



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“UTILIZACIÓN DE 2 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia illucens*) EN SUSTITUCIÓN DE LA SOYA COMO FUENTE PROTEICA EN DIETA DE POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Autor:

Del Hierro Escobar Diego Esteban

Tutor:

Silva Déley Lucia Monserrath Ing. Mg.

Latacunga – Ecuador

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Diego Esteban Del Hierro Escobar con cédula de ciudadanía No. 1717673402, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Utilización de 2 niveles de inclusión de harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde”, siendo la Ingeniera Mg. Lucia Monserrath Silva Déley, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 25 de agosto del 2022

Diego Esteban Del Hierro Escobar

Estudiante

CC: 1717673402

Ing. Lucia Monserrath Silva Déley, Mg.

Docente Tutora

CC:060293363

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **DEL HIERRO ESCOBAR DIEGO ESTEBAN** identificado con cédula de ciudadanía 1717673402 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Utilización de 2 niveles de inclusión de harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2017 – Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutora: Ing. Mg. Lucia Monserrath Silva Déley

Tema: “Utilización de 2 niveles de inclusión de harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

1. La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
2. La publicación del trabajo de grado.
3. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

4. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
5. Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 25 días del mes de agosto del 2022.

Diego Esteban Del Hierro Escobar

Ing. Cristian Tinajero Jiménez Ph.D.

EL CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“UTILIZACIÓN DE 2 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia illucens*) EN SUSTITUCIÓN DE LA SOYA COMO FUENTE PROTEICA EN DIETA DE POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”, de Del Hierro Escobar Diego Esteban, de la carrera Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 25 de agosto del 2022

Ing. Lucia Monserrath Silva Déley, Mg
DOCENTE TUTORA
CC: 0602933673

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Del Hierro Escobar Diego Esteban, con el título de Proyecto de Investigación: **“UTILIZACIÓN DE 2 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia illucens*) EN SUSTITUCIÓN DE LA SOYA COMO FUENTE PROTEICA EN DIETA DE POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Dr. Xavier Quishpe Mendoza, Mg.
CC: 0501880132

Lector 2
Dr. Luis Chicaiza Sánchez, Mg.
CC: 0501308316

Lector 3
Dra. Patricia Andrade Aulestia, Mg.
CC: 0502237555

AGRADECIMIENTO

Esta tesis y el resultado de mi formación has sido posibles en primer lugar gracias a Dios, el cual me lleno de fortaleza y constancia para poder culminar una etapa más dentro de mi vida.

Mi eterno agradecimiento a mis padres y hermana, los cuales me brindaron las herramientas, el cariño y el apoyo necesario para cumplir con mi formación profesional como médico veterinario.

De igual manera, agradecer al personal docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, que me proporcionaron inestimables conocimientos teóricos y prácticos durante mi periodo de estudio en la institución, los cuales me capacitan para desarrollar de manera adecuada mi profesión a futuro. Finalmente, extender mi agradecimiento a la Ing. Mg. Lucia Silva, tutora de este proyecto de investigación, quien con paciencia y entrega fue mí guía durante todo este proceso final.

Diego Esteban Del Hierro Escobar

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios, que ha sido un pilar fundamental en mi vida para sobrellevar las adversidades, permitiéndome retomar y terminar mis estudios profesionales.

A mis padres Graciela y Diego, quienes con su amor y apoyo incondicional en toda mi etapa universitaria, han sido fundamentales para culminar este periodo de mi vida.

A mis amigos y compañeros, por siempre extender su mano para ayudarme, brindarme su consejo y regalarme su amistad.

Diego

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “UTILIZACIÓN DE 2 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia illucens*) EN SUSTITUCIÓN DE LA SOYA COMO FUENTE PROTEICA EN DIETA DE POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”

Autor: Del Hierro Escobar Diego Esteban

RESUMEN

El presente estudio evalúa el uso de 2 niveles de inclusión (30% y 40%) de harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dietas balanceadas para pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde. El estudio fue realizado en la ciudad de Ambato por un periodo de 4 semanas aplicando un diseño completamente al azar con 96 animales distribuidos en tres tratamientos y cuatro repeticiones. Para la interpretación de resultados se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) y test de Duncan al 95% de confiabilidad. Se realizaron análisis bromatológicos, microbiológicos y de granulometría encontrando niveles de proteína entre 52.89% y 53.94%, ausencia de microorganismos patógenos y un tamaño de partícula de 260,45 μ . La investigación no reveló diferencias significativas para peso final, consumo de alimento ni conversión alimenticia; sin embargo, la ganancia de peso reveló diferencia estadística en la primera semana de estudio presentando valores inferiores para T1 (123.25 g/ave) a diferencia de los valores reportados por T3 (174.45 g/ave) lo que demuestra un incremento de peso superior en animales alimentados con 40% de harina de larva de mosca soldado negro como reemplazo proteico para su cuarta semana de vida. Durante la tercera semana de estudio la mortalidad registrada fue para T1 con 2 muertes, T2 (30%) con 3 muertes y T3 (40%) con 1 muerte dando un total de 6 muertes atribuidas al síndrome ascítico presentado en las aves. Los resultados de la investigación demuestran mejores efectos para los tratamientos con inclusión de harina de larva de mosca soldado negro siendo T3 superior al resto de tratamientos, por lo que se puede recomendar la sustitución de 40% de harina de mosca soldado negro por la soya como fuente proteica dentro de la alimentación para pollos de engorde.

Palabras claves: proteína, larvas, ascitis, ganancia de peso, conversión alimenticia.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES

TITLE: "USE OF 2 LEVELS OF INCLUSION OF BLACK SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*) LARVAE MEAL IN REPLACEMENT OF SOYBEAN AS A PROTEIN SOURCE IN THE DIET OF BROILER CHICKENS IN GROWTH AND FATTENING PHASE "

Author: Del Hierro Escobar Diego Esteban

ABSTRACT

The present study evaluates the use of two inclusion levels (30% and 40%) of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as a substitute for soybean as protein sources in balanced diets for broiler chickens in growth and fattening phase. The study was carried out in the city of Ambato for a period of 4 weeks applying a completely randomized design with 96 animals distributed in three treatments and four replicates. For the interpretation of results, an analysis of variance (ANOVA) and Duncan's test at 95% reliability were used. Bromatological, microbiological and granulometric analyses were carried out, finding protein levels between 52.89% and 53.94%, absence of pathogenic microorganisms and a particle size of 260.45 μ . The research did not reveal significant differences for final weight, feed consumption or feed conversion, however, weight gain revealed a statistical difference in the first week of the study presenting lower values for T1 (123.25 g/bird) as opposed to the values reported for T3 (174.45 g/bird), which shows a higher weight gain in animals fed with 40% black soldier fly larvae meal as protein replacement for their fourth week of life. During the third week of the study, mortality was recorded for T1 with 2 deaths, T2 (30%) with 3 deaths and T3 (40%) with 1 death, giving a total of 6 deaths attributed to the ascitic syndrome presented in the birds. The results of the research show better effects for the treatments with the inclusion of black soldier fly larvae meal, with T3 being superior to the rest of the treatments, so that the substitution of 40% of black soldier fly meal for soybean as a protein source in broiler feed can be recommended.

KEYWORDS: Protein, Larvae, Ascites, Weight gain, Feed conversion.

ÍNDICE DE PRELIMINARES

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1.	Beneficiarios Directos	3
3.2.	Beneficiarios Indirectos	3
4.	PROBLEMÁTICA.....	3
5.	OBJETIVOS	4
6.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	4
6.1.	Insectos como fuente proteica	4
6.2.	Características de la Mosca Soldado Negro (<i>Hermetia Illucens</i>).....	5
6.3.	Hábitos de vida y medio de crianza de la Mosca Soldado Negro	6
6.3.1.	Clima y temperatura.....	6
6.3.2.	Hábitat y medio de crianza de las larvas	7
6.3.3.	Condiciones y características del compost	7
6.4.	Alimentación de la Mosca soldado negro	8
6.5.	Ciclo de Vida (<i>Hermetia Illucens</i>).....	9
6.5.1.	Huevos	9
6.5.2.	Larvas	9
6.5.3.	Prepupa/Pupa.....	9
6.5.4.	Adultos.....	10
6.6.	Harina de larva de mosca soldado negro.....	11
6.7.	Elaboración de harina de mosca soldado negro.....	12
6.8.	Análisis bromatológico.....	12
6.9.	El pollo de engorde	15
6.10.	Alimentación para pollos de engorde	16
6.11.	Requerimientos nutricionales.....	17
6.12.	Proteína	18
6.13.	Energía	19
6.14.	Ácidos grasos.....	19
6.15.	Suplementos nutricionales	20
6.16.	Fuentes proteicas.....	20
6.16.1.	Proteína de origen vegetal	21
6.16.2.	Soya	21

6.17. Agua de bebida	22
6.18. Infraestructura	22
6.19. Manejo del galpón	23
6.20. Manejo sanitario del pollo broiler	24
6.21. Enfermedades Metabólicas (Ascitis)	24
7. HIPÓTESIS	25
8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	25
8.1. Metodología	25
8.2. Materiales	26
8.3. Tipo de Investigación	26
8.4. Diseño experimental	26
8.4.1. Unidad experimental	27
8.4.2. Instalaciones y equipo	27
8.4.3. Limpieza y desinfección	28
8.4.4. Formulación del alimento	28
8.4.5. Recepción de animales	29
8.4.6. Crianza y engorde de las aves	29
8.4.7. Variables de estudio	30
8.4.8. Ganancia de peso	30
8.4.9. Consumo de alimento	31
8.4.10. Conversión alimenticia	31
8.4.11. Mortalidad	31
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
9.1. Caracterización bromatológica de la harina de mosca soldado negro (<i>Hermetia illucens</i>)	31
9.2. Análisis Microbiológico	33
9.3. Tamaño de Partícula	33
9.4. Formulación nutricional y composición química de los tratamientos	33
9.5. Análisis de variables productivas de los pollos de engorde	34
9.5.1. Peso del animal (g/ave)	34
9.5.2. Consumo de alimento promedio (g/ave)	36
9.5.3. Ganancia de peso (g/ave)	38
9.5.4. Conversión alimenticia	39
9.5.5. Mortalidad por enfermedades metabólicas (Ascitis)	41

9.5.6.Costo/beneficio.....	42
10. IMPACTOS.....	43
10.1.Impacto social.....	43
10.2.Impacto ambiental.....	44
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
11.1.Conclusiones.....	44
11.2.Recomendaciones.....	45
12. BIBLIOGRAFIA	45
13. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis bromatológico de las larvas de <i>Hermetia illuscens</i> L.....	13
Tabla 2: Contenido de aminoácidos esenciales, minerales y nutrientes de prepupas de <i>Hermetia</i> alimentadas con estiércol.....	14
Tabla 3: Contenido de nutrientes incluidos en una formulación estándar para pollos de engorde.....	18
Tabla 4. Esquema ANOVA	27
Tabla 5. Esquema del experimento.....	27
Tabla 6. Caracterización bromatológica de la harina de larva de mosca soldado negro (LMSN) procedente de la provincia del Guayas y la ciudad de Ambato.	32
Tabla 7. Caracterización bromatológica de la harina de larva de mosca soldado negro (LMSN).....	33
Tabla 8. Formulación y composición nutricional del alimento balanceado por tratamiento	34
Tabla 9. Promedio de pesos por tratamiento.	35
Tabla 10. Consumo de alimento promedio por tratamiento.	36
Tabla 11. Promedio de ganancia de peso por tratamiento.	38
Tabla 12. Promedio conversión alimenticia por tratamiento.	40
Tabla 13. Calculo de costo/beneficio por tratamiento.....	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tendencias del aumento de peso en los pollos para cada tratamiento.....	35
Gráfico 2. Tendencias del consumo de alimento de los pollos para cada tratamiento.....	37
Gráfico 3. Tendencias para la ganancia de peso de los pollos por tratamiento	38
Gráfico 4. Tendencias de conversión alimenticia de los pollos por tratamiento	40
Gráfico 5. Porcentaje de mortalidad para cada tratamiento	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida de la estudiante	51
Anexo 2. Hoja de vida de la tutora del proyecto de investigación	52
Anexo 3. Ubicación del terreno utilizado para el proyecto de investigación.....	53
Anexo 4. Tabla de registro de pesos por semana	53
Anexo 5. Tablas brasileñas de requerimientos nutricionales para pollos de engorde	54
Anexo 6. Análisis de laboratorio.....	55
Anexo 7. Fotografías de los distintos procedimientos	58

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Utilización de 2 niveles de inclusión de harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde

Fecha de inicio: Abril 2022

Fecha de finalización: Agosto 2022

Lugar de ejecución: Provincia Tungurahua, Ciudad Ambato, Parroquia Atahualpa, Barrio La Concepción

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Medicina Veterinaria

Equipo de Trabajo:

Diego Esteban Del Hierro Escobar

Ing. Mg. Lucia Monserrath Silva Deley

Área de Conocimiento: Agricultura

Sub Área: Veterinaria

Línea de investigación: Salud Animal.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Producción Animal y Nutrición

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Dentro del mundo agropecuario el incremento de la demanda de carne ha ocasionado que muchos productores busquen una mayor eficiencia en su producción, esto se puede conseguir gracias a un adecuado manejo y nutrición de sus animales (1), por lo que cada vez la industria ha visto la necesidad de aumentar la obtención de materias primas enfocadas en cubrir las necesidades de los mismos, lo que lleva a una mayor utilización de tierras enfocadas a este propósito y a un aumento en los costes de obtención de materia prima (2).

Una de las materias primas que se utiliza en gran medida en la formulación de alimentos balanceados para los pollos de engorde es la soya, alimento con un excelente aporte energético y proteico, especialmente de lisina, con un porcentaje de proteína que ronda entre el 45 y 47%, usado en altas cantidades para su inclusión en piensos de pollitos en etapas de crecimiento (3).

Este alimento altamente proteico dentro del país ocupa 27.960,01 hectáreas dedicadas a su cultivo, lo que representa apenas el 5,7% de la superficie total que se requiere para cubrir la demanda nacional (4), en los últimos años se ha visto afectado por cambios climáticos que han ocasionado que los costes de producción sean elevados, su disponibilidad reducida y los precios de adquisición incrementen (5).

Tomando en cuenta que la obtención de un alimento balanceado para los pollos parrilleros requiere de una formulación a base de materia prima vegetal e incluso animal que por lo general conllevan costos un tanto elevados (6), en la actualidad la humanidad se ha visto en la necesidad de requerir otras fuentes de alimento más amigables con el medio ambiente (7), que reduzcan sus tiempos de obtención y que proporcionen valores nutricionales similares a las materias primas existentes en el mercado (8).

Una de las opciones de reemplazo de la soya en la formulación de balanceado es la utilización de la larva de mosca soldado negro, la cual es una mosca nativa de zonas tropicales distribuida por toda América Latina que (9), en su composición brinda un 30 a 40% de proteína la cual puede ser aprovechada por cerdos, peces y principalmente aves tanto de producción de huevos como de carne, disminuyendo la dependencia de soya y abaratando los costos de alimentación de los animales; sin embargo, es necesario realizar análisis para determinar qué porcentaje de proteína de estos insectos es aprovechada por los animales (10). Por todo lo señalado previamente el proyecto es viable en su ejecución.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios Directos

- Productores de aves de engorde
- Postulante: Diego Del Hierro

3.2. Beneficiarios Indirectos

- Médicos Veterinarios
- Profesionales dedicados a la producción y nutrición avícola

4. PROBLEMÁTICA

Según datos obtenidos por la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) el ser humano necesitara duplicar su producción de comida y demanda de proteína dentro de los próximos 50 años, ya que para entonces se deberá cubrir la demanda para 9.000 millones de personas. A nivel global la producción y el consumo de carne de aves ocupa el segundo lugar siendo solo superada por la de cerdo (11). En Latinoamérica, la tendencia de producción se enfoca en la carne de ave gracias a su costo de producción y adquisición, según datos recopilados por el instituto latinoamericano del pollo (IPL) la proteína de carne de pollo fue del 47% en relación al otras proteínas de origen animal, registrando 26.413,6 toneladas métricas (12).

En el Ecuador el desarrollo de la avicultura en la actualidad, la ha convertido en una de las principales y más importantes ramas de la producción animal. El consumo de pollo es fundamental en la dieta de la población ecuatoriana formando parte de la canasta familiar básica (13). De acuerdo a la FAO, en Ecuador en el 2019 se produjeron 280 millones de pollos, que representaron 535 mil toneladas métricas de carne, y durante el 2020 se criaron 253 millones de pollos, que significaron 477 mil toneladas métricas de carne, de los cuales el 84,7% se da en planteles avícolas y el 15,3% restante en el campo (14).

La cadena productiva enfocada en la proteína de origen animal debe considerar dos pilares de gran importancia: La actividad pecuaria, enfocada en la crianza de los animales; y la actividad agroindustrial, orientada en la producción de alimento balanceado, este último tiene como principales materias primas al maíz amarillo y el grano de soya dentro de la formulación de las dietas balanceadas. Este incremento en la demanda productiva de carne de ave causa de manera directa un aumento en la producción de estas materias primas para su alimentación (15).

La soya cuyo aporte a la dieta es de carácter proteico, es una de las materias primas más utilizadas en el país; sin embargo, el incremento de las fronteras agrícolas sumado al aumento

de costes de producción debido a diversos conflictos de carácter internacional han incrementado los costos de la soya, ocasionando problemas a productores avícolas que para cubrir las necesidades productivas de sus animales ven incrementado sus costes por materias primas (16).

5. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar 2 niveles de inclusión de harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde.

Objetivos Específicos

- Caracterizar física, química y microbiológicamente la harina de larva de mosca *Hermetia illucens*
- Evaluar los parámetros productivos del animal (conversión alimenticia, ganancia de peso, consumo de alimento) durante la fase de experimentación.
- Determinar el porcentaje de mortalidad en las aves sujetas a estudio.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1. Insectos como fuente proteica

Los insectos a través del tiempo han sido un componente natural en las dietas de animales ya sean aves, peces o mamíferos, estando presentes en su alimentación cotidiana; sin embargo, la industrialización de los métodos de crianza de animales enfocados en alimentar al ser humano ha provocado el desplazamiento de estos alimentos dentro de las dietas animales (9). Recientemente debido a la preocupación por el cambio climático y la enorme cantidad de materia prima necesaria para cubrir las demandas de productores, ha surgido la harina de varios insectos como una alternativa para la alimentación de los animales de abasto (10), ya que su método de obtención es más eficiente y los animales al estar natural y fisiológicamente adaptados a estos tipos de alimento, su inclusión dentro de la dieta puede ser una gran alternativa frente a otras materias primas que se usan actualmente (7).

Este tipo de harinas cuentan con importantes cualidades nutritivas, principalmente en relación con la proteína que poseen, con un 60% a 70% dependiendo del insecto y de su fase dentro del ciclo vital. Poseen un alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, minerales tales como hierro, magnesio, cobre, fosforo, manganeso, zinc, selenio y varias vitaminas (ácido fólico, biotina, ácido pantoténico, riboflavina) (2). La etapa del ciclo de vida de estos insectos es muy importante al momento de incluirlos en dietas animales, esto se da

gracias a que muchos de estos presentan mayores contenidos lipídicos en estadios larvarios a diferencia de su etapa adulta; siendo necesario retirar esta grasa para incrementar la digestibilidad de la proteína (17). La proteína de insectos puede ser calificada como proteína de alta calidad y digestibilidad ya que incluye la gran mayoría de aminoácidos esenciales, presentando sin embargo bajos niveles de metionina, cistina y arginina en relación con lo requerido por ciertos animales de producción (8).

Los insectos además de brindar un aporte nutricional, también pueden fungir como refuerzo inmunológico, esto debido a su contenido de ácido láurico (con propiedades antivirales y antibacterianas), péptidos antimicrobianos (que promueven la digestibilidad y la salud intestinal) y quitina; además, tienen propiedades prebióticas, llegando a coadyuvar en la prevención de enfermedades, esto lo hacen por la presencia de oligosacáridos e inmunosacáridos (2).

La mayoría de estos insectos al ser de sangre fría (ectotermos) no gastan energía en mantener su temperatura corporal, al contrario esta energía la destinan en su crecimiento y desarrollo, esto significa que necesitan menos alimento para producir la misma cantidad de proteína que otras especies, no obstante esto las hace más dependientes de la temperatura ambiental para poder conseguir una eficiencia productiva (6). De la inmensa cantidad de insectos existentes alrededor del mundo los insectos que más suministran y aportan beneficios a la alimentación animal son: mosca común (*Musca domestica*), mosca soldado negro (*Hermetia Illucens*), gusano de seda (*Tenebrio molitor*), gusano de seda (*Bombyx mori*) grillo doméstico y grillo rayado (*Acheta domesticus* y *Gryllodes sigillatus*), grillo bicolor (*Gryllus assimilis*), escarabajo de la cama (*Alphitobius diaperinus*) (18).

6.2. Características de la Mosca Soldado Negro (*Hermetia Illucens*)

La mosca guerrera, mayormente conocida como mosca soldado negra (MSN) cuyo nombre científico es *Hermetia illucens* (19), es una especie de braquícero díptero perteneciente a la familia *Stratiomyidae* originaria de varias regiones de América (20), extendiéndose por varias zonas alrededor del mundo (Europa, Asia, África e islas del pacífico), ubicándose en sectores de climas tropicales y templadas cálidas (21), ya que al no poseer resistencia física a climas fríos su migración está limitada a entornos cálidos (22). Fenotípicamente esta mosca posee un aspecto elegante llegando a confundirse con abejas y avispas, debido a varias características como su forma esbelta, color del cuerpo, inclusive por el fuerte zumbido que producen al volar; sin embargo, estas moscas se diferencian de las avispas poseen únicamente dos pares de alas y

no tienen aguijón (23), además de tener la particularidad de no poseer sistema digestivo apto para la alimentación durante su etapa adulta por lo que a diferencia de la mosca domestica no representan un problema para el ser humano ni para los animales (19).

El ciclo vital de la MSN está comprendido en 4 etapas con una duración aproximada de 30-45 días el cual varía por las condiciones ambientales y alimenticias en las que se desarrollan. La etapa adulta es la de menor duración, entre 6 y 8 días que lo dedican únicamente a sus funciones reproductivas (24), la etapa más longeva de su vida la comprende su fase larvaria en la que poseen un sistema digestivo especializado en la descomposición de materia orgánica gracias a su sistema enzimático que lo convierte en un insecto altamente eficiente en la conversión de materia orgánica (25). Debido a que la alimentación de las MSN se da únicamente en su forma larvaria esta especie no se asocia con la transmisión de enfermedades (23).

La MSN es uno de los insectos más benéficos en lo que al tema de reciclaje de materia orgánica se refiere (25); esto gracias a sus capacidad de degradar una gran cantidad y variedad de materia en descomposición tanto vegetal como animal (21), siendo capaz de consumir hasta 500mg de material orgánico al día y descomponer residuos alimenticios, granos de destilería, despojos de animales, incluso residuos fecales de diversos animales de producción (22).

Debido a este comportamiento alimenticio las larvas de mosca soldado negro (LMSN) cuentan con un valioso perfil nutricional y son una excelente opción principalmente como fuente proteica para animales de producción (26), siendo una opción de reemplazo para materias primas como la soya que aportan la parte proteica dentro de la dieta de pollos, cerdos y otros animales en ganadería (27).

Algunos beneficios adicionales que brinda la utilización de MSN son el aprovechamiento de desechos orgánicos provenientes de las granjas de crianza de pollos y cerdos (23), además de controlar y reducir el número de individuos de mosca doméstica en un 94-100%, siendo una buena opción para control de enfermedades transmitidas por la mosca domestica la cual puede ser vector de diversas patologías de interés veterinario (21).

6.3. Hábitos de vida y medio de crianza de la Mosca Soldado Negro

6.3.1. Clima y temperatura

La MSN posee una gran capacidad de resistir condiciones ambientales variables, esto los hace capaces de soportar temperaturas inferiores a las habituales en su hábitat natural, no obstante existen parámetros ambientales ideales que favorecen su desarrollo y crecimiento. Los rangos de temperatura adecuados a manejar durante su ciclo de vida están entre 24 a 30°C (28), ya que si la temperatura ambiental es alta las larvas buscarían lugares frescos alejándose de la comida

y a temperaturas muy bajas su metabolismo se reduciría, lo que afectaría a su desarrollo (29); sin embargo existe una relación entre la temperatura, la precocidad en el desarrollo larvario y la generación de las moscas adultas, encontrando estudios que evidencian un mayor tiempo de desarrollo larvario a temperaturas de 27°C y un mayor porcentaje de larvas que alcanzan su forma adulta, a diferencia de larvas sometidas a 30°C las cuales presentan menor tiempo en su desarrollo larvario pero un menor porcentaje de larvas que alcanzan su etapa adulta (23). Además existen otros factores climáticos a considerar tales como la humedad ambiental, que debe ser superior a 70% y la iluminación, que es sumamente importante en su fase reproductiva ya que estimula a las moscas para favorecer la etapa reproductiva (28).

6.3.2. Hábitat y medio de crianza de las larvas

El medio en el que se desarrollan las larvas de mosca soldado negro (LMSN) suele comprenderse por una diversa variedad de materia orgánica en descomposición. La mosca guerrera suele sobrevolar áreas agrícolas buscando zonas en las cuales depositar sus huevos, ya que por lo general estas zonas contienen desechos de cultivos e inclusive heces de animales que brindan un medio ideal para su objetivo (19). En zonas urbanas estas moscas suelen encontrarse en contenedores de basura o en zonas con saneamiento deficiente los cuales brindan un medio útil para completar su ciclo (2). Los huevos de estas larvas suelen vivir dentro del compost en descomposición; este material de desecho debe tener una adecuada temperatura, humedad y pH, además de encontrarse en un lugar alejado de la luz solar ya que estas larvas necesitan oscuridad para cumplir con su función fisiológica, ya que al ser la fase más prolongada de su ciclo vital necesitan un medio adecuado posible para pasar la mayor parte de su vida (28). Al ser un insectos con una gran capacidad de descomposición puede alimentarse de una gran variedad de materia orgánica, pudiendo ser una excelente opción para el tratamiento de gallinaza y pollinaza proveniente de granjas de pollos broiler y gallinas ponedoras, además de utilizarse como una excelente fuente proteica para la alimentación de las aves (19)

6.3.3. Condiciones y características del compost

Dentro de la materia orgánica utilizada como compost para la crianza y desarrollo de la LMSN se debe tomar en consideración varios parámetros que aseguren una mayor eficiencia de crecimiento para las larvas (23); Así pues, uno de los factores más importantes a considerar es la humedad, aspecto fundamental del cual depende la supervivencia de estos insectos, ya que puede alterar el proceso de descomposición de la materia; además, al no contar con un buen manejo de humedad el residuo final puede ser apelmazado favoreciendo la introducción de microorganismos patógenos (19). Varios autores discuten y concluyen que esta humedad puede

depender del tipo de materia orgánica utilizada como base para el compost; es así que, para residuos a base de estiércol de ave la humedad necesaria es de 40 a 60%, para compost a base de lodo fecal la humedad recomendada es de 85% y para materia orgánica a base de desperdicio de alimentos la humedad recomendada es de un 80% (29).

Otros factores de importancia para el adecuado desarrollo larvario es la temperatura y el pH; las LMSN al ser especies euritermas pueden manejarse en un rango amplio de temperaturas, a pesar de ello la temperatura óptima del compost debe mantenerse a 27°C lo que las permite metabolizar correctamente los nutrientes de los desechos (30). Por otro lado una variable muy a tomar en cuenta es el grado de alcalinidad o acidez del compost, ya que las LMSN pueden crecer y desarrollarse en un sustrato neutros y básico logrando metabolizar nutrientes en pH que van de 8 a 10 de alcalinidad, siendo contraproducente sustratos ácidos en donde las larvas no pueden regular el pH del medio (29).

6.4. Alimentación de la Mosca soldado negro

Dentro de los insectos utilizados como sustituto proteico en el alimento de los animales de producción la MSN es una de las más prometedoras ya que tiene una gran capacidad para descomponer materia orgánica (19). Estos insectos basan su alimentación en materiales que no son aptos para el consumo animal y humano, sean estos desechos alimenticios, subproductos del procesamiento de estos alimentos, inclusive heces de los mismos animales de producción a los cuales se les alimenta con las larvas de MSN. Diversos estudios han evidenciado una buena conversión alimenticia y elevada tasa de crecimiento en larvas alimentadas con cáscaras de papa, desechos de la industria cervecera, diversa variedad de granos (22), subproductos de la industria pesquera, heces de pollos broiler, logrando extraer y convertir de estos sustratos en carbohidratos, grasas y proteínas de alta calidad, la cual asimilan en su cuerpo en cantidades que oscilan entre 38% y 46%, teniendo un contenido de aminoácidos rico en lisina, lo que lo hace un buen sustituto proteico en dietas con inclusión de soya como fuente principal de proteína (30).

El alimento de la LMSN debe contar además con un porcentaje de agua entre 60% y 90%, esto asegura que la larva pueda asimilar la mayor cantidad de nutrientes, además de asegurar un correcto medio por el cual se puedan desplazar para degradar la materia (29). Esta materia de preferencia puede tratarse pasando por procesos de degradación bacteriana o fúngica lo que aseguraría el buen estado larvario durante toda la fase. Finalmente el tamaño de partícula es otro factor a considerar ya que las larvas al no contar con mandíbula el alimento sería mejor aprovechado si el tamaño de partícula es diminuto o el alimento se encuentre molido

consiguiendo una pasta (28).

6.5. Ciclo de Vida (*Hermetia Illucens*)

El ciclo de vida de la mosca Guerrera o soldado negro por lo general tiene un periodo de duración que se extiende entre unos 30 y 45 días, tomando en cuenta que cada etapa puede presentar variación en su tiempo de desarrollo debido a factores medioambientales que influyan durante este proceso. El ciclo de vida de MSN se encuentra comprendido principalmente por 4 etapas: huevos, larvas, pupas, adultos (28).

6.5.1. Huevos

Hermetia Illucens es una mosca que puede colocar aproximadamente 500 a 600 huevos en su etapa adulta (29). Estos huevos son de forma ovalada y coloración blanco cremoso o amarillo pálido midiendo aproximadamente 1 mm de longitud, esta etapa tarda aproximadamente 4 días en las que los huevos llegan a convertirse en larvas (19).

6.5.2. Larvas

Estas larvas nacen de 4 a 6 días después de la oviposición, inicialmente miden 1 mm de longitud, con un color blanquecino por todo su cuerpo, una cabeza pequeña y varios anillos con pelo en cada uno, desde el inicio de su fase larval ya cuentan con un excelente aparato bucal masticador y antenas con forma de cono (28). Al crecer, su cuerpo incrementa el número de segmentos y adquieren una forma ligeramente aplanada, su recubrimiento externo se oscurece pasando por tonalidades cremas, rojizas hasta un tono plomo negruzco, su cabeza se alarga y su cauda se ensancha (23). En esta etapa las LMSN son ávidas comedoras necesitando grandes cantidades de alimento para completar su desarrollo a la siguiente fase evitando así alargar el tiempo total del ciclo de crecimiento y desarrollo (19). Durante este desarrollo pasan por seis estadios en los cuales existe una muda constante de piel llegando a medir hasta 27 mm de largo y 6 mm de ancho; cerca de finalizar su estadio larvario a los 14 días aproximadamente las larvas experimentan un cambio en sus mandíbulas las cuales se modifican a forma de gancho para excavar, etapa en la cual se las denomina prepupas (29).

6.5.3. Prepupa/Pupa

Previo a la última fase de desarrollo de la MSN existe un periodo en el cual la larva toma el nombre de Prepupa, en la cual las larvas migran buscando grietas secas lejos del material orgánico en el que se encontraban en donde iniciaran con el proceso de pupación (19); cabe recalcar que este estado de Prepupa es el adecuado para realizar la cosecha y posterior transformación en materia prima rica en proteína ya que en esta etapa su contenido total se encuentra entre el 36% y 48% además de contar con un 33% de grasas (29). La pupación

consiste en un proceso por el cual el exoesqueleto de la larva se oscurece y endurece encontrando como indicador principal para reconocer el estado de pupa la ausencia de movimiento (23), este estadio dura aproximadamente dos semanas tras las cuales emerge el insecto o también llamado imago el cual permanece inactivo hasta reaccionar con la luz, señalando la continuación de su ciclo en forma de adulto (29).

6.5.4. Adultos

Los individuos adultos de la familia de la MSN tienen una longitud de aproximadamente 15 a 20 mm, muy similares a las abejas o avispas, suelen poseer varios colores en su cuerpo que van desde verde, amarillo, azul o negro (19), llegando a presentar un aspecto metálico en algunos especímenes, poseen alas marrones o negras y sus antenas dos veces más largas que su cabeza (24). Su región posterior es cóncava, contando con un sistema bucal involucionado incapaz de alimentarse, poseen un cuello delgado y flexible, lo que les permite girar su cabeza en todas las direcciones. El tórax de la MSN tiene un anchura de 7 mm y un largo de cerca de 4 mm con poco vello y dos depresiones a los lados, alas traslucidas de 12 mm de largo por 4 mm de ancho (29). Sus patas cubiertas de bellos son de color negro y en su zona distal se encuentra una pigmentación blanca amarillenta (2). El abdomen cilíndrico posee varios anillos de color negro con dos zonas traslucidas en la cara dorsal (29).

En la Fase de adultas la MSN no requiere alimentación por lo que cuenta con un aparato bucal que no está diseñado para alimentarse, ya que su principal función durante esta etapa es la reproducción (29); no obstante pueden prolongar su vida como adultas si cuentan con una fuente de agua, sumado a las reservas de alimento que acumularon durante su fase larvaria, lo que sería suficiente para cumplir con su función (23). Esta característica particular vuelve a la mosca guerrera una especie inofensiva siendo incapaz de fungir como vector biológico de enfermedades, además de desplazar a la mosca domestica de la materia orgánica en zonas urbanas o instalaciones de producción animal (24).

La fase adulta de la MSN suele ser breve, las moscas tienen un lapso de 5 a 8 días de vida durante el cual deben realizar la reproducción y oviposición antes de morir (23). Durante su vida adulta las moscas no demuestran gran movimiento dedicando su actividad exclusivamente a la reproducción; los machos suelen buscar reposo estableciendo sitios de apareamiento durante el cual se aparean por única vez con las hembras dos días después de la transición de larva a pupa (29). Estas hembras buscan grietas y hendiduras preferentemente secas por encima o cercanas a residuos de materia orgánica de la que se suelen alimentar en fases posteriores para ovipositar sus huevos, esto lo hacen dos días posteriores a la reproducción (21). Por lo general

esta fase de reproducción suele darse a 26°C y durante el día a buena presencia de luz (19).

6.6. Harina de larva de mosca soldado negro

La harina que se obtiene de la larva de mosca soldado negro (LMSN) es una de las opciones más viables e innovadoras como fuente proteica para el reemplazo en dietas balanceadas para animales de producción (31), esto se debe a que esta mosca puede alimentarse de una gran variedad de sustratos en descomposición y reducir de los residuos elementos tales como nitrógeno y fosforo en un 70%, además de lograr reducir el 50% del sustrato convirtiéndose en una especie precoz en su crecimiento lo que la diferencia de otros insectos (32). Esta harina es rica en proteína cruda y lípidos con cadena media de ácidos grasos mono insaturados, otorgándole la particularidad de ser altamente digestible, estas características sumadas a la calidad microbiológica de la harina la hacen una materia prima de elección en la producción animal (19).

La harina de LMSN es más económica de producir que otras harinas basadas en proteína, ya que porcentualmente las larvas tienen más proteína que otros alimentos como la soja; Esto beneficiaría a producciones animales como las aves de corral (33), ya que en esta especie la inclusión parcial de harina de MSN presentaría una mejor eficiencia al tener un organismo capaz de aprovechar la proteína de los insectos teniendo una mejora en su desarrollo productivo (34), además de aprovechar las heces y desechos provenientes de este tipo de producción avícola lo que facilitaría a la gestión de residuos y disminuir la contaminación (35). Las composiciones de proteínas y grasas disponibles en la harina LMSN son muy dependientes del tipo de alimento que consumen en su etapa larvaria; sin embargo, estudios demuestran que existe una correlación negativa entre el porcentaje de grasa que consumen y el larval a diferencia de la proteína la cual si se ve incrementada al final de su etapa larvaria que durante todo su proceso de crecimiento en donde obtuvieron buenos niveles proteicos en la dieta (36). La harina de LMSN dadas sus propiedades nutricionales puede convertirse en uno de las principales materias primas proteicas para la alimentación de varios animales de granja; Esta ventaja se debe a su elevada digestibilidad para pollos de engorde, además de tener un impacto ambiental bajo en su producción, su costo de producción reducido y su capacidad de convertir materia de desecho en compost que posteriormente puede utilizarse para la industria agropecuaria (2).

Para considerar esta harina como material principal dentro de la formulación de balanceado para los animales se consideró su alto porcentaje de proteína, los ácidos grasos que posee, pigmentos, vitaminas y minerales que la ponen en similitud con otras fuentes proteicas usadas

tradicionalmente, tanto de origen vegetal como animal, dentro de las dietas de aves, cerdos, peces, bovinos, entre otros (31).

Varios estudios realizados evaluando la sustitución de la proteína usada habitualmente por harina de MSN han demostrado grandes beneficios, inclusive al reemplazar un 100% de proteína en las dietas obteniendo resultados similares a otras materias proteicas sujetas a comparación; sin embargo, se han mostrado mejoras sustanciales de conversión alimenticia administrando diferentes niveles de inclusión, lo que indica la necesidad de adecuar nuevas estrategias para aprovechar los beneficios de la harina de MSN en las aves (29).

6.7. Elaboración de harina de mosca soldado negro

Para este proceso de obtención de la proteína de LMSN se necesitan de varios acontecimientos puntuales por los cuales el insecto será procesado y transformado en harina. Como primer paso se debe constar la fase en la que se encuentra la mosca soldado negro que va a ser utilizada para este proceso, esta debe estar a finales de su fase larvaria o en proceso de prepupa (20), fases en las que las concentraciones de proteína es alta y se puede evitar que la harina contenga quitina siendo esta de difícil digestión para los animales específicamente las aves de corral (19). El proceso de recolección de las larvas se realiza de manera natural ya que estas buscan zonas secas para continuar con su transformación a pupas, estas larvas se recolectan en contenedores mientras que los residuos de la materia orgánica puede ser aprovechada como composta de alta calidad (23).

Para el proceso de secado las larvas pueden ser depositadas en bandejas y ser sometidas a un secado natural usando el sol como fuente principal u otro método mecánico con maquinaria especial para este propósito; finalmente una vez seco es transportado a un molino para reducir a partículas minúsculas completando el proceso de transformación a harina (30). Esta harina deberá contar con varias características organolépticas como: una coloración grisácea uniforme, olor característico de esta harina sin presencia de olores ajenos o extraños, sabor distintivo de la larva sin presentar sabores distintos que pudiesen ser indicio de alguna contaminación y rechazo de la harina, y finalmente el producto de este proceso deberá ser granuloso y seco, lo que es un indicio fundamental del buen proceso (19).

6.8. Análisis bromatológico

La valoración de la calidad nutrimental de la MSN debe realizarse para conocer de manera específica las propiedades nutricionales de esta materia prima, la cual tendría como función principal reemplazar en varios niveles de inclusión la proteína de una dieta para alimentación animal (31). Estos análisis son conocidos como análisis químico proximal, que ayuda a

determinar la proteína, grasa, fibra, humedad, extracto libre de nitrógeno (ELN), y minerales totales (cenizas). Con estos resultados se podrá determinar con precisión la calidad de los componentes que la harina de MSN puede tener (33).

El análisis bromatológico realizado a las larvas deshidratadas puede dirigir a una mejor selección del periodo en el cual se debe realizar la recolección de estos insectos verificando su alto valor nutricional y su palatabilidad específica para cada especie animal a la cual se le va a administrar este alimento (37). Los porcentajes aproximados que se pueden encontrar sometiendo la harina de LMSN son: en proteína cruda 42,1%, lípidos 39%, cenizas 14,6%, fibra cruda 7%, calcio 5%, extracto de nitrógeno 1,4%, fósforo 1,5%. Tal es así que autores como Arango Gloria et al³³ presentan resultados similares en análisis bromatológicos realizados para su investigación:

Tabla 1: Análisis bromatológico de las larvas de *Hermetia illuscens* L. según aplicación del método de análisis químico proximal (AQP).

Composición	Cantidad (%)			
	Laboratorio 1	Laboratorio 2	Laboratorio 3	Desviación Estándar
Humedad	10,00	7,484	9,58	5,29
Materia Seca	90,00	92,516	90,42	1,78
Proteína	36,98	39,30	37,375	1,24
Grasas	18,82	13,89	23,506	4,80
Cenizas	17,47	23,05	25,680	4,20
Calcio	7,60	7,54	7,80	0,14
Fósforo	0,58	0,63	0,69	0,05

Nota: La tabla representa datos bromatológicos obtenidos por el autor. Tomado de: Arango Gloria Et Al (33).

Una vez establecido los niveles nutricionales de la harina de LMSN es necesario especificar la composición química de este alimento, ya que dentro de su composición lipídica se puede hallar ácidos grasos tales como oleico, linoleico, láurico, esteárico y mirístico (37); referente a la porción de aminoácidos disponibles encontramos metionina (0.9%), lisina (3.4%), ácido aspártico (4.6%), leucina (3.5%), isoleucina (2%), glicina (2.9%) histidina (1.9%), arginina (2.2%), fenilalanina (2.2%), ácido glutámico (3.8%) valina (3.4), prolina (3.3%), triptófano (0.2%), treonina (0.6%), serina (0.1%) y cisteína (0.1%) (31). Esto ha sido demostrado por autores como Newton G et al³⁸ que según su estudio presenta porcentajes similares a los ya

mencionado, los cuales son expuestos a continuación:

Tabla 2: Contenido de aminoácidos esenciales, minerales y nutrientes de prepupas de *Hermetia* alimentadas con estiércol

Essential Amino Acids (%)		Mineral and Other	
Methionine	0,83	Ca	5,36%
Isoleucine	1,51	P	0,88%
Lysine	2,21	Mg	0,44%
Leucine	2,61	K	1,16%
Valine	2,23	Fe	776 ppm
Threonine	1,41	Zn	271 ppm
Histidine	0,96	Mn	348 ppm
Phenylalanine	1,49	Crude protein	43,2%
l-Arginine	1,77	Ether extract	28,00%
Tryptophan	0,59	Ash	16,6%

Nota: La tabla representa en porcentaje la composición química específica de la harina de mosca soldado negro. Tomado de Newton G et al (38).

Otra de las pruebas que se suele realizarse para determinar la calidad de una materia prima es la de digestibilidad en pepsina que, en el caso de la harina de LMSN Arango Gloria et al²³ reporta un resultado promedio de 81,577 + 1,24 %, dato que ha sido comparado con otro tipo de harinas proteicas como la de pescado la cual posee un total de 84,94 % (33). Estos datos demuestran que la harina a base de pescado es ligeramente superior en el porcentaje de digestibilidad, no obstante la harina de pescado es uno de las materias primas proteicas con mayor digestibilidad dentro de la nutrición animal por lo que la harina de LMSN al tener porcentajes ligeramente inferiores podría ser considerado por excelencia un alimento proteico altamente digestible (36).

Para un adecuado aprovechamiento de todas las propiedades nutricionales previamente expuestas es necesario que la harina de MSN sea realizada con la fase larvaria o prepupa de estos insectos, ya que en esta fase su contenido nutricional es alto y al ser la fase en la cual el insecto se alimenta e incrementa de tamaño (38), se puede controlar de cierta manera los nutrientes que pueden asimilar; además, por sus capacidades fisiológicas son capaces de consumir hasta 500mg de materia orgánica llegando a obtener un total de 1000 larvas por Kg de alimento (31).

Cabe aclarar que la fase larvaria no es la única que se puede utilizar de estos insectos, la fase adulta de las MSN suele estar compuesta por quitina, la cual es un polisacárido de N-acetil D-glucosamina que para animales de producción como las aves de corral es una fibra cruda difícil de digerir (19); sin embargo, en especies como los peces estudios han demostrado que en niveles adecuados puede incrementar la longitud de las microvellosidades intestinales, además de mejorar el sistema inmune estimulando la actividad de macrófagos y mejorando la tasa de crecimiento de los peces y su eficiencia en la asimilación del alimento (10).

6.9. El pollo de engorde

Actualmente el incesante crecimiento poblacional ha incrementado el consumo de carne de diferentes especies especialmente de pollo, esto ha puesto en apuros a los productores y profesionales agropecuarios que por satisfacer estas necesidades han enfocado sus esfuerzos en crear aves que posean gran eficiencia productiva, en el caso de los pollos destinados a la obtención de carne mejorando su tasa de crecimiento, rendimiento a la canal, eficiencia alimentaria, adaptabilidad climática y resistencia a las enfermedades (13).

Los avances tecnológicos han brindado muchas mejoras dentro de la empresa avícola ya que varios estudios demuestran que cada vez es necesaria menos cantidad de alimento para producir una tonelada de carne de pollo lo que ratifica el buen camino genético por el que va el pollo de engorde (19).

Dentro de la avicultura de carácter intensivo se utiliza terminología que permite diferenciar las razas puras de las híbridas ya que estas últimas pueden otorgar beneficios productivos superiores; es así que, al hablar de raza es un término describe un grupo animal de una misma especie las cuales comparten ciertas características comunes (39); Variedad, palabra referente a varios animales de una misma raza pero presentan variaciones entre sí; Estirpe la cual detalla animales de una misma raza sometidos a varios cruzamientos buscando obtener características particulares; Línea, término muy utilizado en avicultura cuyo significado específica a una población de animales seleccionada por cruces concretos con una consanguinidad elevada y cuyo nombre es dado por la industria o fabrica encargada de estos cruces (19). El pollo parrillero o mejor conocido como broiler es una variedad desarrollada para la producción de carne específicamente, estos pollos han sido modificados para aprovechar de mejor manera el alimento siendo más eficientes para la conversión alimenticia a diferencia de pollos o gallinas cuyos propósitos son la producción de huevos o aquellas que tienen un propósito doble tanto carne como huevos (40).

Los pollos broiler han sido sometidos a varios cruces genéticos que les han permitido lograr su

precocidad en cuando a su desarrollo y crecimiento; para este propósito se utilizan tanto machos como hembras para el consumo de carne ya que ambos pueden alcanzar los objetivos productivos deseados (41). Este tipo de pollos pueden llegar a su tamaño y peso ideal en un periodo estimado entre 5 a 7 semanas, lo que posiciona al broiler en la cúspide de la producción cárnica de origen aviar (42).

Para poder obtener un pollo broiler es necesario utilizar varias razas tales como New Hampshire o White plymouth rock en las líneas maternas las cuales aportan características reproductivas en cuanto fertilidad; y White cornish en las razas paternas que otorgan los rasgos anatómicos ideales para pollos de carne: tórax profundo, arco de patas amplio, precocidad, entre otras (13). Para conseguir un pollo de engorde que cumpla adecuadamente con su propósito productivo se puede realizar cruces entre las líneas: Cobb, Cobb 500, ross, hybro, Arbor acres y hubbard; o también a través de cruces con aves de doble propósito como rhode island red o Plymouth rock barred (19).

Dentro de las características óptimas para un buen pollo broiler están la rapidez en su desarrollo, la eficiente conversión alimenticia, una buena conformación muscular, un rendimiento a la canal alta, y la resistencia microbiana; esto sumado a una buena selección genética, un adecuado manejo nutricional, y una temperatura controlada se puede conseguir pollos con un peso ideal dentro de los tiempos recomendados (39).

6.10. Alimentación para pollos de engorde

Dentro de una empresa agropecuaria la rentabilidad es determinada por la alimentación que brindan a sus animales ya que esta constituye uno de los costos más altos representando un 50% hasta un 80%, de los cuales un 95% esta direccionado a cubrir las demandas proteicas y energéticas, un 3% a 4% para satisfacer el requerimiento de minerales, vitaminas y oligoelementos, y el restante 1% y 2% para aditivos (19).

Para cubrir estas necesidades las dietas deben ser formuladas a base de una mezcla de distintas materias primas, conformadas por fuentes de proteína, cereales, grasas, vitaminas, minerales, suplementos de origen animal y aditivos alimenticios, todo esto considerando el costo total al formular la dieta para conseguir cubrir las necesidades de los pollos de engorde al menor costo posible (42). Debido a la gran eficiencia que puede otorgar el pollo broiler en la industria cárnica es considerado como un alimento vanguardista, esto lo demuestra al necesitar aproximadamente de 2 a 2.5 kg de alimento para conseguir 1 kg de peso corporal (43).

Esta eficiencia le permite disminuir el tiempo en el cual alcanzaría pesos ideales para el productor ya que a los 40-45 días estas aves obtendrían pesos de 2,3 a 2,7 kg de peso vivo,

teniendo en consideración el sexo del ave y otras variables durante su cría (44).

Fisiológicamente las aves de corral presentan desafíos que hacen que su crianza sea más crítica a comparación de otros animales de producción, esto está determinado por factores como su digestión, respiración y circulación, que es más acelerada que los mamíferos, asimismo su temperatura naturalmente es más elevada presentando temperaturas de 41°C; estos animales necesitan mayor control relacionado con la temperatura ambiental primordialmente en sus primeras semanas de vida (43).

Es por estas razones que las dietas de los pollos parrilleros deben estar enfocadas a proveer cantidades adecuadas para que el ave de corral pueda cumplir con sus funciones fisiológicas de mantenimiento y subsecuentemente en cubrir las necesidades productivas que exige su propósito (45). Estos requerimientos nutricionales de los pollos parrilleros brindan información indispensable para establecer una dieta apropiada para su correcto desempeño; sin embargo, tales valores solo deben ser tomados como una pauta a considerar, debido a que la gran diversidad de líneas presentes y las diferencias en pesos finales a los cuales se puede faenar los animales dificulta homogeneizar las demandas nutrimentales para cada animal (42).

6.11. Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales de los pollos broiler suelen ser complejos debido a que para su correcto desarrollo necesitan aproximadamente 40 compuestos diferentes, que le aporten los nutrientes adecuados para su desarrollo. Las materias primas que se utilizan en la formulación de este alimento suelen estar clasificadas en base a su composición química siendo así: agua, proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas (40); Todos estos elementos en conjunto deben ser incluidos correctamente, ya que si alguno de ellos faltara podría perjudicar y retrasar el crecimiento de las aves; y si se adicionan en exceso los pollos pueden desarrollar enfermedades de carácter metabólico teniendo graves consecuencias y pérdidas productivas y económicas (44).

Otro factor a tomar en cuenta es que cada elemento a incluir en una dieta deben tener una digestibilidad lo más alta posible, esto para que el animal pueda absorber todo lo que se le está administrando y la formulación en base a su requerimiento nutricional sea cubierto de manera acertada (40). Existen numerosos estudios que establecen los valores nutricionales de cada materia prima dentro de un pienso para pollos broiler, tal es el caso de Ayamamani roger¹⁹ el cual sugiere valores recomendados de cada posible materia prima dentro de una formulación balanceada:

Tabla 3: Contenido de nutrientes incluidos en una formulación estándar para pollos de engorde

	Inicio	Crecimiento	Finalización 1	Finalización 2
Cantidad de alimento/ave	250 g-0.55 lb	1000 g-2.20 lb	-	-
Periodo de alimentación/días	0 – 10	11-22	23 – 42	43+
Tipo de alimento	Migaja	Pellet	Pellet	Pellet
Proteína bruta %	21-22	19-20	18-19	17-18
Energía metabolizable MJ/kg	12,7	13	13-3	13-4
(EMA+) - Kcal/kg	3035	3108	3180	3203
Kcal/lb	1380	1410	1442	1453
Lisina %	1,32	1,19	1-05	1
Lisina digestible %	1,18	1,05	0-95	0-9
Metionina %	0,5	0,48	0-43	0-41
Metionina digestible %	0,45	0,42	0-39	0-37
Met + Cis %	0,98	0,89	0-82	0-78
Met+ Cis digestible %	0,88	0,8	0-74	0-7
Triptófano %	0,2	0,19	0-19	0-18
Triptófano digestible %	0,18	0,17	0-17	0-16
Treonina %	0,86	0,78	0-71	0-68
Treonina digestible %	0,77	0,69	0-65	0-61
Arginina %	1,38	1,25	1-13	0-97
Arginina digestible %	1,24	1,1	1-03	0-97
Valina %	1	0,91	0-81	0-77
Valina digestible %	0,89	0,81	0-73	0-69
Calcio %	0,9	0,84	0-76	0-76
Fósforo disponible %	0,45	0,42	0-38	0-38
Sodio %	0,16-0,23	0,16-0,23	0,15-0,23	0,15-0,23
Cloruro %	0,17-0,35	0,16-0,35	0,15-0,35	0,15-0,35
Potasio %	0,60-0,95	0,60-0,85	0,60- 0,80	0,60- 0,80
Ácido linoleico %	1	1	1	1

Nota: Los valores EMA se basan en la tabla europea de valores de energía WPSA Tomado de Ayamamani roger (19).

6.12. Proteína

La proteína es parte fundamental de la alimentación de cualquier animal al ser un nutriente cuya estructura está involucrada en la mayoría de funciones corporales ya que es componente estructural de músculos y tejidos; produciendo cambios químicos en el organismo tomando el nombre de enzimas, hormonas, entre otras (44). Los requerimientos que las aves necesitan de proteínas reflejan su necesidad de aminoácidos en el organismo, esta afirmación se basa en el proceso bioquímico que sufren las proteínas, que al ser ingeridos por el animal son degradados en moléculas más sencillas las cuales pueden ser aprovechadas por el cuerpo para diferentes funciones (44). Este proceso de degradación se conoce como metabolismo el cual puede actuar

por dos vías: las vías catabólicas las cuales se traducen en reducir o destruir moléculas grandes en más pequeñas, en este caso de proteínas a aminoácidos, proceso con ganancia de energía; y las vías anabólicas que es la síntesis de moléculas grandes a partir de las pequeñas, dándose un proceso opuesto al catabolismo con subsecuente pérdida de energía (19).

Los aminoácidos deben ser suministrados correctamente en la dieta ya que estos tienen cierto efecto sobre el consumo total de alimento, esto sucede indirectamente, ya que el aumento de peso del ave se verá reducido si el nivel de aminoácidos disminuye por debajo de la media recomendada, al existir esta baja de peso corporal el requerimiento de calorías del ave también será afectado por lo que el consumo de alimento sufrirá un descenso sustancial (40).

Para evitar este tipo de desequilibrio nutricional hay que tener en cuenta la formulación adecuada de la dieta y el porcentaje de digestibilidad que posean estas materias primas dentro de la misma (45). La gran diferencia entre la mala administración de la proteína y la energía en la dieta, es que los pollos no pueden modular el consumo alimenticio para compensar el desbalance de aminoácidos, siempre y cuando la deficiencia no sea leve. Algunos aminoácidos importantes a la hora de mantener su equilibrio son el triptófano, la tirosina y la treonina ya que estos aminoácidos tienen acción directa sobre el apetito (40).

6.13. Energía

Dentro de los nutrientes que ingresan al organismo del ave la energía no es una de ellas, ya que los alimentos ricos en carbohidratos son aquellos que brindan la parte energética de la dieta; Esta energía es la necesaria para que los animales puedan aprovechar el resto de nutrientes de la dieta en su desarrollo corporal (44). Esta energía se puede calcular en la dieta basándose en datos de la energía metabolizable, la cual se calcula con la energía consumida en el alimento menos la energía que es excretada (19).

La fuente principal de energía que se utilizan para el desarrollo de los pollos proviene de los granos tales como trigo, maíz, arroz, avena, sorgo, etc., que en su composición bioquímica son alimentos ricos en carbohidratos por lo que al incluirlos en la dieta, se aseguraría un gran aporte energético para que el ave pueda utilizarla para sus funciones metabólicas. Estos niveles energéticos se pueden medir en megajoules o kilocalorías de energía metabolizable (40).

6.14. Ácidos grasos

En la alimentación animal los ácidos grasos son importantes en la nutrición de los pollos parrilleros, ya que científicamente ha sido demostrado que este tipo de compuestos están involucrados en la estructura de la membrana celular alrededor del cuerpo. En fases embrionarias intervienen en el desarrollo cerebral y de la retina gracias a que son precursores

de hormonas como las prostaglandinas que favorecen los impulsos nerviosos encargados de la transmisión de mensajes (40).

Otros compuestos básicos son los ácidos grasos esenciales tales como los omega 3 y 6 que se pueden utilizar en las aves para desarrollar y promover respuestas inmunes mejorando el crecimiento de las aves y su valor nutricional (32). Estos ácidos grasos vienen incluidos en la dieta a través de lípidos, también conocidos como grasa y aceites, que suelen venir incluidos en cierto tipo de alimento de origen vegetal o se administran de otro tipo de fuentes a la fórmula del alimento balanceado (40).

6.15. Suplementos nutricionales

Al hablar de suplementos nutricionales, hay que referirse principalmente a las vitaminas y los minerales que se incorporan a la dieta de las aves, estas sustancias químicas suelen integrarse en cantidades diminutas a diferencia de la proteína, carbohidratos y ácidos grasos, ya que su inclusión está limitada a los requerimientos fisiológicos de las aves (44). Dentro de las vitaminas que se utilizan en la formulación del alimento balanceado encontramos dos grupos distintos, las vitaminas hidrosolubles que como su nombre indica son aquellas que se pueden disolver en agua, estas son todas aquellas pertenecientes al grupo del complejo B (40); el otro grupo de vitaminas son las liposolubles las cuales tienen afinidad por disolverse en grasas aceites y otros solventes orgánicos, estas son las vitaminas A, D, K, E, estas vitaminas pueden ser almacenadas principalmente en el hígado del animal y en otras regiones corporales.

Al hablar de suplementos nutricionales no hay que olvidarse de los minerales, los cuales juegan un papel importante tanto a nivel estructural como fisiológico dentro del cuerpo de las aves (45). Estos minerales se pueden clasificar en macro minerales que son aquellos que se necesita en mayores cantidades ya que cumplen funciones importantes dentro del organismo, estos son: fósforo, calcio, sodio, potasio, cloro, azufre y magnesio (44); y los micro minerales los cuales son necesarios por el cuerpo pero en cantidades pequeñas, estos son: hierro, cobre, manganeso, yodo, selenio y zinc. Es fundamental mantener los niveles adecuados de cada mineral necesario para el pollo broiler ya que al ser animales de alto rendimiento requieren tener cierto cuidado al suministrarlos en la dieta diaria (40).

6.16. Fuentes proteicas

La proteína que se utiliza para la alimentación en pollos broiler puede tener su origen por dos vías: ya sea de origen vegetal como animal. La proteína animal ha demostrado gracias a constantes estudios y evaluaciones ser superiores a las proteínas de origen vegetal, esto gracias al contenido de aminoácidos esenciales fácilmente digestibles que poseen (19); esto ocasiona

que las proteínas vegetales necesiten procesarse de mejor manera para incrementar su valor nutritivo; sin embargo, los costos de las harinas de origen animal suelen ser más elevados, por lo que el uso de proteínas de origen vegetal suele ser la de mayor elección, ya que si se suplementan adecuadamente su costo beneficio es superior al otro tipo de proteína (40).

6.16.1. Proteína de origen vegetal

Siendo uno de los suplementos principales dentro de la formulación de dietas para aves de alto rendimiento, la proteína vegetal cubre en gran medida la demanda dentro de las explotaciones avícolas, satisfaciendo las necesidades proteicas del animal (45). Una de las principales fuentes de proteína vegetal es la harina o pasta de soya, siendo globalmente utilizada en la producción avícola dentro de los piensos alimenticios. Su gran eficiencia nutricional y disponibilidad de esta materia prima la convierten en una de las especies vegetales de mayor uso, superando la utilización de la harina de pescado (19).

6.16.2. Soya

Dentro de la categoría de la soya como materia prima proteica se encuentran varias presentaciones, de las cuales las más utilizadas son la harina de soya y la pasta de soya. La harina de la soya es una excelente fuente de proteína y energía, teniendo aproximadamente entre el 40% y 48% de proteína bruta, esto ligado al proceso de extracción del aceite y la cantidad de cascara extraída (46). A diferencia de otras harinas oleaginosas, la proteína que brinda la soja cuenta con un buen recuento de aminoácidos esenciales, lo que le permite adaptarse a una gran variedad de dietas nutricionales para pollos de engorde basadas en cereales; además, su contenido energético metabolizable suele ser alto a comparación de otras semillas de carácter oleaginoso (45).

Por otro lado, la pasta de soja se presenta como una de las mejores opciones de proteína vegetal, siendo el contenido de lisina lo que le atribuye esta característica productiva; sin embargo, el no contar con metionina en su composición suele limitarla en ciertos aspectos (16). Otro limitante con el que cuenta la soja es la inferioridad frente a harinas proteicas animales como lo es la harina de pescado que presenta un contenido proteico muy superior, además de presentar menor digestibilidad y palatabilidad en comparación (45).

Debido a su amplia distribución y aplicación varios estudios realizados en este grano han demostrado que su perfil aminoacídico puede ser sometido a tratamientos y adiciones que le otorguen mejores rangos de aceptabilidad para las aves de engorde garantizando una fuente idónea para su aplicación como materia prima dentro de la formulación de balanceados de

consumo animal (46). Lamentablemente el precio de comercialización en constante aumento hace que la harina de soja sea una materia prima más costosa equiparándose a los costos de la harina de pescado lo que a nivel costo beneficio la convierte en una opción menos viable (16).

6.17. Agua de bebida

El agua es una parte fundamental dentro de cualquier producción animal, ya que interviene directamente en varias funciones fisiológicas teniendo repercusión en algunos indicadores productivos; Este líquido vital es un componente principal dentro del organismo animal formando hasta del 70% de su composición; ésta sustancia primordial participa en todas las funciones fisiológicas dentro del organismo del ave, siendo importante para la regulación térmica, consumo de alimento, entre otras (43). En la crianza de pollos parrilleros el agua debe cumplir con buenos estándares de calidad para asegurar una buena eficiencia productiva; esta debe proceder de fuentes confiables, tener un pH dentro del rango aceptable (6,5 - 8,5) para el organismo del animal, contar con una cantidad adecuada de minerales y un bajo nivel de contaminación microbiana (42). Existen varias opciones por las cuales suministrar agua al galpón, entre las que se utilizan la conexión directa con tomas de agua de preferencia potable, la utilización de agua de sistemas de riego traídas por canales a través de varias extensiones de terreno, o sistemas más sencillos como la administración manual de agua al galpón, todas estas de preferencia deberán ser analizadas y tratadas previo a su utilización (43); además, dentro de un sistema de producción avícola se recomienda integrar un sistema para el acopio de agua que permita cubrir la necesidad de las aves en días que su suministro sea escaso, facilitando además al tratamiento y administración de vitaminas, minerales, fármacos, entre otros (42).

El consumo de agua se ve incrementado conforme el ave madura por lo que proporcionar las cantidades adecuadas de esta sustancia asegura un correcto consumo de alimento, ya que estos parámetros se encuentran íntimamente relacionados (40). Es por esta razón que es de suma importancia tener un plan de limpieza y desinfección de los sistemas encargados de suministrar agua al galpón (canales, tuberías, bebederos, tanques de reserva), asegurando de esta manera que este líquido vital llegue a los animales de manera adecuada limpia y sin cargas microbianas (43).

6.18. Infraestructura

Para que una producción avícola posea una gran eficiencia es necesario tener en cuenta diversos factores que permitan que el proceso de crianza sea el adecuado. Las instalaciones de un plantel avícola deberán contar con la infraestructura y equipamiento necesario y acorde a las normas establecidas por instituciones de regulación y control zoonosanitario del país, teniendo áreas

dedicadas a funciones particulares, equipos y materiales debidamente adecuados, sin descuidar el costo beneficio para el productor (39). Dentro de las áreas con las que debería contar una instalación avícola se encuentran como estructura principal el galpón, zona en la que se dará la crianza de las aves; el área de almacenamiento de alimento, zona de almacenamiento para materiales de limpieza y desinfección, áreas de limpieza para el ingreso tanto de personal como de equipos y demás (43).

El galpón es el área principal y de mayor cuidado en este tipo de producciones; deberá estar construido para brindar una correcta circulación del aire que ingresa y sale del mismo, una disposición que le permita ingresar una buena cantidad de luz a los animales y que su interior brinde un espacio adecuado para el desarrollo de los mismos (42). El equipamiento del galpón deberá cubrir los requerimientos del animal durante todo su periodo de crianza, además de brindarle facilidades que permitan un buen ambiente para que el ave pueda desarrollarse. Estos materiales son bebederos, comederos, cortinas, ventiladores, calefactores, jaulas, tanques para el almacenamiento de agua (39).

6.19. Manejo del galpón

El manejo de los procesos dentro del galpón es fundamental para mantener un ambiente adecuado para las aves durante todo el periodo de crianza y producción. Los aspectos considerados para un buen manejo del galpón son: densidad poblacional, sistemas de iluminación, control de temperatura, circulación de aire manejo de residuos, bioseguridad (plagas, vallas, control de entradas) (43).

La densidad poblacional se define como el conjunto de animales que se recomiendan por metro cuadrado, lo que impediría una excesiva acumulación de aves en el galpón, evitando daños en los animales tales como el aumento de la mortalidad, crecimiento ineficiente, mala calidad de cama y lesiones en las patas; este parámetro se debe controlar principalmente en zonas con un limitado control de temperatura o zonas con un ambiente cálido y húmedo (42). La densidad poblacional se calcula de acuerdo a la edad en la que se encuentra el animal; sin embargo, a partir de los 21 días la densidad adecuada en galpones es de 7 a 8 animales por metro cuadrado (39).

La iluminación es otro factor importante dentro de un plantel avícola ya que su manejo inadecuado puede conllevar a problemas en el consumo de alimento, agua y por consecuente el aumento de peso. La luz que se va a suministrar al galpón puede ser natural teniendo un manejo de infraestructura adecuado para aprovechar al máximo la luz del sol (42); o de origen artificial mediante la implementación de lámparas de luz blanca que cubran uniformemente el área

interna de todo el galpón. La temperatura es un factor necesario para el correcto desarrollo de los animales durante todo el desarrollo siendo un parámetro de más cuidado en los primeros 21 días de vida de las aves, ya que aún no tienen las capacidades de termorregulación necesarias para mantenerse en un estado óptimo (43); un control térmico va de la mano con el clima en el cual se desarrolla la crianza de los pollos, la conformación de las instalaciones para permitir el ingreso y salida de aire con facilidad y la densidad poblacional dentro del galpón (39).

El ingreso y control del aire ayuda también a disminuir la presencia de amoníaco en el ambiente, el cual se puede acumular por la excreta de orina en áreas con deficiencias en la cama; esta deberá poseer el grosor adecuado y estar conformado por materiales que faciliten la absorción de las excretas del animal para impedir la acumulación y emplastamiento del suelo reduciendo la calidad de la cama y generando posibles afecciones a las aves (43).

Para poder reducir el ingreso de enfermedades de carácter microbiológico (bacterias, parásitos y virus) es de vital importancia contar con un plan de manejo y control de plagas ya que estos animales, ya sean aves, roedores, insectos y demás (39); que al ser atraídos por las condiciones del galpón acarrean enfermedades que al ingresar en el área de crianza pueden generar enormes problemas sanitarios acarreado disminuciones de la producción e incluso el incremento de la tasa de mortalidad de las aves, aumentando los costes de mantenimiento de la granja y reduciendo la eficiencia de las misma (43).

6.20. Manejo sanitario del pollo broiler

Dentro del manejo sanitario a realizar en una granja avícola se incluyen protocolos necesarios para evitar la introducción de enfermedades de origen biológico que afecte la salud de las aves. Estas medidas incluyen observaciones periódicas al estado de salud de los animales, renovaciones diarias del agua de bebida (43), planes de desinfección antes durante y después de un periodo de crianza de animales en conjunto con un plan de vacunación adecuado conforme la zona en la que está ubicado el establecimiento, control y erradicación de plagas, adecuada conservación del alimento balanceado, protocolos de manejo ante la presencia de animales enfermos, adecuada formación y capacitación del personal encargado de la granja, manejo de registros por actividad (39).

6.21. Enfermedades Metabólicas (Ascitis)

Dentro de la crianza del pollo de engorde existen un grupo de patologías que no son causadas por algún agente biológico o infeccioso (13), estas patologías suelen ser provocadas por causas nutricionales relacionadas con alguna deficiencia alimentaria o causas genéticas provocadas por la constante necesidad de disminuir el tiempo para que el animal pueda llegar a pesos ideales

para su venta. El síndrome ascítico es una de estas enfermedades, esta patología se caracteriza por el acúmulo de líquido en la cavidad abdominal siendo descrita como una patología tóxico-metabólica (47).

La ascitis puede ser provocada por diversas causas entre las que se puede mencionar toxemia alimenticia, mala calidad de incubación, temperatura ambiental baja, mal de altura, afecciones respiratorias, dietas bajas en energía, dietas altas en proteína, entre otras (42). Los signos clínicos que pueden encontrarse en el síndrome ascítico son: abdomen distendido, crecimiento retardo, cianosis en cresta y barbillas, enrojecimiento de la piel en zona abdominal, dificultad para respirar, diarreas y adherencias en cloaca. El líquido que se encuentra al interior de la cavidad abdominal es de color claro amarillento el cual suele coagularse formando una masa de aspecto gelatinoso por encima de las vísceras (47). Los órganos con mayor afección son el corazón pulmones e hígado debido a la hipoxia presente en el cuerpo y la necesidad de cubrir esta demanda en el organismo (42).

7. HIPÓTESIS

H1: La utilización de harina de larva de mosca soldado negro en la dieta tiene un incremento positivo en los parámetros productivos de pollos de engorde.

HO: La utilización de harina de larva de mosca soldado negro en la dieta no tiene un incremento positivo en los parámetros productivos de pollos de engorde.

Una vez obtenidos los resultados de la fase experimental para la presente investigación se puede validar la hipótesis alternativa ratificando que la utilización de la harina de larva de mosca soldado negro en la dieta presenta incrementos positivos en los parámetros productivos de los pollos de engorde.

8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

8.1. Metodología

La investigación se realiza en un galpón ubicado en las calles Atlanta y Maracaibo, del barrio La Concepción en la ciudad de Ambato. La zona seleccionada para la investigación cuenta con una altura de 2555m.s.n.m, latitud $-1^{\circ}13'53.4''S$ longitud $78^{\circ}36'08.9''W$, con una temperatura promedio de $16^{\circ}C$ y una humedad relativa de 84% (48).

8.2. Materiales

Cuadro 1. Materiales utilizados durante la fase experimental

MATERIALES		
DE CAMPO	DE OFICINA	ALIMENTOS
Comederos	Cuaderno	Balanceado
Bebedores	Esferos	Harina de larva de mosca
Palas	Computadora	soldado negro
Escobas	Hojas A4 de papel bond	UNIDADES EXPERIMENTALES
Madera	Impresora	100 pollos de línea Cobb de 21
Lona	Celular	días de vida
Clavos	INSUMOS	
Termómetro ambiental	Cascarilla de arroz	
Balanza	Amonio cuaternario	
Costales	Yodo	
Pediluvio	Vitaminas	
Overol	Enrofloxacina	
Botas	Solución expectorante	
Fumigadora manual		

Fuente: Autor

8.3. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de carácter experimental por lo que se ha utilizado un diseño completamente al azar, esto debido al método para la toma de datos los cuales se han realizado de manera directa de las unidades de estudio para su análisis posterior. El estudio se centró en la utilización de harina de larva de mosca soldado negro como reemplazo del 30% y 40% de la soya en la formulación del alimento balanceado para pollos de engorde, alimento que se utilizó durante un periodo de 4 semanas. Este proceso fue monitoreado evaluando las variables necesarias para valorar los efectos obtenidos para cada tratamiento.

8.4. Diseño experimental

Para el presente trabajo investigativo se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) utilizando 4 repeticiones por tratamiento; lo que permitió realizar la comparación aleatoria de los niveles de inclusión de harina de larva de mosca *Hermetia illucens* al 30% y 40% frente al tratamiento testigo, presentando datos de manera homogénea. Se utilizaron 96 animales divididos en 3 tratamientos con 4 repeticiones cada uno y 8 unidades experimentales por repetición, conformados de la siguiente manera: T1 (Tratamiento testigo), T2 (dieta con 30% de reemplazo de harina de larva de mosca soldado negro por soya), T3 (dieta con 40% de reemplazo

de harina de larva de mosca soldad negro por soya). Para la interpretación de resultados se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) y test de Duncan al 95% de confiabilidad, con el propósito de verificar si se presenta una diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos.

Tabla 4. Esquema ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	2
Error	9

Fuente: Autor

Tabla 5. Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	UNIDAD EXPERIMENTAL	REP/TRATAMIENTO
0	T1	4	8	32
1	T2	4	8	32
2	T3	4	8	32
TOTAL				96

Fuente: Autor

8.4.1. Unidad experimental

De la variedad de líneas especializadas en producción de carne la seleccionada para la experimentación fue la línea Cobb la cual ha demostrado buenos índices de conversión alimenticia y está enfocada en el incremento muscular de la pechuga. Se adquirió un total de 96 pollos en su mayoría machos provenientes de la granja Erazo HNOS, los cuales fueron divididos en 3 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento y 8 unidades experimentales por repetición. Las aves han sido adquiridas con una edad de 21 días ya que en sus primeras tres semanas de vida estas aves son más susceptibles a cambios nutricionales que podrían alterar los resultados deseados para el experimento, siendo las aves más resistentes aquellas que están en su fase de crecimiento o engorde.

8.4.2. Instalaciones y equipo

Previo al inicio de crianza de las aves tuvo lugar la selección y adecuación de un espacio físico en el cual se pueda desarrollar el experimento de manera adecuada. Para esto se seleccionó una construcción lo suficientemente amplia para el número de animales a criar, el cual cuenta con una ventana central y techo ligeramente levantado para permitir el ingreso de luz natural y aire al interior del mismo, en este sitio se instalaran las jaulas destinadas a contener durante todo el

transcurso del experimento a las aves sujetas a estudio. Estas jaulas fueron fabricadas con madera como soporte estructural y tela de costal para sus paredes y divisiones; las mismas tuvieron dimensiones de 1.73m de largo por 90cm de ancho logrando un área de 1m² por cubículo lo que permitió respetar los rangos determinados para el número de animales por m². Dentro de cada jaula se utilizó como material de cama cascarilla de arroz la cual por su costo beneficio es la más utilizada en las explotaciones avícolas. Para la ingesta de comida y agua se adquirió comederos de metal y bebederos plásticos cuya capacidad cubría las necesidades para cada repetición. Para respetar las normas de bioseguridad buscando un ambiente sin contaminantes externos se utilizó un pediluvio plástico realizado utilizando un bidón reciclado; además, para la limpieza dentro del galpón se utilizó una fumigadora con capacidad para 20 litros.

8.4.3. Limpieza y desinfección

Dos semanas previas al ingreso de los animales al galpón se inició con un programa de desinfección con el propósito de eliminar posibles cargas microbiológicas de carácter patógeno que puedan estar dentro de las instalaciones. Para esto se realizó la limpieza en seco del galpón retirando el polvo, telas de araña, y residuos varios para posteriormente efectuar una limpieza a base de glutaraldehído y amonio cuaternario. Para el ingreso al galpón se manejó un pediluvio fabricado de manera casera en el cual se utilizó cal viva con la intención de evitar que algún tipo de patógeno ingrese al galpón por medio de los zapatos. Por otra parte fue necesario realizar un control de plagas en el lote ya que se evidenciaba la presencia de roedores que a futuro pueden perjudicar a la experimentación.

8.4.4. Formulación del alimento

Para poder obtener el alimento necesario para la experimentación fue necesario adquirir la harina de larva de mosca soldado negro (LMSN) por separado del resto de ingredientes; esta harina en la actualidad es una materia prima poco investigada en el país y no cuenta con una amplia disponibilidad; por este motivo, su adquisición y costo por Kg de harina no son accesibles al público común; es por esta razón que la harina de LMSN utilizado en la fase experimental tuvo dos procedencias: la primera obtenida de un productor de harina de LMSN ubicado en la ciudad de Guayaquil, y la segunda obtenidos de la crianza de gusanos en la ciudad de Ambato, ambas con cantidades diferentes de proteína en su composición bromatológica. Una vez obtenido esta materia prima, se procedió a realizar la formulación y elaboración del balanceado para los 3 tratamientos requeridos para la experimentación reemplazando en la formulación inicial el 30% y 40% de la soya por la harina de LMNS. Para la formulación de

los tratamientos se tomó como referencia las recomendaciones para requerimientos nutricionales para pollos de engorde; se consideraron las siguientes materias primas: maíz, soya, harina de LMSN (para el tratamiento 2 y 3), aceite de palma carbonato de calcio, metionina, sal, fosfato, lisina, atrapador de micotoxinas, núcleo broiler de engorde número 3.

8.4.5. Recepción de animales

Previo al ingreso de los animales al galpón se debe procurar que las condiciones del mismo sean óptimas para los animales, para esto se realizó la limpieza y desinfección interna, control de plagas, adecuación de las jaulas para cada unidad experimental, instalación de comederos y bebederos, instalación de la cama colocación de pediluvios cortinas. Una vez adquiridos los animales se ingresó a estos en las unidades experimentales procurando evitar estresarlos de sobremanera, ya que esto tendrá consecuencias en su desarrollo posterior; a partir de este punto, se aplicó un programa de vitaminización y administración de un antibiótico de amplio espectro necesario para evitar que las aves enfermen por el estrés causado y posibles microorganismos oportunistas que hayan entrado en contacto con las aves durante el traslado e ingreso de las aves a su lugar de destino. Estas aves deberán permanecer al menos 7 días en una etapa de adaptación brindándoles las mismas características de vivienda alimentación, bebida, temperatura, para que una vez iniciada la etapa de experimentación cuenten con las mismas oportunidades disminuyendo las fluctuaciones por factores externos a los evaluados.

8.4.6. Crianza y engorde de las aves

Posterior a la semana de adaptación se inició la fase experimental registrando los pesos iniciales de los pollos previo a la administración del alimento; los pesos de los animales fueron registrados semanalmente. Las aves se alimentaron 2 veces por día 09H00 y 16H00 según las tablas de consumo para la línea Cobb; para el suministro de agua se proporcionó durante la primera mitad de la fase experimental 4 litros de agua de bebida cada dos días por repetición, posteriormente en la segunda etapa del experimento se administra 4 litros diarios de agua por repetición. Durante la primera semana de experimentación las aves presentaron ligeras ronqueras por lo cual se administró un expectorante de eucalipto por vía oral por 4 días. Los comederos y bebederos se levantaron a nivel adecuado tomando como referencia la espalda de los pollos, promoviendo su crecimiento longitudinal.

Acercándose a la tercera semana de la fase experimental el porcentaje de mortalidad de las aves empezó a crecer por lo que se realizaron necropsias a las aves muertas determinando gracias a los hallazgos anatomopatológico la presencia de síndrome ascítico; este síndrome es causado por diversos factores tanto ambientales como nutricionales por los que se adoptó

inmediatamente medidas correctivas como la disminución del 10% del alimento suministrado, permitir un mayor ingreso de aire al galpón y efectuar un cambio de cama, ya que se denoto una acentuación del olor de amoniaco en el ambiente, todos estos factores sumado a la alta genética de estas aves priorizando su desarrollo precoz desembocan en problemas metabólicos como el síndrome ascítico; una vez realizado estas adaptaciones y la adición de vitaminas al agua de bebida de las aves tuvieron cambios positivos en las mortalidades disminuyendo gradualmente. Estas aves al ser adquiridas con una edad de 21 días ya contaban con su calendario de vacunación completo por lo tanto se realizó semanalmente la limpieza del galpón con yodo en aspersión. La temperatura durante todo el proceso de crianza de los animales se encontraba entre 16 y 27 °C con una media de 21,5 °C. Al finalizar la experimentación se registraron los pesos finales de los pollos y se continuó con la cosecha de los mismos evitando estresar en gran medida al animal para finalmente darlos en venta.

8.4.7. Variables de estudio

Las variables de estudio que se tomaron en cuenta en la presente investigación se han evaluado durante toda la etapa de engorde de los animales, entre los datos requeridos para evaluar los resultados tenemos:

- Pesos inicial (gr)
- Pesos final (gr)
- Ganancias de peso semanal (gr)
- Ganancias de peso final (gr)
- Consumo de alimento diario (gr)
- Consumo de alimento Total (gr)
- Conversión alimenticia
- % de Mortalidad

8.4.8. Ganancia de peso

El cálculo de la ganancia de peso se realizó en la fase final de la experimentación tras la recopilación de todos los datos, para esto se resta el peso final de los animales del peso inicial registrado semanalmente, con lo que se obtiene la ganancia de pesos para cada tratamiento por semana.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

8.4.9. Consumo de alimento

La variable del consumo de alimento para cada uno de los tratamientos se calculó diariamente con la ayuda de una balanza de 5 Kg de capacidad registrando el alimento suministrado para cada repetición y 24 hrs después pesando el sobrante, este dato se resta del peso ingresado previamente para obtener el consumo por día de cada unidad experimental.

8.4.10. Conversión alimenticia

Esta variable se puede obtener realizando una relación matemática tomando en cuenta los datos previamente obtenidos del consumo total de alimento dividiéndolo para la ganancia de peso final registrada con anterioridad.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento total}}{\text{Ganancia de peso final}}$$

8.4.11. Mortalidad

Para su cálculo se necesita la observación diaria dentro del galpón verificando y registrando el número de aves muertas encontradas dividiendo este valor para la cifra de aves con las que se iniciaron el experimento para finalmente multiplicar este valor por 100. La fórmula para establecer el porcentaje de mortalidad es el siguiente:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de aves muertas}}{N^{\circ} \text{ de aves iniciales}} \times 100$$

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1. Caracterización bromatológica de la harina de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*)

Para analizar la composición nutricional de la harina de la larva de mosca soldado negro (LMSN) se sometió a un análisis bromatológico por medio de un laboratorio, cabe mencionar que esta materia prima utilizada en la fase experimental tuvo dos procedencias: la primera obtenida en la provincia del Guayas en presentación de harina, y la segunda de la crianza en la ciudad de Ambato de LMSN para cubrir las cantidades necesarias para su utilización en los tratamientos que lo necesitan; estos estudios permiten además, descartar posibles elementos no deseados en la estructura composicional de la harina. En la Tabla 6 se evidencian los resultados del análisis bromatológico de la harina de LMSN adquirido en la provincia del Guayas, y los

resultados del análisis bromatológico de la harina de LMNS obtenida por crianza propia en la ciudad de Ambato:

Tabla 6. Caracterización bromatológica de la harina de larva de mosca soldado negro (LMSN) procedente de la provincia del Guayas y la ciudad de Ambato.

Parámetros	Resultados Harina LMSN	
	Guayas	Ambato
Humedad	3,15 %	5,17 %
Materia seca	96,85 %	94,83 %
Proteína	53,94 %	52,89 %
Grasa	34,97 %	35,17 %
Fibra	N/D %	N/D %
Cenizas	2,62 %	3,01 %
Materia orgánica	97,38 %	96,99 %

Fuente: Autor

Al analizar los resultados de los análisis bromatológicos sometidos a la harina de larva de mosca soldado negro se obtuvieron porcentajes de proteína de 53,94% y 52,89%, porcentajes altos de grasa de 34,97% y 35,17% para las harinas provenientes de la provincia del guayas y la ciudad de Ambato respectivamente. Estos datos se diferencian de los reportados por (19) el cual sometió a la larva de mosca soldado negro a un análisis bromatológico encontrando porcentajes de humedad del 7.9%, proteína 42.1%, grasa, 34.8%, cenizas 14.6%; en (31) se pueden observar valores correspondientes a análisis nutricionales demostrando valores tales como: proteína 42.1% grasa 39%, fibra cruda 7%, en (32) se ha hecho un estudio extenso acerca de la composición bromatológica de *Hermetia illucens* encontrando diferencias nutricionales basadas en la alimentaciones las larvas, presentando en sus valores más altos el porcentaje de proteína 46.91%, grasas 25% cenizas 15%; en (33) los análisis bromatológicos revelan porcentajes de humedad del 10%, materia seca 90%, proteína 36.98%, grasa, 18.82%, cenizas 17.47%; Al analizar y comparar estos resultados se puede evidenciar una gran diferencia entre los autores referente al contenido nutrimental de *Hermetia illucens*, encontrando una ligera similitud en los valores de proteína y grasas, lo que puede atribuirse a las condiciones de crianza de las larvas de mosca soldado negro ya que factores como el clima, temperatura, humedad y principalmente alimentación otorgan diferentes propiedades nutricionales en estas larvas.

9.2. Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se realizó con el objetivo de descartar posibles riesgos patológicos por la presencia de microorganismos patógenos que puedan encontrarse tanto en la harina de larva de mosca soldado negro como en el alimento formulado para cada uno de los tratamientos. En la Tabla 7 se presentan los resultados a los análisis bromatológicos tanto de la harina de larva de mosca soldado negro como de los alimentos para cada tratamiento.

Tabla 7. Caracterización microbiológica de la harina de larva de mosca soldado negro (LMSN)

Descripción	Análisis Microbiológico			
	Aerobios Mesofilos	E. Coli	Estafilococos Aureus	Salmonella
Harina LMSN (1)	8,9x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Harina LMSN (2)	6,23x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T1 (0%)	1,83x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T2 (30%)	1,91x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T3 (40%)	1,97x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: Autor

9.3. Tamaño de Partícula

El tamaño de partícula es un parámetro para analizar si la materia prima de estudio puede incluirse de manera óptima dentro del alimento balanceado destinado a la alimentación de las unidades experimentales; además, este tamaño influye en gran medida en el consumo y aprovechamiento de esta materia prima por las aves al momento de alimentarse. Se realizaron análisis de tamaño de partícula a la harina de larva de mosca soldado negro, presentando un diámetro 260,45 μ lo que demuestra que posee un tamaño de partícula óptimo para su inclusión dentro del alimento balanceado utilizado en el experimento.

9.4. Formulación nutricional y composición química de los tratamientos

Para la formulación nutricional del alimento utilizado en la presente investigación se tomó como base los datos de requerimientos nutricionales para aves de la línea COBB y las tablas brasileñas para pollos de engorde, las cuales con la ayuda de un software especializado en formulación de alimento (Nutrion). Se calculó la cantidad de materias primas necesarias a incluir para cubrir los requerimientos nutricionales de las aves sujetas a estudio. En la Tabla 8 se presenta la formulación del alimento junto con la composición nutricional para cada tratamiento.

Tabla 8. Formulación y composición nutricional del alimento balanceado por tratamiento

		Materia Prima	T1 (Testigo)	T2 (30%)	T3 (40%)
Alimento Balanceado	Maíz (Kg)		83.84	83.84	83.84
	Soya (Kg)		42.13	29.49	25.28
	Harina Larva Soldado negro (Kg)		0.00	12.64	16.85
	Aceite de Palma (Kg)		5.88	5.88	5.88
	Calcio (Kg)		1.66	1.66	1.66
	Sal (Kg)		0.51	0.51	0.51
	Fosfato (Kg)		0.47	0.47	0.47
	Núcleo Broiler #3 (Kg)		1.55	1.55	1.55
	Pigmentante (Kg)		0.34	0.34	0.34
		Parámetro	T1 (Testigo)	T2 (30%)	T3 (40%)
Composición Nutricional	Humedad (%)		12,77	13,01	13,09
	Materia seca (%)		87,23	86,99	86,91
	Proteína (%)		19,14	21,09	22,01
	Grasa (%)		4,87	4,11	4,04
	Fibra (%)		4,54	4,11	4,04
	Cenizas (%)		6,98	7,23	7,98
	Materia orgánica (%)		93,02	92,77	92,02

Fuente: Autor

9.5. Análisis de variables productivas de los pollos de engorde

Una vez finalizada la etapa de experimentación, se han evaluado los parámetros productivos para evaluar los efectos, sean estos positivos o negativos de la harina de larva de mosca soldado negro, la cual fue suministrada en su dieta por un tiempo de 4 semanas. Una vez obtenidos los resultados se puede demostrar la eficiencia de las dietas proporcionadas a los animales y su posible utilización como alternativa dietética en producciones de aves de engorde.

9.5.1. Peso del animal (g/ave)

En la Tabla 9, se exponen los pesos promedio de los pollos para cada tratamiento, además de los parámetros principales a utilizar en un análisis de varianza (ANOVA) y test de Duncan al 95% de confiabilidad, datos que han sido recogidos de forma semanal. De acuerdo a los datos revelados en el análisis hasta la semana 2 todos los tratamientos guardan similitud estadística evidenciando un aumento ligero en el peso de T2 y T3 frente al tratamiento testigo; sin embargo, a partir de la semana 3 y en la semana 4 se revela una diferencia estadística en T1 siendo el que menos peso registra en relación con los otros dos tratamientos.

Tabla 9. Promedio de pesos por tratamiento. Letras comunes en las medias no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) según el test de rango múltiple de Duncan

Semana	Peso promedio (g/ave)			CV	P
	T1 (Testigo)	T2 (30%)	T3 (40%)		
Recepción	473,1 a	488,3 a	466,8 a	6,30	0,5978
1	596,3 a	638,6 a	641,2 a	5,41	0,1648
2	1017,3 a	1118,1 a	1162 a	8,45	0,1323
3	1412,3 b	1642,4 a	1569,9 a	4,24	0,0022
4	2081,0 b	2316,6 a	2332,3 a	2,93	0,0007

Fuente: Autor

En el gráfico 1 se presenta las líneas de tendencia del aumento de peso de las aves para cada tratamiento. Este gráfico ayuda a visualizar el grado de eficiencia de la harina de mosca soldado negro para el aumento de peso de pollos de engorde. Como se puede apreciar los tratamientos T2 y T3 los cuales incluyen 30 y 40% respectivamente de harina de larva de mosca soldado negro presentan un incremento de pesos desde la primera semana que han sido sometidos a esta alimentación, presentando una diferencia notable al término de la experimentación en la semana 4.

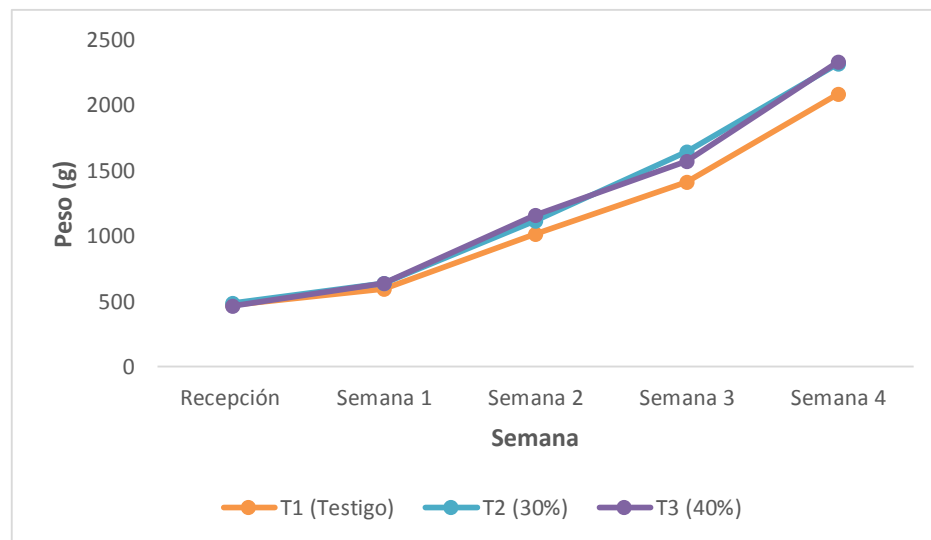


Gráfico 1. Tendencias del aumento de peso en los pollos para cada tratamiento

En (10) el autor reporta pesos similares en los animales sometidos a alimentación con harina de mosca soldado negro al 25% y 50% de reemplazo frente al tratamiento testigo el cual utiliza harina de pescado, suplemento proteico con mayor porcentaje de proteína y digestibilidad en el mercado, lo que demuestra un desempeño similar a una de las materias primas de alta calidad, estos resultados son ligeramente similares a los recopilados en el presente estudio, ya que los pesos finales mostraron mejoras leves en el peso de los pollos frente tratamiento testigo, esto se puede deber a que el tratamiento testigo contiene soya como fuente proteica la cual posee un

porcentaje de proteína inferior a la harina de pescado reportado por (10). En (19) el peso corporal final promedio por animal fue levemente superior para los tratamientos con inclusión de harina de *Hermetia illucens* al 15% y 40% de reemplazo a diferencia del tratamiento testigo sin inclusión de esta harina, lo que se relaciona con los resultados obtenidos para el parámetro de pesos de los animales de este estudio. En (36) se evaluó el efecto de las grasas de la larva de mosca soldado negro al 50% y 100% de inclusión dentro de dietas balanceadas presentando datos relativamente similares sin diferencias significativas al tratamiento de control a base de soya como materia de estudio. Este estudio guardan similitud en sus resultados con los del presente estudio ya que no existe diferencia estadística entre los pesos para cada tratamiento a lo largo del experimento, siendo el tratamiento testigo el que menos pesos expresa principalmente en las etapas finales del engorde del animal, por lo que su uso como reemplazo de materias primas proteicas convencionales es viable.

9.5.2. Consumo de alimento promedio (g/ave)

Para analizar este parámetro se requirió la toma de muestras diarias para su análisis posterior. La Tabla 10 presenta una recopilación de datos referentes al promedio del consumo alimenticio por tratamiento, en conjugación con los parámetros de interés para el análisis de varianza (ANOVA) y Test de Duncan. Para este parámetro se observa de manera general que no existe diferencia significativa para los datos recopilados durante las 4 semanas por lo que se puede considerar que todos los tratamientos tuvieron un consumo de alimento similar durante todo el periodo de engorde.

Tabla 10. Consumo de alimento promedio por tratamiento.

Semana	Consumo promedio de alimento (g/ave)			CV	P
	T1 (Testigo)	T2 (30%)	T3 (40%)		
1	298,1 a	299,5 a	299,00 a	11,14	0,9981
2	585,25 a	604,54 a	630,68 a	10,46	0,6132
3	519,57 a	509,29 a	519,36 a	8,99	0,9382
4	617,86 a	566,07 a	650,00 a	9,12	0,1552

Fuente: Autor

En el Gráfico 2 se presentan las líneas de tendencia de consumo de alimento de los pollos de engorde agrupados en cada tratamiento; El gráfico muestra una ligera diferencia en el consumo de alimento para los 3 tratamientos siendo T3 el que mayor alimento consume en relación a los otros tratamientos tanto en la semana 2 como en la semana 4; sin embargo en la semana 3 se evidencia una disminución del consumo general para todos los tratamientos debido a los correctivos nutricionales frente al síndrome ascítico que presentaron los animales durante ese periodo de tiempo.

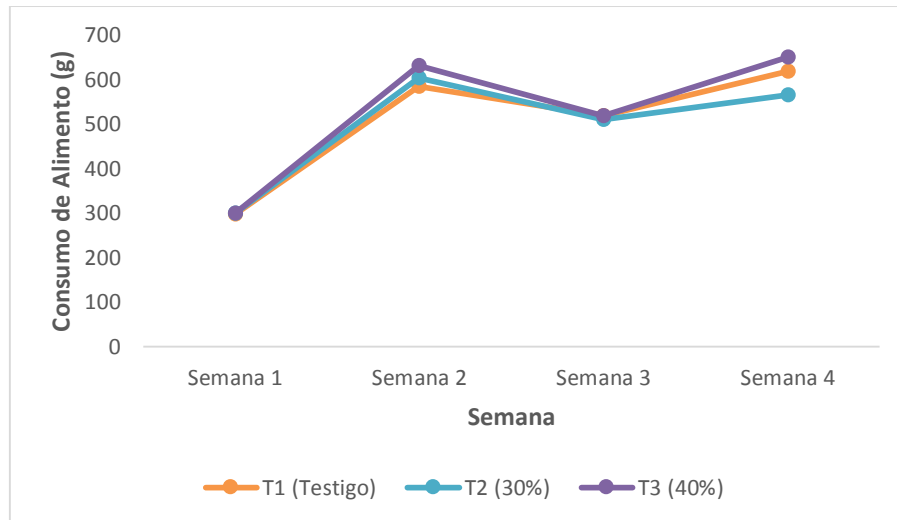


Gráfico 2. Tendencias del consumo de alimento de los pollos para cada tratamiento

En (19) se describen niveles aceptables de consumo de alimento para las raciones alimenticias con inclusión de harina de larva de mosca soldado negro en sus distintos niveles (15%, 25%, 40%); presentando un menor consumo en las etapas de pre-inicio y crecimiento, pero en las etapas de inicio y finalización los valores de consumo de alimento son similares. El autor reporta un menor consumo del tratamiento con 40% y un consumo relativamente similar al tratamiento testigo para el tratamiento con 15% de reemplazo. Para el presente estudio el tratamiento con 40% de inclusión de harina de *Hermetia illucens* tuvo mayor consumo de alimento a diferencia de los otros tratamientos, esta diferencia se puede presentar por la composición nutricional de la harina de larva de mosca soldado negro siendo más palatable para los animales al contar con un porcentaje de grasa superior. En (33) los estudios revelan que la harina de larva de mosca soldado negro contienen grasas que estimulan el consumo de alimento en pollos de engorde, presentando niveles ligeramente inferiores de consumo de alimento frente a la harina de pescado la cual es una de las materias primas de mayor palatabilidad en el mercado. En (34) menciona una disminución de consumo de alimento directamente proporcional a la cantidad de inclusión de la harina de larva de mosca soldado negro, revelando un menor consumo en la dieta con 100% de reemplazo proteico, sin embargo siendo superior a otras materias primas de carácter proteico. Al comparar los resultados se observa una similitud en parámetros de consumo de alimento teniendo como referencia la cantidad de harina de larva de mosca soldado negro y del porcentaje de grasa de *Hermetia illucens*, lo que demuestra una relación positiva de la composición lipídica de la harina y la palatabilidad ligada al consumo de alimento.

9.5.3. Ganancia de peso (g/ave)

La ganancia de peso es un parámetro que se registró semanalmente y recopiló para su posterior análisis; en la Tabla 11 se encuentran los datos promediados del consumo de alimento, en similitud con los datos previamente expuestos se encuentran datos de interés para el análisis ANOVA y Test de Duncan. Al analizar los datos obtenidos se evidencia en la 1 semana existe una diferencia estadística para T1, T2 y T3 presentando en T3 pesos muy superiores a diferencia de T1 y relativamente superiores a comparación con T2. Posteriormente a partir de la semana 2 no existe una diferencia estadística en ganancia de peso para todos los tratamientos encontrando pesos ligeramente superiores para T3 al finalizar el periodo de prueba.

Tabla 11. Promedio de ganancia de peso por tratamiento.

Semana	Ganancia de Peso (g/ave)			CV	P
	T1 (Testigo)	T2 (30%)	T3 (40%)		
1	123,25 b	150,28 ab	174,45 a	19,21	0,0897
2	420,95 a	479,49 a	520,74 a	18,96	0,3328
3	395,00 a	524,25 a	407,90 a	18,63	0,1014
4	668,70 a	674,29 a	762,41 a	13,51	0,3372

Fuente: Autor

El gráfico 3 expone las líneas de tendencia para ganancia de peso semanal de pollos por tratamiento, indicando un mayor incremento de peso en T2 y T3 para la primera y segunda semana; a partir de la tercera semana se evidencia un ligero aumento de ganancia de peso en T2 y una disminución considerable para T1 y T3, esto debido al desafío metabólico por el que se encontraban cursando la semana 3 los pollos de engorde, siendo los más afectados T1 y T3; sin embargo, para la semana 4 la ganancia de peso de T3 es muy superior a los otros tratamientos.

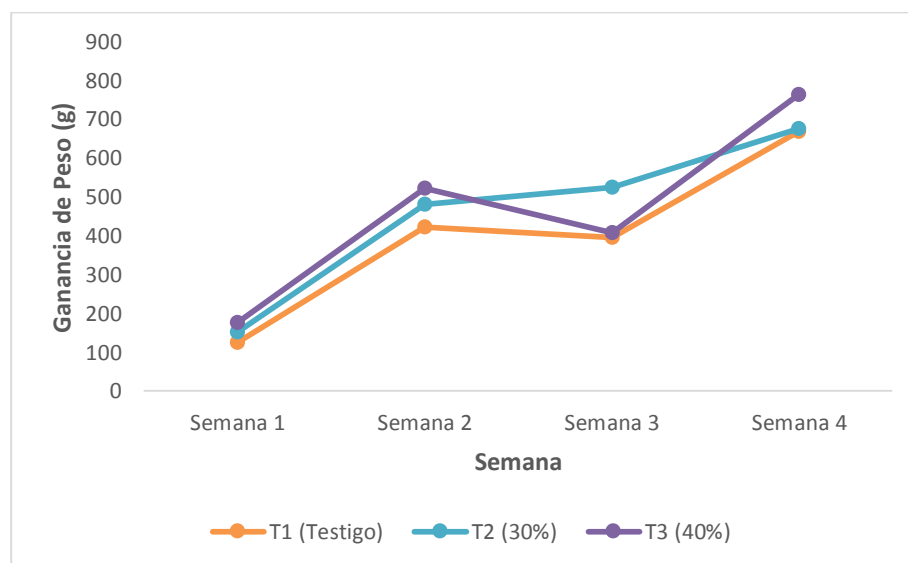


Gráfico 3. Tendencias para la ganancia de peso de los pollos por tratamiento

En (19) el parámetro productivo de ganancia de peso mostraron resultados favorables para las dietas con inclusión de larva de mosca soldado negro en comparación con el tratamiento testigo; los datos de T2 y T4 reportados por el autor con 15% y 40% respectivamente fueron los que presentaron rangos ligeramente superiores frente al resto de tratamientos; esto se relaciona con datos de ganancia de peso reportados en el presente estudio demostrando una mayor ganancia de peso para animales sometidos al mayor porcentaje (40%) de inclusión de harina de *Hermetia illucens*. En (20) se revela una mayor ganancia de peso en dietas con un 10% de harina de larvas de mosca soldado negro como parte estructural de la dieta suministrada para estudio en sustitución de soya. Esto presenta cierta semejanza frente al presente trabajo ya que si bien los tratamientos con harina de LMNS presentan datos superiores a los del tratamiento testigo, el tratamiento con mayor porcentaje de inclusión de LMSN no presentó datos superiores al resto. En (36) los resultados no reflejan diferencias significativas en los parámetros productivos de los tratamientos con una inclusión moderada de harina de *Hermetia illucens*, sin embargo, existió una tendencia positiva en el grupo de animales sometidos a una dieta con reemplazo total de la harina de larva de mosca (T4) para el parámetro de ganancia de peso. En relación con los resultados presentados por los autores se encuentra una similitud con los resultados obtenidos ya que se presenta una mejoría en ganancia de peso para el tratamiento con mayor porcentaje de reemplazo a diferencia de T1 y T2 para el periodo de final de engorde de las aves sujetas a estudio.

9.5.4. Conversión alimenticia

En la Tabla 12 se expresan los datos promediados obtenidos semanalmente relacionados con la conversión alimenticia para su respectivo análisis; en la tabla además se presentan los datos de interés para el análisis ANOVA y Test de Duncan realizados para este conjunto de datos. En este parámetro se puede hallar una similitud estadística para la conversión alimenticia durante las primeras dos semanas para los 3 tratamientos, denotando valores mucho más favorables para T2 y T3; sin embargo, a partir de la tercera semana se evidencia un incremento en los valores de conversión alimenticia para los 3 tratamientos debido a las medidas correctivas para contrarrestar el síndrome ascítico y disminuir la tasa de mortalidad en el galpón, observando un aumento considerable en T3 debido a su alta cantidad de proteína dentro de la composición nutricional de su alimento. Para la semana 4 los valores disminuyen y T3 presenta nuevamente el mejor índice de conversión alimenticia frente a los demás tratamientos, sin hallarse una diferencia estadística notable, esto se da gracias a la cantidad de proteína incluida en la dieta de T3 la cual es superior a T1 y T2 lo que incrementa la ganancia de peso conservando un consumo

de alimento similar al resto de tratamientos.

Tabla 12. Promedio conversión alimenticia por tratamiento.

Semana	Conversión Alimenticia			CV	P
	T1 (Testigo)	T2 (30%)	T3 (40%)		
1	2,43 a	2,00 a	1,83 a	20,43	0,1769
2	2,11 a	2,04 a	1,81 a	25,22	0,6828
3	3,67 a	2,81 a	3,57 a	20,97	0,2164
4	3,04 a	2,99 a	2,78 a	14,19	0,6638

Fuente: Autor

En el gráfico 4 se presentan las líneas de tendencias para conversión alimenticia de los pollos de engorde agrupados en cada tratamiento; En este grafico se observa en la semana 1 un mayor índice de conversión alimenticia de T1 a diferencia de T2 y T3; para la semana 3 debido a la condición metabólica por la que cursaban los pollos se presenta un aumento notable del índice de conversión alimenticia para T1 y T3, este último disminuyendo notablemente su índice de conversión para la semana 4 a diferencia de los otros tratamientos.

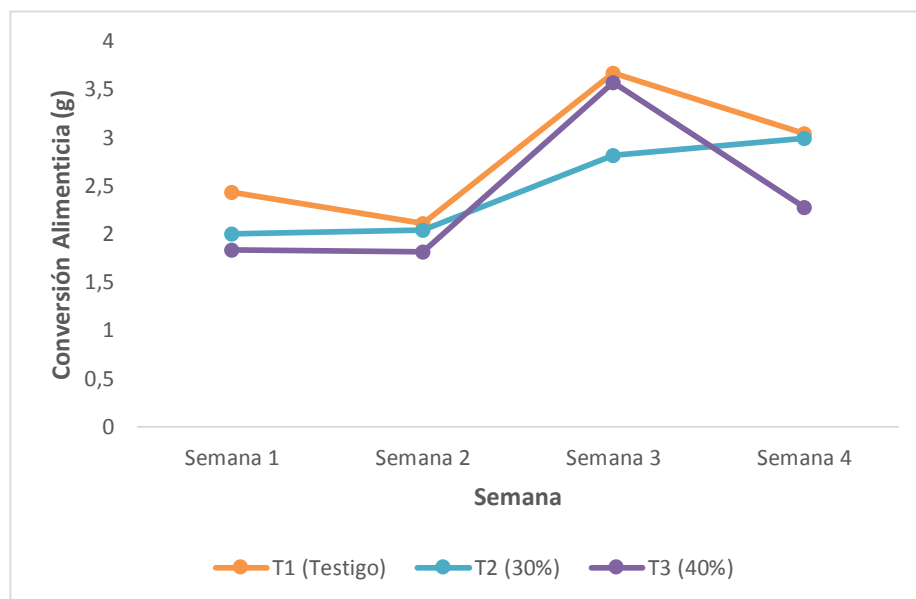


Gráfico 4. Tendencias de conversión alimenticia de los pollos por tratamiento

En (19) se observó una diferencia para cada tratamientos en cuanto a conversión alimenticia, demostrando una eficiencia en este parámetro mientras más porcentaje de harina de *Hermetia illucens* se encontraba presente en la dieta, teniendo los mejores índices de conversión alimenticia en el tratamiento con 40% de inclusión. Estos resultados son similares a los obtenidos para este parámetro demostrando la mejor conversión alimenticia para el tratamiento con mayor inclusión de harina de LMSN a pesar de los problemas metabólicos que tuvieron los animales en la tercera semana de experimentación. En (34) se utilizaron 5 tratamientos con el

0%, 25%, 50%, 75%, 100% de reemplazo de harina de pescado por harina de *Hermetia illucens*, obteniendo mayores resultados positivos para las dietas con más inclusión de harina de larva de mosca soldado negro, presentando mejores conversiones alimenticias, valor que se encuentra relacionado a un menor consumo de alimento y mayor ganancia de peso por grupo de estudio; por otro lado, en (36) la tasa de conversión alimenticia mostro mejores resultados conforme el porcentaje de harina de larva de mosca soldado negro se encontraba presente en la dieta suministrada, guardando relación con un menor consumo de alimento y valores óptimos de ganancia de alimento. Los resultados obtenidos por el autor revelan consecuencias positivas relacionados con la conversión alimenticia para los tratamientos con un porcentaje de inclusión de larva de mosca soldado negro siendo el T4 el que mejor índice de conversión alimenticia presento a pesar de los problemas metabólicos asociados al síndrome ascítico en la semana 3 del experimento, esto se corresponde a los estudios mencionados los cuales presentan valores positivos de conversión alimenticia para la harina de *Hermetia illucens* en diferentes inclusiones.

9.5.5. Mortalidad por enfermedades metabólicas (Ascitis)

Durante toda la fase experimental del presente estudio se evidencio un 7.3% de mortalidad la presentando 6 aves muertas de un total de 96 aves distribuidas en los diferentes tratamientos; la mayor causa de mortalidad dentro del galpón fue el síndrome ascítico presentado en la semana 3 del experimento la cual provoco una mortalidad distribuida de la siguiente manera: 2 muertes en T1, 3 muertes en T2 y 1 muertes en T3. El diagnóstico del síndrome ascítico se obtuvo gracias a la observación de signología en animales enfermos presenciando una disminución de consumo de alimento y agua, diarrea, disminución de actividad, piel abdominal rojiza y abdomen distendido. Otra herramienta útil para el diagnóstico fue necropsias realizadas a aves muertas, evidenciando hidropericardio, sangre en tejidos y liquido color claro amarillento en la cavidad abdominal. La aparición de este síndrome metabólico se atribuyó a varios factores presentes en el galpón durante el transcurso de la investigación, siendo estos la altitud a la que se encuentran las instalaciones, la genética de las aves enfocada en obtener mayor peso en menor tiempo, principalmente las cantidades elevadas de proteína en la dieta de las aves en conjunto con la conformación del galpón al contar con una mala orientación en contra del viento y con limitadas zonas para el ingreso y salida de aire, lo que incremento la presencia de amoniaco dentro del galpón disminuyendo el óptimo ingreso de oxígeno al sistema de los animales, y limitando los procesos metabólicos necesarios para mantener la homeostasis del cuerpo.

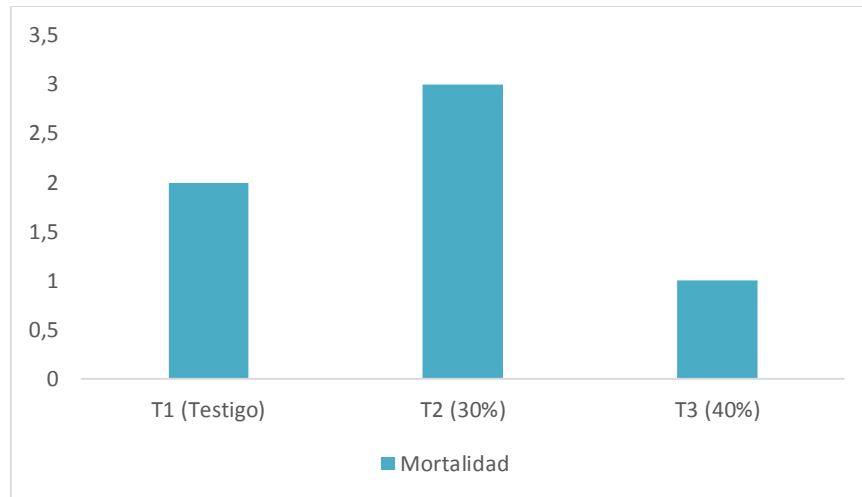


Gráfico 5. Porcentaje de mortalidad para cada tratamiento

En el gráfico 5 se puede observar que el mayor número de muertes se presentó en el T2 cuyo porcentaje de inclusión de la harina de larva de mosca soldado negro es de 30%, se puede atribuir este porcentaje de mortalidad a factores como su ubicación dentro del galpón, al encontrarse en la región central rodeado del resto de tratamientos lo que disminuye ventilación y reduce la cantidad de oxígeno con el que cuentan las aves; además, sumando su contenido de proteína en la dieta que sin ser superior a T3 es más elevado a T1, lo que ocasiona un desequilibrio metabólico al no contar con suficiente cantidad de oxígeno necesaria para su vertiginoso metabolismo enfocado en conseguir un rápido crecimiento muscular. T3 presentó el menor número de mortalidades a pesar de poseer la mayor cantidad de proteína de todos los tratamientos, esto puede deberse al ácido láurico y mirístico presente en la harina de larva de mosca soldado negro el cual ha sido demostrado que promueve el metabolismo de los lípidos y la actividad antimicrobiana otorgándole un efecto nutracéutico, al actuar como prebiótico mejorando la integridad intestinal, optimizando la digestibilidad de los nutrientes, que junto con una mejor disponibilidad de oxígeno puede ayudar a contrarrestar este síndrome. En el presente estudio existió una muerte por fuera de las causadas por el síndrome ascítico, ésta se dio al inicio del experimento en la fase de recepción al no poder adaptarse a las circunstancias expuestas durante el traslado de los animales.

9.5.6. Costo/beneficio

Para establecer la posibilidad de incluir una materia prima dentro de la alimentación animal se debe evaluar el costo beneficio que esta puede otorgar a la producción. La harina de larva de mosca soldado negro al ser una materia prima recientemente introducida al país no cuenta con un costo definido dentro del mercado presentando gran variedad de precios de acuerdo al productor, lo que dificulta el cálculo en relación al costo/beneficio ya que sus precio de

adquisición y producción son muy diferentes; sin embargo, el presente estudio muestra un aporte aproximado de costos para cada tratamiento con reemplazo parcial de soya por la harina de larva de mosca soldado negro. Esta variable no será tomada en cuenta dentro del análisis final para establecer el tratamiento recomendado a utilizar.

Tabla 13. Calculo de costo/beneficio por tratamiento

EGRESOS POR UNIDAD ANIMAL			
	T1 (Testigo)	T2 (30%)	T3 (40%)
Alimento balanceado	2,90	1,80	1,40
harina de larva Soldado Negro	0.00	1,47	1,98
Pollos	1.80	1.80	1.80
Insumos y equipamiento	1,20	1,20	1,20
Total	5.90	6,27	6.38
INGRESOS POR UNIDAD ANIMAL			
Venta de aves	5,75	6,50	6,75
Abono	1,00	1,00	1,00
Total	6,75	7,50	7,75
Costo/Beneficio	1,14	1,04	1,06

Fuente: Autor

Una vez presentadas y analizadas las diferentes variables de estudio consideradas en la investigación se puede determinar que el tratamiento 3 con 40% de reemplazo de soya como fuente proteica en la dieta balanceada para pollos de engorde es el que presentó mejores resultados productivos demostrando valores para pesos finales de 2332.3g/ave siendo estadísticamente superior al tratamiento testigo con 2081g/ave, un consumo de alimento de 560g/ave a diferencia de 617.86 g/ave para el tratamiento testigo, lo que se relaciona con la ganancia de peso, en donde se encuentran valores de 762.41g/ave superiores a T1 con 668.7g/ave, y una conversión alimenticia de 2.78 siendo la mejor al final de la fase de experimentación; además, T3 cuenta con la menor mortalidad de todo el experimento con una muerte por síndrome ascítico, lo que señala al tratamiento 3 como el que mejores índices exhibe siendo el recomendado para su utilización.

10. IMPACTOS

10.1. Impacto social

El consumidor final actualmente tiene preferencia por consumir alimentos cuyo método de crianza u obtención sea natural y amigable para el medio ambiente; además, el consumo de insectos dentro de la alimentación de las aves se asocia con crianzas más campestres, por lo que la utilización de harina de larva de mosca soldado negro en la dieta de las aves se puede asociar a técnicas más naturales que conserven las bondades del campo.

10.2. Impacto ambiental

La obtención de harina de larva de mosca soldado negro es menos invasivo para el medio ambiente, ya que necesita menos espacio para su cultivo y sus tiempos de producción son más cortos, por lo que sus efectos ambientales son inferiores a otras materias primas de carácter proteico.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

- Los análisis bromatológicos, microbiológicos y de granulometría corroboraron la calidad nutricional de la harina de larva de mosca soldado negra, presentando un contenido proteico de 53.94% y de grasa de 35.17%; además, de corroborar la ausencia de microorganismos patógenos para las aves de engorde y su aceptable tamaño de partícula siendo esta de 360.45 μ , por lo que su utilización como aditivo proteico en dietas para aves de engorde es válida.
- Se corroboró la eficiencia productiva de la harina de larva de mosca soldado negro, presentando resultados ligeramente superiores en las variables de estudio tales como: pesos promedio con T1: 2081g frente a T2 y T3 con 2316,6g y 2332,3g para la semana 4 respectivamente encontrando una diferencia estadística favorable para los tratamientos con harina de LMSN para este parámetro; ganancia de peso con valores para T1: 668,7g, T2: 674,29g, T3: 762.41g siendo T3 superior a los demás, sin presentar diferencia estadística; y conversión alimenticia en el cual T3 presentó el mejor valor de conversión al finalizar la fase experimental con T3: 2,78 frente a 2.99 y 3.04 de T2 y T1 respectivamente, por lo que su eficacia frente a la soya como suplemento proteico es ligeramente superior.
- El alto contenido proteico en las dietas balanceadas para aves de engorde en conjunto con las condiciones ambientales adversas presentan mayor predisposición a presentar enfermedades metabólicas tales como el síndrome ascítico; sin embargo, la presencia de ácido láurico y mirístico en la harina de larva de mosca soldado negro puede ayudar a disminuir la mortalidad por síndrome ascítico en pollos, por tal motivo la inclusión de harina de larva de mosca soldado negro debe ser equilibrada y aplicada basándose en los requerimientos nutricionales para la línea de ave a utilizar.

11.2. Recomendaciones

- Dada la dificultad para obtener la harina de larva de mosca soldado negro para el presente estudio se recomienda implementar programas de cría y producción de mosca soldado negro incrementando las cantidades de materia prima en el mercado nacional.
- Debido a los resultados positivos presentados al incluir harina de larva de mosca soldado negro en la dieta de pollos de engorde se recomienda realizar estudios utilizando niveles de inclusión más altos en reemplazo de la materia prima proteica principal en la formulación.
- Se recomienda para futuras investigaciones utilizar la inclusión de harina de larva de mosca soldado negro en dietas para otras especies animales de producción, con lo que se podría corroborar la eficiencia productiva de esta harina para la producción animal en general.

12. BIBLIOGRAFIA

1. EL UNIVERSO. Consumo de pollo crece en Ecuador, pero producirlo cuesta más que en países vecinos . el 22 de noviembre de 2020 [citado el 22 de agosto de 2022]; Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/11/20/nota/8055742/consumo-pollo-crece-ecuador-2020/>
2. Rodríguez Chacón AM. Propuesta De Alternativas De Producción De Proteína Para Alimentación Animal A Partir De Insectos En Colombia [Internet]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNA. Colombia; 2020 [citado el 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36259/amrodriguezcha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. FEDNA. Harina de soja 44% PB [Internet]. 2018 [citado el 22 de agosto de 2022]. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-soja-44-pb
4. Sánchez A. Soya en Ecuador. 2014 [citado el 22 de agosto de 2022]; Disponible en: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/La-Soya-en-Ecuador.pdf>
5. Aguilar J. Maíz y soya 2022: ¿hacia dónde van sus precios? [Internet]. 2022 [citado el 22 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.ganaderia.com/destacado/maiz-y-soya-2022-hacia-donde-van-sus-precios>
6. Van Huis A, Van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, et al. Edible insects Future prospects for food and feed security . Wageningen ur [Internet]. 2013 [citado el 15 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/258042>
7. FAO. La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el

- medio ambiente. FAO [Internet]. 2013 [citado el 15 de mayo de 2022]; Disponible en: www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/
8. Allegretti G, Talamini E, Schmidt V, Bogorni PC, Ortega E. Insect as feed: An emergy assessment of insect meal as a sustainable protein source for the Brazilian poultry industry. *J Clean Prod* [Internet]. el 10 de enero de 2018 [citado el 15 de mayo de 2022];171:403–12. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617322564?via%3Dihub>
 9. Poveda J. Insects and foods. *Rev MUNDO Investig* [Internet]. 2016 [citado el 15 de mayo de 2022];2(1). Disponible en: https://mundoinvestigacion.es/wp-content/uploads/2017/03/4-INSECTOS-Y-ALIMENTACIÓN_-Poveda.pdf
 10. Carvajal Soriano KE. Efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de insecto (*Hermetia illucens* y *Acheta domesticus*) en el desempeño biológico, digestibilidad, actividad enzimática y perfil de ácidos grasos de juveniles de *Totoaba macdonaldi* [Internet]. [Baja California, México]: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; 2022 [citado el 11 de mayo de 2022]. Disponible en: https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3670/1/tesis_KarenElyneCarvajalSoriano_03feb2022.pdf
 11. García M. El gran negocio alimentario de las proteínas [Internet]. 2018 [citado el 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://elpais.com/economia/2018/03/22/actualidad/1521721700_390520.html
 12. ILP. Producción Regional de Carne de Pollo [Internet]. 2019 [citado el 21 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://ilp-ala.org/produccion-regional-de-carne-de-pollo/>
 13. Martínez D. “Evaluación productiva de tres razas de pollos de engorde bajo tres alternativas de alimentación en el cantón Tulcán” [Internet]. [Tulcán]: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI; 2019 [citado el 27 de julio de 2022]. Disponible en: http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/831/1/362Evaluaciónproductivade_tres_razas_de_pollos_de_engorde_bajo_tres_alternativas_de_alimentación.pdf
 14. Sánchez A. SECTOR AVÍCOLA ECUADOR [Internet]. 2020 [citado el 22 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/09/Sector-avicola-Ecuador.pdf>
 15. Vargas O. Avicultura. 2015 [citado el 22 de agosto de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6846>
 16. Guinzo H. “DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA IDEAL PARA EL TOSTADO DE LA SOYA NACIONAL Y SU VALIDACIÓN EN POLLOS DE ENGORDE” [Internet]. [Riobamba]: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO; 2015 [citado el 31 de julio de 2022]. Disponible en: [http://dspace.espacech.edu.ec/bitstream/123456789/5279/3/TESIS COMPLETA.pdf](http://dspace.espacech.edu.ec/bitstream/123456789/5279/3/TESIS%20COMPLETA.pdf)
 17. Avendaño C, Sánchez M, Valenzuela V. C. Insects: An alternative for animal and human feeding. *Rev Chil Nutr* [Internet]. el 1 de diciembre de 2020 [citado el 15 de mayo de 2022];47(6):1029–37. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180267>
 18. Ferrer JM. Los insectos podrán emplearse como fuente de proteína para alimentación

- animal [Internet]. AINIA. 2017 [citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.ainia.es/ainia-news/los-insectos-podran-emplearse-para-obtener-proteina-animal/>
19. Apaza Ayamamani RB. “CORRELACION DE ÍNDICES PRODUCTIVOS CON SUPLEMENTACION DE HARINA DE LARVA DE MOSCA *Hermetia illucens* A TRES NIVELES VERSUS FUENTE PROTEICA ESTÁNDAR EN ALIMENTACION DE POLLOS ROSS, AREQUIPA 2019.” [Internet]. [Arequipa – Perú]: Universidad Católica de Santa María ; 2020 [citado el 10 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/287059619.pdf>
 20. Heredia Perdomo NM, Villalba Ramón SI. Exploración del uso alternativo de *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) en la dieta de pollos de engorde y peces en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano [Internet]. [Zamorano, Honduras]: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano ; 2020 [citado el 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6886/1/CPA-2020-T059.pdf>
 21. Sheppard DC, Tomberlin JK, Joyce JA, Kiser BC, Sumner SM. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). *J Med Entomol* [Internet]. el 1 de julio de 2002 [citado el 11 de mayo de 2022];39(4):695–8. Disponible en: <https://academic.oup.com/jme/article/39/4/695/904029>
 22. Wang YS, Shelomi M. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods* (Basel, Switzerland) [Internet]. el 1 de octubre de 2017 [citado el 11 de mayo de 2022];6(10). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29057841/>
 23. Salas Alfaro JM. EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE *Hermetia illucens* (DÍPTERA STRATIOMYDAE) EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LA IRRIGACIÓN MAJES – PEDREGAL, CAYLLOMA AREQUIPA [Internet]. [AREQUIPA-PERU]: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA ; 2019 [citado el 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10141/AGsaaljm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 24. Del Hierro AG, Anrango MJ, Ortiz D, Sánchez L. Captura y cría de la mosca soldado negra (*Hermetia Illucens*) para la biodegradación de desechos orgánicos en Puerto Quito, Ecuador. *Ecuadorian Sci J* [Internet]. el 30 de noviembre de 2021 [citado el 11 de mayo de 2022];5(3):341–54. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/606/6062738027/html/>
 25. Marcanti GC. La mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en avicultura, Una realidad que trasciende [Internet]. Engormix. 2018 [citado el 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/mosca-soldado-negra-hermetia-t41703.htm>
 26. Lalander C, Diener S, Zurbrügg C, Vinnerås B. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *J Clean Prod* [Internet]. el 20 de enero de 2019 [citado el 11 de mayo de 2022];208:211–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618330257>

27. Arroyave Sierra OJ, Chamorro Rengifo J, Ochoa Muñoz AF. Crecimiento de larvas de mosca soldado alimentadas con gallinaza, porcinaza y alimento para ponedoras. *Rev Colomb Cienc Anim recia* [Internet]. el 12 de noviembre de 2019 [citado el 11 de mayo de 2022];11(2):73–81. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972019000200073&lng=en&nrm=iso&tlng=es
28. Romero M. Modelización del ciclo de vida de la mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) desarrollándose sobre desechos orgánicos. [Internet]. [Quito]: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR; 2022 [citado el 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25656/1/FIQ-SA-ROMERO MAURICIO.pdf>
29. Cabrera Gutiérrez D, López Gutiérrez AL. EVALUACIÓN DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA (*Hermetia Illucens*) COMO ALTERNATIVA PARA LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS [Internet]. [BOGOTA]: FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA; 2021 [citado el 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8329/1/6152687-2021-1-IQ.pdf>
30. Schiavone A, De Marco M, Martínez S, Dabbou S, Renna M, Madrid J, et al. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *J Anim Sci Biotechnol* [Internet]. el 1 de junio de 2017 [citado el 11 de mayo de 2022];8(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28603614/>
31. Molina Delgado CF. Use of black soldier fly larva meal (*Hermetia illucens*) in animal feed. *Univ Fr Paula Santander* [Internet]. 2021 [citado el 15 de mayo de 2022]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/357033140_Uso_de_harina_de_larva_de_mosca_soldado_negra_Hermetia_illucens_en_alimentacion_animal_EF
32. Segura Cazorla M. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA HERMETIA ILLUCENS [Internet]. [Almería]; 214d. C. [citado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ual.es:8080/bitstream/handle/10835/3237/Trabajo417.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Arango G, Vergara R, Mejía H. ANALISIS COMPOSICIONAL, MICROBIOLÓGICO Y DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA DE LA HARINA DE LARVAS DE *Hermetia illucens* L (DIPTERA: STRATIOMYIIDAE) EN ANGELÓPOLIS-ANTIOQUIA, COLOMBIA. *Redalyc* [Internet]. noviembre de 2004 [citado el 15 de mayo de 2022]; Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914073009>
34. Attivi K, Agboka K, Mlaga GK, Oke OE, Teteh A, Onagbesan O, et al. Effect of Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Maggots Meal as a Substitute for Fish Meal on Growth Performance, Biochemical Parameters and Digestibility of Broiler Chickens. *Int J Poult Sci* [Internet]. el 15 de enero de 2020 [citado el 14 de agosto de 2022];19(2):75–80. Disponible en: <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2020.75.80#:~:text=Conclusion%3A Black Soldier fly maggot,suitable alternative for fish meal.>

35. Kurniawan DR, Arief M, Agustono, Lamid M. Effect of maggot (*Hermetia illucens*) flour in commercial feed on protein retention, energy retention, protein content and fat content in tilapia (*Oreochromis niloticus*). IOP Conf Ser Earth Environ Sci [Internet]. el 13 de abril de 2018 [citado el 15 de mayo de 2022];137(1). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324489210_Effect_of_maggot_Hermetia_illucens_flour_in_commercial_feed_on_protein_retention_energy_retention_protein_content_and_fat_content_in_tilapia_Oreochromis_niloticus
36. Schiavone A, Dabbou S, De Marco M, Cullere M, Biasato I, Biasibetti E, et al. Black soldier fly larva fat inclusion in finisher broiler chicken diet as an alternative fat source. *Animal* [Internet]. el 1 de enero de 2018 [citado el 14 de agosto de 2022];12(10):2032–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731117003743>
37. Smetana S, Schmitt E, Mathys A. Sustainable use of *Hermetia illucens* insect biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment. *Resour Conserv Recycl* [Internet]. el 1 de mayo de 2019 [citado el 15 de mayo de 2022];144:285–96. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919300515>
38. Newton L, Sheppard DC, Watson DW, Burtle G. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. *ResearchGate* [Internet]. enero de 2005 [citado el 15 de mayo de 2022]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237345975_The_black_soldier_fly_Hermetia_illucens_as_a_manure_managementresource_recovery_tool
39. Barroeta A, Izquierdo D, Pérez J. Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria Departament de Ciència Animal i dels Aliments Unitat de Ciència Animal Facultat de Veterinària. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. [citado el 27 de julio de 2022]; Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/171-GUIA_AVICULTURA_castella.pdf
40. Criollo M. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL POLLO BROILER DURANTE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDA ALIMENTADO CON TRES NIVELES DE LEVADURA DE CERVEZA (5, 10 Y 15 %) EN SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA TORTA DE SOYA COMO FUENTE DE PROTEÍNAS EN LA FORMULACIÓN DEL BALANCEADO. AMBATO, ECUADOR 2011. [Internet]. [Quito]: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA; 2011 [citado el 24 de julio de 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3690/6/UPS-YT00112.pdf>
41. FAO. Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo [Internet]. [citado el 24 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/al725s/al725s00.pdf>
42. Chiriboga P. EVALUACIÓN DE TRES BALANCEADOS ENERGÉTICOS-PROTEÍCOS COMERCIALES Y DOS ADITIVOS ALIMENTICIOS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS. TUMBACO, PICHINCHA [Internet]. Universidad Central del Ecuador. [Quito]: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR; 2015 [citado el 24 de julio de 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3240/1/T-UC-0004-04.pdf>
43. COBB. Pollo de engorde Cobb vantress. 2019 [citado el 24 de julio de 2022]; Disponible en: <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019->

ESP-WEB_2.22.2019.pdf

44. Lazo J. “EVALUACIÓN DE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN POLLOS BROILER MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE HARINAS DE ORIGEN ANIMAL COMO PROTEINA BASE” [Internet]. [Cuenca]: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA; 2016 [citado el 24 de julio de 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12165/1/UPS-CT006107.pdf>
45. Castro K. “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL POLLO BROILER DURANTE EL PROCESO PRODUCTIVO, ALIMENTADO CON HARINA DE CAMARÓN A DIFERENTES NIVELES (7, 14, 21 Y 28%) EN SUSTIUCION PARCIAL DE LA TORTA DE SOYA COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN LA FORMULACIÓN DE BALANCEADO” [Internet]. [Quito]: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA; 2014 [citado el 24 de julio de 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6716/1/UPS-YT00038.pdf>
46. Ravindran V. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. FAO [Internet]. [citado el 31 de julio de 2022]; Disponible en: <https://www.fao.org/3/al705s/al705s.pdf>
47. Valencia C. ENFERMEDADES MÁS COMUNES DE LAS AVES. 1a ed. Quito; 2020. 341 p.
48. HGPT. Promedios mensuales 2022 Red Hidrometeorologica de Tungurahua [Internet]. 2022 [citado el 27 de agosto de 2022]. Disponible en: https://rrnn.tungurahua.gob.ec/red/promedios_mensuales

13. ANEXOS**Anexo 1.** Hoja de vida de la estudiante**DATOS PERSONALES DE LA ESTUDIANTE****APELLIDOS:** DEL HIERRO ESCOBAR**NOMBRES:** DIEGO ESTEBAN**ESTADO CIVIL:** SOLTERO**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 1717673402**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** AMBATO, 25-MARZO-1995**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** BARRIO LA CONCEPCIÓN**TELÉFONO:** 0996465858**CORREO ELECTRÓNICO:** diego.delhierro3402@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

TIPO DE TÍTULO	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE GRADO	N° DE TÍTULO
BACHILLER	CIENCIAS - ESPECIALIDAD QUÍMICO BIOLÓGICAS	2012-07-02	0088408

UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE ESTUDIA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** MEDICINA VETERINARIA**Firma**

Anexo 2. Hoja de vida de la tutora del proyecto de investigación

DATOS PERSONALES DEL TUTOR

APELLIDOS: SILVA DELEY

NOMBRES: LUCIA MONSERRATH

ESTADO CIVIL: CASADA

CEDULA DE CIUDADANÍA: 060293367-3

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: RIOBAMBA, 11- ENERO-1976

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: GALO PLAZA 28-55 Y JAIME ROLDOS

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032366764

CORREO ELECTRÓNICO: lucia.silva@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	INGENIERO ZOOTECNISTA	2002-09-26	1002-02-266197
CUARTO	MAGISTER EN PRODUCCION ANIMAL CON MENCION EN NUTRICION ANIMAL	2011-03-22	1002-11-724738

HISTORIAL PROFESIONAL

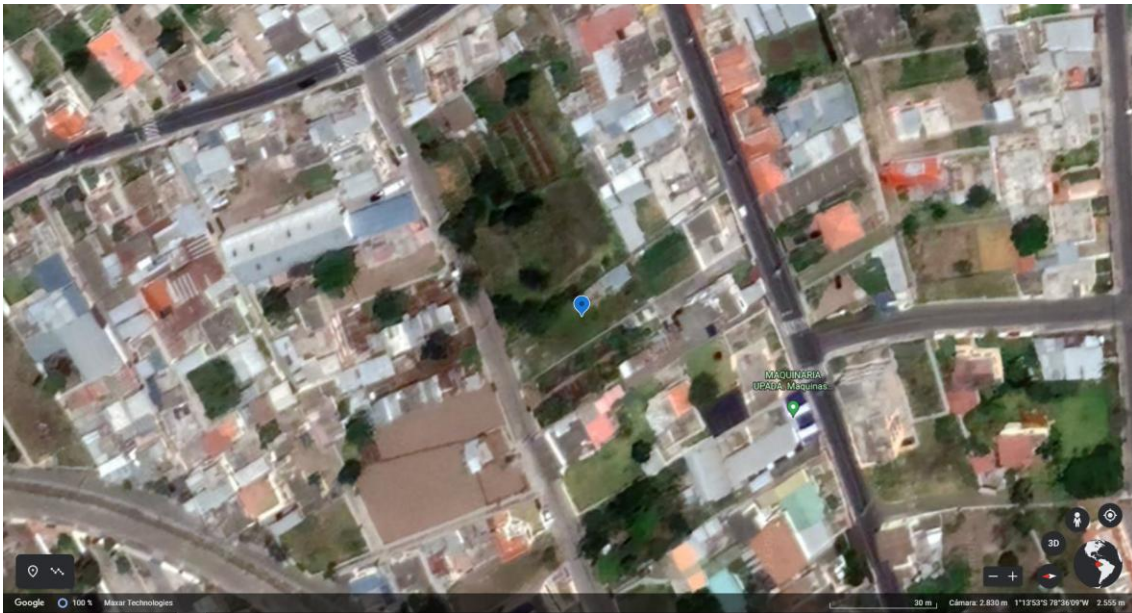
FACULTAD EN LA QUE LABORA: FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES (CAREN)

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: NUTRICIÓN ANIMAL

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 01-02-2017

Firma

Anexo 3. Ubicación del terreno utilizado para el proyecto de investigación



Fuente: <https://earth.google.com/>

Anexo 4. Tabla de registro de pesos por semana

	Repetición	Tratamiento	PESO RECEPCION	PESO SEMANA 1	PESO SEMANA 2	PESO SEMANA 3	PESO SEMANA 4
TESTIGO	1.00	1	507.4	622.8	1068.6	1392.2	2128.0
	2.00	1	487.6	620.6	1058.4	1388.5	2026.5
	3.00	1	446.8	560.8	999.4	1489.8	2159.5
	4.00	1	450.6	581.2	942.8	1378.8	2010.0
GUSANO 30%	1.00	2	463.8	611.0	1048.6	1666.8	2275.0
	2.00	2	474.0	598.5	1096.3	1672.5	2303.0
	3.00	2	515.4	677.2	1004.8	1541.0	2427.4
	4.00	2	500.2	667.8	1322.8	1689.2	2261.2
GUSANO 40%	1.00	3	495.4	614.8	1212.0	1673.3	2343.0
	2.00	3	496.4	657.4	1196.8	1572.0	2380.3
	3.00	3	452.8	676.4	1125.0	1508.8	2278.2
	4.00	3	422.6	616.4	1114.2	1525.5	2327.8

Fuente: Autor

Anexo 5. Tablas brasileñas de requerimientos nutricionales para pollos de engorde

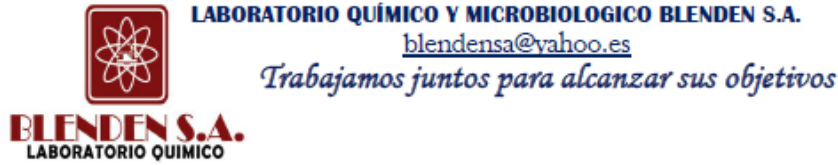
Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos - 121

Tabla 2.13 - Requerimientos Nutricionales de Pollos de Engorde Machos de Desempeño Medio¹

		Edad, días				
		1-7	8-21	22-33	34-42	43-46
Rango de Peso	Kg	0,04-0,18	0,21-0,89	0,96-1,94	2,03-2,83	2,93-3,21
Peso Medio	kg	0,104	0,503	1,430	2,431	3,069
Ganancia	g/día	21,1	53,9	89,3	99,7	91,4
Consumo	g/día	24,8	75,7	153,6	201,3	209,6
Requerimiento P Disp.	g/día	0,115	0,296	0,525	0,599	0,563
Requerimiento P Dig.	g/día	0,101	0,260	0,480	0,549	0,517
Requerimiento Lis.Dig.	g/día	0,325	0,889	1,656	2,030	1,961
Energía Metabolizable	kcal/kg	2950	3000	3100	3150	3200
		Nutriente				
Proteína	%	22,20	20,80	19,50	18,00	17,30
Calcio	%	0,920	0,819	0,732	0,638	0,576
Requerimiento P Disp.	%	0,470	0,391	0,342	0,298	0,269
Requerimiento P Dig.	%	0,395	0,343	0,313	0,273	0,247
Potasio	%	0,590	0,585	0,580	0,580	0,580
Sodio	%	0,220	0,210	0,200	0,195	0,190
Cloro	%	0,200	0,190	0,180	0,170	0,165
Ácido Linoleico	%	1,090	1,060	1,040	1,020	1,000
		Aminoácido Digestible				
Lisina	%	1,310	1,174	1,078	1,010	0,936
Metionina	%	0,511	0,458	0,431	0,404	0,374
Metionina + Cistina	%	0,944	0,846	0,787	0,737	0,683
Treonina	%	0,852	0,763	0,701	0,656	0,608
Triptófano	%	0,223	0,200	0,194	0,182	0,168
Arginina	%	1,415	1,268	1,164	1,091	1,011
Glicina + Serina	%	1,926	1,726	1,445	1,353	1,254
Valina	%	1,009	0,904	0,841	0,788	0,730
Isoleucina	%	0,878	0,787	0,733	0,687	0,636
Leucina	%	1,402	1,257	1,164	1,091	1,011
Histidina	%	0,485	0,435	0,399	0,374	0,346
Fenilalanina	%	0,826	0,740	0,679	0,636	0,590
Fenilalanina + Tirosina	%	1,507	1,351	1,240	1,161	1,076
		Aminoácido Total				
Lisina	%	1,444	1,294	1,189	1,114	1,032
Metionina	%	0,549	0,492	0,464	0,434	0,402
Metionina + Cistina	%	1,040	0,932	0,868	0,813	0,753
Treonina	%	0,982	0,880	0,809	0,758	0,702
Triptófano	%	0,245	0,220	0,214	0,201	0,186
Arginina	%	1,516	1,359	1,248	1,170	1,084
Glicina + Serina	%	2,166	1,941	1,629	1,526	1,414
Valina	%	1,141	1,022	0,951	0,891	0,826
Isoleucina	%	0,967	0,867	0,809	0,758	0,702
Leucina	%	1,545	1,385	1,284	1,203	1,115
Histidina	%	0,534	0,479	0,440	0,412	0,382
Fenilalanina	%	0,910	0,815	0,749	0,702	0,650
Fenilalanina + Tirosina	%	1,661	1,488	1,367	1,281	1,187

¹ El porcentaje del nutriente fue determinado utilizando las Tablas 2.02 (Requerimiento de lis. dig.), 2.11 (Relación aminoácido / lisina) y 2.09 (Requerimiento de Fósforo). El requerimiento de Lisina Total fue calculado considerando la digestibilidad verdadera de la lisina con valor medio de 90,7%.

Anexo 6. Análisis de laboratorio



INFORMACION DEL SOLICITANTE

Solicitado: Sr. Diego del Hierro
 Dirección: Ambato
 Teléfono: 0996465858
 Correo Electrónico: diego.delhierro3402@utc.edu.ec
 Tipo de Muestra: Harina de larva de mosca (1)
 Código de la Muestra: Mca- 1717
 Fecha de Recepción: 20/05/2022

Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	3,15	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	96,85	Cálculo
PROTEINA (%)	53,94	AOAC/ kjeidahl
FIBRA (%)	N/D	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	34,97	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	2,62	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	97,38	Cálculo

Resultados Microbiológico

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VLP*	METODO/NORMA
Aerobios Mesófilos	UFC/g.	8,9x10 ²	< 1000000	Petrefilm AOAC990.12
E. Coli	UFC/g.	Ausencia	<100	Petrefilm AOAC991.03
Estafilococos Aureus	UFC/g.	Ausencia	<10	Petrefilm AOAC997.02
Salmonella	UFC/g.	Ausencia	<1000	Petri film AOAC997,07

Granulometría

No Tamiz	d _μ	W _i	P _i	ΣP _i	log d _i	W _i ·log d _i
1	1400	0.0299	0.2134	0.2134	3.14612804	0.09406923
2	850	1.7757	13.3911	13.6045	2.92941893	5.20176919
3	425	5.5798	40.5497	54.1542	2.62838893	14.6658846
4	300	1.6913	13.5025	67.6567	2.47712125	4.18955518
5	212	2.9349	20.953	88.6097	2.32633586	6.82756312
6	150	1.198	8.5528	97.1625	2.17609126	2.60695733
7	106	0.1241	0.8859	98.0484	2.02530587	0.25134046
						33.837139
						2.41573064
Cálculos del Diámetro Medio Geométrico (d _{gm}):						260,45 μ

Elaborado el 27 de mayo de 2022

Dra. Carmen Alvarez L.
 Responsable Técnico



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Veloz 43 -44 y la Cuarenta y Cuatro Riobamba – Ecuador

INFORMACION DEL SOLICITANTE

Solicitado: Sr. Diego del Hierro
Dirección: Ambato
Teléfono: 0996465858
Correo Electrónico: diego.delhierro3402@utc.edu.ec
Tipo de Muestra: Harina de larva de mosca (2)
Código de la Muestra: Mca- 1718
Fecha de Recepción: 20/05/2022

Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	5,17	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	94,83	Cálculo
PROTEINA (%)	52,89	AOAC/ kjeldahl
FIBRA (%)	N/D	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	35,17	AOAC/Goldfish
CENIZA (%)	3,01	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	96,99	Cálculo

Resultados Microbiológico

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VLP±	METODO/NORMA
Aerobios Mesófilos	UFC/g.	6,23x10 ²	< 1000000	Petrifilm AOAC990.12
E. Coli	UFC/g.	Ausencia	<100	Petrifilm AOAC991.03
Estafilococos Aureus	UFC/g.	Ausencia	<10	Petrifilm AOAC997.02
Salmonella	UFC/g.	Ausencia	<1000	Petri film AOAC997,07

Elaborado el 27 de mayo de 2022



Carmen

Dra. Carmen Álvarez L.
Responsable Técnico



LABORATORIO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO BLENDE S.A.

blendensa@yahoo.es

Trabajamos juntos para alcanzar sus objetivos

BLENDE S.A.
LABORATORIO QUÍMICO

INFORMACION DEL SOLICITANTE

Solicitado: Sr. Diego del Hierro
 Dirección: Ambato
 Teléfono: 0996465858
 Correo Electrónico: diego.delhierro3402@utc.edu.ec
 Tipo de Muestra: Balanceados con inclusión de harina de larva de Mosca
 Fecha de Recepción: 20/05/2022

INFORME DE ANALISIS Resultados Bromatológicos

Descripción	Código	Humedad %	Materia seca, %	Proteína %	Grasa, %	Fibra %	Cenizas %	Mat. Org %
Bal. Testigo 0% inclusión	Mca-1719	12,77	87,23	19,14	4,87	4,54	6,98	93,02
Bal. 30% de inclusión	Mca-1720	13,01	86,99	21,09	5,28	4,11	7,23	92,77
Bal. 40% de inclusión	Mca-1721	13,09	86,91	22,01	5,67	4,04	7,98	92,02

Resultados Microbiológico

Descripción	Coliformes Totales UFC/g	Coliformes Fecales UFC/g	E. Coli UFC/g	Aerobios Mesófilos UFC/g	Mohos y Levaduras UFC/g
Bal. Testigo 0% inclusión	1,83x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Bal. 30% de inclusión	1,91x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Bal. 40% de inclusión	1,97x10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Elaborado el 27 de mayo de 2022



Dra. Carmen Álvarez L.
Responsable Técnico

Anexo 7. Fotografías de los distintos procedimientos



Larva de mosca soldado negro después del proceso de secado



Proceso de molida de larvas de mosca soldado negro



Harina de larva de mosca soldado negro



Preparación del alimento balanceado para cada tratamiento



Almacenamiento del alimento balanceado



Limpieza y desinfección de las instalaciones



Limpieza y desinfección de equipo e instalación de Pediluvios



Construcción de las bases para los tratamientos y repeticiones



Colocación de las paredes para la estructura de cada tratamiento y repetición



Jaulas para tratamientos y repeticiones a base de madera y tela de costal



Recepción de Pollos de 21 días de edad:



Etapa inicial de la fase experimental



Etapa intermedia y final de crecimiento de las aves



Necropsia en ave muerta por síndrome ascítico