



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“UTILIZACIÓN DE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO  
(*Gryllus assimilis*) 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

**Autor:**

Padilla Ramírez Pável Padilla

**Tutora:**

Silva Déley Lucia Monserrath

**LATACUNGA – ECUADOR**

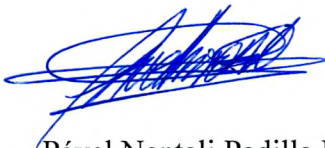
**Febrero 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Pável Neptali Padilla Ramírez, con cédula de ciudadanía No. 1725917247, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“UTILIZACIÓN DE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis*) 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, 20 de febrero del 2024



Pável Neptali Padilla Ramírez  
CC: 1725917247  
**ESTUDIANTE**

## 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 **PADILLA RAMÍREZ PÁVEL NEPTALI**, identificado con cédula de ciudadanía **1725917247** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis*) 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: abril – agosto 2018

Finalización de la carrera: septiembre 2023 - febrero 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Lucia Monserrath Silva Déley, Mg.

Tema: **“UTILIZACIÓN DE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis*) 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:

- a. 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.
- b. La publicación del trabajo de grado.
- c. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e. 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 20 días del mes de febrero del 2024.

Padilla Ramírez Pável Neptali

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“UTILIZACIÓN DE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis*) EN SUSTITUCIÓN DE LA SOYA COMO FUENTE PROTEICA EN DIETA DE POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”** de Padilla Ramírez Pável Neptali, de la carrera de 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, 20 de febrero del 2024



Ing. Lucia Monserrath Silva Déley, Mg.

CC: 0602933673

**DOCENTE TUTORA**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

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: Padilla Ramírez Pável Neptali, con el título de Proyecto de Investigación: **“UTILIZACIÓN DE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis*) 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 grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

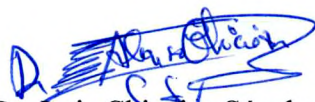
Latacunga, 20 de febrero del 2024



Dr. Rafael Garzón Jarrín, PhD.  
CC: 0501097224  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Dr. Xavier Quishpe Mendoza, Mg.  
CC: 0501880132  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Dr. Luis Chicaiza Sánchez, Mg.  
CC: 0501308316  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*El trabajo duro complementado con el esfuerzo del día a día me ayudado a concluir esta parte de mi vida muy importante que es mi formación académica como profesional, agradecer sin duda a la institución la cual me abrió las puertas para ser mi segundo hogar, eso sí, siempre enseñándome cosas importantes de la carrera y del diario vivir, que talvez con todas las adversidades que se me presentaron en el camino nunca me di por vencido, está a sido una lucha de todo momento, agradezco a los docentes que me brindaron y compartieron su sabiduría. También a personas que estuvieron conmigo en momentos duros, a Dios por enseñarme que a veces hay que tocar fondo para poder cumplir los sueños y finalmente a la Ing. Lucia Silva, tutora del proyecto de investigación, quien me dio la oportunidad de poder trabajar con su guía, paciencia y dedicación en todo el proceso de mi trabajo de tesis.*

*Pável Neptali Padilla Ramírez.*

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo va dedicado a mis amados y eternos padres Soledad, mi madre que nunca me abandono ni en el peor momento dándome ese empujón y aliento siempre que me sentía derrotado, mi padre Guillermo, con su carácter duro me forjo hacer una mejor persona y un profesional, que sin duda han sido responsables de que este sueño se haga realidad, les dedico todos mis triunfos que nunca podre pagar todo lo que han dado por mí. También a mis hermanos Mauricio, Yessenia y la más pequeñita Camila, quienes me brindaron su apoyo en todo momento.*

*A Dios que siempre me protegió y guio en los días grises y brillantes de mi vida y siempre volverme a dar una oportunidad para entender y pensar bien las cosas.*

*A una mujer increíble que llego en el momento justo, que me hizo volver a sentir quien soy y hasta donde puedo llegar, impulsando mis ganas de salir adelante y luchar siempre, que ha estado conmigo apoyándose y creyendo en mí en todo momento, mi amor Deyaneira.*

*Mi familia, amigos y personas que un día me brindaron sus consejos y apoyo, muchas gracias.*

*Pável Neptali Padilla Ramírez*



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### TÍTULO: “UTILIZACIÓN DE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis*) EN SUSTITUCIÓN DE LA SOYA COMO FUENTE PROTEICA EN DIETA DE POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”

**Autor:**

Pável Neptali Padilla Ramírez

#### RESUMEN

La presente investigación evaluó el uso de 3 niveles de inclusión (2%, 4% y 6%) de harina de grillo (*Gryllus assimilis*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde. El estudio fue realizado en la ciudad de Latacunga por un periodo de 8 semanas, se aplicó un diseño completamente al azar con 100 pollos de línea BroilerCoob500 divididos en cuatro tratamientos, con cinco repeticiones y 5 unidades experimentales por. Se caracterizó física, química y microbiológica tanto las dietas experimentales como la harina de grillo, revelando niveles de proteína con 51,91% y grasa del 19,89%, ausencia de microorganismos patógenos y un tamaño de partícula de 140,5 micras, para esta última. En la investigación no se evidencio diferencias estadísticas significativas para las variables propuestas (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal) al utilizar diferentes niveles de inclusión de harina de grillo durante los primeros días de investigación, sin embargo, el peso ya mostro diferencia estadística desde el día 14 de estudio, presentando valores menores T1 (386,3 g/ave) a diferencia de los valores reportados por T3 (409,4 g/ave), lo que demuestra un peso superior en animales alimentados con 6% de harina de grillo como reemplazo proteico. Para su sexta semana el peso de las aves fue superado nuevamente por T3 (2932 g/ave) y T2 (2817 g/ave) permaneciendo por debajo de los tratamientos restantes. Después de la semana cuatro en adelante del estudio la mortalidad registrada fue para T0 con 2 muertes, T1 con 5 muertes y T3 con 1, dando un total de 8 muertes debido a los cambios climáticos, presentando afecciones respiratorias. Los resultados del estudio demuestran mejores efectos para los tratamientos con inclusión de harina de grillo, siendo el T3 superior a los demás, por lo que se recomienda la sustitución del 6% de harina de grillo, también obteniendo un índice beneficio/costo en el mismo tratamiento de 1.15 USD, significando que por cada dólar que se invierte se obtienen beneficios netos de 0.15 USD. Recomendando incrementar los valores de harina de grillo para futuras investigaciones para valorar el nivel ideal de reemplazo.

**Palabras clave:** Mortalidad, Harina de Grillo, Inclusión, Pollos de Engorde, Bromatológicos, Microbiológicos.

# **COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**

## **NATURAL RESOURCES AND AGRICULTURAL SCIENCES SCHOOL**

**TOPIC: “USE OF 3 LEVELS OF INCLUSION BY CRICKET FLOUR (*Gryllus assimilis*) IN SOYBEAN REPLACEMENT AS A PROTEIN SOURCE IN THE GRILLED CHICKENS DIET IN THE GROWTH AND FATTENING PHASE”.**

**Author:**

Padilla Ramírez Pável Neptali

### **ABSTRACT**

The current research assessed the use 3 levels of inclusion (2%, 4% and 6%) from cricket flour (*Gryllus assimilis*) to replace soybean as a protein source in the broiler chickens diet in the growth and fattening phase. The study is performed in the Latacunga city for a period 8 weeks, it was applied a completely randomized design with 100 Broiler Coob500 chickens divided into four treatments, with five repetitions and 5 experimental units per group. It was characterized physical, chemical and microbiological both the experimental diets and the cricket flour, revealing protein levels of 51.91% and fat of 19.89%, pathogenic microorganisms absence and a particle size 140.5 microns, for this last. In the research, it did not evidenced significant statistical differences for the proposed variables (weight gain, feed consumption, feed conversion and carcass yield), when using different levels by cricket flour inclusion during the research first days, however, weight already showed a statistical difference since study day 14, presenting lower values T1 (386.3 g/bird), unlike the values reported for T3 (409.4 g/bird), which demonstrates a higher weight in animals fed 6% cricket flour as protein replacement. For the sixth week, the birds weight was again exceeded by T3 (2932 g/bird) and T2 (2817 g/bird), staying below the remaining treatments. After, study week four onwards, the recorded mortality was for T0 with 2 deaths, T1 with 5 deaths and T3 with 1, by giving a total 8 deaths, due to climate changes, presenting respiratory conditions. The study results demonstrate better effects for treatments with inclusion cricket flour, being the T3 higher, than the others, so it is recommended the substitution of 6% cricket flour, getting a benefit/cost ratio in the same treatment 1.15 USD, meaning for every dollar invested, it is got net benefits 0.15 USD. Recommending to increase the cricket flour values for future researches to optimally assess the more drastical nutritional value same.

**KEYWORDS:** Mortality, cricket meal, inclusion, broilers, bromatological, microbiological.

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1. Beneficiarios directos.....	3
3.2. Beneficiarios indirectos .....	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.1. General.....	4
5.2. Específicos.....	4
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	4
6.1. Producción Avícola en Ecuador.....	4
6.2. Características de los Pollos de Engorde .....	4
6.3. Alimentación y Nutrición en Pollos de Engorde .....	5
6.3.1. Necesidades Nutricionales.....	6
6.3.2. Disponibilidad .....	6
6.3.3. Calidad.....	6
6.4. Proteína .....	7
6.5. Ácidos Grasos .....	7
6.6. Energía.....	8
6.7. Suplementos.....	8
6.8. Fuentes de Proteínas .....	9
6.8.1. Desbalance y Exceso de Proteínas.....	10
6.9. Bebida (agua).....	10
6.10. Infraestructura.....	11

6.11. Manejo de Ambiente.....	11
6.12. Fisiología.....	13
6.12.1. Tiempo de Digestión de Alimento.....	13
6.12.2. Regularidad de Alimentación .....	13
6.13. Enfermedades Comunes.....	14
6.13.1. Bronquitis Infecciosa .....	14
6.13.2. Marek.....	14
6.13.3. Newcastle.....	14
6.13.4. Gumboro .....	15
6.14. Fuente de Proteínas en insectos .....	15
6.15. Grillo común ( <i>Gryllus assimilis</i> ) .....	16
6.16. Hábitat y Crianza Grillo Común ( <i>Gryllus assimilis</i> ) .....	17
6.16.1. Crianza y Hábitat .....	17
6.16.2. Clima y Temperatura .....	18
6.17. Alimentación.....	18
6.18. Ciclo de Vida Grillo Común ( <i>Gryllus Assimilis</i> ).....	19
6.19. Harina de Grillo ( <i>Gryllus assimilis</i> ).....	20
6.20. Como se elabora la Harina de Grillo ( <i>Gryllus assimilis</i> ).....	21
6.21. Bromatología Harina de Grillo ( <i>Gryllus assimilis</i> ).....	21
7. HIPÓTESIS.....	23
8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
8.1. Metodología.....	23
8.2. Materiales .....	24
8.3. Tipo de Investigación .....	24
8.4. Diseño Experimental .....	24
8.4.4. Formulación del Alimento.....	26
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE PROBLEMAS.....	29
9.1. Formulación Bromatológico Proximal de la Harina de Grillo ( <i>Gryllus assimilis</i> ).....	29
9.2. Análisis de Variables en Pollos de Engorde .....	32
9.3. Beneficio/Costo .....	42
10. IMPACTOS .....	43
10.1. Impacto Social .....	43
10.2. Impacto Ambiental .....	44

10.3.	Impacto Técnico .....	44
10.4.	Impacto Económico.....	44
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
11.1.	Conclusiones.....	44
11.2.	Recomendaciones .....	45
12.	BIBLIOGRAFÍA .....	46

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis Bromatológicos Harina de grillo. ....	22
Tabla 2: Materiales utilizados proyecto experimental.....	24
Tabla 3: Esquema ANOVA.....	25
Tabla 4: Esquema del Experimento.....	25
Tabla 5: Caracterización Bromatológico Harina de Grillo procedente de la granja SARgrillo de la Provincia de Pichincha (Llano Chico).....	29
Tabla 6: Análisis Físico Harina de Grillo.....	30
Tabla 7: Formulación y Composición Nutricional del alimento balanceado por tratamiento..	30
Tabla 8: Análisis Bromatológico Tratamientos.....	31
Tabla 9: Análisis Microbiológico.....	31
Tabla 10: Promedio de pesos por tratamiento. Letras comunes en las medias no son significativamente diferentes.....	32
Tabla 11: Consumo de Alimento Promedio por Tratamiento. ....	34
Tabla 12: Promedio de Ganancia de Peso por Tratamiento. ....	36
Tabla 13: Promedio de Conversión Alimenticia por Tratamiento .....	38
Tabla 14: Rendimiento a la Canal .....	40
Tabla 15: Cálculo Costo/Beneficio por Tratamiento.....	43

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Grillo Común ( <i>Gryllus assimilis</i> ) .....	17
Ilustración 2: Inclinación de Peso Promedio de los pollos por tratamiento .....	33
Ilustración 3: Inclinación del Consumo de Alimento.....	35
Ilustración 4: Promedio Ganancia de Peso .....	37
Ilustración 5: Promedio Conversión Alimenticia .....	38
Ilustración 6: Inclinación Rendimiento a la Canal .....	40
Ilustración 7: Mortalidad Galpón .....	42

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “UTILIZACIÓN DE 3 NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis*) EN SUSTITUCIÓN DE LA SOYA COMO FUENTE PROTEICA EN DIETA DE POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”

**Fecha de inicio:** octubre 2023

**Fecha de finalización:** febrero 2024

**Lugar de ejecución:** Provincia de Cotopaxi en la ciudad de Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, barrio Salache Bajo.

**Facultad que auspicia:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Carrera de Medicina Veterinaria

**Proyecto perteneciente a:** Implementación de dietas alternativas para el engorde de pollos.

**Equipo de Trabajo:**

- **Tutora de Titulación:** Ing. Lucia Monserrath Silva Déley, Mg.

- **Investigador:** Pável Neptali Padilla Ramírez

**Área de Conocimiento:** Agricultura Veterinaria

**Subárea:** Veterinaria

**Línea de investigación:** Salud Animal

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



## 2. JUSTIFICACIÓN

En el proyecto se evidencia una alta demanda de explotación avícola a la hora de producir ingresos desde los pequeños productores, siendo más rentables las aves de postura y de carne. La producción de carne de pollo ha ido creciendo descontroladamente, debido a su alto consumo redondeando entre 30 y 32 kilos/persona por año en Ecuador y bajo costo, si lo comparamos con otras carnes tales como el ganado vacuno y porcino.

La industria avícola ofrece proveer alimento de primera calidad, con niveles óptimos para las aves domésticas, con un alto valor proteico para periodos reducidos de tiempo, siempre y cuando también sean factores positivos en diferentes aspectos de producción como manejo, salud y nutrición, genética y propósitos productivos deseados (1). Una de las materias primas de origen vegetal más utilizada a la hora de formular la dieta de los pollos es la soya con un valor nutritivo de aproximadamente de 44 y 48.5% esto es aprovechado de acuerdo a la preparación o manejo de esta materia (2).

En algunos lugares se ha experimentado en la dieta de sus aves con harina de grillo como suplementos alimenticios como harinas a base de estos mismos, claro que, con un valor económico un poco alto a la hora de inversión, pero en algunos con resultados sumamente favorables, teniendo pollos de engorde con mayor peso y huevos con mejor dureza del cascaron y yemas sumamente ricas en proteínas (3).

Existen variedad de balanceados avícolas con una formulación que puede contener materia prima tanto a base vegetal como animal, algunas de estas con valores nutritivos dentro del rango necesario o algunos aportando mejores datos alimenticios para los pollos. Algunos buscan incluir o reemplazar materias que sean agradables con el ambiente, reduzcan costos y tiempo en la obtención, algunos siendo un poco desconocidos y mal vistos por la sociedad (4).

Una de las materias primas de origen animal proteicas de reemplazo con la soya, es la harina de grillo (*Gryllus assimilis*), con alto contenido en proteínas alcanzando valores óptimos de hasta el 69%, también teniendo un buen desarrollo y firmeza de la masa muscular y muy buena digestibilidad en el consumo animal, siendo positivos los valores nutricionales a la hora de comparar con otras materias, que pueden ser aprovechadas por algunos animales de producción como porcinos, peces y aves (carne o huevos), reduciendo la utilización frecuente de soya (5). Valorando la utilización de esta harina de grillos en pollos de engorde, siendo viable su aplicación.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.**

#### **3.1. Beneficiarios directos**

- Productores de aves de engorde
- Postulante: Pável Padilla

#### **3.2. Beneficiarios indirectos**

- Universidad Técnica de Cotopaxi
- Estudiantes de la Carrera de Medicina Veterinaria
- La comunidad

### **4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Los datos de una organización importante en el mundo como lo es la FAO, informan que el ser humano tiene una alta producción de comida y demanda de proteína, aumentando de manera considerable en los próximos años. A nivel mundial el consumo de carne de ave ocupa el segundo lugar, superada por la de porcino (6).

Ecuador se ha transformado en un país caro para la crianza de pollos, aumentando el precio del producto final, precios que no pueden competir con aves que llegan desde países vecinos como Colombia y Perú. Esto debido que las principales materias primas para la elaboración de alimentos balanceados como maíz, soja, aceite, vitaminas y minerales, entre otros, han sufrido aumentos entre el 35% y 40%, disminuyendo la producción y algunos dejando de producir (7).

La materia prima ecuatoriana es la más cara de Latinoamérica, producir la carne de pollo en el país resulta un 50% más cara en relación a los países vecinos, el alimento balanceado representa el 70% del costo de producción y el maíz el 50%, lo que significa que por cada libra de carne el 25% corresponde a la nutrición de las aves (8).

La alta demanda de la producción de carne de pollo, altera la elaboración de estas materias primas para su alimentación, obligando a estas empresas a buscar materias las cuales favorezcan a los productores de manera radical en algunos detalles como son precios accesibles, calidad del producto y rentabilidad a corto plazo, como. Siendo beneficiados los productores avícolas con materias primas a base de proteínas naturales como lo es la harina de grillo que busca el reemplazo parcial aportando altos valores nutritivos y digestibilidad, así como también factores positivos en la alimentación de pollos de engorde.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1.General

Utilizar tres niveles de inclusión de harina de grillo (*Gryllus assimilis*) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde.

### 5.2.Específicos.

- Caracterizar física, química y microbiológica de la harina de grillo y las dietas empleadas en formulación de la dieta de pollos de engorde durante la fase de crecimiento y engorde.
- Evaluar los parámetros productivos de las aves (ganancia de peso, consumo de alimentos, conversión alimenticia y rendimiento a la canal) al utilizar diferentes niveles de inclusión de harina de grillo durante la fase de crecimiento y engorde en pollos parrilleros.
- Determinar el beneficio/costo al utilizar tres niveles de inclusión de harina de grillo durante la fase crecimiento y engorde en pollos parrilleros.

## 6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 6.1.Producción Avícola en Ecuador

La avicultura en Ecuador constituye una actividad importante dentro de la economía, ya que es atendida por más de 1 millón de personas, que generan más de 800 millones de dólares al año en carne de pollo y huevos, el cual es el equivalente al 24% de la producción agropecuaria nacional según cifras reportadas. Los principales productores se concentran en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, El Oro, Guayas, Imbabura y Manabí (9).

La avicultura aporta el 3% del PIB del país, mientras que, si hablamos del PIB agrícola, el aporte es del 23%. La avicultura se realiza principalmente en zonas rurales del país, por lo que la producción de proteína avícola es estratégica aportando a la economía, generando empleo, seguridad y soberanía alimentaria (8).

### 6.2.Características de los Pollos de Engorde

Los pollos de engorde son híbridos que se crían generalmente en confinamiento (galpones), brindándoles un manejo adecuado, sanidad, alimentación y un ambiente adecuado donde puedan expresar su potencial productivo.

Los broilers tienen la capacidad genética de aumentar un peso importante en muy poco tiempo. Con un peso en el nacimiento de unos 42 gramos, los broilers pueden alcanzar un peso de 2.800 gramos en menos de 40 días. Esta tasa de acrecentamiento se nota especialmente en la primera semana. Y cuando lleguemos al 27° día, tendremos que cambiar su dieta específicamente destinada a engordar (10).

Las empresas dedicadas a la comercialización de broilers del sector avícola buscan líneas de aves con el mejor rendimiento que se adapte a sus necesidades específicas ya la diversidad de condiciones ambientales y climáticas de cada región en la que se implanta su negocio (11).

El Cobb es considerado uno de los mejores pollos de engorde. Para esta línea es importante distinguir entre el macho y la hembra, porque dependiendo del tipo se utiliza para diferentes fines comerciales. En el caso del gallo, el objetivo es la producción de carne, mientras que el de la gallina es la producción de huevos (12).

Esta línea cuenta con cualidades aptas y potencialmente positivas diferenciada a otras líneas como: eficiencia de rendimiento y producción de carne, engordan rápidamente, capacidad para prosperar en densidades bajas, excelente tasa de crecimiento, producción de carne a menor costo, aceptación de dietas de bajo costo, sacrificio temprano y carne suave y buen sabor (12).

### **6.3. Alimentación y Nutrición en Pollos de Engorde**

Es muy esencial para el desarrollo del tracto gastrointestinal de las aves, los pollitos al nacer son anatómicamente completos, pero su sistema digestivo, inmunológico y termorregulador necesita desarrollarse (13).

En la alimentación y nutrición de estas aves se requiere de nutrientes específicos para mejorar su aspecto, peso y desarrollo. Por eso es importante brindar alimentos aptos desde las primeras semanas de vida del pollo. Los costos totales a la hora de cubrir las necesidades en las dietas deben ser de menor costo, pero sustentando potencialmente a base de mezclas de diferentes materias primas, teniendo fuentes como proteínas, grasas, cereales, minerales, vitaminas, suplemento de origen animal y aditivos alimenticios (14).

En la industria se utilizan diversas porciones, de acuerdo a la necesidad en que se encuentre el ave. Las porciones en fases iniciales son altas en proteína, un ingrediente de alto valor en el mercado. Sin embargo, las porciones de crecimiento y engorde pueden ser bajas en proteínas ya que los pollos mayores requieren menos cantidad de proteína (15).

La dieta en la fase inicial tiene alrededor del 25% de proteína, en fase del crecimiento el 21% de proteína y en fase de engorde 18% de proteína. También se puede abastecer granos enteros para complementar.

### **6.3.1. Necesidades Nutricionales**

Algunos de los principales requerimientos de los pollos se encuentran la energía y proteína, la primera es indispensable para el funcionamiento del cuerpo y la segunda es un componente estructural y funcional de las células, por lo tanto, un constituyente esencial para todos los tejidos del organismo (16).

Estas diferencias en los requerimientos nutricionales están basadas en procesos fisiológicos y metabólicos que ocurren en las distintas etapas del crecimiento del ave, y su objetivo es proporcionarle la cantidad de nutrientes necesarios para cubrir las demandas y maximizar el uso del alimento.

### **6.3.2. Disponibilidad**

Es de suma importancia este factor, tener un suministro abundante de las materias primas que sean elegidas como balanceado del pollo. Es necesario no carecer de alimento y cambios nutricionales con frecuencia en un alimento que es proporcionado. Mencionados cambios tienen el potencial de inhibir el desarrollo intestinal de un pollo de engorde (17).

### **6.3.3. Calidad**

Es de suma importancia este aspecto a evaluar la higiene de la materia con la que se elaboró y no haya riesgos de contaminación de microorganismos perjudiciales. Las micotoxinas, los metabolitos secundarios de los mohos, también son de alta preocupación, aún en niveles mínimos pueden tener efectos tóxicos en los intestinos de los pollos y rendimiento general de las aves (17).

El crecimiento de los pollos está relacionado con la alimentación que se les brinde, específicamente el contenido de la dieta y cantidad de alimento que consuman. Cuando el alimento consta de partículas de forma irregular, se puede llegar a un desperdicio de alimento, debido que las partículas pequeñas se caen al momento de ser consumidas (18).

Este factor es muy importante dentro de la productividad, rentabilidad y bienestar del pollo de engorde. Las dietas para estas producciones deben ser formuladas y balanceadas de manera fundamental para satisfacer los requerimientos de la explotación.

La cría de pollos se ha centrado en la mejora en el factor crecimiento, lo que ha dado paso a unas mayores necesidades de nutrientes de las aves. Los contenidos de aminoácidos en dietas se han adaptado regularmente, tanto en tablas de nutrición como en valores de otras explotaciones (19).

#### **6.4. Proteína**

La proteína ideal puede definirse como el correcto equilibrio de aminoácidos, sin deficiencia ni exceso, con la intención de satisfacer los requisitos absolutos para el mantenimiento de todos los aminoácidos y una óptima absorción de la proteína corporal, que reduce y reduce su uso como fuente de energía liberación de nitrógeno (20). La proteína es uno de los ingredientes con costos más elevados de los balanceados, la industria emplea raciones precisas y reduce la cantidad de proteína en la dieta de las aves a medida que van creciendo. Para los pequeños productores, diferentes piensos como inicial, crecimiento y engorde puede no ser beneficioso (15).

Dentro de las proteínas existen los aminoácidos esenciales y los no esenciales los mismos que son: esenciales (treonina, triptófano, valina, lisina, metionina, fenilalanina, histidina, isoleucina y leucina) y los no esenciales (alanina, arginina, ácido aspártico, asparragina, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, prolina, serina y tirosina) (13).

#### **6.5. Ácidos Grasos**

Los ácidos grasos, especialmente los esenciales, se están implementando cada vez más en los sistemas de alimentación de las aves de corral, no sólo para dar mejoría a la sanidad y la productividad de estos animales, sino incluso por nuestro estilo de vida consciente de la sanidad. Existe una comunidad que prefiere una dieta equilibrada para comer carne de pollo (21). Las funciones que cumplen como reservorio de energía, también son los componentes principales de las membranas celulares y actúan como sustrato para la síntesis de mediadores fisiológicos que participan en procesos importantes como mecanismos inmunológicos y reacciones inflamatorias (22).

Las grasas producen alrededor de 2,5 veces más energía que las proteínas y 2,15 más que los carbohidratos como fuente de energía, pues resultan más baratos y son dirigidos, absorbidos y transformados en grasa más fácilmente (23).

Se ha revelado que los ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 se pueden utilizar con éxito en la alimentación de las aves de corral para estimular la respuesta inmune y mejorar la nutrición de los huevos, la calidad de la carne y el acrecentamiento de las aves (21).

## **6.6.Energía**

La energía no es considerada como nutriente, es el resultado del metabolismo de componentes químicos de los alimentos, ya que es utilizada para funciones de metabolismo, crecimiento, producción, locomoción muscular, termorregulación, respiración, motilidad digestiva y síntesis de compuestos y procesos bioquímicos (24).

La energía total de un alimento nunca es completamente aprovechada por las aves, pues parte de esta energía se pierde con las heces y orina. Se considera dos maneras de medir el valor energético de las raciones y de las materias primas importantes en la formulación de raciones: Energía metabolizable y energía productiva. La energía metabolizable es la energía total del alimento menos la energía de las heces y orina y, la energía productiva es la energía de una ración que es realmente transformada en carne (24). Las principales fuentes de energía en las dietas para aves incluyen al maíz, soya, trigo, etc., la soya puede reemplazar al maíz de una dieta si se agregan fuentes de xantofilas adicionales para pigmentación para la piel del pollo (15).

## **6.7.Suplementos**

Estos juegan factores importantes en el mantenimiento de la salud, el crecimiento y funcionamiento normal de todos los procesos biológicos de las aves. Siendo uno de los adelantos más positivos en lo que respecta a la alimentación de los pollos de engorde, ha sido el desarrollo de suplementos que contienen enzimas formuladas para mejorar la asimilación de casi cualquier ingrediente de los balanceados comerciales. Cuando dichos suplementos se mezclan con las dietas diarias de las aves, estas responden con crecimiento más acelerado, mejor calidad de la carne o mejor conversión alimenticia (25).

Se debe agregar una premezcla a la dieta de las aves para lograr el nivel suficiente de vitaminas y minerales. Los minerales son los elementos inorgánicos de la dieta de un ave. Son necesarios en pequeñas cantidades en relación con elementos orgánicos, pero, aun así, tienen un impacto grande en las funciones del organismo de las aves (26).

Los diferentes tipos de minerales en la dieta de las aves tienen diferentes efectos y funciones. Los macrominerales como: fósforo (P), selenio (Se), sodio (Na), etc. Que a menudo son componentes del tejido estructural (por ejemplo, huesos, músculos, órganos, tejido blando) o líquidos corporales. Desempeñan una función en el mantenimiento del equilibrio ácido base y la presión osmótica. Son muy importantes para la transmisión nerviosa, la función muscular y la capacidad eléctrica de la membrana (26).

Los microminerales como: Calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg), cloro (Cl) y azufre (S). Na, K y Cl también se conocen como electrolitos, forman parte de hormonas, metaloenzimas y factores enzimáticos, algunas vitaminas y aminoácidos. También se relacionan con una respuesta inmunitaria adecuada y desempeñan un papel principal en el control de la replicación y la diferenciación celular (27).

La absorción de estos minerales se produce principalmente en el duodeno y en el yeyuno superior; Estas vías están reguladas por la hormona 1,25-dihidroxicolecalciferol. La composición química de la fuente de fósforo afecta a la disponibilidad de este mineral; La forma metabólicamente activa de los piojos de engorde es el ortofosfato; Otras formas en las que el fósforo se produce en el cuerpo son el pirofosfato y el metafosfato; Adicionalmente, cuando las moléculas están entrecruzadas (polifosfato), la absorción por intermedio de la pared intestinal del pájaro es mucho más lenta, dando lugar a niveles más bajos de absorción de fósforo (27).

Las vitaminas son compuestos orgánicos, activos que son esenciales para las funciones del organismo y tienen un impacto muy importante con solo pequeñas cantidades en el alimento para mantener las funciones fisiológicas. Las vitaminas como: retinol, colecalciferol, tocoferol, filoquinona, tiamina, riboflavina, piridoxina, cobalamina, vitamina B3, B5, ácido fólico, biotina y ácido ascórbico. se encuentran en las materias primas de origen vegetal y animal en cantidades que varían. En la actualidad, los suplementos vitamínicos para pollos se producen, por lo general, de modo sintético o como resultado de procesos de fermentación. Algunas vitaminas tienen un efecto directo sin la activación necesaria, por ejemplo, vitamina E y vitamina C. Las provitaminas pueden ser convertidas a sus formas activas por el animal (26).

### **6.8.Fuentes de Proteínas**

En la nutrición de pollos de engorde, las proteínas empleadas pueden ser de origen vegetal y animal, de tal manera que las proteínas de origen vegetal llevan la delantera en las diferentes explotaciones. La calidad de la proteína se puede estimar aproximadamente a nivel de campo, por la concentración del olor, teniendo muy en cuenta que las proteínas de origen animal contienen olor fuerte y penetrante. Hoy en día se han estado implementando mayor cantidad de proteínas animales en su gran mayoría a base de insectos, para satisfacer y complementar las necesidades de los animales de producción (23).

Existen diferentes fuentes de proteínas de origen animal, sustituyendo la soya, ya que en el mercado para la elaboración de balanceados sigue aumentando los costos, por eso algunos productores intentan buscar fuentes que reemplacen esta proteína vegetal. Aunque no son muy



bien visto los insectos, estos aportan grandes cantidades de proteína que reemplazan a las proteínas vegetales en algunas partes del mundo (23).

### **6.8.1. Desbalance y Exceso de Proteínas**

El aumento del trabajo de mejora genética y el límite previo a la matanza de los animales aumenta la demanda de proteínas de alto valor biológico, en especial teniendo en cuenta la demanda de aminoácidos. Este concepto es esencial en el sentido de que muchas veces queremos considerar la cantidad de proteína, no su calidad, necesaria para cumplir su función. Se debe cumplir por dentro. Para cada fase animal, especialmente en aminoácidos (13).

Tanto la carencia como el exceso de proteínas en la dieta pueden causar inconvenientes; Lo primero significa un desequilibrio nutricional que comporta una reducción del consumo de racionamiento y una reducción de la producción. El exceso de proteínas en la dieta puede provocar un aumento de la mortalidad y una reducción del aumento de la ración (15).

#### **6.8.1.1. Carencia de Proteínas**

La carencia de proteínas en la alimentación animal puede causar pérdida y desgaste muscular debido a la reducción de la resistencia corporal, la síntesis de proteínas insuficiente en el cuerpo. Adicionalmente, se añade la inhibición del acrecentamiento, la reducción de la actividad enzimática, el retraso de los procesos metabólicos, la reducción de las etapas de producción y la reducción de la resistencia a las infecciones (28).

#### **6.8.1.2. Exceso de Proteínas**

Los aminoácidos que se absorben más allá de la necesidad real no pueden almacenarse, por lo que deben desaminarse y producirse amoníaco como subproducto tóxico para la sangre. Es importante tener en cuenta que los piensos representan más del 60 por ciento de los costes de producción y que las proteínas son caras, en especial cuando no se utilizan correctamente (28).

### **6.9. Bebida (agua)**

El agua es un nutriente esencial que ayuda a las funciones fisiológicas. El agua comprende del 70 al 80% de la composición corporal de un ave, lo que depende de la edad. Factores como la temperatura, la humedad, la composición de la dieta y el aumento de peso corporal afectan a la ingesta de agua. (29).

Las temperaturas por encima de 26.7°C reducirán significativamente el consumo de agua y de alimento. La temperatura del agua debe ser menor a 20°C, y nunca debe superar los 25°C y el pH tiene un impacto considerable en la calidad y el consumo de agua, y pequeñas variaciones

causan grandes problemas. Si el suministro de agua a un galpón de aves no se maneja correctamente, puede contener muchas amenazas ocultas, incluidas bacterias, virus y protozoarios. Un sistema de bebederos para aves es el ambiente perfecto para que crezcan bacterias (30).

#### **6.10. Infraestructura**

El bienestar de los pollos de engorde depende de unas instalaciones con los factores adecuados para que las aves logren el rendimiento óptimo en tasa de crecimiento, uniformidad, eficiencia alimenticia y rédito en carne, también respetando las necesidades físicas de las aves y protegerlas de cualquier malestar térmico, miedo y estrés (31). Las instalaciones de una explotación avícola deberán contar con una infraestructura, ubicación y equipos necesarios, al igual que con los protocolos establecidos o aprobadas con instituciones de regulación y control zoonosanitario del respectivo lugar donde será construida, contando con áreas divididas, ubicación adecuada, materiales y equipos aptos para el funcionamiento del galpón, sin afectar el costo beneficio de los productores (32).

Las áreas con las que debe contar un galpón van desde donde se conservara el alimento evitando la humedad, calor, vectores de enfermedades, etc. También un lugar para colocar los productos de limpieza y desinfección, sin duda lo más importantes el área de desinfección manteniendo los protocolos de bioseguridad tanto para personal como para equipos que se requiera en el galpón (33).

La zona más importante en este tipo de explotaciones es el galpón, que deberá estar construido en una zona libre de ruidos y con las coordenadas que nos brinda las diferentes guías de manejo, esto para aprovechar la luz natural y corridas de aire. También se debe contar con una ventilación adecuada, permitiendo la eliminación de la humedad excesiva dentro del galpón, el intercambio de aire con el exterior y control de temperatura. Para una mejor ventilación se adecuará con ventiladores y extractores dependiendo la demanda necesaria de aves (34). Los equipos como bebederos, comederos, lámparas de calor, cortinas, ventiladores, tanques de almacenamiento de agua, etc., también deberán estar aptos para los requerimientos de las aves durante toda su fase de crianza, además de complementar y brindarles facilidades que permitan un ambiente para el desarrollo de estos animales (34).

#### **6.11. Manejo de Ambiente**

A la hora del manejo interno del galpón debe ser casi perfecto para mantener un ambiente adecuado para que las aves cumplan un rendimiento óptimo. Existen aspectos que son muy

importantes para fortalecer el manejo del galpón como son: bioseguridad, iluminación, regulación de temperatura, ventilación, manejo de residuos y la más importante densidad poblacional (35).

Para evaluar el factor densidad de manera correcta se consideran varios puntos como clima, tipo de galpón (controlado, ecológico), sistema de ventilación, peso esperado y bienestar animal. Como herramienta para determinar el número de pájaros por cubierto de m<sup>2</sup> o jaula, se evitará el hacinamiento, que provocaría una elevada mortalidad y derroche por rasguños y heridas cutáneas, especialmente en las zonas tropicales que a menudo están expuestas a temperaturas y humedades elevadas (36) .

Las altas densidades también afectan significativamente el rendimiento del ave, en su calidad y uniformidad, al igual teniendo negativas en su crecimiento, viabilidad, calidad de la cama y morfología de patas. La densidad adecuada varía por los climas de los lugares, pero en galpones abiertos es de 8 a 10 pollos por m<sup>2</sup>. Es muy importante disponer de espacio suficiente en relación con la edad y el peso, para evitar la aparición de coccidiosis, quemaduras tarsales, ascitas, enfermedades respiratorias crónicas y canales de baja calidad (36) .

La iluminación en el galpón es un componente importante de la producción. Esta es utilizada para controlar la tasa de crecimiento y actividad de las aves. Así mismo esta ayuda al consumo de alimento y agua, si tuviéramos un mal empleo a las aves afectaría de manera directa en el aumento de peso. Se recomienda aprovechar la luz natural del sol y se complementa con luz artificial a través de lámparas con una luz informe en el galpón siendo necesaria en los primeros 10 días que necesitan de 23 a 24 horas de luz (37).

Para la temperatura en estas instalaciones se debe ser muy cuidadoso a la hora del manejo, especialmente en las primeras tres semanas de vida de los pollitos, ya que estos animales tienen dificultades para termorregular, claro que este seguimiento y control de temperatura deberá ser llevado de la mano con el clima que tengamos disponible en la zona que se opera y la facilidad de entrada y salida de aire (38).

La ventilación es esencial para regular la temperatura y eliminar el dióxido de carbono, el amoníaco, otros gases, la humedad, el polvo y los olores. El aire fresco exterior debe suministrarse de forma uniforme, mezclado bien con el aire interior y distribuido correctamente por toda la instalación. El patrón de flujo en el edificio es muy importante. Mezclar el aire exterior con el interior evita que el aire frío se instale cerca de los pájaros y los enfríe. Las entradas de aire y la velocidad del aire que entra por ellas son importantes para garantizar que

el aire se desplace por el techo. Si las entradas son demasiado anchas o la velocidad del aire entrante es demasiado baja, el aire frío caerá rápidamente en el suelo (39).

Una de las medidas de bioseguridad para reducir el ingreso de enfermedades microbiológicas es mantener un riguroso sistema de limpieza y desinfección de los galpones y equipos de uso diario, al igual que un control de plagas dentro y fuera del galpón, ya que esto causara enormes problemas sanitarios para la explotación, generando tasas de mortalidad altas y aumentando perdidas en el costo/beneficio (40).

## **6.12. Fisiología**

Los principales órganos digestivos del pollo de engorda muestran el máximo peso relativo entre los 3 y 8 después del nacimiento, lo que hace que el tracto gastrointestinal, bajo condiciones normales, se desarrolle rápidamente en conjunto al resto de los tejidos del cuerpo. Las microvellosidades en el duodeno alcanzan su mayor volumen relativo a los 4 días de edad, mientras que el yeyuno e íleon, llegan a su punto máximo hasta los 10 días de edad. El hígado crece a una velocidad dos veces mayor que el cuerpo durante la primera semana de vida, mientras que el páncreas crece a una velocidad de cuatro veces más que la del cuerpo durante el mismo periodo (41).

### **6.12.1. Tiempo de Digestión de Alimento**

Para las aves, la tasa de paso de partículas de alimento es alta. Por tanto, los alimentos que se consumen deben ser fácilmente digeribles. La excreción máxima se produce aprox. 8 horas después de la ingestión y eliminación completa aprox. 30 horas después de la ingestión, dependiendo del tipo de alimento y del tamaño de las partículas de alimento. Esta alta velocidad se convierte en una ventaja para determinar el consumo de pienso y energía metabolizable a corto plazo (42).

### **6.12.2. Regularidad de Alimentación**

Los pollos comen su comida regularmente durante todo el día. Sin embargo, se puede observar un ligero aumento del consumo al inicio y al final del período de luz. Por su parte, el patrón de consumo se mantiene constante en condiciones de iluminación constantes, independientemente del tiempo. En las gallinas ponedoras se observa un pico de consumo al final del día, especialmente evidente cuando la gallina se encuentra en la fase de calcificación de los huevos a poner al día siguiente. Si al pájaro se le impone un horario o régimen de alimentación específico (reducción de la cantidad de alimento que se ofrece), se observa una adaptación, en vista de que es capaz de consumir una determinada cantidad de pienso en poco tiempo (42).

### **6.13. Enfermedades Comunes**

Dentro de los problemas relacionados al manejo, el de las enfermedades que afectan a las aves de corral es uno de los más importantes, principalmente por el desconocimiento del productor a la hora de identificar las mismas a través de la observación en el comportamiento y sintomatología clínica y subclínica de las aves.

#### **6.13.1. Bronquitis Infecciosa**

Se trata de una enfermedad cuya severidad está muy influenciada por la edad y el estado inmune de las aves, las condiciones ambientales y la presencia de otras enfermedades. La morbilidad y la mortalidad también dependen de la cepa o variedad del virus que afecte la granja. Los signos clínicos más frecuentemente observados son los respiratorios, como descarga ocular y nasal, jadeo y tos. En las necropsias puede observarse exudado seroso, catarral o caseoso en la tráquea y espuma en los sacos aéreos. Si hay afectación renal, se observa nefritis y distensión de los uréteres, que puede evolucionar a gota renal y visceral (43).

#### **6.13.2. Marek**

Enfermedad que afecta a pollos jóvenes, pero también puede afectar a aves adultas. El virus sobrevive mucho tiempo en los galpones. Los síntomas que podemos evidenciar en las aves son: desequilibrio, las extremidades débiles y la pérdida de peso pueden ser los únicos síntomas antes de la muerte. En casos avanzados, el animal cae con una pata extendida hacia adelante y la otra hacia atrás, y una de las alas caídas queda parcial o totalmente paralizada, como si intentara sostenerse con ella, será como si así fuera. Se acuestan de costado y lentamente mueren de hambre. Ojos con una despigmentación puntual o el iris del ojo se ve de un gris difuso. La pupila adopta forma irregular y no reacciona a la luz (44).

#### **6.13.3. Newcastle**

En los pollos, las cepas de patógeno lento a menudo causan infecciones subclínicas o enfermedades respiratorias leves con tos, sibilancias, estornudos y sibilancias. Las cepas mesogénicas pueden causar enfermedades respiratorias agudas y signos neurológicos en algunos pollos, pero la mortalidad es generalmente baja. Las cepas Lentogen o Mesogen pueden causar síntomas más graves si el rebaño se infecta simultáneamente con otros patógenos (45).

La forma neumónica de la enfermedad se manifiesta clínicamente por ataxia, tumores oculares, tortícolis, paresia y parálisis de las piernas. Esta forma suele ir acompañada de síntomas

respiratorios. Histopatológicamente se puede observar un cuadro de encefalomiелitis linfocítica no purulenta. (45).

#### **6.13.4. Gumboro**

También conocida como enfermedad de Fabricius bursa, esta es una enfermedad infecciosa y contagiosa que afecta el sistema inmunológico de las aves jóvenes, especialmente entre las dos y seis semanas de edad. Este virus es muy resistente en el medio ambiente y se transmite de muchas formas; Por ejemplo, el contacto directo con aves infectadas o materiales contaminados puede ocurrir por vía fecal-oral cuando las aves ingieren heces o materiales contaminados, además de agentes que contribuyen a la propagación de ellos como insectos o insectos. Los síntomas que se presentan pueden variar dependiendo de la raza, raza, edad y condición de la mascota, siendo los más comunes: depresión, pérdida de apetito, diarrea blanca acuosa, cloaca sucia, pelaje tembloroso, tembloroso y deshidratado (46).

#### **6.14. Fuente de Proteínas en insectos**

Con el paso de los años, los insectos se han convertido en fuente de alimento para numerosos animales y, ciertamente, en siglos pasados también fueron consumidos por los humanos. Hoy en día, con el crecimiento de la población mundial, esto ha creado una demanda cada vez mayor de alimentos de origen animal, la explotación animal está aumentando, lo que genera una gran presión sobre el medio ambiente, la biodiversidad y los recursos hídricos, la cooperación en materia de cambio climático. (47). Por estas circunstancias se buscan nuevas estrategias para producir alimentos, reduciendo el consumo de algunas proteínas animales, incluyendo alimentos a base de insectos que requieren menos recursos para producirlos (48). Esta nueva propuesta de producir insectos, podría convertirlos en el alimento del futuro, tanto para humanos como animales. Aunque algunos factores sean positivos como beneficios ambientales y nutricionales, aún existen rechazo de la sociedad considerando a estos como plagas. La gran mayoría de la sociedad desconoce los protocolos al momento de producir estos insectos para poder incluir en la dieta tanto de ellos como se sus animales, siendo una base natural llena de nutrientes y proteínas indispensables para la dieta, reemplazando alimentos con materia prima no tan beneficiosa para el consumo.

Los insectos ahora se comercializan en diferentes presentaciones, enteros y deshidratados, molidos o como harinas. Estas harinas se han ido optimizando en los últimos años con el deseo transformarla en una fuente de proteína sustentable, aprovechando la alta eficiencia de conversión de los insectos y con un porcentaje adecuado y positivo que viene desde los 65% a

75%, dependiendo del insecto y su fase (4). Poseen un alto contenido de grasa, variando entre un 2% y 50% del peso seco, también a diferencia de otros animales, la grasa de los insectos puede contener hasta un 70% de ácidos grasos poliinsaturados, minerales: hierro, manganeso, cobre, zinc, cobalto, selenio, etc. Y algunas vitaminas tales como biotina, riboflavina, biotina, ácido fólico y otros (49).

Si espera hasta que el grillo alcance la edad adulta, el contenido de proteínas en el cuerpo disminuirá aproximadamente un 30%. En cuanto al consumo de estos insectos lo más importante es saber en qué etapa de su ciclo vital son más beneficiosos, basta con recolectarlos en su momento óptimo de desarrollo, sabiendo que estaremos buscando una cantidad adecuada tamaño, también un alto contenido de proteínas. En este estudio, se recomienda utilizar grillos inmaduros con un contenido medio de proteínas de alrededor del 65.5% y el contenido de quitina aumentará, esta puede ayudar a mejorar el microbiota intestinal y la salud gastrointestinal por su potencial prebiótico, que a su vez previene la incidencia de enfermedades microbianas transmitidas a través de los alimentos (50).

Sin embargo, el porcentaje de proteína que tiene un grillo adulto todavía puede resultar interesante si lo comparamos con la cantidad de proteína que nos aportan otros animales de granja: un pollo un 27% o un ternero un 20%. Por tanto, con grillos adultos también se puede hacer harina, que en este caso será de menor calidad que la harina de grillos jóvenes, pero muy interesante a nivel nutricional (51).

Cada etapa del proceso productivo es completamente respetuosa con el medio ambiente, ya que se reduce el consumo de agua, el espacio físico para el cultivo de grillos al ser vertical, la producción de gases de efecto invernadero y la deforestación realizada indiscriminadamente para crear pastizales en la ganadería extensiva (52).

Hay más de 1.900 especies de insectos comestibles en todo el mundo, pero las especies más utilizadas en la producción de alimentos para humanos son los grillos (*Acheta domesticus*), las larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) y los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*) (53).

#### **6.15. Grillo común (*Gryllus assimilis*)**

Este tipo de insectos es conocido con diferentes nombres como grillo común, grillo campestre, grillo de campo o grillo silencioso, originario de Jamaica, América Central y Sudamérica. Este se desarrolla en un tipo de clima tropical que tenga la humedad temperatura óptima (54).

Pertenece al reino animal, orden Orthoptero, filo Artrópodo, Genero Gryllodes, familia Grilloidae, clase Insecto y a la especie Assimilis (54).

Insecto de hábitos nocturnos y su dieta se compone principalmente de hojas, tallos, raíces y plántulas. Su hábitat natural incluye ambientes húmedos como sótanos, rocas o troncos. Su tamaño aproximado cuando está maduro alcanza los 2 cm, el color varía del marrón oscuro al gris-negro. Tiene tres pares de patas, las traseras son las más importantes, dos pares de alas no están completamente desarrolladas cuando es joven. Su cabeza consta de antenas delgadas y alargadas con ojos y un aparato bucal aplastante (55).

Su ciclo de vida compuesto por tres fases: huevo, ninfa y adulto. Las hembras colocan alrededor de 30 huevos, cada uno de 2 milímetros aproximadamente blanquecinos y cilíndricos, para su eclosión se estima 2 semanas. Luego da paso a ninfas de color marrón oscuro que se alimentan de vegetación en descomposición durante seis a ocho semanas, pasando por ocho mudas hasta llegar a la etapa adulta (56). Las hembras se pueden diferenciar de los machos fácilmente ya que cuentan con una estructura llamada ovopositor u oviscapto la cual tiene una forma fina, delgada y está situada al final del abdomen.

Ilustración 1: Grillo Común (*Gryllus assimilis*)



Uno de los factores importantes de incentivar al consumo de este tipo de proteínas a base de insectos, es la emisión de gases de efecto invernadero ya que para producir un kg de carne de res, cerdo y pollo se genera 14.8, 3.8 y 1.1 kg de CO<sub>2</sub>, respectivamente. La producción de este tipo de insectos para consumo emite 100 veces menos gases de este tipo y diez veces menos amonio con respecto a carne de vacuno y porcino (50).

## **6.16. Hábitat y Crianza Grillo Común (*Gryllus assimilis*)**

### **6.16.1. Crianza y Hábitat**

Los grillos son animales que ponen huevos en la naturaleza, las hembras ponen huevos en suelo húmedo o en las raíces de los árboles, ya que la humedad mejora su tasa de eclosión. En



cautiverio es recomendable proporcionarles una caja de desove llena de fibra de coco sin fertilizar o cáscaras de arroz que humedeceremos periódicamente. (57).

Dependiendo de la especie, la hembra pone de 150 a 300 huevos, que eclosionan entre los días 12 y 13 después de la puesta, después de la eclosión, los grillos emergen del sustrato, en este momento, son de color blanco pálido y extremadamente frágiles.

Después de una hora o un poco más, su exoesqueleto quitinoso se endurecerá y el grillo recién nacido adquirirá el color específico de su especie. (57).

El periodo de crecimiento general es hasta 10 días serán micro, de 12 a 18 días n1, a 25 días n2, a un mes n3, a una semana n4 y a un mes y medio suelen ser adultos (54).

Los *Gryllus assimilis* son muy territoriales por lo que es recomendable no hacinarlos en exceso para evitar el canibalismo.

#### **6.16.2. Clima y Temperatura**

Un factor importante a la hora de crianza de estos insectos son las condiciones climáticas que aportaran un adecuado desarrollo para el *Gryllus assimilis*. Para tener éxito es necesario un ambiente cálido. Los grillos crecen mejor en temperaturas de 27 a 32°C. En climas más cálidos, una fuente de calor no es preocupación. En climas más fríos, el calor auxiliar es una necesidad, evitando siempre el sol directo y el exceso de humedad. Los grillos también necesitan ventilación adecuada, que puede proporcionarse con ventiladores para mover el aire sobre las cajas de crecimiento (58).

#### **6.17. Alimentación**

Los grillos son omnívoros, comen prácticamente de todo, sea de origen animal o vegetal. Eso sí, si queremos que tengan una vida larga y saludable, lo más adecuado es basar su dieta en productos vegetales, sobre todo cuando son adultos. De pequeños podemos utilizar más proteína en su dieta, por ejemplo, alimentarlos con una mezcla de levadura de cerveza en copos y comida para peces, finamente pulverizados (59).

Durante la cría buscamos una alimentación natural, libre de alimentos sintéticos, y evitamos convertir a nuestros insectos en focos de infección o alimento poco saludable.

Salvado de trigo, salvado de avena, harina, frutas (manzanas, naranjas, plátanos), verduras (calabacín, zanahoria, boniato), Pan, etc. (60).

Al faltarles proteínas en su dieta, pueden darse casos de canibalismo, en particular contra los ejemplares que acaban de mudar. Debemos tener presente este detalle para que no le falten alimentos ricos en proteínas. También para poder aislar a los jóvenes que mudan hasta que su tegumento tome color y endurezca lo suficiente (61).

### **6.18. Ciclo de Vida Grillo Común (*Gryllus Assimilis*)**

Los grillos domésticos o de campo pasan por tres etapas importantes que son huevo, ninfa y adulto con diferentes estadios ninfales o cambios de exoesqueleto, de siete a diez mudas, durante toda su vida. En promedio, una hembra en cautiverio produce entre 2000 y 3000 huevecillos durante toda su vida en varias puestas (50).

La velocidad de crecimiento de los grillos está directamente relacionada con su alimentación, la disponibilidad de agua y la temperatura ambiental. Se recomienda evitar excesos de humedad en estas etapas porque incentiva el crecimiento de hongos y bacterias perjudiciales para estos, todo su ciclo puede durar hasta 3 meses (62).

#### **6.18.1. Huevos**

Cada hembra puede colocar alrededor de 3000 huevos al año, los huevos son fusiformes y miden alrededor de 2,5 mm de largo por 0,5 mm de diámetro. En óptimas condiciones de temperatura y humedad, los huevecillos eclosionan al cabo de 10 a 14 días. Estos son puestos por el ovipositor y descargando de 1 a 3 huevos a la vez en forma de hileras. Estos pueden ser ovipositados en las grietas del suelo con la ayuda de las patas (63).

#### **6.18.2. Ninfas**

Las ninfas recién nacidas son muy blandas y de color blanquecino, pero rápidamente adquieren el color propio de su especie al endurecerse la quitina de su exoesqueleto. A diferencia de otros insectos que pasan por la fase de pupa o crisálida, las ninfas ya son muy parecidas a los adultos de su especie (64).

#### **6.18.3. Adultos**

Después de varias ninfas y mudas, finalmente *Gryllus assimilis* llegará a la madurez sexual y se convertirá en un insecto adulto. Esta etapa puede durar entre 3 y 6 meses. Los grillos adultos tienen cuerpos duros y patas traseras grandes y fuertes que les permiten saltar y correr muy rápido. En esta etapa, las hembras ponen huevos que comienzan el ciclo de vida nuevamente (65).

Los adultos miden entre 20 y 25 mm de largo, son de color marrón grisáceo oscuro a negro oscuro, cabeza y pecho de forma cuadrada, con antenas largas y segmentos abdominales. Las hembras tienen ovipositor largo, patas traseras desarrolladas para saltar, la tibia espinosa; produce un chillido estridente en la noche. Todos los estadios excavan en el suelo húmedo para esconderse o se esconden bajo la basura durante el día, son activos y se alimentan en la superficie del suelo durante la noche (66).

### **6.19. Harina de Grillo (*Gryllus assimilis*)**

El polvo de grillo se obtiene de la cría de insectos, en este caso grillos. El siguiente proceso será: envejecimiento, selección, deshidratación, tostado y finalmente molienda hasta convertirlo en polvo. Los grillos para la alimentación en polvo se crían en granjas de insectos pre procesados y están bajo control higiénico sanitario. (67). Se caracteriza por ser de textura fina y tener un sabor muy suave medio almendrado. Este "súper alimento" al ser una proteína animal cuenta con los aminoácidos esenciales que el cuerpo requiere. Además, contiene más hierro que las espinacas, más vitamina B12 que la carne de res y más calcio que la leche. Los grillos tienen una digestibilidad un 80% mejor que la de res debido a su alto contenido de magnesio y calcio. Por si fuera poco, la proteína de grillo también contiene una fibra llamada quitina, que además de favorecer la digestión también actúa como prebiótico para ayudar a mantener una flora intestinal saludable. (68).

El uso de insectos como alimento y la producción de piensos para animales (piensos procesados) proporciona una serie de beneficios ambientales, sanitarios, sociales y de subsistencia (69). Insectos como el tenebrio molitor (escarabajo), ulomoides dermestoides (gusano maligno), acheta domesticus (grillo doméstico) o incluso las cucarachas comunes pueden beneficiarse de él y satisfacer las necesidades nutricionales de los animales a un coste más económico como comida tradicional, un aspecto positivo que beneficiará a los productores (70).

Para los animales, existen polvos de insectos, concentrados y larvas secas o vivas. En algunos países europeos, Australia, Sudáfrica, Estados Unidos e incluso Chile, existen industrias que procesan y comercializan harina. Los insectos están formados principalmente por proteínas y grasas, son inofensivos y algunos tienen propiedades funcionales, como péptidos antibacterianos, lo que los convierte en una fuente alternativa viable de alimento para humanos y animales. (70).

Las proteínas de los organismos nos ayudan a reparar los tejidos y fortalecer el sistema inmunológico; de esta manera evita infecciones y enfermedades, facilita la digestión, proporciona energía, ayuda a asimilar los nutrientes restantes, aumenta la masa muscular, lo que significa que el organismo vive consumiendo suficiente ingesta de proteínas creará un cuerpo sano y duradero para aumentar tamaño y peso reflejado en menos tiempo (71).

#### **6.20. Como se elabora la Harina de Grillo (*Gryllus assimilis*)**

Para llevar a cabo la producción de harina de grillo, primero se pasa por diferentes puntos importantes en el cual el grillo será procesado hasta llegar a lo deseado. Lo más importante es saber la edad de los grillos, ya que cuando están en la fase subadulta nos aportan mayor cantidad de proteína (65%), mientras cuando ya están en fase adulta bajan significativamente la proteína (35%) (72). Su recolección se lleva a cabo en la granja, esta divididas en zonas para recolección de grillos subadultos, estos insectos son recolectados en contenedores y llevados al lugar donde será procesados.

Una vez recolectados y clasificados los grillos se congelan a 2°C, durante 2 horas aproximadamente conllevando a los grillos a la fase de adormecimiento y posteriormente a la muerte, después colocamos agua en un recipiente resistente a altas temperaturas hasta punto de ebullición y llegar a una temperatura de 60°C y colocamos a los grillos durante 35 segundos, todo este proceso para eliminar algún microorganismo no deseado. Por último, filtramos el agua por un colador y separando la materia (grillos), colocamos los grillos por cantidades iguales en bandejas de acero inoxidable y llevamos al deshidratador durante 6 horas a una temperatura de 150°C. Se dejará enfriar y posteriormente a moler.

Obteniendo una harina de calidad con características deseadas como: consistencia uniforme, tonalidad de café no muy oscura, olor dulce y sin contaminación alguna.

#### **6.21. Bromatología Harina de Grillo (*Gryllus assimilis*)**

Para valorar la calidad nutricional del grillo (*Gryllus assimilis*), debe realizarse específicamente para conocer los de que propiedades está compuesta la materia prima de origen animal, siendo esta un reemplazo en algunos niveles de inclusión para una dieta en alimentación animal (73). Estos estudios son reconocidos como químicos proximales, que ayuda a diagnosticar la proteína, grasa, fibra, humedad, extracto libre de nitrógeno y minerales (cenizas). Con estos resultados se determinará la calidad de las que está compuesta la harina de grillo (73).

Los análisis realizados a la harina de grillo pueden brindar mejor información a la hora de clasificar en una fase adecuada del grillo para su recolección y procesamiento, también

constatar el alto valor nutricional y palatabilidad para la dieta correspondiente a los animales que se aplicara esta materia prima (51). Los porcentajes proximales que se pueden observar con el estudio de harina de grillo y plasmados en una tesis de un autor como Guerrero Arlin, presentan resultados similares en análisis bromatológicos realizados para su trabajo de investigación. Ver tabla 1

Tabla 1: Análisis Bromatológicos Harina de grillo.

<b>Nutrientes</b>	<b>Valores (%)</b>	<b>Nutrientes</b>	<b>Valores (%)</b>
Humedad	64,36	Calcio	0,05
Materia Seca	35,64	Fosforo	0,65
Nitrógeno Proteico	8,16	Magnesio	0,14
Proteína Cruda	8,16	Materia Orgánica	92,28
Fibra Cruda	50,99	Hierro	98
Extracto Etéreo	3,58	Cobre	N.D
Cenizas Totales	32,85	Zinc	128

Fuente: Guerrero Arlin

Ya obtenidos los niveles nutricionales de la harina de grillo es de suma importancia dar a conocer la composición química de esta materia, ya que en su clasificación lipídica existen ácidos grasos como: linoleico, laúrico, mirístico, linoleico y oleico (67). Mientras tanto que en los valores de aminoácidos son: aspártico 5,66%, glutámico 6,48%, serina 2,78%, histidina 1,52%, treonina 2,54, glicina 3,50%, arginina 4,04%, alanina 5,89%, tirosina 3,18%, valina 3.84%, metionina 1,10%, fenilalanina 2,34%, isoleucina 2,91%, leucina 4.83% y lisina 3,90%. Estos valores se señalan en un perfil aminoacídico de la harina de grillo. Estos valores han sido publicados por autor como Ayala Lisseth que según su estudio (74).

Sin duda otro factor que se observa en la calidad de la materia prima, es la digestibilidad de pepsina, en el estudio realizado en su artículo por los autores Koga, García, Carcelén & Arbaiza hablan de un promedio del 81,8% de digestibilidad, coincidiendo con otros estudios que la harina de grillo es una fuente alimenticia con gran valor proteico y digestible para el consumo. Otros autores como Arango, Vergara & Mejía reportan un promedio de digestibilidad del 81,57% en la harina de larvas de mosca negra soldado, siendo valores significativamente parecidos. Siendo aceptables para animales de producción por su porcentaje de digestibilidad.

La rentabilidad y aprovechamiento de los valores nutricionales de la harina de grillo es en la fase subadulta del grillo, ya que su valor en proteína esta al tope y contiene menos cantidades de quitina que es una fibra cruda difícil de digerir a la hora de ser consumida por las aves.

Autores como Nogales considera que la harina a base de grillos tendrá un efecto directo en el crecimiento de los animales que consuman y que la digestibilidad también varía dependiendo la cantidad de aminoácidos que se complementan a la quitina reduciendo su digestibilidad (75).

## **7. HIPÓTESIS**

**H1:** Al implementar la harina de grillo (*Gryllus assimilis*) en sustitución parcial de la soya mejorara los parámetros productivos de los pollos parrilleros durante la fase de crecimiento y engorde.

**HO:** Al implementar la harina de grillo (*Gryllus assimilis*) en sustitución parcial de la soya mejorara los parámetros productivos de los pollos parrilleros durante la fase de crecimiento y engorde.

Cuando se obtengan los resultados del proyecto experimental, de dicha investigación se podrá validar la hipótesis alterna corrigiendo la implementación de la harina de grillo (*Gryllus assimilis*) como suplemento alimenticio en sustitución de la soya presentando un aumento en los parámetros nutricionales de los pollos parrilleros

## **8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **8.1. Metodología**

El estudio se realiza en un galpón ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicada en la provincia de Cotopaxi, ciudad Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, barrio Salache Bajo con coordenadas geográficas 0°59'14"S de latitud, 78°37'14"W de longitud y 2757.591 m.s.n.m de altitud, con una temperatura en el día alrededor de 19°C a 22°C, en la noche hasta 14°C y humedad del 77%.

## 8.2. Materiales

Tabla 2: Materiales utilizados proyecto experimental

MATERIALES				
Campo	Oficina	Insumos	Alimentos	Unidades Experimentales
- Comederos	- Computadora	- Amonio	- Balanceados	100 pollos Broiler de 1 día
- Bebederos	- Cuaderno	- Cuaternario	- Harina de	
- Palas	- Esferos	- Cal	- Grillo	
- Escobas	- Calculadora	- Alcohol	( <i>Gryllus</i>	
- Ganchos	- Hojas papel bond	- Cascarilla de	<i>assimilis</i> )	
- Tornillos	- A4	- arroz		
- Soga	- Impresora	- Vacunas		
- Balanza	- Celular móvil	- Antibiótico		
- Termómetro ambiental		- Vitaminas		
- Costales				
- Pediluvio				
- Overol				
- Botas				
- Bomba fumigadora				
- Tanque de gas				

## 8.3. Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es experimental por lo que se ha utilizado un DCA, esto debido a la toma de datos realizados directamente de las unidades sometidas al estudio para posteriormente su análisis correspondiente. El estudio se enfocó en la utilización de harina de grillo (*Gryllus assimilis*) como reemplazo del 2%, 4% y 6% de la soya parcialmente en la formulación del alimento balanceado para pollos parrilleros, alimento que se utilizó durante un periodo de 6 semanas. Este proceso tuvo un seguimiento evaluando las cambiantes necesarias para valorar los efectos obtenidos de cada tratamiento.

## 8.4. Diseño Experimental

Para el presente proyecto de investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar ejecutando en 5 repeticiones por tratamiento, lo que nos facilitó realizar comparación aleatoria de los niveles de inclusión de harina de grillo *Gryllus assimilis* al 2%, 4% y 6% frente al tratamiento testigo, reflejando datos de manera uniforme. Se utilizaron 100 aves divididos en 4 tratamientos con 5 repeticiones cada uno y 5 unidades investigativas por repetición, conformados de esta forma: T0 (testigo), T1 (inclusión del 2% de harina de grillo en reemplazo de la soya), T2 (inclusión del 4% de harina de grillo reemplazada por soya), T3 (inclusión del 6% de harina de grillo en reemplazo de la soya). Para poder interpretar resultados se utilizó un

análisis de varianza (ANOVA) y test de Duncan, con el objetivo de observar si presenta una diferencia característica entre cada tratamiento.

Tabla 3: Esquema ANOVA

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

Tabla 4: Esquema Tratamientos

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>REPETICIONES</b>	<b>UNIDAD EXPERIMENTAL</b>	<b>REPETICIÓN TRATAMIENTO</b>
0	T1	5	5	25
1	T2	5	5	25
2	T3	5	5	25
3	T4	5	5	25
<b>TOTAL</b>				<b>100</b>

#### **8.4.1. Unidad Experimental**

Existen un sin número de líneas en el ámbito de producción de carne, la seleccionada para el proyecto de investigación fue la línea Broiler, demostrando que tiene la conversión de alimento más baja, mejor tasa de crecimiento y capacidad de mejorar con una nutrición de baja densidad y de menos costos. Se adquirieron un total de 100 pollos entre machos y hembras, provenientes de la avícola AVIPALMA, los cuales se dividieron en 4 tratamientos con 5 repeticiones por tratamiento y 5 unidades experimentales por repetición. Los pollos han sido recibidos con 1 día de edad, pero aplicando el tratamiento desde el día 10 de vida de estas aves. Ya que en los primeros días son susceptibles a cambios bruscos en la nutrición.

#### **8.4.2. Instalaciones y Equipos**

Para el inicio de la crianza de estas aves se verifico un espacio físico el cual este apto y tenga los factores necesarios para el desarrollo positivo de la investigación. Lo cual se solicitó el galpón de la universidad con las adecuaciones suficientemente aptas para llevar a cabo el proyecto, contando con ventanas grandes para ingreso de luz y ventilación al interior del mismo, con mallas de protección, techo de zinc, es estas instalaciones se elaboraran corrales para los diferentes tratamientos mientras se desarrolla el proyecto. Estos corrales se fabricaron tres de



los cuatro a base de plástico de policarbonato en forma circular, 3 de estos con un diámetro de 2.5 metros, respetando los parámetros determinados para el número de aves por m<sup>2</sup> y cuarto corral se fabricó con mallas y se forro con costales igualmente en forma circular con el diámetro de los demás. En la parte interior de estos corrales se utilizó cascarilla de arroz para la cama de las aves que aproximadamente debe ser de 15 a 20 centímetros de altura, este tipo de cama es beneficiosa tanto por su costo y por su capacidad de absorber y liberar humedad. Para la alimentación e hidratación se adquirió comederos de metal y bebederos de plástico cubriendo las necesidades para los tratamientos. También para las normas de bioseguridad se implementó un pediluvio de plástico, buscando un ambiente controlado de contaminantes del exterior.

#### **8.4.3. Limpieza y Desinfección**

Con aproximadamente dos semanas previas a la llegada de las aves al galpón, se inició con una minga para desinfectar y eliminar microorganismos patógenos que pueden encontrarse tanto en el interior como al exterior de la infraestructura. Con ayuda de compañeros de sexto semestre de la carrera de medicina veterinaria se realizó la limpieza del galpón retirando polvo, telas de araña y materiales que no pertenecían a las instalaciones, también en la parte exterior se retiraron malezas por lo menos 2 metros alrededor de la infraestructura para evitar la carga de insectos y otros animales vectores de enfermedades, se baldeo la parte interior con deja, cloro y amonio cuaternario, una vez limpio el lugar se utilizó bomba de fumigar con amonio cuaternario dentro y fuera del galpón.

#### **8.4.4. Formulación del Alimento**

Para alcanzar el alimento indispensable para la investigación se adquirió la harina de grillo (*Gryllus assimilis*) fuera del resto de los ingredientes, este producto no es reconocido muy bien hasta el momento en la sociedad, teniendo un costo poco elevado. La harina que se utilizó para este proyecto fue obtenida de una granja de producción de grillos ubicado en la ciudad de Quito, parroquia de Llano Chico de la marca SARgrillo, el cual tiene cantidades muy buenas de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y proteína. Una vez que se tiene la materia prima que es la harina de grillo se procedió a calcular y formular la elaboración del balanceado para los tres tratamientos requeridos para el proyecto de investigación, reemplazando en la formulación inicial el 2%, 4% y 6% de la soya por la harina de grillo. Para la formulación de los tratamientos se tomó en cuenta los requerimientos nutricionales para pollos de engorde, considerando las siguientes materias como maíz amarillo 78,35%, soya 35,28%, harina de grillo (solo T1, T2, T3), calcio 1,27%, sal yodada 0,48%, fosforo 0,38%, aceite 4,82%, inhibidor microtoxinas, núcleo broiler 1,15%.

#### **8.4.5. Recepción de Animales**

Para esta actividad previa al ingreso de las aves se debe tener en cuenta que las condiciones del área sean adecuadas y aptas, para esto se realizó la limpieza y desinfección tanto interna como externa del galpón, construcción y acondicionamiento para cada tratamiento investigativo, instalación de la cama, colocación de bebederos, comederos, cortinas y pediluvio. Como se iban a recibir pollitos de un día de edad, se instaló calentador a gas y un cono o campana que cubre el corral aislando cualquier tipo de corriente de aire y uniformizando con una temperatura alrededor de 33°C, dentro del área que mejorara el confort de las aves en esta primera etapa de vida, donde aún no cuentan con la capacidad de termoregularse, hasta que los pollitos cumplan diez días de edad. Una vez que llegaron los animales se ingresó al corral ya antes preparado y evitando estresarlos, ya que esto conlleva a consecuencias en un futuro. A los pollitos se aplicó un programa de vitaminización y administración de antibiótico, al igual que miel de abeja en el bebedero para regular su temperatura, evitando que las aves se enfermen por estrés y neutralizar a patógenos oportunistas a la hora del transporte y manejo de las aves. Este lote de 100 animales deberá permanecer en un solo corral, hasta que cumplan 10 días de edad para posteriormente dividirlos en cada tratamiento investigativo y poder evaluarlos.

#### **8.4.6. Crecimiento y Engorde de las Aves**

Luego de la adaptación de los pollitos, al décimo día de edad se inicia la fase de investigación, registrando los pesos iniciales antes de separar los grupos de experimentación. Las aves a partir de los 10 días de edad se alimentaron dos veces al día 2.5kg a las 08H30 y 2.5kg a las 15H30, para la hidratación se proporcionó 3 litros de agua, cada día cambiándoles por agua fresca. Acercándonos a la segunda semana de edad, los comederos y bebederos se fueron levantando adecuadamente al nivel de la pechuga de las aves, promoviendo su crecimiento en longitud.

Iniciando la segunda semana de edad (día 8), se empezó con el calendario de vacunación, tomando en cuenta que ya venían con su vacuna del primer día (Marek), por lo tanto, se administró las vacunas BIO-AVI-BRON-VAC B1 y Gumboro inoculando contra enfermedades como: Newcastle, Bronquitis y Gumboro, complementando con vitaminas durante los 3 días siguientes. Reforzamos la vacuna de Gumboro iniciando la tercera semana (día 15), también colocamos vitaminas + probióticos durante tres días, contribuyendo al mantenimiento de desequilibrios y deficiencias nutritivas en los períodos de estrés, en la muda de las aves y la viabilidad y los probióticos ayudando a la estabilidad de la flora intestinal. Y finalmente empezando la semana número cuatro (día 24) se refuerza con la vacuna de Newcastle, seguido

por tres días vitaminas + antibiótico. Todo este calendario de vacunación se administró vía ocular.

La temperatura fue regulada constantemente, en la semana 1 de 31°C a 33°C, semana dos iba de 27°C a 30°C, semana tres de 25°C a 27°C, semana 4 de 22°C a 24°C, mientras en la semana 5 y 6 se mantenían alrededor de 21°C. Al concluir la investigación se realizó el pesaje final de los pollos, evitando el estrés y finalmente venderlos.

#### **8.4.7. Variables**

Las siguientes variables de estudio que se ocuparon en la investigación se evaluaron durante todo el proceso de crecimiento y engorde de los animales, entre los datos precisados para evaluar resultados:

- Peso Inicial (g)
- Peso Final (g)
- Ganancia de Peso Semanal (g)
- Ganancia de Peso Final (g)
- Consumo de Alimento Total (g)
- Conversión Alimenticia
- Mortalidad
- Rendimiento a la Canal

#### **8.4.8. Ganancia de Peso**

Este cálculo se realizó en la última etapa de la investigación tras la recolección de todos los datos, restando el peso final de los animales del peso inicial registrado cada semana, obteniendo la ganancia de peso para cada tratamiento por semana.

$$\text{Ganancia de Peso} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

#### **8.4.9. Consumo Alimento**

La variable consumo de alimento para cada tratamiento se calculó diariamente mediante una báscula electrónica, registrando la cantidad de alimento suministrada a cada ave y pesando el exceso de alimento 24 h después. Restamos este dato al peso proporcionado anteriormente y obtuvimos la ingesta diaria de cada unidad de encuesta.

#### **8.4.10. Conversión Alimenticia**

Para obtener esta variable se realiza una operación matemática tomando en cuenta los datos ya obtenidos, dividimos consumo de alimento final para la ganancia de peso final ya recolectados.

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de Alimento Total}}{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}$$

#### 8.4.11. Mortalidad

Para el cálculo correspondiente, se dará seguimiento diariamente en el galpón y llevando un registro del número de aves muertas encontradas y se dividirá para el total de aves que se inició en la investigación y por último multiplicar por 100.

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Aves Muertas}}{\text{N}^\circ \text{ Aves Iniciales}}$$

## 9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE PROBLEMAS

### 9.1. Formulación Bromatológico Proximal de la Harina de Grillo (*Gryllus assimilis*)

Para examinar la formulación nutricional de la harina de grillo se realizó un estudio bromatológico por medio de un laboratorio, tomando en cuenta que esta fuente proteica de origen animal utilizada en la fase investigativa fue obtenida en la provincia de Pichincha, en la parroquia de Llano Chico con marca al público de SARgrillo en presentación de Harina, lo suficiente para la utilización en los tratamientos y estudios, permitiendo descartar materias no esperadas en la composición de la harina obtenida. En la tabla siguiente se muestra los resultados del estudio bromatológicos de la harina de grillo.

Tabla 5: Caracterización Bromatológico Harina de Grillo procedente de la granja SARgrillo de la Provincia de Pichincha (Llano Chico)

<b>Parámetros</b>	<b>Resultados Harina de Grillo %</b>
<b>Húmedad</b>	62,45
<b>Materia Seca</b>	34,58
<b>Proteína</b>	51,91
<b>Grasa</b>	19,89
<b>Cenizas</b>	4,23
<b>Materia Orgánica</b>	95,77

En el siguiente análisis aplicados a la harina de grillo se obtuvieron porcentajes altos de proteína del 51,91 y grasa del 19,79%. Estos datos a diferencia del autor Guerrero Arlin sometiendo la harina de grillo al análisis bromatológico indica un porcentaje de proteína del 50,99%, fibra 3,58%, humedad 64,36% y cenizas 3,74% estos valores igualando y superando harinas como

soya, pescado, carne y maíz (5). Santamaria Williams & Inga Emanuel reportan valores de proteína del 54,69%, grasa 29,78%, cenizas 2,38% y fibra 4,85% señalando que estos valores son acercados a diferentes estudios, sin embargo, muestra superioridad en algunos porcentajes y menores en otros (76). En (77) señalan datos muy diferentes para la harina de sigse como proteína 12,84%, fibra 29,98%, grasa 1,01% y cenizas del 11,57%, por lo tanto, puede considerarse un subproducto importante desde el punto de vista nutricional y económico cuando se utiliza en la alimentación de pollos de engorde (77). Los autores como Morote & Vásquez, señalan que la larva de escarabajo *Astronotus ocellatus* como alimento vivo, obtuvieron gran aceptación en 52 especies de peces sometidas a este alimento con resultados bromatológicos del 18,7% de grasa, 23,26% de proteína húmeda y 45,06% proteína seca (78). Al considerar y comprobar esto resultados evidenciamos una diferencia entre autores al contenido nutricional de otros suplementos a la hora de inclusión en la dieta de algunos animales, encontrando un poco similitud en pocos valores como las proteínas y grasas. Aunque la proteína de la harina de grillo les lleva una gran ventaja en el porcentaje de la proteína.

### 9.1.1. Análisis Físico

Este análisis de tamaño de partícula es un parámetro de estudio de la materia prima, se puede incluir de manera perfecta dentro del alimento balanceado destinado a la dieta de las unidades experimentales, además, este tamaño influye en gran valor en el consumo y aprovechamiento de esta materia prima de origen animal al momento de alimentarse las aves. Se realizaron estudios del tamaño de partícula a la harina de grillo, presentando un diámetro de 140,5 $\mu$  lo que demuestra que posee un tamaño de partícula aceptable para la inclusión en el alimento balanceado que para este proyecto será en polvo. En la siguiente tabla se observa los valores del análisis:

Tabla 6: Análisis Físico Harina de Grillo

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO/NORMA
<b>Diámetro Medio Geométrico</b>	$\mu$	140,5	Granulometría/TMP
<b>Densidad</b>	g/l	797	Gravimetría/Densímetro
<b>pH</b>		7,01	Colorimetría

### 9.1.2. Formulación Nutricional y Composición de los Tratamientos

Para la correspondiente formulación nutricional del alimento utilizado en este proyecto de investigación, se toma como ejemplo datos sobre los requerimientos nutricionales de las aves

de corral de la línea Broiler y una tabla de referencia de granjas con buenas características de manejo de la industria. Se evaluó la cantidad de materia prima necesaria a incluir para cubrir las necesidades nutricionales de las aves del estudio.

Tabla 7: Formulación y Composición Nutricional del alimento balanceado por tratamiento

	<b>Materia (kg)</b>	<b>T0 (Testigo)</b>	<b>T1 (2%)</b>	<b>T2 (4%)</b>	<b>T3 (6%)</b>
<b>Alimento Balanceado</b>	Maíz	78,35	78,35	78,35	78,35
	Soya	35,28	34,57	33,86	33,16
	Harina de Grillo	0,00	0,70	1,41	2,11
	Aceite de Palma	4,82	4,82	4,82	4,82
	Calcio	1,27	1,27	1,27	1,27
	Fosfato	0,38	0,38	0,38	0,38
	Sal	0,48	0,48	0,48	0,48
	Núcleo Broiler	1,15	1,15	1,15	1,15
	Pigmentador	0,28	0,28	0,28	0,28

### 9.1.3. Análisis Bromatológico de la composición Nutricional de los Tratamientos

Tabla 8: Análisis Bromatológico Tratamientos

	<b>Parámetro (%)</b>	<b>T0 (Testigo)</b>	<b>T1 (2%)</b>	<b>T2 (4%)</b>	<b>T3 (6%)</b>
<b>Composición Nutricional Crecimiento</b>	Humedad	10,46	10,38	10,49	10,63
	Materia Seca	89,54	89,62	89,51	89,37
	Grasa	5,29	5,17	5,04	5,16
	Proteína	19,07	19,34	19,88	20,03
	Cenizas	4,99	5,05	5,11	5,03
	Fibra	4,32	4,11	4,29	4,34
	Materia Orgánica	95,01	94,95	94,89	94,97
<b>Composición Nutricional Engorde</b>	Humedad	11,09	11,03	11,23	11,14
	Materia Seca	88,91	88,97	88,77	88,86
	Grasa	5,38	5,31	5,44	5,09
	Proteína	18,58	18,72	18,89	19,35
	Cenizas	5,09	5,23	5,44	5,81
	Fibra	4,29	4,03	4,31	4,48
	Materia Orgánica	94,91	94,77	94,58	94,19

### 9.1.4. Análisis Microbiológico

Se realizaron estudios microbiológicos con el objetivo de detectar la posible presencia de microorganismos patógenos que podrían encontrarse tanto en el polvo de grillo como en la dieta balanceada de cada tratamiento. La tabla 9 presenta los resultados de la investigación

microbiológica sobre el polvo de grillo y los métodos de tratamiento aplicados a las aves de corral.

Tabla 9: Análisis Microbiológico

Descripción	Análisis Microbiológico			
	Aerobios Mesofilos	E. Coli	Estafilococos Aureus	Salmonella
Harina de Grillo	$1.2 \times 10^4$	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T0 (Testigo)	$1.6 \times 10^2$	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T1 (2%)	$1.7 \times 10^2$	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T2 (4%)	$1.7 \times 10^2$	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T3 (6%)	$1.8 \times 10^2$	Ausencia	Ausencia	Ausencia

## 9.2. Análisis de Variables en Pollos de Engorde

Una vez concluida el tiempo de investigación, se han estudiado los parámetros de producción para observar los efectos, pudiendo ser estos tanto positivos como negativos de la harina de grillo, la cual se implementó en su dieta por un tiempo de 5 semanas. Con los resultados obtenidos se puede sustentar la eficacia de las dietas que se administraron para cada tratamiento y su posible utilización en remplazo o complemento en la producción de aves de engorde.

### 9.2.1. Peso Animal (g/ave)

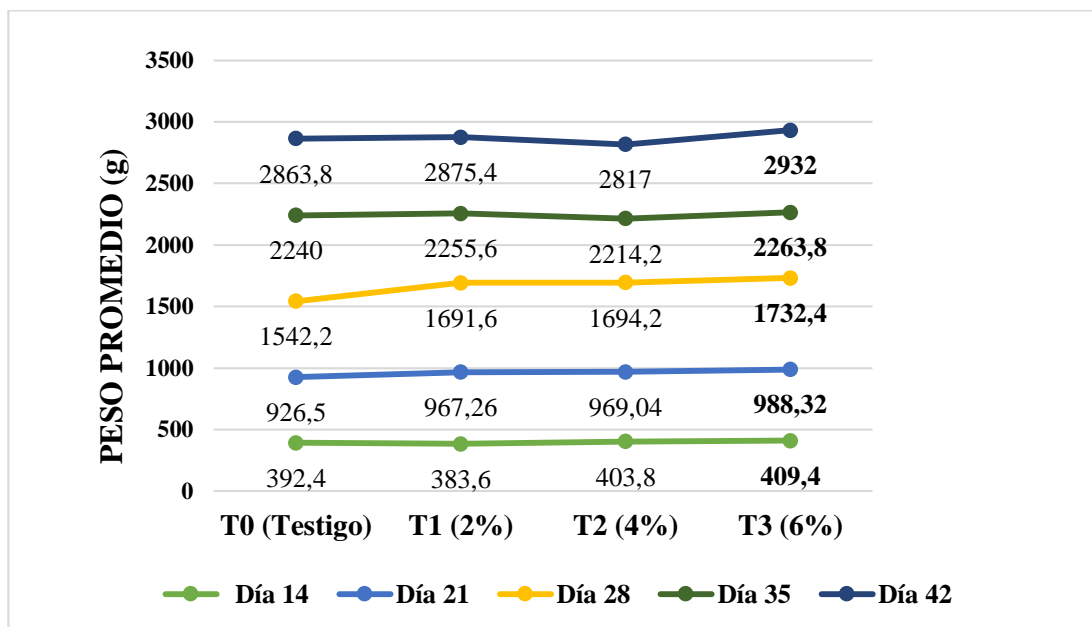
En la tabla 10, se indican los pesos promedio de los pollos por cada tratamiento, además los parámetros importantes que se utiliza en un análisis de varianza ANOVA y test de Duncan, con datos que se han ido recolectando semanalmente. Con los datos expuestos en el análisis hasta el día 21 los tratamientos presentan una similitud estadística presentando un aumento no tan brusco en el peso de T1 (2%), T2 (4%) y T3 (6%) frente al tratamiento testigo. Sin embargo, a partir del día 28 en adelante el T2 (4%) expone un menor peso a diferencia del resto de tratamientos.

Tabla 10: Peso Promedio Tratamientos

	Peso Promedio (g/ave)				CV	P
	T0 (Testigo)	T1 (2%)	T2 (4%)	T3 (6%)		
# Aves	25	25	25	25		
<b>Peso Inicial</b>	48.40	48.40	48.00	48.00	1.50	
<b>Peso 14 días</b>	392.40 a	383.60 b	403.80 a	409.40 a	5.49	0.0088
<b>Peso 21 días</b>	926.50 b	967.26 ab	969.04 ab	988.32 a	4.22	0.1473
<b>Peso 28 días</b>	1542.20 b	1691.60 a	1694.20 a	1732.40 a	5.34	0.0184
<b>Peso 35 días</b>	2240.00 a	2255.60 a	2214.20 a	2263.80 a	3.64	0.7842
<b>Peso 42 días</b>	2863.80 ab	2875.40 ab	2817.00 b	2932.00 a	1.74	0.0186

En el gráfico 2, se muestran líneas de inclinación del aumento de peso de las aves en cada tratamiento aplicados. Aquí se puede visualizar el grado de eficacia de la harina de grillo para el aumento de peso en pollos de engorde. Como se puede observar los tratamientos T1, T2 y T3 los cuales contienen 2%, 4% y 6% de harina de grillo presentando un incremento desde el día 14 que han sido expuestos a esta alimentación, presentando una diferencia no tan notable al concluir la investigación en el día 42.

Ilustración 2: Inclinación de Peso Promedio de los pollos por tratamiento



En (5) el autor reporta peso con una diferencia inferior a los 21 días, con un peso de 690.35 g en la dieta testigo y 716.60 g para la dieta con 3% de harina de grillo como ingrediente proteico alternativo. Estos resultados tienen una diferencia significativa recopilados en la presente investigación, ya que los pesos en el día 21 mostraron positividad frente al tratamiento testigo, esto se debe que el contenido de nutrientes de la harina de grillo es una excelente fuente alternativa de alimento, que puede ser utilizada en sustitución a las dietas de alimentación animal (5). Los autores en (3) se incluye un porcentaje de 25% de harina de grillo, como suplemento en la alimentación de pollos de engorde, con respecto al tratamiento testigo, declaran que del día 22 al 32 no presentan una ganancia significativa y en el intervalo del día 32 al 42 que presenta una mayor ganancia de peso siendo de 176 g mayor al promedio en el tratamiento de harina. El autor en (79) nos declara que la inclusión de harina de grillo *Acheta doméstica*, produjo menor rendimiento biológico, esto debido a que el alimento no cubrió el



requerimiento óptimo nutricional de la codorniz ya que únicamente se balanceo la proteína sin tomar en cuenta energía, minerales vitamina, entre otros nutrientes, con un peso estimado de 503,42 g en el tratamiento testigo, mientras el peso del tratamiento con inclusión de harina de grillo 403,14 g, siendo muy superior el tratamiento testigo con una diferencia significativa.

### 9.2.2. Consumo Alimento Promedio (gr/ave)

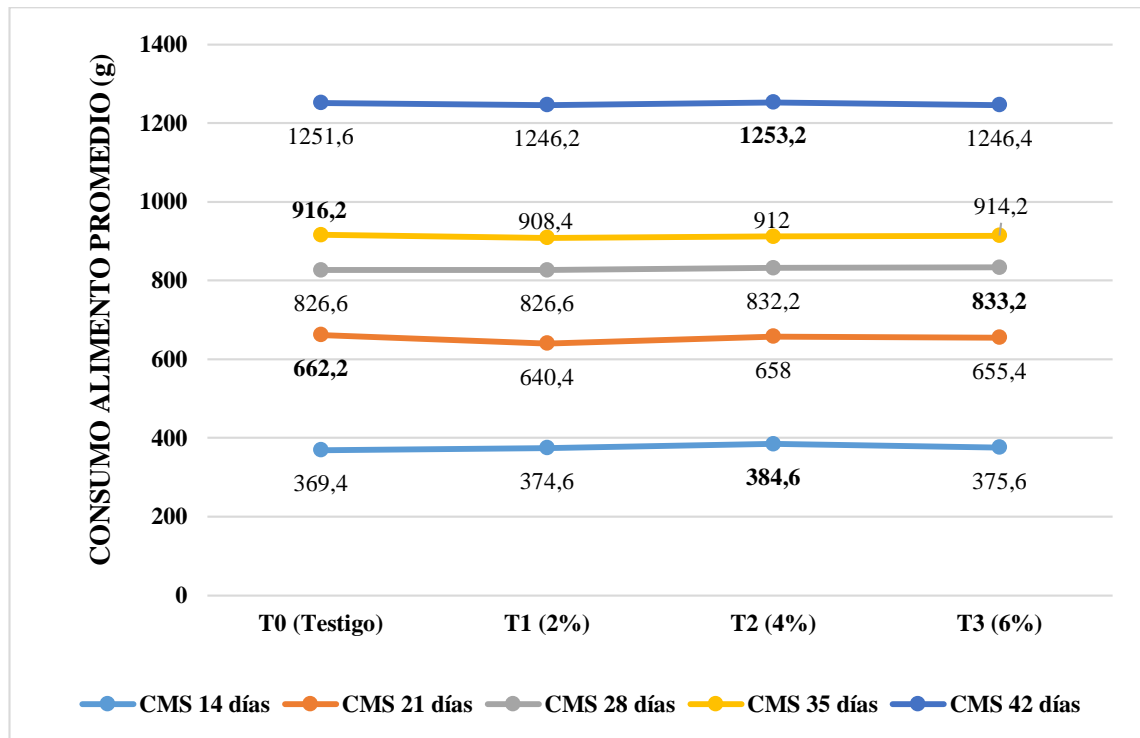
Para planificar este parámetro, es necesario recolectar muestras diariamente para su posterior análisis. La Tabla 11 presenta un resumen de los datos sobre el consumo medio de alimentos para cada tratamiento, así como los parámetros de interés para el análisis de varianza ANOVA. Para este parámetro generalmente vemos que no existe diferencia significativa para los datos recolectados a lo largo de 5 semanas, por lo que vemos que en todos los tratamientos tienen un consumo neto de productos similares en toda la etapa de desarrollo.

Tabla 11: Consumo de Alimento Promedio por Tratamiento.

	<b>Consumo Alimento Promedio (g/ave)</b>				<b>CV</b>	<b>P</b>
	<b>T0 (Testigo)</b>	<b>T1 (2%)</b>	<b>T2 (4%)</b>	<b>T3 (6%)</b>		
<b>CMS 14 días</b>	369.40 a	374.60 a	384.60 a	375.60 a	4.52	0.5711
<b>CMS 21 días</b>	662.20 a	640.40 b	658.00 ab	655.40 ab	1.98	0.0823
<b>CMS 28 días</b>	826.60 a	826.60 a	832.20 a	833.20 a	1.92	0.8613
<b>CMS 35 días</b>	916.20 a	908.40 a	912.00 a	914.20 a	1.27	0.7458
<b>CMS 42 días</b>	1251.60 a	1246.20 a	1253.20 a	1246.40 a	0.65	0.4317

En el gráfico 3, se puede observar líneas de inclinación del consumo de alimento de los pollos de engorde en cada uno de los tratamientos. Se muestra una diferencia corta en el consumo de alimento para los 4 tratamientos, siendo el T2 (4%) el que mayor alimento consume en diferencia a los otros tratamientos tanto en el día 14 (384,60g) como al día 42 (1246,40g). Sin embargo, en cada semana se muestra un aumento progresivo y regular en todos los tratamientos.

Ilustración 3: Inclinación del Consumo de Alimento.



En (79) el autor indica que el tratamiento con inclusión del 3% de harina de grillo en la dieta de las codornices, siendo superior el de tratamiento testigo de alimento balanceado con un valor de 1358.43g ya que los requerimientos nutricionales de las codornices son altamente demandantes por su alta actividad metabólica, mientras que el tratamiento con harina de grillo tiene 1110.57g, sustentando que no recomienda ese porcentaje de inclusión de la materia a base de grillo (79). El autor en (80) expuso la diferencia en el consumo de alimento en los 3 tratamientos, el T3 compuesto por un 40% de comida de moscas soldado fue el tratamiento que consumió más alimento en comparación con los demás tratamientos tanto en la semana 2 con 630.68g como en la semana 4 con 650.00g. Sin embargo, durante la tercera semana se observó una clara disminución en el consumo global para todos los tratamientos debido a ajustes nutricionales que contrarrestaron el síndrome de ascitis que presentaron los animales durante este período. La autora en (77) indicó que durante las semanas 5, 6 y 7 el consumo de alimento para pollos de engorde presentó valores similares expresados en promedio, a partir de la semana 8 se notaron diferencias estadísticas muy significativas entre tratamientos, por lo que el mayor consumo de alimento fue en el tratamiento T2 (4° harina de sigse) con un valor de 3.500g (77). Lo que demuestran los resultados en diferentes investigaciones valores con diferencias significativas lo cual tiene un gran efecto el tiempo de estudio ya que algunos cuentan con menos o más tiempos sometidos a los tratamientos.

### 9.2.3. Ganancia de Peso (g/ave)

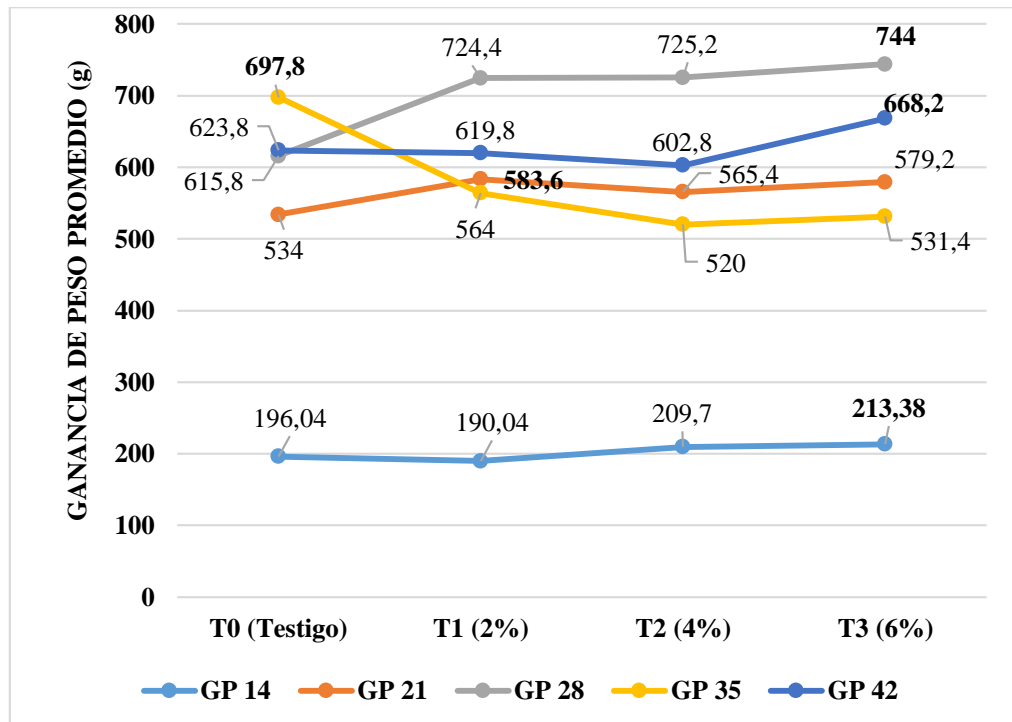
En la tabla 12, se plasma los datos recolectados cada semana promediando el valor de cada tratamiento. Se puede evidenciar que en el día 28 el tratamiento testigo T0 con 615,80g queda por muy debajo de la ganancia de peso a comparación de los tratamientos: T1 (2%) con 724,40g, T2 (4%) con 725,20g y T3 (6%) con 744,00g este valor siendo el que encabeza los resultados. Sin embargo lo que mas llama la atención que en el día 35 el T0 (Testigo) con 697,80g sube positivamente la ganancia de peso por encima de los demas tratamientos. Teniendo cuenta que en esa semana los cambios climaticos pueden a ver jugado un factor importante para los demas tratamientos. Y finalmente en el dia 42 el T3 (6%) obteniendo un valor de ganancia de peso de 668,20g y seguida del T0 (Testigo) 623,80g, valores con no mucha diferencia significativa. Teniendo como evidencia la disminucion de peso a partir del día 28, debido a los cambios climáticos y afecciones en vías respiratorias.

Tabla 12: Promedio de Ganancia de Peso por Tratamiento.

	Ganancia de Peso (g/ave)					CV	P
	T0 (Testigo)	T1 (2%)	T2 (4%)	T3 (6%)			
<b>GP 14</b>	196.04 a	190.04 a	209.70 a	213.38 a	10.80	0.3206	
<b>GP 21</b>	534.00 a	583.60 a	565.40 a	579.20 a	7.65	0.2959	
<b>GP 28</b>	615.80 a	724.40 a	725.20 a	744.00 a	13.21	0.1572	
<b>GP 35</b>	697.80 a	564.00 ab	520.00 b	531.40 b	18.58	0.0673	
<b>GP 42</b>	623.80 a	619.80 a	602.80 a	668.20 a	9.62	0.3922	

El gráfico 4 expone líneas de inclinación en valores estadísticos en la ganancia peso de cada tratamiento, detallando un valor positivo y mayor de peso en T2 y T3 para los días 14 y 21; a partir del día 28 se presenta un aumento de ganancia de peso en T1, T2 y T3, dejando por debajo al T0. Mientras que para el día 35 tiene una disminución notable en T1, T2, T3 y T0 sacando una diferencia significativa a comparación de los otros tratamientos que fueron afectados por diferentes factores. Finalmente para el día 42 la ganancia de peso fue superior a favor de T3.

Ilustración 4: Promedio Ganancia de Peso



En (80) indica que al analizar los datos obtenidos se evidencia que a la 1 semana existe una diferencia estadística para T1 (testigo), T2 (30%) y T3 (40%) presentando en T3 pesos con mayor diferencia que de T1 y relativamente superiores al comparar con T2. Finalmente, A partir de la semana 2, no hubo diferencias estadísticas en el aumento de peso entre todos los tratamientos, con un aumento de peso ligeramente mayor en T3 al final del período de estudio. El autor en (5) tiene valores favorables con la ganancia de peso en 19 días de estudio que indica para el tratamiento testigo una ganancia de peso de 690,35g y en el tratamiento con inclusión de harina de grillo al 3% como ingrediente proteico demostrando que no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, el contenido de nutrientes de la harina de grillo es una excelente fuente alternativa de alimento, que puede ser utilizada en los programas de alimentación animal (5). En (81) sometiendo a las aves con residuos de cosecha de *Theobroma cacao*, indicó que se puede notar una diferencia entre tratamientos, siendo los de mayor ganancia de peso T1 (testigo) y T2 (15%) con un valor de 70.73 y 60.52 g/día, señala que los residuos que se obtienen después de la cosecha de cacao pueden ser aprovechados en la alimentación de pollos, puede incluirse hasta un 15% en la elaboración de dietas, debido a sus propiedades nutricionales, mejorando el comportamiento productivo y reduciendo los costos de producción (81). En comparación a los resultados de los estudios podemos darnos cuenta que son valores casi similares en lo que puede ser la inclusión de materia prima tanto de origen vegetal como animal.

#### 9.2.4. Conversión Alimenticia

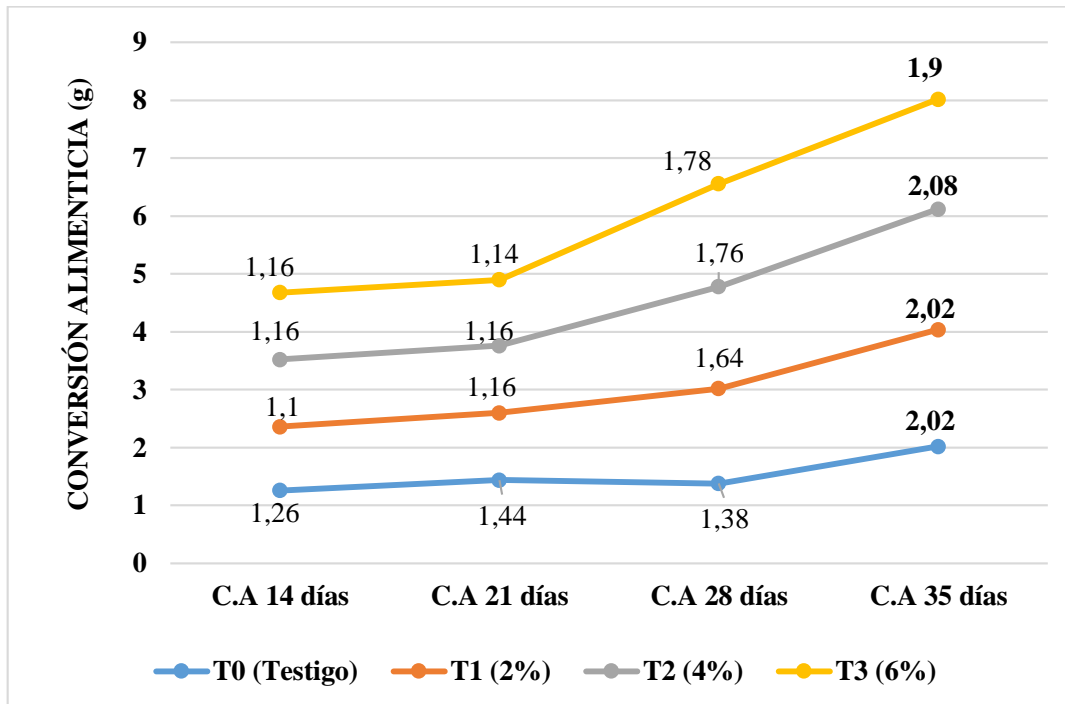
En la tabla 13, se muestran los datos promediados semanalmente de la conversión alimenticia. Durante las primeras dos semanas se registraron valores casi similares para los todos los tratamientos, notando más favorable para T0, T1 y T2. Sin embargo, a partir del día 28 se evidencia un descenso en los valores de la conversión alimenticia para los 4 tratamientos debido a los cambios climáticos, observando un aumento considerable en T0a diferencia de los demás tratamientos. En el día 35 los valores aumentan nuevamente para los tratamientos T1, T2 y T3 presentando un índice mayor para T3, sin observar una diferencia notable. Finalmente, en el día 42 pasando por un valor no muy alto T2 siendo superior a T0, T1 y T3 incrementando la ganancia de peso conservando el consumo.

Tabla 13: Promedio de Conversión Alimenticia por Tratamiento

	<b>Promedio de Conversión Alimenticia (g/ave)</b>					
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>CV</b>	<b>P</b>
<b>C.A 14 días</b>	1.86 a	1.98 a	1.84 a	1.78 a	10.72	0.4726
<b>C.A 21 días</b>	1.26 a	1.10 b	1.16 ab	1.16 ab	8.96	0.1546
<b>C.A 28 días</b>	1.44 a	1.16 a	1.16 ab	1.14 a	19.45	0.1845
<b>C.A 35 días</b>	1.38 a	1.64 a	1.76 a	1.78 a	17.91	0.1602
<b>C.A 42 días</b>	2.02 a	2.02 a	2.08 a	1.90 a	9.03	0.4769

En el grafico 5 se muestran las pendientes de tendencia para la conversión alimenticia de los pollos asignados a cada tratamiento. También se observan mayores datos de conversión alimenticia para T1 el día 14, a diferencia de T0, T1 y T3. El día 28, debido a cambios en el clima y afecciones respiratorias de los pollos, el índice de conversión alimenticia aumentó significativamente para T0, mientras que el día 42 para el tratamiento T2 hubo un aumento significativo y finalmente T3 disminuye los otros tratamientos.

Ilustración 5: Promedio Conversión Alimenticia



En (77) detalla el comportamiento de la conversión alimenticia durante la semana 1, 2 y 4 no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Durante la semana 3 se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, siendo el mayor índice de conversión alimenticia en el T2 (harina sigse 4%), reportándose valores bajos en el T0 (Control) y T1 (harina de sigse 2%). El autor en (80) concreta que en la semana 1 existe un mayor índice de conversión alimenticia de T1 (testigo) 2,43 a diferencia de T2 (2,00) y T3 (1,83). Para la semana 3 debido a un problema metabólico por la que se encontraban los pollos, presentan un aumento de conversión alimenticia para T1 3,67 y T3 3,57, disminuyendo notablemente su índice de conversión para la semana 4 a diferencia de los otros tratamientos.

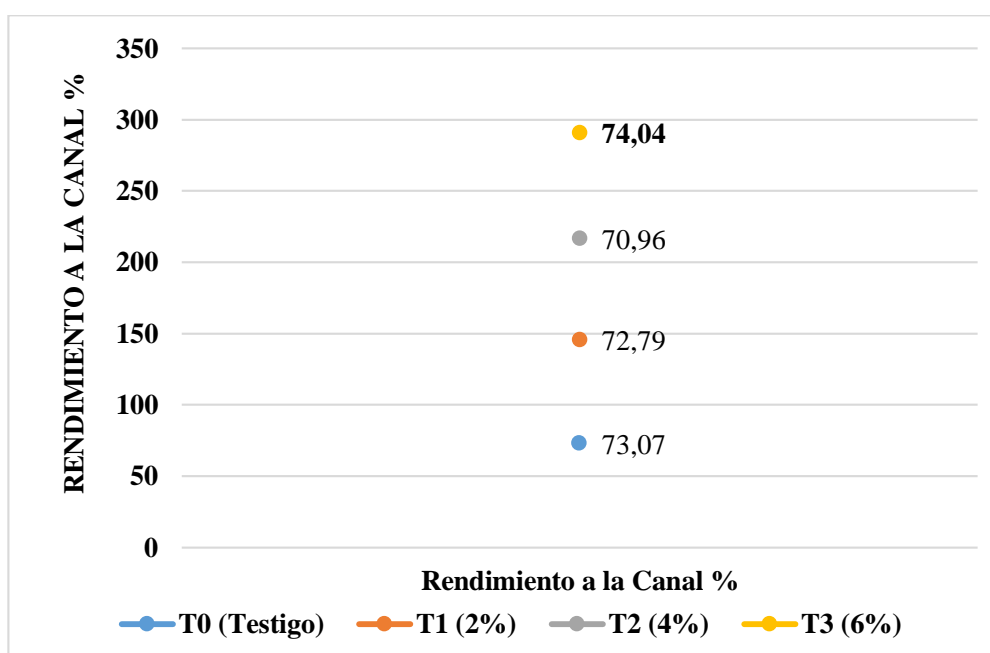
### 9.2.5. Rendimiento a la Canal

Para obtener el rendimiento a la canal se tuvieron que faenar 2 pollos de cada tratamiento, una vez realizado esta actividad se procede a pesar (g) sangre, plumas, vísceras, corazón, patas, hígado, bazo y molleja para sacar un promedio de todos los tratamientos. En la tabla 14, se observa que el mejor rendimiento a la canal es del T3 (6%) con un valor de 74,04% con un peso promedio de 2179,80g y T2 con el valor más bajo del rendimiento a la Canal con un porcentaje de 70,96% y con un peso de 2022,90g. Lo analizado se encuentra graficado el porcentaje en el gráfico 6.

Tabla 14: Rendimiento a la Canal

<b>Rendimiento a la Canal (g)</b>						
	<b>T0 (Testigo)</b>	<b>T1 (2%)</b>	<b>T2 (4%)</b>	<b>T3 (6%)</b>	<b>CV</b>	<b>P</b>
<b># Aves</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Peso Vivo</b>	2916.50 a	2867.00 a	2851.00 a	2945.00 a	1.97	0.4266
<b>Sangre</b>	119.50 a	116.50 a	110.50 a	116.00 a	5.00	0.5375
<b>Plumas</b>	79.50 b	81.50 b	90.50 a	94.00 a	2.28	0.0047
<b>Vísceras Llenas</b>	225.00 a	216.50 a	219.50 a	225.00 a	1.90	0.2551
<b>Vísceras Vacías</b>	86.00 a	88.50 a	84.00 a	92.00 a	5.18	0.4300
<b>Bazo</b>	2.10 a	2.10 a	2.05 a	2.15 a	7.14	0.9257
<b>Hígado</b>	56.50 a	48.65 b	48.60 b	53.90 ab	4.82	0.0781
<b>Corazón</b>	26.50 c	28.60 b	27.90 b	29.95 a	1.63	0.0075
<b>Molleja</b>	47.00 a	47.50 a	48.50 a	54.50 a	6.03	0.1792
<b>Patas</b>	103.50 c	108.50 bc	111.00 ab	117.00 a	1.98	0.0152
<b>Peso al Vacío</b>	2131.20 ab	2086.65 ab	2022.90 b	2179.80 a	2.14	0.0938
<b>Rendimiento a la Canal %</b>	<b>73.07 a</b>	<b>72.79 a</b>	<b>70.96 a</b>	<b>74.04 a</b>	<b>1.69</b>	<b>0.2323</b>

Ilustración 6: Inclinación Rendimiento a la Canal



En (77) sometidos los tratamientos a la inclusión de harina de sigse se observa que El mejor rendimiento tanto en gramos como en porcentaje se consiguió en T2 (4% harina de sigse) con peso medio de 2887.88g que corresponden al 87,13%, seguido de T1 (2%) 86,67% y en el

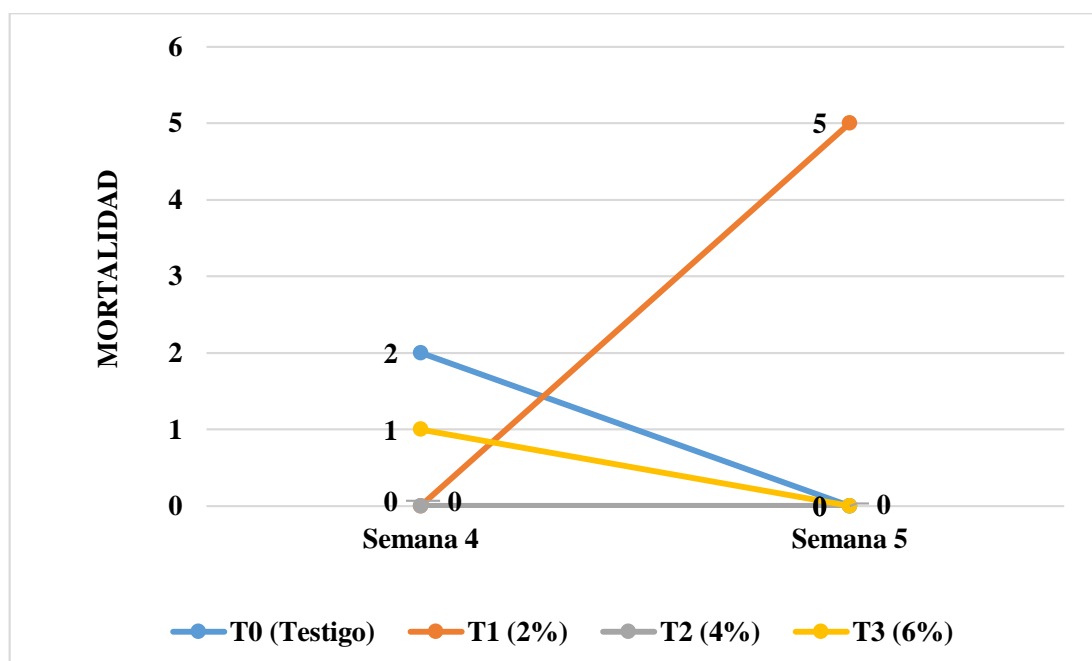
último lugar el T0 con 82,16% del Rendimiento a la Canal, estos valores tienen un mayor porcentaje a los presentados en el estudio. En el trabajo de (81) alimentados con desechos de *Theobroma cacao*, detalla el rendimiento a la canal presentando valores elevados para todos los tratamientos T1 (77,75%), T2 (76,71%) Y T3 (74,82%), se puede apreciar que los pollos del trabajo recibieron un manejo adecuado. Los valores de los siguientes estudios a comparación de este trabajo si tenían una diferencia distal a los que se realizaron en esta investigación.

#### **9.2.6. Mortalidad**

En la totalidad del periodo de investigación del presente estudio se evidencio un 8% de mortalidad en el galpón presentando 8 aves muertas de un total de 100 aves distribuidas en diferentes tratamientos; la mayor causa de muerte en el estudio se vio afectado a las vías respiratorias presentado desde la semana 4 del experimento, las muertes fueron distribuidas de la siguiente forma: 2 muertes en el T0 (Testigo), 5 muertes en T1 (2%) y 1 muerte en T3 (6%). El diagnóstico que afecto a las vías respiratorias, se evidencio signos en animales afectados como: disnea, diarrea, pérdida de peso, disminución de consumo de alimento y agua, apatía, ronquera. Estas afectaciones respiratorias podrían ser atribuidas algún mal manejo a la hora de vacunar, teniendo en cuenta que se cumplió con todas las vacunas correspondientes, también a los cambios climáticos bruscos que se presentaron en la zona las últimas semanas del estudio, presentando días soleados con temperaturas altas en el día y en la tarde-noche con lluvias fuertes acompañadas de corrientes de viento constantes, siendo estos factores los posibles que conllevaron a la afección de las aves. Aunque se administraron vitaminas y antibióticos en todos los tratamientos se pudo prevenir el incremento de la mortalidad hasta el final del proyecto.



Ilustración 7: Mortalidad Galpón



En el gráfico 7, observamos que el mayor número de mortalidad se presentó en el T1 que el porcentaje de inclusión de harina de grillo es del 2%, se podría decir este porcentaje de muertes a factores como disminución de apetito y la ubicación donde se ubicaba el tratamiento dentro del galpón, situado en el centro, disminuyendo la ventilación y aumentando la humedad en la cama, conllevando a la proliferación de patógenos, y que los factores ambientales tenían cambios bruscos de temperaturas. T2 (4%) no presentó ninguna muerte en toda la investigación a pesar que el nivel de inclusión es superior al T1 (2%) y menor de inclusión del T3 (6%), probablemente el valor de inclusión del T2 probablemente sea el más correcto en cantidad de reemplazo de la soya, esto debe ser que mantiene los niveles aptos para el consumo de las aves, una condición apta de digestibilidad y proteínas adecuadas, también la ubicación del corral dentro del galpón, ya que tenía buena ventilación y sin demás cantidad de corriente de aire en la tarde-noche.

### 9.3. Beneficio/Costo

A la hora de incluir una materia prima sea esta vegetal o animal dentro de la dieta alimenticia en los animales se debe evaluar el costo beneficio que esta producción puede brindar. La harina de grillo al ser una materia prima novedosa y rara a la vez, se está probando de manera nueva y sin mucho interés en ser introducida en nuestro país, ya que se deriva de insectos que la sociedad ve como algo no comestible y plaga. Careciendo de lugares enfocados en la crianza y venta de esta materia prima, al igual con costos muy variados y elevados dependiendo el

productor, dificultando el cálculo en relación al costo/beneficio. Sin embargo, la presente investigación detalla un aporte redondeado de costos para cada tratamiento con reemplazo de firma parcial la soya por la harina de grillos. Esta variable no será tomada en cuenta dentro del análisis final para establecer el tratamiento recomendado a utilizar. El peso promedio de la canal por tratamiento se multiplicará por el precio de la libra de pollo disponible en el mercado con un precio máximo de \$1,25. En la siguiente tabla, se da a conocer el proceso de producción a través de la inclusión reemplazando una parte de la soya con harina de grillo, tomando en cuenta los costos de producción durante 42 días de investigación.

Tabla 15: Cálculo Costo/Beneficio por Tratamiento.

<b>Egreso por Unidad Animal (\$)</b>				
	<b>T0 (Testigo)</b>	<b>T1 (2%)</b>	<b>T2 (4%)</b>	<b>T3 (6%)</b>
<b>Balanceado</b>	3.16	3.09	3.04	2.98
<b>Harina de Grillo</b>	0.00	0.86	1.49	2.43
<b>Suministros</b>	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>TOTAL</b>	3.96	4.75	5.33	6.21
<b>Ingresos por Unidad Animal (\$)</b>				
<b>Venta de Aves</b>	4.75	5,50	6.10	7.15
<b>Venta de Menudencia</b>	0.31	0.31	0.31	0.31
<b>TOTAL</b>	5.06	5.81	6.41	7.36
<b>COSTO/BENEFICIO</b>	<b>1.10</b>	<b>1.06</b>	<b>1.08</b>	<b>1.15</b>

Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento T3 (6%), con un índice beneficio/costo de 1.15 USD, significando que por cada dólar que se invierte se obtienen beneficios netos de 0.15 USD. Mientras tanto en el T1 (2%) señala un valor de beneficio/costo de 1.06 USD que por cada dólar que se invirtió en la producción se obtiene beneficios netos de 0.06 USD, T2 (4%) indica un valor beneficio/costo de 1.08 USD, por cada dólar invertido se obtiene la ganancia de 0.08 USD. Y por último el T0 (testigo) señalando un valor beneficio/costo de 1.10 USD que por cada dólar que se invirtió se obtiene beneficio de 0.10 USD.

## **10. IMPACTOS**

### **10.1. Impacto Social**

El consumidor siempre estado consiente que si consume algún tipo de proteína de origen animal debe ser criado y alimentado de la mejor calidad, todo esto con el fin de precautelar su salud. Siendo un poco rara hasta el día de hoy que alimenten a los animales que van a ser consumidos

por el ser humano con insectos que son vistos de mala manera aun en la sociedad, sin saber que son más ricos en proteína aportando diferentes beneficios y bondades con materia prima de origen animal.

### **10.2. Impacto Ambiental**

Sin duda la producción y obtención de la harina de grillo disminuye la contaminación del medio ambiente, ya que se necesita menos espacio y tiempo para su crianza, teniendo efectos menos tóxicos que otras materias de origen animal.

### **10.3. Impacto Técnico**

Al utilizar una cantidad adecuada de unidades experimentales, se pudo utilizar un diseño completamente al azar, el cual permitió obtener resultados en las variables propuestas en la presente investigación, las cuales respaldan la realización del proyecto.

### **10.4. Impacto Económico**

En la parte económica del presente proyecto al invertir en la harina de grillo se evidencia positivamente en las variables que se estudió, aunque aumenta el valor de producción con esta materia prima se puede observar que el valor de beneficio/costo es rentable para implementar la harina a base de grillo.

## **11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **11.1. Conclusiones**

- Los estudios físicos, químicos y microbiológicos demostraron la calidad nutricional de la harina de grillo *Gryllus assimilis*, con un valor proteico de 51,91% y grasa del 19,89% puede sustituir parcialmente a la soya, además de la ausencia de microorganismos patógenos para las aves de engorde, por lo que su utilización como complemento proteico en dietas para aves es aceptable.
- Se ratifica la eficacia productiva de la harina de grillo, demostrando resultados ligeramente superiores en las variables de estudio como lo son: peso promedio del T3: 2817,00g por encima del T0, T1 y T2 con valores del T0 con 2863,80g, T1 2875,40g y T2 con 2817,00g en el día 42 encontrando una diferencia estadística favorable para los tratamientos de harina de grillo para este parámetro. Ganancia de peso al día 42 con valores para T0: 623,80g, T1: 619,8g, T2: 602,80g y T3: 668,20g, fue un mejor tratamiento que los demás sin ninguna diferencia estadística las conversiones de alimento donde T3 mostró el mejor valor de conversión al final del período de prueba. presentando un valor de 1,90 a comparación de

T0 y T1 con valor de 2,02 ambos y T2 con 2,08 y finalmente el rendimiento a la canal con valores a T0: 73,07%, T1: 72,79%, T2: 70,96% y T3: 74,04%, demostrando valores favorables frente a la soya como suplemento de proteínas siendo ligeramente superior.

- La utilización de harina de grillo al 6% demostró resultados favorables generando un índice de valor beneficio/costo de 1.15 USD, significando que por cada dólar que se invierte se obtienen beneficios netos de 0.15 USD.

## **11.2. Recomendaciones**

- Se recomienda incrementar los valores de harina de grillo para futuras investigaciones para valorar de forma más drástica el valor nutricional de la misma, esperando obtener mejores resultados más concretos y regulares.
- Incluir nuevas materias primas tanto de origen animal como vegetal, para demostrar su eficiencia productiva en pollos en la crianza de pollos de engorde.
- De igual manera se recomienda seguir todos los protocolos de bioseguridad en todos los aspectos, evitando así contaminación, proliferación de patógenos y así disminuir la tasa de mortalidad en producciones más grandes.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Toala, A. Repositorio UPSE. [Online].; 2021. Acceso 30 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5960/1/UPSE-TIA-2021-0029.pdf>.
- 2 S/N. AviNews. [Online]; 2023. Acceso 12 de febrero de 2024. Disponible en: <https://avinews.com/valor-nutricional-de-la-soya-en-alimentacion-avicola/>.
- 3 Eduar N. Universidad Industrial de Santander. [Online]; 2022. Acceso 31 de enero de 2024. Disponible en: <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/4803c36d-f515-47fb-9856-950b0a39e600/content>.
- 4 Alba C. NutriNews. [Online]; 2021. Acceso 07 de diciembre de 2023. Disponible en: [https://nutrinews.com/ficha-de-materia-prima-harina-de-insectos/#:~:text=Alba%20Cerisuelo,-Investigadora%20Alimentaci%C3%B3n%20Animal&text=La%20harina%20de%20insectos%20\(Insect,grasa%20puede%20ser%20tambi%C3%A9n%20importante](https://nutrinews.com/ficha-de-materia-prima-harina-de-insectos/#:~:text=Alba%20Cerisuelo,-Investigadora%20Alimentaci%C3%B3n%20Animal&text=La%20harina%20de%20insectos%20(Insect,grasa%20puede%20ser%20tambi%C3%A9n%20importante).
- 5 Arlin G. Universidad Nacional de Agricultura Honduras. [Online].; 2018. Acceso 22 de enero de 2024. Disponible en: [file:///D:/TESIS%20PAVEL/Articulo%20y%20Tesis/HARINA\\_DE\\_GRILLO\\_Gryllus\\_as\\_similis\\_PARA.pdf](file:///D:/TESIS%20PAVEL/Articulo%20y%20Tesis/HARINA_DE_GRILLO_Gryllus_as_similis_PARA.pdf).
- 6 FAO. FAO ORG. [Online]; 2023. Acceso 01 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/cc7937es>.
- 7 María G. AviNews. [Online]; 2022. Acceso 15 de febrero de 2024. Disponible en: <https://avinews.com/sector-avicola-ecuatoriano-solicita-autorizacion-para-importar-materias-primas-para-alimento-balanceado/>.
- 8 Conave. CONAVE ORG. [Online]; 2022. Acceso 02 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://conave.org/el-sector-avicultor-y-su-aporte-en-la-generacion-de-fuentes-de-empleo-en-el-ecuador/#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202021%2C%20el,aptos%20para%20el%20consumo%20humano>.

9 Colina L. La Colina Ec. [Online]; 2022. Acceso 30 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://lacolina.com.ec/sector-avicola-en-ecuador/>.

1 P S. Molinos Champions. [Online]; 2021. Acceso 14 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://www.molinoschampion.com/rendimiento-del-pollo-de-engorde/#:~:text=El%20pollo%20de%20engorde%20tiene,significativa%20durante%20la%20primera%20semana.>

1 Colaves E. Equipo Colaves. [Online]; 2021. Disponible en: <https://colaves.com/como-criar-1-pollos-de-engorde/>.

⋮

1 Aves Cd. Cría de Aves. [Online]; 2019. Acceso 30 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/razas-de-pollos-de-engorde/>.

⋮

1 A J. Engormix. [Online]; 2017. Acceso 17 de enero de 2024. Disponible en: [https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-pollos-engorde/nutricion-precision-pollo-engorde\\_a40378/](https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-pollos-engorde/nutricion-precision-pollo-engorde_a40378/).

1 Carolina C. Igualdad Animal. [Online]; 2022. Acceso 30 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://igualdadanimal.org/blog/que-es-un-pollo-broiler/>.

⋮

1 Avícola ES. El Sitio Avícola. [Online]; 2013. Acceso 15 de enero de 2024. Disponible en: <https://www.elsitioavicola.com/articles/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento/>.

1 Bernardo I. NutriNews. [Online]; 2023. Acceso 09 de febrero de 2024. Disponible en: <https://nutrinews.com/dietas-bajas-en-energia-y-proteina-en-aves-de-engorde/>.

⋮

1 Montana. Montana Blog. [Online]; 2021. Acceso 15 de enero de 2024. Disponible en: <https://www.corpmontana.com/blog/avicultura/conoce-sobre-la-alimentacion-de-los-pollos-de-engorde-durante-la-primera-semana-de-vida/>.

1 Gonzalez K. ZooVetMiPasion. [Online]; 2018. Acceso 16 de enero de 2024. Disponible en:  
8 <https://zoovetespasion.com/avicultura/pollos/alimentacion-del-pollo-de-engorde>.

:

1 Hubbard. Hubbard. [Online]; 2017. Acceso 16 de enero de 2024. Disponible en:  
9 [https://www.hubbardbreeders.com/media/20171124\\_Ir\\_broiler\\_guia\\_de\\_manejo\\_broiler](https://www.hubbardbreeders.com/media/20171124_Ir_broiler_guia_de_manejo_broiler_crecimiento_rapido_es_005359700_1633_24112017.pdf)  
. [. crecimiento\\_rapido\\_es\\_005359700\\_1633\\_24112017.pdf](https://www.hubbardbreeders.com/media/20171124_Ir_broiler_guia_de_manejo_broiler_crecimiento_rapido_es_005359700_1633_24112017.pdf).

2 Aguirre S HCMS. Universidad El Salvador. [Online]; 2021. Acceso 17 de enero de 2024.  
0 Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/23794/1/13101739.pdf>.

:

2 S/N. NutriNews. [Online]; 2019. Acceso 17 de enero de 2024. Disponible en:  
1 <https://nutrinews.com/acidos-grasos-omega-3-y-omega-6-en-nutricion-avicola/>.

:

2 Silva AD. UDELAR. [Online]; 2021. Acceso 18 de enero de 2024. Disponible en:  
2 <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/31611/1/uy24-20382.pdf>.

:

2 E D. AgroSavia. [Online]; 2018. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
3 [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20394/23039\\_4312.pdf?seq](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20394/23039_4312.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20pollos%20de%20engorde%20se,y%20reducir%20luego%20a%2019%25)  
. [. uence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20pollos%20de%20engorde%20se,y%20reducir%20luego%20a%2019%25](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20394/23039_4312.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20pollos%20de%20engorde%20se,y%20reducir%20luego%20a%2019%25).

2 Diana T. RIAA. [Online]; 2017. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
4 [file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-](file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-ExigenciasNutricionalesDeProteinaBrutaYEnergiaMeta-6383706%20(2).pdf)  
. [. ExigenciasNutricionalesDeProteinaBrutaYEnergiaMeta-6383706%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-ExigenciasNutricionalesDeProteinaBrutaYEnergiaMeta-6383706%20(2).pdf).

2 Espinoza L. La Granja. [Online]; 2023. Acceso 17 de enero de 2024. Disponible en:  
5 <file:///C:/Users/HP/Downloads/Suplementos%20y%20aditivos%20en%20avicultura.pdf>.

:

2 DSM. DSM. [Online]; 2022. Acceso 18 de enero de 2024. Disponible en:  
6 [https://www.dsm.com/anh/es/challenges/improving-nutrition-and-performance/poultry-](https://www.dsm.com/anh/es/challenges/improving-nutrition-and-performance/poultry-premix-and-mineral-feed.html)  
. [premix-and-mineral-feed.html](https://www.dsm.com/anh/es/challenges/improving-nutrition-and-performance/poultry-premix-and-mineral-feed.html).

2 Cristian U. Engormix. [Online]; 2017. Acceso 18 de enero de 2024. Disponible en:  
7 [https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/macro-minerales-fitasas-](https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/macro-minerales-fitasas-nutricion_a41091/)  
. [nutricion\\_a41091/](https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/macro-minerales-fitasas-nutricion_a41091/).

2 S/N. El Sitio Avícola. [Online]; 2016. Acceso 11 de febrero de 2024. Disponible en:  
8 <https://www.elsitioavicola.com/articles/2846/proteinas-y-aminoacidos/>.

:

2 S/N. Avicultura. [Online]; 2022. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
9 <https://avicultura.com/manejo-del-agua-de-bebida-de-los-pollos/>.

:

3 Gruyters M. Bmeditores. [Online]; 2019. Acceso 20 de enero de 2024. Disponible en:  
0 [https://bmeditores.mx/avicultura/agua-el-nutriente-mas-importante-para-una-produccion-](https://bmeditores.mx/avicultura/agua-el-nutriente-mas-importante-para-una-produccion-eficiente-de-pollos-de-engorde-2498/)  
. [eficiente-de-pollos-de-engorde-2498/](https://bmeditores.mx/avicultura/agua-el-nutriente-mas-importante-para-una-produccion-eficiente-de-pollos-de-engorde-2498/).

3 S/N. Certified Humane Binestar Animal. [Online]; 2022. Acceso 19 de enero de 2024.  
1 Disponible en: [https://certifiedhumanelatino.org/conozca-que-instalaciones-favorecen-el-](https://certifiedhumanelatino.org/conozca-que-instalaciones-favorecen-el-bienestar-de-los-pollos-de-engorde/)  
. [bienestar-de-los-pollos-de-engorde/](https://certifiedhumanelatino.org/conozca-que-instalaciones-favorecen-el-bienestar-de-los-pollos-de-engorde/).

3 Richard J. AgroEmpresario. [Online]; 2022. Acceso 18 de enero de 2024. Disponible en:  
2 <https://agroempresario.com/publicacion/19638/galpon-para-pollos-de-engorde/>.

:

3 Villeda Z. Slideshare. [Online]; 2016. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
3 <https://es.slideshare.net/ZyanyaVilleda/instalaciones-pollos-de-engorda>.

:

3 Gélvez L. Mundo Pecuario. [Online]; 2023. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
4 [https://mundo-pecuario.com/tema199/aves/galpon\\_pollos-1123.html](https://mundo-pecuario.com/tema199/aves/galpon_pollos-1123.html).

:



3 Galindez R. AgroTendencia. [Online]; 2022. Acceso 21 de enero de 2024. Disponible en:  
5 <https://agrotendencia.tv/agropedia/avicultura/control-de-temperatura-en-aves/>.

.

3 Bioalimentar. BIOALIMENTAR. [Online]; 2020. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible  
6 en: <https://www.bioalimentar.com/consejos-bio/la-densidad-en-pollos/#:~:text=La%20densidad%20de%20aves%20recomendada,y%20canales%20de%20calidad%20inferior.>

3 Mondragón N. El Sitio Avícola. [Online]; 2014. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
7 <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2635/tendencias-actuales-en-la-iluminacion-en-avicultura/#:~:text=La%20iluminación%20es%20un%20componente,agresión%20entre%20los%20machos%20reproductores.>

3 Editores B. BMeditores. [Online]; 2020. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
8 <https://bmeditores.mx/avicultura/factores-que-no-se-deben-olvidar-en-una-produccion-de-pollos-de-engorda/>.

3 Fairchild B. El Sitio Avícola. [Online]; 2012. Acceso 21 de enero de 2024. Disponible en:  
9 <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2188/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-pollitos-2/>.

4 Michelle M. PlanV. [Online]; 2020. Acceso 08 de febrero de 2024. Disponible en:  
0 <https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/el-pollo-nuestro-cada-dia-impactos-la-industria-la-carne-el-ecuador.>

4 Fernando P. bmeditores mx. [Online]; 2020. Acceso 10 de febrero de 2024. Disponible en:  
1 <https://bmeditores.mx/avicultura/conceptos-del-aparato-digestivo-en-el-pollo-de-engorda/>.

.

4 Gabriela Q. ZamoranoEdu. [Online]; 2006. Acceso 11 de febrero de 2024. Disponible en:  
2 <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content.>

4 Pié J. Veterinaria Digital. [Online]; 2021. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
3 [https://www.veterinariadigital.com/articulos/principales-enfermedades-viricas-en-pollos-](https://www.veterinariadigital.com/articulos/principales-enfermedades-viricas-en-pollos-de-engorde-en-los-estados-unidos/)  
4 [de-engorde-en-los-estados-unidos/](https://www.veterinariadigital.com/articulos/principales-enfermedades-viricas-en-pollos-de-engorde-en-los-estados-unidos/).

4 Dario E. Sitio Argentino Produccion Animal. [Online]; 2007. Acceso 20 de enero de 2024.  
4 Disponible en: [https://www.produccion-](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/enfermedades_aves/90-enfermedades.pdf)  
5 [animal.com.ar/produccion\\_aves/enfermedades\\_aves/90-enfermedades.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/enfermedades_aves/90-enfermedades.pdf).

4 K N. El Sitio Avícola. [Online].; 2021. Acceso 19 de enero de 2024. Disponible en:  
5 [https://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/275/enfermedad-](https://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/275/enfermedad-de-newcastle-nd/)  
6 [de-newcastle-nd/](https://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/275/enfermedad-de-newcastle-nd/).

4 BasicFarm. BasicFarm. [Online].; 2023. Acceso 21 de enero de 2024. Disponible en:  
6 <https://basicfarm.com/blog/gumboro-prevencion/>.

:

4 Avendaño.C SM,VC. Scielo.cl. [Online]; 2020. Acceso 06 de diciembre de 2023. Disponible  
7 en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000601029#B1)  
8 [75182020000601029#B1](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000601029#B1).

4 S/N. Open Mind BBVA. [Online]; 2023. Acceso 06 de diciembre de 2023. Disponible en:  
8 <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/insectos-la-comida-del-futuro/>.

:

4 S/N. Universidad de Chile. [Online]; 2023. Acceso 07 de diciembre de 2023. Disponible en:  
9 <https://uchile.cl/noticias/205352/proteina-de-insectos-una-alternativa-nutricional-de-futuro>.

:

5 Diego Cruz HA. Intellectum UniSabana. [Online]; 2021. Acceso 11 de diciembre de 2023.  
0 Disponible en: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/49395>.

:

5 S/N. Proteinsecta. [Online]; 2020. Acceso 11 de diciembre de 2023. Disponible en:  
1 <https://proteinsecta.es/harina-de-grillos-propiedades-valores-nutricionales-y-mas/>.

:

5 Sierra EN. Universidad Industrial de Santander. [Online]; 2022. Acceso 11 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://noesis.uis.edu.co/items/daa1cb0f-f9f6-450e-ab89-f7155a491119>.

5 Avendaño Constanza SMVC. Scielo cl. [Online]; 2020. Acceso 11 de diciembre de 2023. 3 Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182020000601029#:~:text=En%20el%20mundo%20hay%20m%C3%A1s,la%20harina%20\(Ten%20ebrio%20molitor\)](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000601029#:~:text=En%20el%20mundo%20hay%20m%C3%A1s,la%20harina%20(Ten%20ebrio%20molitor)).

5 S/N. blapticas. [Online]; 2020. Acceso 11 de diciembre de 2023. Disponible en: 4 <https://www.blapticas.com/fichas-de-cria/grillos/ficha-gryllus-assimilis/>.

⋮

5 Quinteros M. Repositorio UTC. [Online]; 2021. Acceso 11 de diciembre de 2023. 5 Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/8126/1/MUTC-001035.pdf>.

5 Angoitia B. LaSalle Edu. [Online]; 2023. Acceso 11 de diciembre de 2023. Disponible en: 6 <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2021&context=zootecnia>.

⋮

5 S/N. SAMSA. [Online]; 2020. Acceso 12 de diciembre de 2023. Disponible en: 7 [https://www.alimentovivosamsa.com/blog/73\\_como-nacen-los-grillos.html](https://www.alimentovivosamsa.com/blog/73_como-nacen-los-grillos.html).

⋮

5 Martin S. Echo Community. [Online]; 2020. Acceso 12 de diciembre de 2023. Disponible en: 8 <https://www.echocommunity.org/es/resources/4a8b995d-973b-4573-b6ff-b2dd714e62a1>.

⋮

5 Dario G. Kaloula. [Online]; 2011. Acceso 12 de diciembre de 2023. Disponible en: 9 <http://kaloula-drpez.blogspot.com/2011/09/cria-y-mantenimiento-de-cultivo-de.html>.

⋮

6 S/N. Proteinsecta. [Online]; 2022. Acceso 12 de diciembre de 2023. Disponible en:  
0 <https://proteinsecta.es/como-criar->

. [grillos/#:~:text=□%20Alimentación%20de%20los%20grillos&text=Pienso%20compuesto%20para%20alimentación.,Pan%20\(alimentación%20alternativa\).](#)

6 Petracini R. Killiadictos. [Online]; 2019. Acceso 12 de diciembre de 2023. Disponible en:  
1 <http://www.killiadictos.com/grillos.htm>.

⋮

6 S/N. Proteinsecta. [Online]; 2021. Acceso 16 de diciembre de 2023. Disponible en:  
2 <https://proteinsecta.es/ciclo-de-vida-de-los->

. [grillos/#:~:text=El%20ciclo%20completo%20de%20esta,vivos%2C%20pero%20sí%20mu](#)  
[y%20aproximada.](#)

6 Botanical. Botanical. [Online]; 2021. Acceso 16 de diciembre de 2023. Disponible en:  
3 <https://www.botanical-online.com/animales/grillos-tipos>.

⋮

6 S/N. SAMSA. [Online]; 2020. Acceso 17 de diciembre de 2023. Disponible en:  
4 [https://www.alimentovivosamsa.com/blog/96\\_el-grillo--metamorfosis-y-ciclo-vital.html](https://www.alimentovivosamsa.com/blog/96_el-grillo--metamorfosis-y-ciclo-vital.html).

⋮

6 S/N. Plagas de Insectos. [Online]; 2022. Acceso 16 de diciembre de 2023. Disponible en:  
5 <https://plagasdeinsectos.com/blog/el-ciclo-de-vida-de-gryllus-assimilis>.

⋮

6 Jimenez.G RO. Universidad Nacional Agraria Nicaragua. [Online]; 2014. Acceso 17 de  
6 diciembre de 2023. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>.

⋮

6 S/N. Proteinsecta. [Online]; 2020. Acceso 17 de diciembre de 2023. Disponible en:  
7 <https://proteinsecta.es/harina-de-grillos-propiedades-valores-nutricionales-y-mas/>.

⋮

6 Gestion R. Revista Gestión EC. [Online]; 2021. Acceso 16 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://revistagestion.ec/empresas/ecuador-produce-proteina-de-grillo/>.

:

6 Network L. LA Network. [Online]; 2020. Acceso 17 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://la.network/harina-de-grillo-el-alimento-del-futuro-sostenible-y-nutritivo/>.

:

7 V V. Contexto Ganadero. [Online]; 2021. Acceso 17 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/harina-de-insectos-una-alternativa-para-alimentacion-animal>.

7 Jhonny V. Repositorio UTN. [Online]; 2020. Acceso 17 de diciembre de 2023. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10548/2/03%20AGP%20272%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.

7 S/N. Proteinsecta. [Online]; 2021. Acceso 01 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://proteinsecta.es/gryllus-assimilis-grillo/>.

:

7 Anónimo. Studocu. [Online].; 2022. Acceso 21 de enero de 2024. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-ean/biologia-general/estudio-bromatologico-en-la-harina-de-grillo/31939679>.

7 Ayala L. Repositorio ESPE. [Online]; 2022. Acceso 10 de enero de 2024. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/35869/1/IASA%20I-TT-%200003.pdf>.

:

7 Karen C. Cicese. [Online]; 2022. Acceso 28 de enero de 2024. Disponible en: [https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3670/1/tesis\\_Karen%20Elyne%20Carvajal%20Soriano\\_03%20feb%202022.pdf](https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3670/1/tesis_Karen%20Elyne%20Carvajal%20Soriano_03%20feb%202022.pdf).

7 Inga S&. Scribd. [Online]; 2019. Acceso 29 de enero de 2024. Disponible en:  
6 <https://es.scribd.com/document/610327755/Determinacion-de-la-digestibilidad-proteica-in-vitro-de-harina-de-grillo>.

7 Jessica H. UTC Repositorio. [Online]; 2023. Acceso 31 de enero de 2024. Disponible en:  
7 <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10578/1/PC-002704.pdf>.

:

7 Shapiama K ID. UNA Repositorio. [Online]; 2019. Acceso 31 de enero de 2024. Disponible  
8 en:  
: [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6696/Dalia\\_Tesis\\_Titulo\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6696/Dalia_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

7 Hersson I. Repositorio USAC. [Online]; 2017. Acceso 31 de enero de 2024. Disponible en:  
9 <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7706/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Hersson%20Giovanny%20Icú%20Cutzal.pdf>.

8 Diego DHE. UTC Repositorio. [Online]; 2022. Acceso 01 de febrero de 2024. Disponible  
0 en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9704/1/PC-002495.pdf>.

:

8 Alberto S. Repositorio UTA. [Online]; 2016. Acceso 02 de febrero de 2024. Disponible en:  
1 <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23701/1/tesis%200003%20Ingeniería%20Agropecuaria%20-%20Alberto%20Silva%20-%20cd%200002.pdf>.

8 Altamar N. LA REPÚBLICA. [Online]; 2023. Acceso 02 de diciembre de 2023. Disponible  
2 en: <https://www.larepublica.co/consumo/cual-ha-sido-el-consumo-per-capita-de-las-carnes-en-2022-3554126#:~:text=En%20los%20últimos%20años%20la,año%20subió%20a%209%2C6%205>.

8 Agrotecnología LC. La Colina. [Online]; 2022. Acceso 02 de diciembre de 2023. Disponible  
3 en: <https://lacolina.com.ec/sector-avicola-en-ecuador/>.

: