa MIXIT-2 plus para monogástricos

MEZCLA AL MINIMO COSTO			
INGREDIENTES		%	
Maíz amarillo		61.103 %	611.03
Subproductos trigo		15.024 %	150.24
Torta de soya		10.233 %	102.33
Harina de pescado		5.008 %	50.08
Hna de lombriz (E.		4.170 %	41.70
Pasta de algodón		3.005 %	30.05
Carbonato de calcio		0.652 %	6.52
Fosfato dicálcico		0.512 %	5.12
Sal común		0.201 %	2.01
Premezcla U-M		0.093 %	0.93
2.10/kg (WET)		-----	-----
2.28/kg (DRY)		100.000 %	1000.00
92.15 % DRY MATTER			
EST COST		3.10	
MIP LA SOLUCION(PLAN) 2			

Anexo C-3 Formulación para el tratamiento T3 en el programa MIXIT-2 plus para monogástricos

MEZCLA AL MINIMO COSTO		
INGREDIENTES	%	
) Maíz amarillo	61.539 %	615.39
) Subproductos trigo	15.141 %	151.41
) Hna de lombriz (E.	8.302 %	83.02
) Torta de soya	6.781 %	67.81
) Harina de pescado	3.645 %	36.45
) Pasta de algodón	3.028 %	30.28
) Carbonato de calcio	0.657 %	6.57
) Fosfato dicálcico	0.516 %	5.16
) Sal común	0.226 %	2.26
) Premezcla U-M	0.094 %	0.94
) DL-Metionina	0.072 %	0.72
2.04/kg (WET)	-----	-----
2.22/kg (DRY)	100.000 %	1000.00
92.06 % DRY MATTER		
BEST COST	0.41	
RIMIR LA SOLUCION(Y/N) ?		

Anexo C-4 Formulación para el tratamiento T4 en el programa MIXIT-2 plus para monogástricos

MEZCLA AL MINIMO COSTO		
INGREDIENTES	%	
) Maíz amarillo	58.416 %	584.16
) Subproductos trigo	14.777 %	147.77
) Hna de lombriz (E.	12.105 %	121.05
) Torta de soya	7.246 %	72.46
) Harina de pescado	3.065 %	30.65
) Pasta de algodón	2.955 %	29.55
) Carbonato de calcio	0.532 %	5.32
) Fosfato dicálcico	0.504 %	5.04
) Sal común	0.228 %	2.28
) Premezcla U-M	0.092 %	0.92
) DL-Metionina	0.079 %	0.79
2.02/kg (WET)	-----	-----
2.19/kg (DRY)	100.000 %	1000.00
92.00 % DRY MATTER		
BEST COST	1.52	

Anexo D. Acondicionamiento del galpón

Antes



Después



Anexo E. Manejo de los pollos criollos mejorados

Anexo E-1. Recepción



Anexo E-2. Pesado inicial



Anexo E-3. Pesado del alimento residual



Anexo E-4. Manejo de campana criadora



Anexo E-5. Obsevación de plumas

3 días: Alas y cola



10 días: Muslos y patas



18 días: Doro y cuello



23 días: cabeza



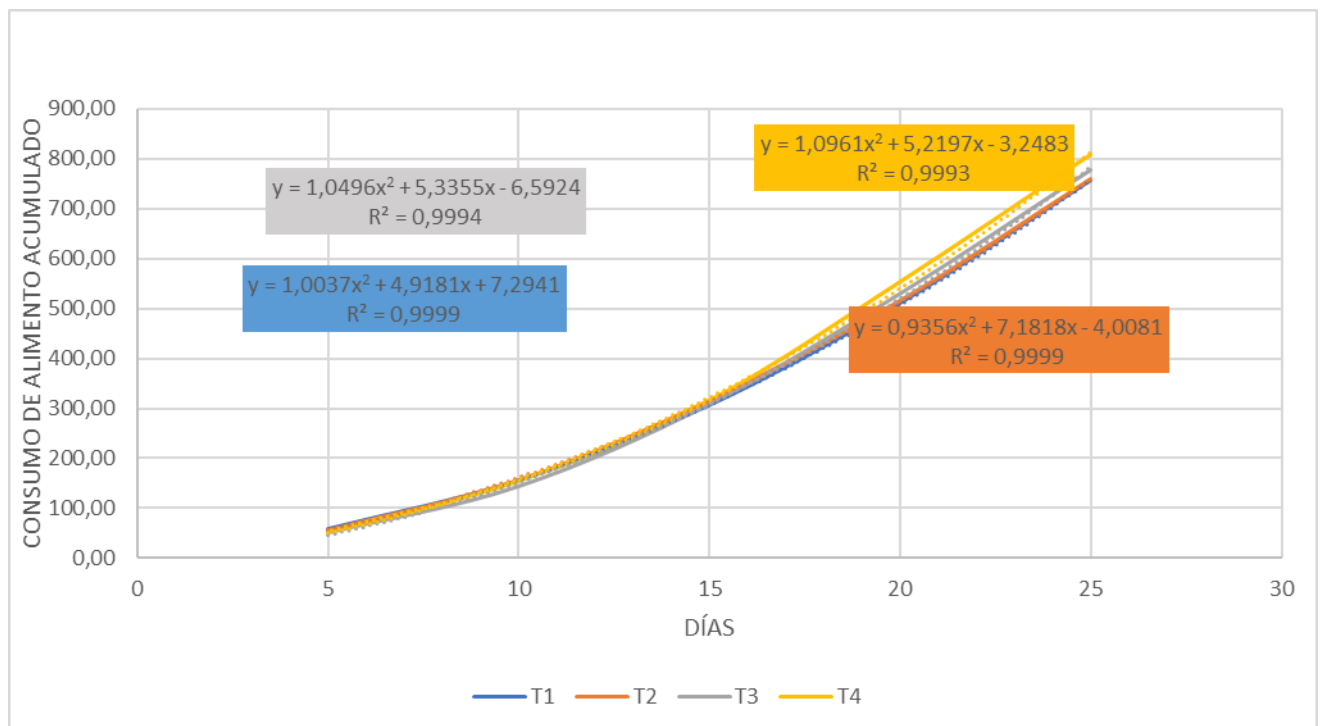
Anexo E-6. Pesado final



Anexo F. Consumo voluntario de alimento acumulado en materia seca cada 5 días

Tratamiento	Repetición	Días				
		5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	1	54,39	157,22	306,17	503,20	749,20
	2	62,13	154,48	315,66	552,95	791,46
	3	57,36	154,07	295,46	474,58	727,95
Promedio		57,96	155,26	305,76	510,25	756,20
T2 (4% Harina de lombriz)	1	58,69	154,37	323,92	539,22	782,20
	2	54,85	155,26	319,99	521,71	766,57
	3	58,25	160,80	304,36	486,96	728,07
Promedio		57,26	156,81	316,09	515,96	758,95
T3 (8% Harina de lombriz)	1	48,55	147,88	306,53	538,76	778,17
	2	51,96	141,96	319,36	530,23	795,93
	3	51,33	141,06	298,63	520,90	769,01
Promedio		50,61	143,63	308,17	529,97	781,04
T4 (12% Harina de lombriz)	1	54,20	158,56	313,80	564,24	830,84
	2	57,70	158,29	331,65	565,59	817,47
	3	48,64	145,64	300,52	527,54	772,51
Promedio		53,51	154,16	315,32	552,46	806,94

Anexo G. Tendencia del efecto de los niveles de inclusión de harina de lombriz sobre el consumo de alimento acumulado en materia seca cada 5 días



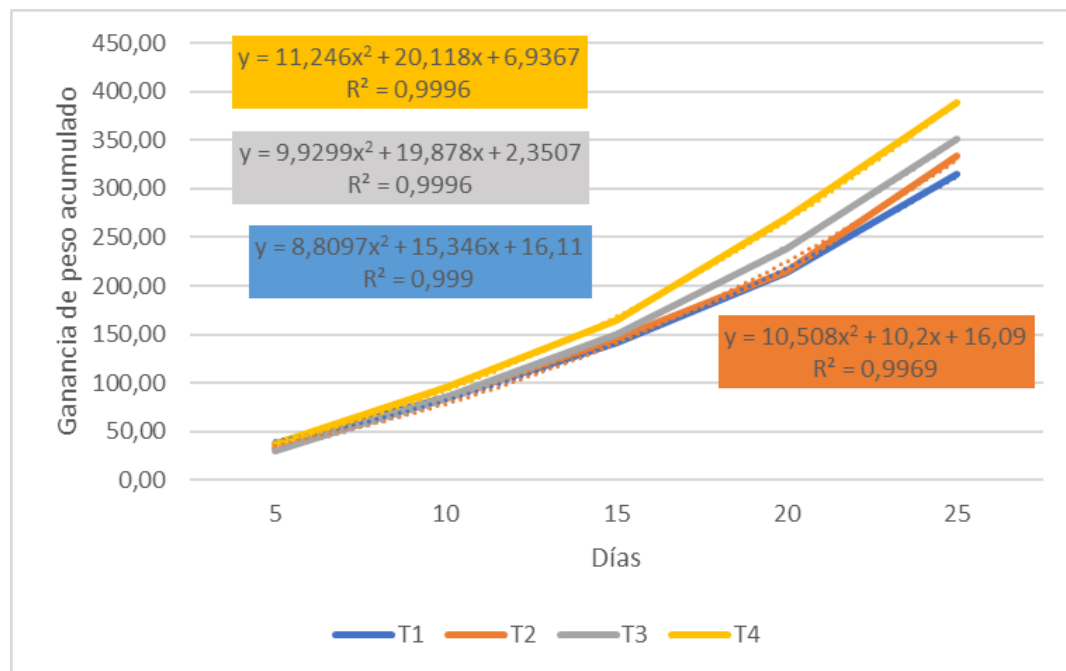
Anexo H. Peso vivo acumulado cada 5 días

Tratamiento	Repetición	Días					
		0	5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	1	41,40	77,10	130,71	182,30	248,60	365,40
	2	40,33	80,91	121,45	183,45	262,27	343,00
	3	38,75	77,18	125,91	181,18	250,64	358,14
Promedio		40,16	78,40	126,03	182,31	253,84	355,51
T2 (4% Harina de lombriz)	1	40,80	74,90	125,25	190,86	266,11	389,75
	2	40,10	75,90	122,50	181,71	251,40	381,63
	3	39,40	70,60	122,71	183,50	247,29	351,60
Promedio		40,10	73,80	123,49	185,36	254,93	374,33
T3 (8% Harina de lombriz)	1	39,80	70,60	126,29	196,00	287,90	413,00
	2	42,20	72,80	128,25	192,56	273,22	391,60
	3	40,10	70,40	123,13	186,00	275,25	371,70
Promedio		40,70	71,27	125,89	191,52	278,79	392,10
T4 (12% Harina de lombriz)	1	39,90	78,80	137,60	214,60	318,70	443,38
	2	41,50	80,00	135,40	212,20	309,40	430,33
	3	37,90	73,30	130,86	186,40	300,67	409,88
Promedio		39,77	77,37	134,62	204,40	309,59	427,86

Anexo I. Ganancia de peso acumulado cada 5 días

Tratamiento	Repetición	Días				
		5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	1	35,70	89,31	140,90	207,20	324,00
	2	40,58	81,12	143,12	221,94	302,67
	3	38,43	87,16	142,43	211,89	319,39
Promedio		38,24	85,86	142,15	213,68	315,35
T2 (4% Harina de lombriz)	1	34,10	84,45	150,06	225,31	348,95
	2	35,80	82,40	141,61	211,30	341,53
	3	31,20	83,31	144,10	207,89	312,20
Promedio		33,70	83,39	145,26	214,83	334,23
T3 (8% Harina de lombriz)	1	30,80	86,49	156,20	248,10	373,20
	2	30,60	86,05	150,36	231,02	349,40
	3	30,30	83,03	145,90	235,15	331,60
Promedio		30,57	85,19	150,82	238,09	351,40
T4 (12% Harina de lombriz)	1	38,90	97,70	174,70	278,80	403,48
	2	38,50	93,90	170,70	267,90	388,83
	3	35,40	92,96	148,50	262,77	371,98
Promedio		37,60	94,85	164,63	269,82	388,09

Anexo J. Tendencia del efecto de los niveles de inclusión de harina de lombriz sobre la ganancia de peso acumulado cada 5 días



Anexo K. Conversión alimenticia acumulada cada 5 días

Tratamiento	Repetición	Días				
		5	10	15	20	25
T1 (0% Harina de lombriz)	1	1,52	1,76	2,17	2,43	2,31
	2	1,53	1,90	2,21	2,49	2,61
	3	1,49	1,77	2,07	2,24	2,28
Promedio		1,52	1,81	2,15	2,39	2,40
T2 (4% Harina de lombriz)	1	1,72	1,83	2,17	2,39	2,24
	2	1,53	1,88	2,21	2,47	2,24
	3	1,87	1,93	2,07	2,34	2,33
Promedio		1,71	1,88	2,15	2,40	2,27
T3 (8% Harina de lombriz)	1	1,58	1,71	1,96	2,17	2,09
	2	1,70	1,65	2,12	2,30	2,28
	3	1,69	1,70	2,05	2,22	2,32
Promedio		1,66	1,69	2,04	2,23	2,23
T4 (12% Harina de lombriz)	1	1,39	1,62	1,80	2,02	2,06
	2	1,50	1,69	1,94	2,11	2,10
	3	1,37	1,57	2,02	2,01	2,08
Promedio		1,42	1,63	1,92	2,05	2,08

Anexo L. Costos de alimentación de los pollos criollos mejorados de alimentación en la fase I

Ingredientes	Costos/kg	T1 (0% harina de lombriz)		T2(4% harina de lombriz)		T3(8% harina de lombriz)		T4(12% harina de lombriz)	
		kg/ave	costo (s/)	kg/ave	costo (s/)	kg/ave	costo (s/)	kg/ave	costo (s/)
Maíz	1,6	0,4205	0,67	0,4637	0,74	0,4807	0,77	0,4714	0,75
Torta de Soya	2,85	0,1501	0,43	0,0774	0,22	0,0530	0,15	0,0585	0,17
Sub Producto de trigo	1,6	0,1138	0,18	0,1140	0,18	0,1182	0,19	0,1191	0,19
Harina de pescado	3,2	0,0380	0,12	0,0380	0,12	0,0284	0,09	0,0248	0,08
Harina de lombriz	3	0,0000	0,00	0,0319	0,10	0,0648	0,19	0,0976	0,29
Pasta de algodón	2	0,0228	0,05	0,0228	0,05	0,0237	0,05	0,0239	0,05
Carbonato de calcio	0,6	0,0049	0,00	0,0049	0,00	0,0052	0,00	0,0043	0,00
Fosfato di cálcico	6,8	0,0039	0,03	0,0039	0,03	0,0041	0,03	0,0040	0,03
Sal	1	0,0015	0,00	0,0015	0,00	0,0018	0,00	0,0019	0,00
Premix	21	0,0008	0,02	0,0008	0,02	0,0008	0,02	0,0008	0,02
Metionina	22	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0005	0,01	0,0006	0,01
Costo de alimentación/ave (s/)		S/ 1,50		S/ 1,45		S/ 1,50		S/ 1,59	

Ficha Técnica

Alimento balanceado con harina de lombriz

1. Tipo de alimento: Alimento balanceado para pollos
2. Fase a la que se destina su consumo: Fase I (Iniciación)
3. Características físicas del alimento: Alimento elaborado con ingredientes molidos
4. Ración: libre discreción
5. Ingredientes: Maíz molido, torta de soya, sub producto de trigo, harina de pescado, harina de lombriz, pasta de algodón, carbonato de calcio, fosfato di cálcico, sal, premix, metionina.
6. Composición nutricional:

	%
Materia Seca	89,73
Humedad	10,27
Proteína	20,49
Extracto Etéreo	4,51
Ceniza	4,50
Fibra	4,46
ELN	55,77

7. Generalidades: Se recomienda empezar la alimentación de los pollos con raciones de alto contenido proteico, ya que, en la fase de iniciación, la proteína constituye un elemento esencial para el desarrollo muscular, la sangre y las plumas. Este alimento balanceado se encuentra incluido con un porcentaje de 12% de harina de lombriz, el cual conjuntamente con los otros ingredientes logra cubrir los requerimientos nutricionales de los pollos. Además de mejorar la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia.
8. Almacenaje: Almacenar en un lugar fresco y seco.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:****Niveles de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo Ayacucho 2024****Expositor: Luis Angel Tello Vega**
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial**Expediente N° 2454341****Resolución Decanal N° 193-2024-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 19-09-2024**

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día lunes veintitrés de setiembre del año dos mil veinticuatro, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Luis Angel Tello Vega**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA, Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ y Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la Facultad), Mg. Percy Segundo HUAUYA PABLO (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO (Secretario-Docente(e)).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Niveles de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo Ayacucho 2024**, presentado por el Bachiller **Luis Angel Tello Vega**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 193-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Luis Angel Tello Vega**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición del Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ y Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA. Luego el Presidente invitó al Mg. Percy Segundo HUAUYA PABLO para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito al sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15).**



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA**

ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:

Niveles de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo Ayacucho 2024

Expositor: Luis Angel Tello Vega
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 2454341

Resolución Decanal N° 193-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 19-09-2024

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, el Bachiller **Luis Angel Tello Vega**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del mediodía con diez minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente

Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro

Mg Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ
Miembro

Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
Miembro

Mg. Wuelde César DÍAZ MALDONADO
(Secretario Docente(e))

**UNSCH****FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA
Y METALURGIA****ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor el Tesis Mtro. Percy Segundo HUAUYA PABLO se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Niveles de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo Ayacucho 2024

Nombre y Apellido : Bach. Luis Angel TELLO VEGA
Identificador de entrega : 2489383886
Fecha : 18-oct.-2024 10:35a. m. (UTC-0500)
Archivo : TESIS_-_LUIS_ANGEL_TELLO_VEGA.pdf (4.02M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 10 % de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 18 de octubre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA
E.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ing. Percy Permin Velazquez Ccosi
DIRECTOR

C.c.
Const. N°17-2024
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Niveles de harina de lombriz (Eisenia foetida) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo Ayacucho 2024

por Luis Angel Tello Vega

Fecha de entrega: 18-oct-2024 10:35a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2489383886

Nombre del archivo: TESIS_-_LUIS_ANGEL_TELLO_VEGA.pdf (4.02M)

Total de palabras: 21880

Total de caracteres: 119204

Niveles de harina de lombriz (Eisenia foetida) en raciones para pollos criollos mejorados en fase I para el rendimiento productivo Ayacucho 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	11%	5%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unp.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	www.repositorio.usac.edu.gt	1%
	Fuente de Internet	
5	tesis.ipn.mx	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unas.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.ucundinamarca.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
8	cybertesis.uach.cl	<1%
	Fuente de Internet	

9

Cervantes Cevallos, Carlos aÂngel.
"Sustitucion de la harina de pescado por la
harina de lombriz (Eisenia foetida) en la
alimentacion de pollos broilers como fuente
alternativa de proteina.", Brigham Young
University, 2020

Publicación

<1 %

10

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

repositoriodspace.unipamplona.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

ve.scielo.org

Fuente de Internet

<1 %

14

bdigital.zamorano.edu

Fuente de Internet

<1 %

15

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

16

zaguan.unizar.es

Fuente de Internet

<1 %

17

doczz.es

Fuente de Internet

<1 %

18

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

19	repositorio.utc.edu.ec	<1 %
----	------------------------	------

Fuente de Internet

20	repositorio.ucss.edu.pe	<1 %
----	-------------------------	------

Fuente de Internet

21	repositorio.xoc.uam.mx	<1 %
----	------------------------	------

Fuente de Internet

22	cdn.www.gob.pe	<1 %
----	----------------	------

Fuente de Internet

23	repositorio.espe.edu.ec	<1 %
----	-------------------------	------

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo