UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE ALFARINA (HARINA DE ALFALFA) (5-10-15%) EN POLLOS DE ENGORDE EN LA PARROQUIA TANICUCHI”

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

Autor:

Herrera de la Cruz Oscar Tarquino

Tutor:

Quishpe Mendoza Xavier Cristobal

Latacunga – Ecuador

Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Herrera de la Cruz Oscar Tarquino con cédula de ciudadanía No. 0550333637 declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **"EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE ALFARINA (HARINA DE ALFALFA) (5-10-15%) EN POLLOS DE ENGORDE EN LA PARROQUIA TANICUCHI"** siendo el **Dr. Quishpe Mendoza Xavier Cristobal, Mg.** tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 05 de agosto de 2026

Herrera de la cruz Oscar tarquino
CI. 0550333637
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 Oscar Tarquino Herrera de la Cruz, identificada con cédula de ciudadanía 0550333637 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 **"EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE ALFARINA (HARINA DE ALFALFA) (5-10-15%) EN POLLOS DE ENGORDE EN LA PARROQUIA TANICUCHI",** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2026 - Agosto 2026

Tutor: Dr, Xavier Cristobal Quishpe Mendoza, Mg.

Tema: "EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE ALFARINA (HARINA DE ALFALFA) (5-10-15%) EN POLLOS DE ENGORDE EN LA PARROQUIA TANICUCHI" **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 05 días del mes de agosto del 2026.

Oscar Tarquino Herrera de la cruz	Dra. Idalia Pacheco Tigselema
EL CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE ALFARINA (HARINA DE ALFALFA) (5-10-15%) EN POLLOS DE ENGORDE EN LA PARROQUIA TANICUCHI", de Herrera de la Cruz Oscar Tarquino, 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, 5 de agosto del 2023

Dr. Xavier Cristobal Quishpe Mendoza, Mg.
CI: 0501880132
DOCENTE TUTOR

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: Oscar Tarquino Herrera de la Cruz, con número de C.I 0550333637, con el título del Proyecto de Investigación: "EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE ALFARINA (HARINA DE ALFALFA) (5-10-15%) EN POLLOS DE ENGORDE EN LA PARROQUIA TANICUCHI", 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 el CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 5 de agosto del 2026

Ing. Siva Deley Lucia Monserrath, Mg.
CI: 0602933673
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.
CI: 1756985691
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.
CI: 0501720999
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Principalmente quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, fuente de mi fortaleza y guía a lo largo de este camino. Su luz a iluminado mis pasos y me ha dado la sabiduría necesaria para enfrentar cada desafío. Sin su amor y apoyo, este logro no hubiera sido posible, gracias a el aprendí que su tiempo siempre es el más perfecto. A mis amados padres. A mí PADRE, Jorge Herrera, por otorgarme e inculcarme la bondad, nobleza y responsabilidad que todo ser humano necesita para cumplir sus sueños con éxito. A mí MADRE, Mercedes de la Cruz por ser tan presente, por apostar siempre a mi favor y por enseñarme a ser valiente en todo, y a ser una mujer guerrera. Gracias por su amor y apoyo incondicional. Su confianza en mí me permitió crecer y desarrollarme como persona y profesional.

A mí hermano, Jorge Herrera por apoyarme con risas y palabras de aliento en los momentos difíciles. Gracias por ser parte fundamental de mi vida, por su amor y su guía, sus abrazos, sus bromas y su confianza en mí.

A mí asesor de tesis el Dr. Xavier Quishpe quien me dio la oportunidad de trabajar con su guía, paciencia y dedicación durante el desarrollo de este proyecto.

Herrera de la Cruz Oscar Tarquino

DEDICATORIA

A mis ángeles aquí en la tierra que han sido mi soporte, compañía y alegría en los momentos más difíciles de mi vida mis hermanos, más a mis padres que me apoyaron en esta travesía de la universidad, de igual manera agradecer a los catedráticos que me ayudaron a culminar esta eta. De igual manera a todos los amigos que conocí dentro de la institución.

Herrera de la Cruz Oscar Tarquino

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE ALFARINA (HARINA DE ALFALFA) (5-10-15%) EN POLLOS DE ENGORDE EN LA PARROQUIA TANICUCHI"

Autor:

Herrera de la Cruz Oscar Tarquino

RESUMEN

La producción avícola actual enfrenta constantes desafíos debido a la fluctuación económica de las materias primas tradicionales como el maíz y la soya. El presente proyecto de investigación se ejecutó en la parroquia Tanicuchí, provincia de Cotopaxi, con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de tres niveles de alfarina (harina de alfalfa) (5%, 10% y 15%) en la dieta de pollos de engorde de la línea Cobb 500. La caracterización bromatológica realizada en el Laboratorio determinó que el forraje posee un 19,77% de proteína cruda, 29,77% de fibra cruda y 89,87% de materia seca. Para el ensayo biológico se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 100 aves distribuidas en cuatro tratamientos (T0: Control, T1: 5%, T2: 10% y T3: 15%), con 5 repeticiones de 5 aves cada una. El monitoreo estadístico mediante ANOVA de medidas repetidas determinó que la alfarina no deprimió significativamente el crecimiento ponderal de los lotes ($p = 0,836$). Al día 41 del ciclo, el tratamiento T2 (10%) reportó el rendimiento zootécnico más eficiente con un peso corporal promedio de 1.671,94 ± 208,35 gramos, una óptima dinámica de ganancia de peso semanal final ($p = 0,023$) y la mejor viabilidad financiera según la relación beneficio/costo. En conclusión, la alfarina califica como un aditivo prebiótico funcional e inocuo para la avicultura intensiva local.

Palabras clave: Alfarina, Cobb 500, Parámetros productivos, Relación beneficio/costo, Tanicuchí.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EVALUATION OF THREE LEVELS OF ALFARINA (ALFALFA MEAL) (5%, 10%, 15%) IN BROILER CHICKENS IN TANICUCHI PARISH"

Author:

Herrera de la Cruz Oscar Tarquino

ABSTRACT

Current poultry production faces constant challenges due to the economic fluctuation of traditional raw materials such as corn and soybean meal. This research project was carried out in Tanicuchí parish, Cotopaxi province, with the objective of evaluating the effect of including three levels of alfarina (alfalfa meal) (5%, 10%, and 15%) in the diet of Cobb 500 broiler chickens. The bromatological characterization performed at the Laboratory determined that the forage possesses 19.77% crude protein, 29.77% crude fiber, and 89.87% dry matter. For the biological trial, a Completely Randomized Design (CRD) was used with 100 birds distributed into four treatments (T0: Control, T1: 5%, T2: 10%, and T3: 15%), with 5 replicates of 5 birds each. Statistical monitoring through repeated-measures ANOVA determined that alfarina did not significantly depress the weight gain of the batches ($p = 0.836$). By day 41 of the cycle, treatment T2 (10%) reported the most efficient zootechnical performance with an average body weight of 1,671.94 ± 208.35 grams, an optimal final weekly weight gain dynamic ($p = 0.023$), and the best financial viability according to the benefit/cost ratio. In conclusion, alfarina qualifies as a functional and safe prebiotic additive for local intensive poultry farming.

Keywords: Alfarina, Benefit/cost ratio, Cobb 500, Productive parameters, Tanicuchí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACION DE AUDITORIA……....ii
CONTRATO DE SECION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR…….…….iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION…….....iv
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION……..….v
AGRADECIMIENTO ……vi
DEDICATORIA ……vii
RESUMEN…….viii
ABSTRACT …….…....ix
1 INFORMACIÓN GENERAL 1
2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO 1
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 3
4 **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.** 3
5 OBJETIVOS 4
6 ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACION 6
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTIFÍCA TÉCNICA 7
8 Alimentación en pollos de engorde 9
9 Fisiología del sistema digestivo del pollo de engorde 11
10 Órganos accesorios del sistema digestivo 17
11 Proteína 20
12 Ácidos grasos 21
13 Requerimiento de Energía (AMEn) 223
14 Fuentes de Proteínas alternativas. 24
15 Desbalance y consecuencias del Exceso de Proteínas 26
16 Calidad e importancia del agua. 27
17 Infraestructura 28
18 Principales Enfermedades de impacto de impacto avícolas. 30
19 La alfalfa 31
20 Propiedades y composición de la alfalfa 35
21 VALIDACION DE LA HIPOTESIS. 37
22 METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 37
23 METODO 39
24 TECNICA DE FICHAJE 39
25 DISEÑO EXPERIMENTAL 39

26 DURACION DE LA INVESTIGACION 40
27 Desinfección y medidas de bioseguridad del galpón 40
28 Administración del alimento 41
29 VARIABLES EVALUADAS 41
30 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS 43
31 IMPACTOS 47
32 CONCLUSIONES 49
33 RECOMENDACIONES 49
34 Bibliografía 50
35 ANEXOS .....

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: "Evaluación de tres niveles de alfarina (harina de alfalfa) (5-10-15%) en pollos de engorde en la Parroquia Tanicuchí"

Fecha de inicio: Abril del 2026

Fecha de finalización: Agosto del 2026

Lugar de ejecución: Parroquia Tanicuchi del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Recursos Zoogeneticos locales, conservación y desarrollo sostenible.

Equipo de trabajo:

Oscar tarquino Herrera de la Cruz (Anexo 1)

Dr. Xavier Cristobal Quishpe Mendoza, Mg. (Anexo 2)

Área de Conocimiento: Agricultura

Sub área: 64. Veterinaria

Línea de investigación: Producción y biotecnología animal.

Sub línea de investigación de la Carrera; Producción animal y nutrición.

2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El uso de alfarina (Harina de alfalfa) como adición en la alimentación de pollos de engorde se representa como una alternativa nutricional por su alto contenido en fibra, proteínas y vitaminas (A, E, K), minerales y otros compuestos bioactivos, carotenoides y flavonoides. Estos componentes permiten un desarrollo fisiológico en los pollos de engorde lo que da como resultado que las aves tengan una mejor calidad en su carne, además de evitar la dependencia de ingredientes convencionales como es el caso del maíz y la soya ya que estos varían

constantemente. Dentro de este proyecto es evaluar los tres niveles de inclusión de la alfarina (Harina de alfalfa) lo que permite determinar su potencial como ingrediente en la alimentación de los pollos de engorde (1).

La producción avícola busca reducir el costo de alimentación ya que este varía entre el 60 y 70% del costo total de la producción. Al realizar la adición de productos forrajeros que se encuentran disponibles localmente, como es el caso de la alfalfa, que puede ayudar al productor a disminuir la dependencia de materias primas importadas y mejorar la rentabilidad en las explotaciones avícolas. Por lo tanto, este proyecto permitirá generar información científica sobre la validad económica y productividad del empleo de la alfarina (Harina de alfalfa) en la alimentación de los pollos de engorde (2).

Asimismo, diversos estudios han demostrado que la inclusión moderada de la alfarina (Harina de alfalfa) permite favorecer la salud intestinal de las aves gracias a la presencia de fibra estructural y compuestos antioxidantes, contribuyendo a mantener una microbiana equilibrada y favorecer el sistema inmunológico. Ayudando a mejorar la conversión alimenticia, menor incidencia de enfermedades digestivas y una reducción de antibióticos como promotores de crecimiento (3).

El uso de alfarino (Harina de alfalfa) favorece el aprovechamiento de recursos agrícolas renovables y promueve que el sistema de producción sea más sostenible. La

alfalfa permite una elevada capacidad de fijación biológica de nitrógeno, reduciendo la necesidad de emplear fertilizantes químicos y ayudando a mejorar la calidad del suelo. Al ser empleada como alimento animal disminuye la presión sobre cultivos destinados exclusivamente a la fabricación de alimentos balanceados, lo que favorece una economía circular en el sector agropecuario (4).

La presente investigación posee una importancia científica que permita establecer niveles óptimos dentro de la inclusión de la alfarina (Harina de alfalfa) en dietas para pollos de engorde (Cobb 500), en el cual se evalúa variables productivas como es la ganancia de peso, consumo de alimento y rendimiento a la canal. Los resultados obtenidos funcionaran como base para futuras investigaciones que podrán ser empleadas para futuros productores, estudiantes y profesionales del área pecuaria que permitan mejorar los programas de alimentación avícola (5).

Finalmente, este proyecto presenta una relevancia social y económica que permite ofrecer alternativas de alimentación que permitan incrementar la productividad de los pequeños y medianos productores avícolas, reduciendo costos sin afectar el rendimiento zootécnico de las

aves. La generación de información sobre el uso de alfarina (Harina de alfalfa) permitirá el desarrollo de futuros sistemas de producción más eficiente, sostenible y competitiva, fortaleciendo la seguridad alimentaria y promoviendo el aprovechamiento de recursos forrajeros que se encuentre en la zona avícola (6).

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Directos

- Productores avícolas y sus núcleos familiares de la parroquia Tanicuchi cantón Latacunga, involucrados de manera directa en las actividades relacionadas con la producción avícola.

- Investigador, como requisito para la obtención del título de Médico Veterinario.

Indirectos

- Productores y habitantes de la provincia de Cotopaxi y de provincias aledañas, vinculados con la crianza, manejo y producción de las especies animales objeto de estudio.
- Docentes investigadores y estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria interesados o vinculados con el área de investigación abordada en el presente estudio.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A nivel mundial, la producción avícola se enfrenta al desafío de producir carne de pollo de alta calidad, sostenible y con menores costos de alimentación, ya que la alimentación que se suministra alas pollos de engorde representa el mayor porcentaje del costo de producción. Dentro de este, se presenta un crecimiento del interés del uso de ingredientes alternativos, como es el caso de la alfarina (Harina de alfalfa), debido a su contenido nutricional como proteínas, fibra, vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes. Pero su alto contenido de fibra podría limitar su digestibilidad y el desempeño productivo de los pollos de engorde al ser empleada en niveles inadecuados. Diversas investigaciones han evaluado su inclusión en las dietas avícolas, en la cual no se presentan consensos sobre el porcentaje optimo que permita obtener beneficios productivos sin afectar la conversión alimenticia y la ganancia de peso, permitiendo evidenciar

la necesidad de continuar investigando su empleo dentro de la alimentación de los pollos de engorde (7).

En Ecuador, la avicultura constituye una de las principales actividades pecuarias, sin embargo, los productores enfrentan el crecimiento constante del costo de materias primas tradicionales, como el maíz y la harina de soya, lo que causa una reducción de la rentabilidad del sector avícola. Lo que permite que en el Ecuador el productor pequeño y mediano disponga de áreas aptas para el cultivo de alfalfa y recientemente se desarrollan investigaciones sobre la inclusión de alfarina (Harina de alfalfa) como alimento de inclusión en pollos de engorde, el cual, presenta información limitada de la misma en condiciones de producción y en nivel de la inclusión más beneficiosa que ayude la alimentación de las aves desde un punto de vista técnico y económico. Esta ausencia de evidencia dificulta que los productores adopten este ingrediente como alternativa de los balanceados (8).

En la provincia de Cotopaxi, la actividad avícola tiene una importancia económica significativa en pequeños y medianos productores, quienes buscan alternativas alimenticias que les ayuden a reducir costos sin comprometer el rendimiento zootécnico de las aves. A pesar de que la provincia posee condiciones favorables para el cultivo de alfalfa y existen investigaciones relacionada con el uso de la alfarina (Harina de alfalfa) que permite mejorar la calidad de la pigmentación de la carne de pollo, aún se escala la información sobre su efecto en el parámetro productivo como la ganancia de peso, el consumo de alimento, conversión alimenticia y la rentabilidad cuando esta es incorporada en diferentes niveles durante su desarrollo del ave de engorde. Esta carencia de información científica limita la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de este recurso forrajero en los sistemas de producción avícola de la provincia (9).

5 OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres niveles de alfarina (harina de alfalfa) (5 %, 10 % y 15 %) en la dieta de pollos de engorde, mediante el análisis de los parámetros zootécnicos, rendimiento a la canal y relación beneficio/costo, para determinar el nivel de inclusión que proporcione la mejor respuesta productiva y económica.

Objetivos específicos

- Determinar la composición bromatológica de la alfarina (harina de alfalfa), mediante análisis de laboratorio de sus principales componentes nutricionales, para establecer su

calidad y aporte nutricional como ingrediente alternativo en la alimentación de pollos de engorde.

- Comparar el efecto de tres niveles de alfarina (5 %, 10 % y 15 %) en la dieta de pollos de engorde, mediante la evaluación del peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y rendimiento a la canal, para identificar el nivel que genere el mejor desempeño productivo.
- Determinar la viabilidad económica de los diferentes niveles de alfarina (5 %, 10 % y 15 %), mediante el análisis de los costos de alimentación, ingresos generados y relación beneficio/costo de cada tratamiento, para establecer el nivel económicamente más rentable en la producción de pollos de engorde.

6 ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACION

TABLA 1

*Actividades relacionadas con los objetivos planteados en la investigación***.**

Objetivo	Actividad	Resultado	Medio de verificación
Determinar la composición bromatológica de la alfarina (harina de alfalfa), mediante análisis de laboratorio de sus principales componentes nutricionales, para establecer su calidad y aporte nutricional como ingrediente alternativo en la alimentación de pollos de engorde.	Recolección y deshidratación del forraje en Lasso. Homogenización y preparación de las muestras. Envío de las muestras al laboratorio. Ejecución del análisis proximal físico-químico bajo normas AOAC.	Obtención del perfil bromatológico de la alfarina: proteína cruda (19,77 %), fibra cruda (29,77 %) y extracto etéreo (1,47%).	Reporte oficial de la composición bromatológica.
Comparar el efecto de tres niveles de alfarina (5 %, 10 % y 15 %) en la dieta de pollos de engorde, mediante la evaluación del peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y rendimiento a la canal, para identificar el nivel que genere el mejor desempeño productivo.	Formular y suministrar las dietas experimentales. Registrar y evaluar los parámetros zootécnicos durante el periodo experimental, considerando el peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Determinar el rendimiento a la canal y analizar los resultados productivos obtenidos en cada tratamiento	Se obtuvo las dietas para los tratamientos experimentales. Distribución aleatoria de las 100 aves en un (DCA)	Hojas de registro de campo diario. Registro del consumo de alimento. Tabla de datos. Resultado estadístico
Determinar la viabilidad económica de los diferentes niveles de alfarina (5 %, 10 % y 15 %), mediante el análisis de los costos de alimentación, ingresos generados y relación beneficio/costo de cada tratamiento, para establecer el nivel económicamente más rentable en la producción de pollos de engorde.	Registrar y cuantificar los costos de producción y alimentación correspondientes a cada tratamiento. Determinar los ingresos económicos generados por cada tratamiento Calcular el beneficio/costo de los tratamientos experimentales.	Se registraron y sistematizaron los ingresos y egresos generados durante la ejecución del proyecto mediante el uso de Microsoft Excel,	Hojas de cálculo en Excel. Cédulas presupuestarias del ensayo. Relación beneficio/costo de cada tratamiento.

7 FUNDAMENTACIÓN CIENTIFÍCA TÉCNICA

7.1 Producción Avícola en Ecuador

En Ecuador hay un aproximado de 1,819 granjas productoras de aves de engorde a nivel nacional. Lo que permite generar alrededor de 2,000 millones de dólares anuales y más de 30,000 empleos directos, lo que permite superar una producción de hasta 490,000 toneladas de carne de pollo al año (10).

La industria avícola es uno de los sectores agropecuarios que se ha de dicado a la cría de aves, tanto como la producción de carne y huevos. Siendo un motor clave económicamente, generación de empleo, seguridad alimenticia y presenta una parte significativa de PIB agropecuario en Ecuador (11)

El desarrollo del sector avícola es abarcado desde pequeños productores rurales hasta grandes empresas, ya que esta actividad de criar y cuidar aves de corral, incluida la avicultura comercial (12).

7.2 Características del pollo de engorde.

Los pollos de engorde cobb 500 es una línea genética hibrida del gallus gallus domesticus, ya que esta línea de aves de engorde permite una eficiente producción de carne. Lo que permite un rápido crecimiento, excelente conversión alimenticia alta uniformidad y una gran capacidad para adaptarse a diferentes climas y dietas (13).

El pollo de engorde de hoy en día es el resultado de un exhaustivo proceso de selección genética orientado a maximizar la producción de proteínas cárnicas. Estas aves de corral son identificables por tener un metabolismo rápido que les permite alcanzar un peso ideal para el sacrificio en el lapso de tiempo muy corto. Morfológicamente, presenta un cuerpo robusto y amplio, con un destacado desarrollo muscular en las áreas de la pechuga y los muslos. La fisiología de estas aves ha sido alterada para mostrar un elevado crecimiento diario y un apetito intenso y constante. Esta necesidad de alimentación implica que el sistema digestivo del alimento debe funcionar de forma especializada, desarrollando la asimilación de grandes cantidades de alimento/nutrientes sin provocar desequilibrio en el organismo. La clave para el éxito es este sistema de producción radica en reconocer que esta rápida tasa de crecimiento requiere unas condiciones de manejo muy estrictas en los criaderos de aves (14).

Las evaluaciones del rendimiento de la carne, la transformación anatómica de los pollos de engorde ha aumentado su capacidad para acumular tejido magro en las últimas décadas. La canal de estas aves modernas muestra un nivel de grasa subcutánea e intramuscular

notablemente bajo, lo que se alinea con las exigencias de los consumidores que buscan carnes más saludables. La producción de la canal eviserada es extraordinariamente alta en comparación con otras especies de ganado, a menudo excediendo el setenta por ciento del peso vivo del animal que se registra en la báscula. Esta cantidad de carne empleada disminuye los desperdicios en las instalaciones de procesamiento y mejora los márgenes de beneficio para la industria. Sin embargo, este gran desarrollo muscular pone una presión mecánica significativa sobre el esqueleto del ave, lo que requieren un monitoreo cuidadoso de la salud de sus extremidades inferiores (15).

Los pollos destinados a engorde tienen una homeostasis interna muy frágil que los hace especialmente susceptibles a cambios en su entorno. Debido a su rápido aumento de tamaño y gran masa muscular, estas aves producen una considerable cantidad de calor metabólico interno que necesita ser eliminado de manera efectiva. Al no contar con glándulas sudoríparas, su única forma de regular la temperatura corporal es atreves del jadeo y del manejo del clima en el gallinero. Cambios bruscos de temperatura, corrientes de aire directas e indirectas, niveles altos de gas de amoníaco causando problemas en el sistema respiratorio. Mantener un ambiente controlado es fundamental para garantizar que las aves empleen su energía metabólica en crecimiento y no en la lucha contra estresores biológicos (16).

7.3 Línea genética Cobb 500

La línea genética Cobb 500 es reconocida a nivel mundial como el hibrido de pollo de engorde más eficiente y exitoso del mercado debido a su extraordinario diseño genético enfocado en la maximización productiva. Este biotipo comercial destaca principalmente por manifestar una tasa de crecimiento acelerado y una excelente conformación corporal homogénea, lo que garantiza lotes de aves con alta uniformidad en los galpones. Su selección biológica se ha estructurado meticulosamente a lo largo de décadas para responder de manera óptima a las altas exigencias del sector industrial avícola. Dichas mejoras no solo se priorizan en la ganancia de peso diaria, sino también el fortalecimiento de la salud esquelética y cardiovasculares del animal, disminuyendo las tasas de mortalidad por afecciones metabólicas severas (17).

Las directrices de manejo comerciales, el parámetro de eficiencia de alimentación constituye la mayor fortaleza económica del Cobb 500 frente a otros competidores del sector zootécnico global. Esta línea posee una capacidad única para convertir dietas con densidades de nutrientes más bajas o alternativas en tejido muscular magro de manera altamente rentable. Este desarrollo bilógico busco disminuir de forma progresiva el índice de conversión alimenticia (ICA), dando

como resultado aves que requieren menor cantidad de granos de balanceado por cada kilogramo de peso ganado. Esta ventaja digestiva permite una reducción del impacto de los costos de alimentación, los cuales representan la mayor parte de la investigación total dentro de la producción de la carne en aves (18).

El rendimiento ala canal y el corte de pechuga representan las características morfológicas más atractivas para los productores avícolas. El Cobb-500 se ha empleado específicamente para el depósito de una masiva cantidad de carne en la zona pectoral, llegando a superar con creses el veinte por ciento del eso vivo total de la canal despresada. Su morfología compacta y redondeada optimiza el proceso de eviscerado automático y manual, reduciendo las mermas post-morten durante su faena miento. Además, el rendimiento general de los muslos, piernas y alas mantienen un equilibrio anatómico que satisface la altas demandas (19).

El éxito en la manifestación del potencial genético del Cobb-500 se encuentra conectado al manejo estricto de las condiciones ambientales dentro de las instalaciones. Aunque este hibrido demuestra una tolerancia superior al estrés calórico en comparación a otras líneas pesadas, requiere una ventilación y humedad controladas para evitar caídas en el consumo. El manejo de la cama, la calidad microbiológica del agua y el control de la densidad de población por metro cuadrado son factores críticos que determinan el bienestar del ave. Una infraestructura óptima permite que los pollos expresen su voracidad natural sin sufrir problemas podales o de pechuga causados por el contacto prolongado con humedad (20).

8 Alimentación en pollos de engorde

El reto que presenta la avicultura es el desarrollar a un pollo con un alto contenido genético que permita una conversión de alimento a carne, ya que este es el único animal que incrementa su peso de una semana (7 días) con un aumento de 4.6 veces su peso inicial, lo que con lleva a que el pollo deba de ganar 65 gramos diarios promedio día, dando como resultado un consumo de 95 a 100 gramos por día, por lo cual los avicultores deben convertir cada año de manera más eficiente el alimento. (21)

Durante las primeras semanas el alimento debe de ser con un nivel alto de proteína y niveles bajos de energía, altos niveles de sal (sodio). No son recomendable las harinas. (21)

El crecimiento de la producción avícola está teniendo un efecto profundo dentro de los alimentos balanceados y materias primas. El alimento es el insumo más importante en la producción de aves de engorde en términos de costos, y la disponibilidad de alimentos de alta

calidad y bajo precio es crítico para que la producción avícola siga siendo competitiva y continúe creciendo para satisfacer la demanda de proteína animal. (22)

Como en otros animales, las aves de engorde también requieren en su dieta carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas. (23)

De acuerdo con la investigación de Leeson y Summers (2018), explicando que la nutrición de aves, la nutrición del pollo de engorde actual es esencial para lograr un rendimiento económico y productivo óptimo en cualquier granja. Una alimentación adecuada debe suministrar las proporciones precisas de energía metabolizable, aminoácidos esenciales, ácidos grasos, vitaminas y minerales necesarias para el ave en el funcionamiento de la fase de crecimiento. La planificación de las dietas se organiza en etapas (pre inicio, inicial, crecimiento y finalizador) que maximiza el uso de los nutrientes y minimizar el derroche metabólico. Dentro de las semanas iniciales, el objetivo principal es favorecer un rápido desarrollo del sistema digestivo y del sistema inmunitario del ave. Después de esto, la dieta se enfoca en promover la acumulación máximas de la masa muscular magra de manera efectiva. La correcta proporción de estos ingredientes garantiza que el ave pueda alcanzar su máximo potencial genética dentro del gallinero (24).

Los modelos de simulación en la producción avícola, el consumo de alimento decidido por los polos esta principalmente influenciado por la cantidad de calorías en su dieta diaria. Las aves de cría pueden fisiológicamente modificar la cantidad de alimento que ingieren para cumplir con sus necesidades energéticas tanto para el mantenimiento como para su crecimiento. Si una dieta tiene una baja cantidad de energía, el ave aumentara su ingesta de alimento balanceado, siempre que su sistema digestivo no impida este aumento. Esta respuesta adaptativa exige quienes formulen las dietas mantengan un correcto equilibrio entre la energía metabolizable y la cantidad ideal de proteína en la alimentación. Si se produce un desequilibrio en este aspecto podría resultar en un almacenamiento excesivo de grasa corporal o en grandes retrasos en el aumento peso programado (25).

Las corrientes en avicultura sostenible, la incorporación de ingredientes vegetales alternativos esta modificado los esquemas convencionales de alimentación comercial. La utilización táctica de forrajes secos y triturados, como la alfarina (Harina de alfalfa), por ser un excelente medio para la introducción de la fibra dietética y compuestos bioactivos beneficiosos para el sistema digestivo. Estos elementos no convencionales fomentan el movimiento intestinal, apoyando un adecuado desarrollo de la molleja y favorecen la generación de un microbiota cecal saludable. Además, el empleo de materias primas locales contribuye a disminuir la fuerte dependencia

económica de los granos importados tradicionales como el maíz y soya. La diversificación en la dieta permite una reducción significativa de los costos de producción general sin poner en riesgo los parámetros zootécnicos del lote (26).

9 Fisiología del sistema digestivo del pollo de engorde

Siendo el sistema digestivo de las aves de engorde un sistema simple pero eficiente a diferencia de otras especies como es el caso del ganado vacuno. El proceso evolutivo ha permitido que las especies aviares desarrollen un sistema digestivo simple dando como resultado ser más ligero. Lo que permite que la dieta de las aves sea más fácil de digerir y de alta calidad. Esto permite que las aves alcancen el rendimiento productivo esperado. (27)

El sistema digestivo se encuentra compuesto por el tubo digestivo, el cual es el ingreso del alimento, hasta donde se elimina los desechos del cuerpo, junto con el hígado y el páncreas. Siendo el sistema digestivo el responsable del ingreso de alimento para la absorción de nutrientes constituyentes y una absorción en el torrente sanguíneo.

La velocidad de tránsito de los alimentos a través de este sencillo tubo digestivo es una de las más rápida del reino animal. Esta aceleración del paso no reduce la eficiencia de la digestión, sino que responde a una alta densidad de transportadores celulares a nivel de membrana. El sincronismo biológico entre el impulso mecánico del canal y la secreción de enzimas asegura un flujo continuo de nutrientes hacia el torrente sanguíneo. Esta dinámica es esencial para mantener la alta tasa de síntesis de tejido requerida por la línea Cobb 500 durante su fase máxima de engorde (28).

La integridad de las células de la barrera mucosa en este canal es el factor más importante para evitar problemas de malabsorción. El tracto digestivo no solo desempeña una función puramente nutricional, sino que también actúa como la primera línea de defensa inmunológica contra los patógenos ambientales. La mucosa intestinal está en constante renovación, un proceso biológico que requiere una importante cantidad de energía y aminoácidos de fácil digestión. Cualquier cambio patológico o nutricional en esta estructura reduce inmediatamente la curva de crecimiento del rebaño y aumenta la rotación de alimento (29).

- **Pico/boca. -**

Las aves obtienen su alimento usando el pico. El alimento que recoge ingresa a la boca, esta contiene glándulas que permiten la secreción de saliva lo que permite humedecer el alimento y permita una mejor deglución. La saliva produce enzimas como es el caso de la amilasa que permite el proceso de digestión. La lengua es encargada de empujar el alimento hacia la parte posterior de la boca para tragarlo.

Los picos de las aves tienen una alta densidad de mecanorreceptores y termorreceptores especializados que controlan la percepción del balanceado. Estas estructuras sensoriales permiten al pollito estimar el tamaño, la dureza y la temperatura de las partículas de alimentos con extrema precisión antes de ingerirlas. La ausencia de dientes se compensa con esta capacidad de selección física, que incide directamente en la alimentación voluntaria del animal en el establo. El control de la granulometría del equilibrio correcto optimiza el funcionamiento del pico y reduce el desperdicio en los comederos automáticos (30).

La saliva liberada en la cavidad bucal tiene un papel lubricante más que un efecto digestivo profundo debido a su corto tiempo de retención. Dado que el alimento permanece un el pico unos segundos, la amilasa salival actúa principalmente mientras el bolo permanece en el buche. El moco salival es rico en glicoproteínas que protegen las delicadas paredes del esófago contra el desgaste mecánico causado por los componentes dietéticos agresivos. Este mecanismo de hidratación es fundamental si estas consumiendo una dieta que incluya harinas deshidratadas que tienen a retener agua (31).

- **El esófago. -**

Transporta los alimentos desde la boca hasta el buche y desde el buche al proventrículo. El esófago es un tubo flexible que conecta la coca con el resto del tracto digestivo el esófago aviar tiene una capa muscular muy desarrollada que realiza movimientos peristálticos de gran amplitud. Esta flexibilidad anatómica permite que grandes bolos de comida pasen libremente sin riesgo de asfixia debido a la compresión de la tráquea. La túnica mucosa del esófago tiene muchas glándulas mucosas tubulares que aumentan la lubricación del canal durante los periodos de ingesta Rápida de alimentos. Su alta distensibilidad es un rasgo evolutivo adaptado para la deglución eficiente e grandes porciones de alimentos (32).

El esófago también actúa como vía de doble vía en los procesos fisiológicos de regulación gástrica y reflujo digestivo. Los movimientos antiperistálticos permiten que determinadas fracciones liquidas o enzimáticas suban temporalmente para mejorar la hidratación de los alimentos en las porciones superiores. El epitelio escamoso estratificado que reduce su interior que proporciona una excelente resistencia biológica al daño causado por partículas gruesas en la dieta. Mantener la salud de este epitelio garantiza una transición limpia y equilibrada a las siguientes etapas de la digestión (33).

- **El proventrículo.-**

Es un estomago glandular que produce enzimas digestivas similares alas de un perro o gato, el ventrículo es extremadamente muscular y una superficie mucosa cubiertas por capas de kiolina (cutícula). La arena presente dentro del ventrículo permite la trituración de las semillas.

El proventrículo realiza una función química extremadamente compleja a pesar del reducido tamaño anatómico de las aves. Estas células oxitopépticas gástricas de esta glándula secreta simultáneamente ácido clorhídricas y pepsinogeno bajo estricto control neuroendocrino. Este entorno químico reduce drásticamente el pH del bolo, lo que inicia la desnaturalización de las proteínas complejas de la ración. La eficacia de esta fase química determina la calidad de las descomposiciones de las proteínas, que luego se complementara en el intestino (34).

El tiempo que el alimento permanece en el pro ventrículo es muy cortó antes de su ingreso para su trituración. Por esta razón, los dos organismos funcionan como una unidad morfofuncional integrada en la que el químico se mezcla y remezcla continuamente por reflujo. Las papilas macroscópicas son visibles en la mucosa pro ventricular donde convergen los conductos colectores de las glándulas gástricas profundas. Garantizar que esta estimulación química funcione correctamente evita el paso de fragmentos proteicos completos a las partes distales del canal (35).

- **Ventrículo (Molleja).-**

Siendo este el estómago muscular y el marcapasos de la motilidad intestinal. Dentro de la molleja se produce la digestión química en la cual se encuentran con el ácido clorhídrico con un pH ácido de 0,5-2,5, pepsinógeno y moco. Durante la digestión mecánica se produce las contracciones rítmicas. Permitiendo una musculatura potente (contracción), una superficie abrasiva como es la mucosa con queratina y piedras que las aves consumen para triturar semillas (36).

El ventrículo es considerado un verdadero motor mecánico del sistema digestivo debido a la fuerza que ejercen sus gruesos músculos. Sus fuertes contracciones musculares asimétricas crean una tremenda presión física capaz de triturar los granos más duros y las complejas fibras vegetales. La cutícula de colín que recubre su interior se renueva constantemente para soportar este fuerte roce sin sufrir heridas erosivas. Una molleja bien desarrollada mejora la digestibilidad generada del alimento al aumentar la superficie de contacto de las enzimas (37).

La inclusión de partículas de fibra estructural en los pollos estimula el desarrollo hipertrófico beneficioso de los músculos de la cadera. El consumo de piedras pequeñas o materias abrasivos adecuados actuando como sustrato abrasivo que optimiza la reducción de tamaño de las

partículas de viruta. Cuando el ventrículo trabaja a su máxima capacidad mecánica, se aumenta el tiempo de residencia de los alimentos en el estómago glandular, lo que mejora la digestión de las proteínas. Este estimulo físico previene el desarrollo de enteritis bacteriana al asegurar que el quimo llegue al duodeno finalmente molido (38).

- **El intestino delgado. -**

En las aves la túnica mucosa del intestino delgado posee vellosidades que son evaginaciones en forma de hoja dispuesta en un patrón de zig-zag. Estas vellosidades permiten el ingreso de criptas o glándulas intestinales cortas y ligeramente sinuosas. (39) El intestino delgado se encuentra dividido en tres secciones duodeno (duodenal), el yeyuno y el íleon. El duodeno recibe enzimas digestivas y bicarbonatos producidos en el páncreas, igual como en la bilis del hígado. El páncreas al producir jugos digestivos permite la digestión de proteínas. La bilis permite una buena digestión para los lípidos y vitaminas liposolubles. El yeyuno y el íleon se componen de un número de secciones en forma de u durante el largo del borde mesentérico dorsal (40). Estos morfológicamente no se encuentran demacrados de forma evidente. El divertículo de Meckel, siendo este un vestigio entre la conexión embrionaria entre el intestino y el saco vitelino presente entre el 80 y 90% de las aves, internamente se desarrolla tejidos linfáticos similares a las placas de Peyer. El intestino delgado finaliza en la unión de la ílio-cecal, área donde surgen dos ciegos que corren a cada lado del colon. (39).

La morfología en zigzag de las vellosidades maximiza la superficie para la absorción activa de carbohidratos, lípidos y aminoácidos esenciales. Esta disposición geométrica especializada permite a los enterocitos capturar los nutrientes digeridos antes de que el quimo avance mediante rápidos movimientos peristálticos. Las criptas de Lieberkuhn, situada en las bases de las vellosidades, actúan como nichos celulares responsables de la constante renovación epitelial. Un estado nutricional óptimo acelera la mitosis de estas células, garantizando la eficiente absorción de glucosa y aminoácidos en la sangre (41).

La secreción adecuada de sales billares y jugo pancreático es el factor limitante para la absorción de grasa en los alimentos para aves. El divertículo de Meckel sirve como un hito anatómico esencial para evaluar el desarrollo diferencial entre el yeyuno y el ileon en estudios de campo. Las placas de tejido linfático en esta área actúan para monitorear el microbiota luminal, previniendo costosas respuestas inflamatorias sistémicas. La eficiencia digestiva del intestino delgado determina el éxito de la canal, ya que es la única vía de entrada de nutrientes (42).

- **El intestino grueso.-**

Siendo el intestino grueso muy diferente que el intestino delgado, ya que este es muy diferente tanto por su tamaño como por su largo y poseer una pared de mayor espesor. El intestino grueso consta de dos ciegos y un segmento colo-rectal final. El ciego se encuentra unidos al intestino delgado por los pliegues peritoneales. El ingreso del ciego presenta una red Inter digitada de vellosidades que permiten la separación del contenido que pasa al colon, actuando como filtro que excluye grandes partículas y separando líquidos de partículas menores. En las regiones de la porción proximal de los ciegos las vellosidades se hacen largas y las criptas cortas, no presenta la muscular de las mucosas. En la región media la mucosa forma grandes pliegues, las vellosidades se acortan y la muscular de la mucosa posee mayor espesor y consta de dos capas (43).

El ciego es el principal sitio de fermentación anaeróbico en pollos de engorde para la utilización de carbohidratos complejos. Una red de bolsas en la entrada cecal actúa como un tamiz dinámico que excluye las partículas vegetales grandes y permite que solo entren fracciones solubles. En estos sacos ciegos, las bacterias beneficiosas descomponen la fibra soluble y los alfaoligosacaridos y producen ácidos grasos de cadena corta. Estos metabolitos orgánicos proporcionan una fuente directa de energía para las células epiteliales del colon (44).

El segmento colorrectal controla de manera critica la consistencia de las excretas y la higiene de la cama. A pesar de su corta longitud, la mucosa de este segmento tiene una alta capacidad para absorber agua y los electrolitos más importantes del quimo terminal. Los pliegues de la túnica muscular del intestino grueso permiten afinar la cantidad de desechos dirigidos a la cloaca. El correcto funcionamiento de esta sección evita problemas con la cama húmeda en el establo, lo que reduce la aparición de pododermatitis (45).

- **Cloaca.-**

La cloaca es un órgano muy complejo de tres compartimientos responsables de la gestión de los desechos metabólicos y reproductivos. La separación física causada por los pliegues copurorodeal y uroproctodeal previenen la contaminación cruzada de productos de desecho y vías biológicas reproductivas. Esta estructura muscular funciona bajo control nervioso autónomo reflejo, que coordina con precisión los momentos de evacuación y retención. La elasticidad de su tejido le permite adaptarse a cambios drásticos en la cantidad de líquido que segrega el animal (46).

La cloaca participa activamente en los procesos de conservación del agua corporal a través del movimiento de esfínteres con fina regulación biológica. El revestimiento epitelial de las tres

caras está adaptado a las células para resistir el contacto prolongado con uratos y ácidos orgánicos de origen fecal. La coordinación motora de estos extremos pase sin provocar un reflujo no deseado hacia los conductos glandulares internos. La salud anatómica de la cloaca es fundamental para mantener la higiene externa del ave antes del sacrificio (47).

Siendo este la porción terminal común de los sistemas digestivos, genital y urinario. Este se encuentra conformado de la siguiente forma craneal a caudal, coprodeo, urodeo y proctodeo.

- **Coprodeo.-**

Ubicada en el área más craneal es el encargado de almacenar la materia fecal, este se encuentra continuo al intestino grueso separado del urodeo por el pliegue coprourodeal (48).

- **Urodeo.-**

Encargado de almacenar la orina y los uratos antes de la evacuación de la cloaca, los uretres se abren en este receptáculo. Los oviductos o conductos deferentes se abren en el urodeo. La orina se moviliza por retroperistalsis del urodeo hacia el coprodeo y el intestino grueso para la reabsorción de agua (49).

- **Proctodeo.-**

Este se encuentra separado del urodeo por el pliegue uroproctodeal. Siendo este pliegue más prominente dorsalmente y desaparece gradualmente ventralmente. El epitelio del proctodeo en los pollos consta de células altas y secretoras con micro vellosidades cortas (50).

El coprodeo sirve como cámara de almacenamiento con la mayor capacidad para estirarse con flexibilidad hacia el canal terminal. Su mucosa es capaz de resistir altas concentraciones de toxinas bacterianas residuales, impidiendo su paso al espacio peritoneal. Por otro lado, el urodeo recibe continuamente excreción del tracto urinario y mantiene un gradiente osmótico específicos para la estabilización del urato semisólidos. Esta separación de cámaras optimiza le eficiencias de los procesos de evacuación de residuos orgánicos de los pollos. (51).

El mecanismo de transporte inverso desde el urodeo al colon es una de las principales adaptaciones evolutivas a la deshidratación. El proctodeo, que contienen células altamente secretoras con micro vellosidades, produciendo un moco protector especializado rico en inmunoglobulinas que reduce los bolos fecales salientes. Este revestimiento mucoso reduce la fricción den el esfínter cloacal externo y reduce el daño mecánico durante la defecación. El equilibrio fisiológico de estar tres porciones asegura una excreción limpia y controlada de los excrementos. (52).

- **Bolsa cloacal o bolsa de Fabricio.-**

Situada dorsalmente sobre el recto y próxima a la cloaca, este órgano linfoide tiene la forma de saco y se encuentra situada sobre el recto y próxima a la cloaca. (53). Esta se encuentra constituida en tres capas:

- Una capa serosa que es más externa y está integrada por un mesotelio y tejido conectivo laxo.
- Otra capa muscular, formada por varias capas de fibras musculares lisas.
- Y una mucosa que rodea la luz del órgano, siendo más interna y dispuesta en largos pliegues longitudinales, llamadas laminas bursaes.
- Conteniendo hasta 100.000 folículos linfoides, siendo agrupaciones nodulares de linfocitos B.

La bolsa de Fabricio es un sitio exclusivo e indispensable para la maduración de las células B de defensa. Durante las primeras semanas de vida de un pollo de engorde, este órgano experimenta un desarrollo exponencial para construir el repertorio de anticuerpos del animal. La lámina mucosa de la bolsa aumenta dramáticamente el espacio disponible para acomodar miles de folículos linfoides activos. La involución prematura de esta bolsa debido al estrés o las toxinas resulta en un estado severo de inmunosupresión en el rebaño. (54).

La estructura histológica tripartita de la bolsa proporciona una protección mecánica óptima para el desarrollo de las células inmunes. Las capas serosas externas evitan la adhesión al tejido rectal circundante, mientras que las capas de musculo liso realizan contracciones suaves que movilizan los líquidos internos. La mucosa interna está expuesta de manera controlada a antígenos que ingresan a través de la vía de drenaje y sirve como sitio para la educación inmunológica temprana. Mantener la integridad de esta bolsa garantiza que el pollo responda eficaz mente a los programas de vacunación (55).

10 Órganos accesorios del sistema digestivo

Los órganos accesorios del sistema digestivo cumplen con la función de procesar los alimentos en ausencia de los dientes por lo que en su lugar se emplea la, molleja y el buche. Estos órganos en las aves incluyen estructuras digestivas como el buche, proventrículo, la molleja, además del hígado, páncreas y la vesícula billar (56).

- Hígado.- este se encuentra suspendido en el peritoneo en la cavidad dorsal derecha e izquierda, este órgano permite el mantenimiento de salud de las aves. Interviniendo en

la digestión, eliminación de toxinas y en el metabolismo de las proteínas, grasas e hidratos de carbono.

- Páncreas.- este permite la producción de enzimas que, sin enviados en 3 conductos, entre algunas enzimas del jugo pancreático se puede encontrar: Amilasa, Lipasas y Tripsina.
- Vesícula billar.- localizada por debajo del hígado, siendo su función de almacenar y concentrar la bilis que es segregada por el hígado. Esta vesícula se estimula por la ingesta de alimentos, principalmente con carne o grasa, este acto permite la expulsión de la bilis concentrada hacia el duodeno.

La actividad bioquímica del hígado en el pollo de engorde moderno está operando al límite de su capacidad debido al metabolismo acelerado de líneas de rápido crecimiento. Este órgano no solo sintetiza la bilis, esencial para emulsificación de las grasas, sino que también sirve como principal centro de distribución de nutrientes en el tejido muscular. La velocidad a la que el hígado procesa los aminoácidos y lípidos absorbidos en el intestino delgado determina directamente la velocidad a la que la carne magra se deposita en la pechuga. Por esta razón, cualquier disfunción hepática causada por micotoxinas o desequilibrios nutricionales resulta en una disminución inmediata de las tasas de conversión alimenticia (57).

La secreción exocrina del páncreas atreves de sus tres conductos hasta el asa duodenal es el evento enzimático más importante para su digestión de los alimentos. Las enzimas amilasa, lipasa y tripsina deben secretarse en proporciones precisas y sincrónicamente como el quimo, para evitar la presencia de sustrato no digerido en el intestino posterior. El páncreas aviar también responde dinámicamente a la presencia de factores anti nutricionales cambiando su tamaño y tasa de secreción para intentar compensar la mala digestión del alimento. Por lo tanto, la salud de este tejido glandular es un requisito esencial para maximizar el uso de fuentes alternativas de alimentos de pienso (58).

La vesícula billar actúa como un centro estratégico de almacenamiento y concentración de ácidos billares, optimizando la digestión de grasas saturadas e insaturadas. Este órgano se contrae de forma refleja en respuesta a la liberación de la hormona colecistoquinina, que se estimula por la presencia de lípidos en el duodeno. La bilis concentrada no solo emulsiona la grasa de la dieta, sino que también es necesaria para la absorción adecuada de las vitaminas liposolubles. Si la ración incluye ingredientes que cambian la viscosidad biliar debe ajustar su volumen de salida para asegurarse una micelización efectiva de los nutrientes (59).

La nutrición en aves de engorde es fundamental para que se garantice un crecimiento más rápido y una buena conversión alimenticia. Siendo que las aves necesitan alrededor de 38 nutrientes esenciales en cantidades equilibradas, las cuales se incluyen proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales y agua. Además, las aves requieren de diversas necesidades nutricionales ya que estas cambian según su edad, la genética y el nivel de producción. La alimentación adecuada para aves nos permite mejorar el rendimiento productivo y la prevención de deficiencias nutricionales que puedan afectar la salud de las aves. El agua es considerada el nutriente más importante, ya que participan todos los procesos fisiológicos de organismo aviar (60).

Siendo las proteínas y aminoácidos esenciales cumplen un papel fundamental para la formación de músculos, plumas y huevos en aves de producción. Los aminoácidos más importantes como la lisina, metionina y treonina, ya que estos no pueden ser sintetizados adecuadamente. Los minerales como el calcio y el fosforo son indispensables para un buen desarrollo óseo y la calidad de los huevos en aves de producción. Las vitaminas participan en en diferentes procesos metabólicos que ayudan a mantener el sistema inmunológico y el metabolismo energético. Una dieta balanceada y correctamente formulada permite mejorar la eficiencia y reduce problemas productivos en las granjas avícolas (61).

La composición moderna del alimento para pollos de engorde ha evolucionado desde un concepto de proteína cruda a un patrón de proteína ideal para satisfacer con precisión los 38 nutrientes esenciales. El objetivo de este enfoque zootécnico es proporcionar el equilibrio exacto de aminoácidos digeribles que necesita el animal y reducir el exceso de nitrógeno que el ave tiene que excretar con un alto coste energético. Las interacciones metabólicas entre las vitaminas solubles en agua y los micronutrientes actúan como un motor catalítico en las vías bioquímicas que convierten los alimentos en tejido vivo. Mantener este estricto equilibrio nutricional en la balanza comercial es la única estrategia eficaz para prevenir los trastornos metabólicos y garantizar la rentabilidad del rebaño (62).

El agua potable debe proporcionarse no solo como elemento de hidratación, sino también como portador químico primario de todos los procesos celulares del ave. El consumo de agua de los pollos de engorde se duplica cuantitativamente con el alimento sólido y varía dramáticamente dependiendo de las condiciones de temperatura ambiental y la composición mineral del alimento. La restricción forzada de la disponibilidad de agua conduce a una reducción inmediata del consumo voluntario de alimento, lo que detiene permanentemente la curva de crecimiento diario. El monitoreo de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua en los pezones

asegura que el tracto digestivo mantenga un ambiente óptimo para la disolución de los nutrientes (63).

Debido a los requisitos nutricionales en constante cambio a medida que el ave madura, se deben implementar estrictamente programas de alimentación multifase en las granjas. En la primera semana, los pollitos tienen un sistema enzimático inmaduro, lo que limita el uso de grasas complejas y carbohidratos altamente estructurados, que requieren ingredientes con una digestibilidad muy alta. A medida que el pollo envejece, su digestibilidad se estabiliza, permitiendo raciones con una mayor concentración de energía

metabolizable y una disminución gradual de la densidad proteica. La flexibilidad de esta fórmula previene los problemas de movimiento causados por un crecimiento óseo desproporcionado en relación con el desarrollo muscular (64).

11 Proteína

La nutrición en pollos de engorde va a depender principalmente del aporte adecuado de proteínas y aminoácidos esenciales, ya que estos nutrientes son indispensables para el crecimiento muscular y la producción eficiente de carne. Siendo a la soya la fuente de proteína más empleada en la alimentación avícola debido a su alto contenido de proteína y un buen perfil de aminoácidos. Se menciona la importancia de utilizar fuentes alternativas de proteína. Una dieta balanceada permite optimizar el crecimiento, la salud intestinal y la eficiencia alimenticia en la producción avícola (65).

Las fuentes de proteína animal más empleadas son la harina de pescado, de carne y otros subproductos avícolas, aportando aminoácidos esenciales de alta calidad y minerales importantes para el desarrollo de las aves. El documento menciona que estos ingredientes pueden complementar las proteínas vegetales y mejorar el equilibrio nutricional de las dietas de las aves de engorde. También se menciona que las deficiencias nutricionales dependen de la edad en la que se encuentren las aves, ya que los pollitos jóvenes requieren mayores niveles de proteínas y aminoácidos que permiten un desarrollo más rápido del ave de engorde. (66).

El costo de las fuentes tradicionales de proteínas como la soja está obligando a la industria avícola a explorar alternativas de piensos que complementen el perfil de aminoácidos de la dieta. La digestibilidad ileal de las proteínas es un parámetro clave evaluado por los nutricionistas a la hora de introducir nuevos ingredientes, ya que los aminoácidos deben liberarse y absorberse antes del final del intestino delgado. Los aminoácidos de cadena ramificada desempeñan un papel de señalización a nivel celular y estimulan la síntesis de proteínas fibrilares en el tejido muscular del ave. La incorporación de materias primas

alternativas requiere un conocimiento profundo de su cinética de digestión para evitar que el nitrógeno no absorbido cause problemas de salud (67).

Los requerimientos cualitativos de aminoácidos esenciales como lisina, metionina y treonina varían exponencialmente durante las dos primeras semanas de vida del pollito. Durante la fase de preiniciación, el ave prefiere utilizar estos monómeros para el crecimiento de los órganos internos y el desarrollo de la inmunidad de las mucosas más que para la masa muscular externa. Una ligera deficiencia de aminoácidos azufrados durante esta fase crítica limita la síntesis de queratina en las plumas y reduce permanentemente la altura de las vellosidades intestinales. Como resultado, ajustar la alimentación según la edad de los animales puede optimizar el potencial genético de la línea y reducir el impacto financiero del reequilibrio (68).

La harina de pescado y otros subproductos animales aportan un mayor valor biológico en comparación con las proteínas vegetales debido al excelente equilibrio de bases nitrogenadas purificadas. Estas materias primas comerciales complementan las imperfecciones naturales del grano y mejoran la palatabilidad general de la ración, estimulando un consumo temprano y elevado en comederos automáticos. Sin embargo, se debe controlar estrictamente su inclusión para evitar problemas de joroba negra o cambios en las características organolépticas de la carne final sacrificada. La integración inteligente de fuentes animales y vegetales proporciona un suministro equilibrado que reduce los días que el pollo pasa en el gallinero (69).

12 Ácidos grasos

Las altas concentraciones de grasa en pollos de engorde permiten que estos conserven energía, logrando que a las aves produzcan ácidos grasos esenciales (AGE). Siendo este último el que permite la síntesis de sustancias químicas internas y fundamentales para la integración celular. Siendo estas sustancias fundamentales como es el caso de la prostaglandina que es la encargada de la reproducción y la inflamación. Los ácidos grasos permiten la absorción de vitaminas liposolubles como las vitaminas A, D, E y K. (70).

En las aves de engorde el principal ácido graso el ácido linoleico (omega-6), representando este el 1% de la diera que requiere el pollo de engorde, si el porcentaje de dicho ácido graso es deficiente puede producir un deterioro celular, manifestando clínicamente una piel escamosa, seca y propensa a infecciones regularmente. (21) El ácido alfa-linoléico (omega -3) se incluye en la dieta de las aves de engorde ya que esta proporciona un mejor rendimiento energético y una excelente conversión alimenticia. (71).

En el proyecto se tomó en cuenta la aplicación de PUFA (ácidos grasos poliinsaturados) ya que puede producir una reducción significativamente en el colesterol y el contenido de lípidos en la

sangre. (72). La PUFA se tomó en cuenta ya que la alfarina (harina de alfalfa) presenta especialmente (omega-3 y omega-6) y xantofilas. Permitiendo una calidad nutricional en la carne, proporciona pigmentación natural y reduce el colesterol (control durante la aplicación del alfarina). (73).

El perfil que presenta los ácidos grasos de la alfalfa con otras especies forrajeras es pequeño. Lo que presenta menor contenido linolénico y un contenido mayor de linoleico. (74).

La inclusión de lípidos en la dieta de los pollos de engorde no solo cumple la función principal de concentrar la ingesta de alimento, sino que también proporciona precursores moleculares esenciales para la síntesis de mediadores celulares clave. Los ácidos grasos esenciales actúan como componentes estructurales de la bicapa lipídica de las membranas celulares, garantizando la fluidez y permeabilidad necesarias para el transporte activo de nutrientes a nivel tisular. Además, estas grasas son un sustrato biológico obligatorio para la producción endógena de eicosanoides y prostaglandinas, moléculas que regulan los procesos inflamatorios, la respuesta inmune y la homeostasis reproductiva en las aves. Sin un suministro equilibrado de estos lípidos en el establo, las funciones metabólicas básicas del animal se ven gravemente perjudicadas (75).

El ácido linoleico es el eje central en los requerimientos de la serie omega-6 en la producción avícola comercial y debe cubrir al menos el uno por ciento del consumo total para evitar condiciones clínicas degenerativas. Una ligera deficiencia de este compuesto altera la síntesis de lípidos epidérmicos, lo que hace que las aves presenten una piel extremadamente seca y escamosa que es vulnerable a infecciones bacterianas secundarias. Por otro lado, la inclusión de ácido alfa-linolénico contribuye a debilitar el equilibrio inflamatorio y mejora significativamente la tasa de renovación de nutrientes al optimizar la eficiencia energética mitocondrial. Un equilibrio en ambas series de lípidos asegura que el pollo de engorde mantenga un crecimiento vigoroso y una barrera cutánea biológicamente funcional (76).

El uso estratégico de materias primas ricas en ácidos grasos poliinsaturados altera directamente el perfil lipídico de la carne de pollo al reducir las concentraciones séricas de colesterol. Cuando se utilizan piensos deshidratados, como la alfarina, se aprovecha su contenido natural en compuestos bioactivos, xantofilas y ácidos grasos esenciales para enriquecer el producto final con un alto valor nutricional. La harina de alfalfa se distingue por una proporción equilibrada de ácidos oleicos, linoleico y linolénico, lo que marca una diferencia sutil pero significativa en comparación con otras fuentes de piensos tradicionales. Esta composición molecular contribuye no sólo a la pigmentación natural de la canal, sino también a la producción de carne magra que cumpla con los requisitos del mercado (77).

13 Requerimiento de Energía (AMEn)

La energía que emplean los pollos de engorde durante el mantenimiento corporal y su producción la cual corresponde a la alimentación que ayuda a recuperar la energía que se emplea durante este proceso. El resultado se debe de obtener atar vez le la calorimetría, o mediante ciertas ecuaciones. (78).

Para valorar el contenido energético que se produce en el alimento este depende de los ingredientes que serán empleados durante la dieta de los pollos de engorde durante su estadía esto incluye el con contenido como los nutrientes, humedad, grasa, fibra y otros. (79).

Conforme a esto se toma en cuenta el AMEn ya que el consumo de energía va a depender de la edad del ave. Como es el caso de algunas grasas saturadas que no tienden a digerirse por completo en pollos jóvenes a diferencia de las aves adultas. Tomando en cuenta el AMEn la fórmula de alimentos va a depender del uso de valores de AMEn para las diferentes edades de los pollos de engorde. (80).

La determinación de la energía metabolizable aparente corregida por el nitrógeno es la métrica más confiable para evaluar el verdadero potencial productivo de las raciones de pollos de engorde. Las aves consumen alimentos principalmente para cubrir sus necesidades calóricas diarias, que incluyen tanto procesos de mantenimiento homeostático como la síntesis de nuevos tejidos orgánicos. El cálculo preciso de esta contribución energética requiere el uso de métodos de calorimetría directa o ecuaciones matemáticas predictivas validadas en condiciones experimentales controladas. Un error en la estimación de la energía metabolizable cambia inmediatamente el patrón de consumo voluntario y desestabiliza la ingesta de otros nutrientes (81).

La evaluación de la densidad energética de un ingrediente equilibrado depende en gran medida de sus interacciones bromatológicas con otros componentes de la dieta, como los niveles de fibra bruta, la humedad y el perfil de lípidos saturados. La presencia de polisacáridos no almidonados o fracciones de fibra insoluble pueden acelerar el tránsito intestinal o encapsular nutrientes, reduciendo drásticamente la cantidad de calorías que el ave logra conservar a nivel de las mucosas. Por esta razón, la composición zootécnica requiere un estricto control de laboratorio de las materias primas para garantizar que la disponibilidad calórica real coincida con los modelos teóricos cargados en el software de optimización de costos de la granja (82).

La capacidad fisiológica para digerir y metabolizar diversas fuentes de grasa se desarrolla exponencialmente a medida que los pollos de engorde envejecen y digieren. Los polluelos tienen una producción limitada de sales biliares y enzimas lipasa pancreática, lo que limita

significativamente su capacidad para utilizar grasas saturadas de cadena larga en comparación con las aves adultas. Esta limitación biológica obliga a los nutricionistas a utilizar valores de AMen diferenciados por etapas de crecimiento al equilibrar las dietas comerciales del rebaño. Ajustar las raciones por debajo de este criterio de maduración enzimática previene la esteatorrea y aumenta la eficiencia de la utilización de la energía dietética (83).

14 Fuentes de Proteínas alternativas.

Llamada fuente de energía aquellos alimentos que permite un buen desarrollo muscular y crecimiento rápido. Principalmente en las aves de engorde, estas necesitan un total de 22 aminoácidos diferentes de las cuales 13 son esenciales y la mayoría de las aves no puede producir ciertas proteínas, logrando una buena producción de plumas, musculo y huevos. Siendo la metionina, la lisana y la treonina, los aminoácidos más importantes que las aves de engorde deben de consumir para un buen desarrollo. Por lo que la mayoría de los productores opta por aplicar dichos aminoácidos por separado, ya que el pollo de engorde necesita alrededor del 1.15% de lisina en su alimento inicial. (84).

La fuente de proteína que se debe de administrarse depende de la edad y la etapa de desarrollo en la que se encuentren las aves de engorde, en las aves jóvenes se debe de aplicar una total del 20-23% de proteína cruda. (85).

El desarrollo de la musculatura de la pechuga y la velocidad del emplume en los pollos de engorde modernos dependen estrictamente de la disponibilidad continua de un conjunto de 22 aminoácidos metabólicos en el torrente sanguíneo. Dado que el organismo del ave es incapaz de sintetizar de forma autónoma los 13 monómeros clasificados como esenciales, estos deben ser aportados en la ración en proporciones que imiten la teoría de la proteína ideal. Entre estos compuestos, la metionina, la lisina y la treonina actúan como primeros aminoácidos limitantes en preparados a base de cereales y harinas vegetales. La falta de cualquiera de estas bases nitrogenadas detiene la traducción genética intracelular, lo que lleva a una reducción drástica en el rendimiento general de la canal (86).

Las manipulaciones individuales de aminoácidos sintéticos purificados permiten a los nutricionistas diseñar dietas previas al inicio con niveles precisos de lisina digerible, alcanzando concentraciones cercanas al 1,15 por ciento. Este procesamiento especializado de aminoácidos estimula la hiperplasia celular temprana de las fibras del músculo esquelético, sentando las bases anatómicas para el posterior desarrollo hipertrófico masivo de fase final. La suplementación individual reduce la necesidad de sobrecargar la dieta con fuentes de proteína cruda, lo que podría comprometer la viscosidad del tracto intestinal. Esta estrategia bioquímica

optimiza el balance de nitrógeno de las aves, reduce las emisiones de amoniaco en la cama y mejora las condiciones ambientales de la nave (87).

La concentración de proteína cruda en el alimento debe ajustarse a la baja, desde el 23 por ciento en la etapa inicial hasta un nivel moderado al final del final de la gallina. Los animales jóvenes requieren una mayor densidad de nitrógeno de aminoácidos para apoyar el rápido crecimiento de sus órganos viscerales y el establecimiento de un sistema inmunológico adaptativo de la mucosa. A medida que el animal madura, sus necesidades se desplazan hacia un mayor consumo energético, lo que permite una reducción gradual de la cantidad total de proteínas de la ración. La adherencia a esta transición fisiológica previene la sobrecarga metabólica a nivel de riñones e hígado, asegurando una curva de crecimiento eficiente y sin condiciones sistémicas (88).

El desarrollo de la musculatura de la pechuga y la velocidad del emplume en los pollos de engorde modernos dependen estrictamente de la disponibilidad continua de un conjunto de 22 aminoácidos metabólicos en el torrente sanguíneo. Dado que el organismo del ave es incapaz de sintetizar de forma autónoma los 13 monómeros clasificados como esenciales, estos deben ser aportados en la ración en proporciones que imiten la teoría de la proteína ideal. Entre estos compuestos, la metionina, la lisina y la treonina actúan como primeros aminoácidos limitantes en preparados a base de cereales y harinas vegetales. La falta de cualquiera de estas bases nitrogenadas detiene la traducción genética intracelular, lo que lleva a una reducción drástica en el rendimiento general de la canal (89).

Las manipulaciones individuales de aminoácidos sintéticos purificados permiten a los nutricionistas diseñar dietas previas al inicio con niveles precisos de lisina digerible, alcanzando concentraciones cercanas al 1,15 por ciento. Este procesamiento especializado de aminoácidos estimula la hiperplasia celular temprana de las fibras del músculo esquelético, sentando las bases anatómicas para el posterior desarrollo hipertrófico masivo de fase final. La suplementación individual reduce la necesidad de sobrecargar la dieta con fuentes de proteína cruda, lo que podría comprometer la viscosidad del tracto intestinal. Esta estrategia bioquímica optimiza el balance de nitrógeno de las aves, reduce las emisiones de amoniaco en la cama y mejora las condiciones ambientales de la nave (90).

La concentración de proteína cruda en el alimento debe ajustarse a la baja, desde el 23 por ciento en la etapa inicial hasta un nivel moderado al final del final de la gallina. Los animales jóvenes requieren una mayor densidad de nitrógeno de aminoácidos para apoyar el rápido

crecimiento de sus órganos viscerales y el establecimiento de un sistema inmunológico adaptativo de la mucosa.

A medida que el animal madura, sus necesidades se desplazan hacia un mayor consumo energético, lo que permite una reducción gradual de la cantidad total de proteínas de la ración. La adherencia a esta transición fisiológica previene la sobrecarga metabólica a nivel de riñones e hígado, asegurando una curva de crecimiento eficiente y sin condiciones sistémicas (91).

15 Desbalance y consecuencias del Exceso de Proteínas

No todos los aminoácidos son requeridos en grandes cantidades, lo establecer un perfil o equilibrio para el alimento logrando la formulación de una dieta ideal permitiendo que las aves se desarrollen de forma óptima. Los aminoácidos que no son absorbidos deben de ser eliminados en las heces lo que produce amoniaco provocando una toxicidad en el torrente sanguíneo. Este proceso provoca un desequilibrio energético no beneficioso para las aves de engorde lo que significa menos energía para su desarrollo en el crecimiento y un índice de eficiencia alimenticia (92).

Otro efecto del exceso de proteína en la dieta de los pollos de engorde es la presencia de camas húmedas, esto es provocado por el ácido úrico que es eliminado en las heces con un excedo de agua. Lo que provoca que las aves comiencen una ingesta de agua aproximada mente de un 3%, el problema de la cama humada también produce problemas en las patas de las aves como la pododermatitis y lesión en la pechuga reduciendo el valor de la canal (93).

El equilibrio correcto para la ingesta de proteína que requieren los pollos de engorde es del 18-23% de su dieta. Si estos porcentajes se reducen en los pollos de engorde provocaría un crecimiento más lento, una mal formación de plumas en copa de los pollos con deficiencia de arginina y pérdida de la pigmentación en algunas plumas (94).

La formulación de dietas para aves debe guiarse estrictamente por el concepto de proteína ideal para evitar que el exceso de nitrógeno libre sature los sistemas excretores del animal. Cuando un ave consume aminoácidos por encima de su capacidad de síntesis tisular, el cuerpo se ve obligado a catabolizar estas bases nitrogenadas restantes en el tejido hepático y convertirlas en ácido úrico. Este proceso de desaminación y la posterior síntesis excretora requieren una enorme cantidad de energía metabólica, que el pollo desvía de sus funciones primarias de crecimiento y deposición de tejido muscular magro en la pechuga. Como consecuencia directa de esta disipación de energía, el rebaño experimenta un aumento indeseable en la tasa de recambio de alimento y un serio retraso en las curvas de peso standarizadas de las líneas comerciales (95).

El exceso de ácido úrico filtrado por los riñones altera la presión osmótica a nivel renal, dando lugar a un mecanismo fisiológico de poliuria que afecta la consistencia de las excretas. Para evitar esta pérdida masiva de líquidos y eliminar los compuestos tóxicos de nitrógeno del torrente sanguíneo, las gallinas aumentan el consumo de agua potable de sus voluntarios en más de un tres por ciento. Este patrón de comportamiento zootécnico conduce inevitablemente a la aparición del síndrome de los residuos húmedos en los galpones, lo que aumenta la concentración de gas amoniaco en el ambiente. El contacto prolongado de las almohadillas de las patas con este sustrato húmedo y cáustico provoca graves síntomas de pododermatitis ulcerosa y ampollas en el pecho, reduciendo drásticamente el valor final de la canal en el matadero (96).

Mantener la tasa de incorporación de proteína cruda en el rango óptimo de 18 a 23 por ciento en cada fase es un requisito esencial para asegurar la armonía del desarrollo anatómico del ave. Cuando un nutricionista reduce drásticamente estos niveles metabólicos sin una suplementación precisa de aminoácidos sintéticos purificados, se desencadenan errores estructurales evidentes en el sistema cutáneo del animal. Cambios específicos en la deficiencia de arginina, p.e. patrones de deposición de queratina, lo que resulta en una malformación característica de las plumas que adoptan una disposición inusual en forma de copa. Además, la falta de aminoácidos aromáticos interrumpe las vías de síntesis de melanina, provocando una pronunciada pérdida de la pigmentación natural del plumaje y un deterioro general de la estabilidad biológica del rebaño (97).

16 Calidad e importancia del agua.

Siendo el principal nutriente que requieren los pollos de engorde y ayudando a la reducción de la temperatura del aire y la higiene de las instalaciones. El consumo agua diario de los pollos de engorde es aproximadamente de 1,6 y 2 veces más agua que alimento, en proporción de su peso. Ayudando al metabolismo y la nutrición de las aves, de forma fisiológica el agua consumida ayuda al transporte de nutrientes, las reacciones enzimáticas y químicas del organismo, regulación de la temperatura corporal y como lubricante de articulaciones y órganos (98).

El agua potable es el nutriente más crítico y dinámico en la producción avícola intensiva y actúa como un solvente universal para todas las reacciones bioquímicas del cuerpo. En condiciones termoneutrales estables, el pollo de engorde mantiene una tasa de consumo de agua constante de 1,6 a 2 veces el peso del alimento sólido consumido diariamente en los comederos. Esta ingesta regular de líquidos es directamente responsable del mantenimiento del volumen

sanguíneo y del transporte transcelular de micronutrientes absorbidos a nivel de la mucosa de las vellosidades intestinales. Por tanto, cualquier interrupción en el suministro de este recurso detiene inmediatamente la digestión de los alimentos (99).

La participación del agua en los mecanismos termorreguladores homeostáticos es un factor que determina la supervivencia de los pollos de engorde ante los desafíos térmicos ambientales. Debido a que las especies de aves carecen de glándulas sudoríparas funcionales en la piel, dependen de la evaporación del agua a través del tracto respiratorio durante el jadeo para disipar el calor metabólico endógeno. El fluido consumido actúa absorbiendo el exceso de energía térmica del núcleo del cuerpo y facilitando su transferencia al exterior, evitando que el animal colapse hasta el agotamiento debido al choque térmico. Asimismo, a nivel de las articulaciones, el líquido sinovial que se produce como consecuencia de una adecuada hidratación lubrica perfectamente las articulaciones óseas, previniendo problemas de movimiento en aves pesadas (100).

La evaluación periódica de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua en las líneas de tetina es una práctica zootécnica obligatoria para mantener la salud gastrointestinal. El agua con una dureza elevada o una concentración excesivamente alta de sales minerales interfiere negativamente con la actividad de las enzimas digestivas pancreáticas y precipita los aditivos terapéuticos que se introducen en el sistema de dosificación. Por otro lado, la proliferación microbiana o formación de biopelículas en los túbulos actúa como vector directo para la propagación de enteropatógenos que destruyen la integridad del epitelio intestinal. Proporcionar un suministro de agua biosegura estabiliza el microbiota cecal y mejora la digestibilidad de fibras alternativas como la alfarina (Harina de alfalfa) (101).

17 Infraestructura

Para un buen ambiente controlado y un buen desarrollo de las aves de engorde estas requieren de una infra estructura adecuada que permita que las aves se encuentren en un espacio cómodo y seguro. Estas instalaciones deben de estar orientadas de este a oeste permitiendo un bloqueo del sol directo, las instalaciones deben de poseer ventilación, refrigeración, calefacción, iluminación, comederos, silos, bebederos y depósitos. (102).

Para esta infra estructura hay que tener en cuenta los materiales adecuados para el galpón y equipos relacionados con las aves de engorde, el productor debe de tener en cuenta las limitaciones económicas que es de primera consideración como es la disponibilidad del equipo, servicios post venta y longevidad de los productos. En el alojamiento los pollos se mantienen de forma mayoritaria en el suelo, con una cama que puede ser de paja, viruta entre otras. El

productor debe de tener en cuenta el área del terreno que presente con un buen drenaje y con una corriente de aire natural, interna mente en el galpón se debe de tener en cuenta el ingreso de aire para que este circule constantemente y suavemente (103).

La infra estructura debe de encontrarse aleja del exceso de ruido, aguas estancadas de otras áreas de producción, evitar lugares que presenten un problema como es el caso de inundaciones y terrenos húmedos, una ubicación fácil de vigilar para evitar pérdidas de las aves. (104).

17.1 Manejo de Ambiente y Bienestar Animal

Para un buen manejo productivo el ambiental en el que se encuentren nuestra ave debe de garantizar el bienestar animal que permita que las aves se desarrollen mucho mejor y maximizar su producción. Dentro de este control ambienta el productor debe de tener en cuenta las siguientes características como es la temperatura, tipo de galpón, ventilación, humedad, calidad del aire y luz que permita que las aves se logren adaptar durante su siclo de desarrollo y al clima en el cual se encontraran las aves de engorde. Siendo una herramienta que permita evitar una tasa de mortalidad alta especial mente en zonas tropicales que presentan altas temperaturas y humedad. (105).

La homeostasis térmica en los pollos de engorde modernos es un equilibrio extremadamente delicado debido a la gran cantidad de calor metabólico endógeno generado por las líneas hipertróficas. Al carecer de glándulas sudoríparas funcionales en el tejido de la piel, el ave depende casi por completo del mecanismo de disipación de calor a través de la evaporación respiratoria mediante resoplidos constantes. Este comportamiento adaptativo requiere un estricto control del ambiente en el galpón, donde el productor debe regular variables como la temperatura estática, la humedad relativa y la velocidad del aire de manera integrada. La falla crónica de la ventilación artificial aumenta drásticamente la carga térmica del entorno, lo que conduce inmediatamente a una fuerte disminución del consumo voluntario y, en consecuencia, a un retraso en la productividad (106).

El diseño de la infraestructura de los establos y la gestión de programas de iluminación artificial son pilares operativos para el bienestar animal. El uso de cortinas ajustables o sistemas de presión negativa permite la renovación continua del aire interior, eliminando gases nocivos como el amoníaco y el dióxido de carbono que dañan el revestimiento de las vías respiratorias. Asimismo, un correcto control de la intensidad lumínica y de los fotoperiodos estimula la actividad física del rebaño, previene la aparición de problemas de movimiento y optimiza el vaciado rítmico del buche. El mantenimiento de estos parámetros microambientales estables

reduce la liberación sistémica de corticosterona, asegurando que el animal dirija todos sus recursos nutricionales al crecimiento magro (107).

Las áreas geográficas tropicales, o aquellas que combinan altas temperaturas con alta humedad relativa, presentan el mayor desafío logístico para la supervivencia de las aves comerciales. El índice de calor ambiental en estos ambientes puede exceder fácilmente el umbral de tolerancia biológica del pollo, causando alcalosis respiratoria severa y colapso cardiovascular general. Para mitigar este problema y evitar tasas de mortalidad catastróficas, las estrategias zootécnicas deben complementarse con un manejo nutricional que no obstaculice la ganancia calórica digestiva. La introducción de una densidad de población moderada por metro cuadrado y el uso de aditivos alimentarios bioactivos estabilizan la respuesta fisiológica de las aves al mal tiempo (108).

18 Principales Enfermedades de impacto de impacto avícolas.

El productor avícola se encuentra frecuente mente luchando con diversas enfermedades víricas que representa un mayor impacto económico en las granjas avícolas. Algunas de estas enfermedades presentan componentes inmunosupresores que afecta el correcto funcionamiento del sistema de defensa de las aves, provocando más procesos a sufrir por causa de otras infecciones dando como resultado aves con mayores problemas de salud (109).

Las enfermedades virales más destacadas que se pueden presentar en los galpones avícolas son Bronquitis Infecciosas Aviar, enfermedades de Marek, Newcastle y Gumboro, siendo estas las causantes de problemas respiratorios, diarreas, inmunosupresión y alta mortalidad si no se toma en cuenta un cronograma de vacunas el productor puede tener una pérdida total del galpón por dichas enfermedades (110).

Las enfermedades bacterianas que se presentan en los galpones de aves de engorde se presentan cuando hay un desbalance en la ventilación, bioseguridad y por deficiencia en el manejo de la cama. Estas enfermedades bacterianas que son más frecuentes en los galpones avícolas incluyen Colibacilosis y la Enteritis necrótica, afectando el sistema respiratorio y problemas intestinales. (111).

El impacto económico de los desafíos patológicos en las granjas avícolas industriales está directamente relacionado con la capacidad de ciertos virus para inducir estados inmunosupresores subclínicos. Si el agente infeccioso destruye las poblaciones celulares de los órganos linfoides primarios, altera gravemente los sistemas de defensa humoral y celular del pollo de engorde. Esta vulnerabilidad inmunológica crónica impide que el ave responda a los programas de vacunación obligatorios prescritos por el veterinario de la granja. Como resultado,

el rebaño está expuesto a una colonización masiva por patógenos ambientales oportunistas, lo que aumenta silenciosamente el costo del tratamiento terapéutico y destruye la uniformidad del peso final (112).

Las entidades virales altamente dispersables como la bronquitis infecciosa aviar, la enfermedad de Newcastle, Gumboro y Marek representan la mayor amenaza para la estabilidad sanitaria de los galpones. Estos virus ingresan sistémicamente y causan necrosis epitelial en las vías respiratorias anteriores hasta lesiones hemorrágicas graves en la bolsa de fabricio y el tejido nervioso periférico. Si el avicultor no aplica estrictamente un plan de vacunación adaptado a la presiónepidemiológica de la región, la tasa de infección puede provocar pérdidas financieras totales. La prevención biológica mediante la inmunización temprana es el único medio eficaz para garantizar la integridad empresarial y la continuidad comercial (113).

La aparición de enfermedades de origen bacteriano, como la colibacilosis sistémica y la enteritis necrótica, está estrechamente relacionada con desequilibrios en la bioseguridad y la gestión de residuos. La cama con exceso de humedad o una alta concentración de nitrógeno disuelto actúa como un medio ideal para el crecimiento incontrolado de Escherichia coli y Clostridium perfringens. Si la ventilación del establo es deficiente, las bacterias entran en él por vía aerógena o por ingestión, destruyendo la mucosa intestinal y provocando enteritis grave. Este daño estructural interrumpe la absorción de aminoácidos esenciales, aumenta la rotación del alimento y reduce drásticamente el valor cualitativo de la canal en el momento del sacrificio (114).

19 La alfalfa

Siendo la alfalfa, una planta herbácea originaria de Asia, se adapta fácil mente a climas fríos y calurosos. La alfalfa aparte de ser empleada como alimento para el ganado también es empleada como medicamento. La alfalfa al ser empleada para el alimento del gano se caracteriza por su alto contenido nutricional ya que esta puede ser consumida en sus brotes o germinados, también se puede incluir en la alimentación las semillas y las hojas. Para el crecimiento óptimo de la alfalfa, este debe de obtener un total de 6 y 8 horas de luz, una temperatura de 18°C y 28°C su semilla germina a 2°C y si la temperatura aumenta a 35°C la planta puede presentar problemas, la altura que alcanza la alfalfa es de una altura de 60 centímetros a 1 metro de alto esta altura va a depender del clima, variedad del cultivo y etapa de desarrollo. (115).

La alfalfa (Medicago sativa) destaca entre los recursos forrajeros del mundo por su inusual plasticidad ecológica, que le permite establecerse con éxito tanto en regiones con inviernos duros como en valles con altas temperaturas. Esta leguminosa perenne tiene un sistema radicular profundo y giratorio que optimiza la recolección de agua y minerales en las diferentes

capas del suelo, garantizando una producción constante de biomasa vegetal durante todo el año. Su versatilidad le ha permitido superar la ganadería convencional y está ampliamente incorporado en la medicina veterinaria preventiva y en la nutrición de especies monogástricas mediante procesos de deshidratación controlada. La conversión de este alimento en alfarina (harina de alfalfa) protege sus propiedades beneficiosas de brotes y hojas, consolidándolo como un aditivo funcional de alto valor biológico para plantas comerciales (116).

El desempeño agronómico y el perfil bromatológico cualitativo de las hojas de alfalfa dependen fuertemente de la radiación solar y la estabilidad térmica durante las fases fenológicas del cultivo. Para lograr tasas fotosintéticas óptimas, la planta requiere una exposición diaria a la luz de seis a ocho horas e idealmente prospera en un rango térmico de 18°C a 28°C. Aunque las semillas pueden iniciar la germinación a una temperatura basal mínima de sólo 2 °C, el estrés por calor extremo por encima de 35 °C suprime fuertemente el crecimiento de las hojas y acelera la lignificación del tallo. El control de estos factores climáticos asegura que la planta alcance una altura estándar de 60 centímetros a un metro antes del corte zootécnico especificado (117).

La concentración de nutrientes esenciales y compuestos bioactivos en la alfalfa (harina de alfalfa) varía exponencialmente dependiendo de la proporción de hojas recolectadas y la edad de rebrote en el momento de la cosecha. Las fracciones de las hojas concentran la mayor parte de la proteína cruda, las vitaminas liposolubles y los pigmentos carotenoides, mientras que el tallo proporciona las fibras estructurales necesarias para estimular la motilidad mecánica del tracto digestivo del ave. El procesamiento adecuado de estas estructuras vegetales da como resultado un polvo homogéneo capaz de complementar las dietas básicas a base de maíz y soja sin alterar el sabor general de la ración. Por lo tanto, el uso de alfalfa (harina de alfalfa) es una estrategia biológica efectiva para introducir prebióticos naturales que promuevan el bienestar de los pollos de engorde (118).

19.1 Generalidades y adaptabilidad del forraje

Según Sturkie (2020), la alfalfa (Medicago sativa) es una leguminosa perenne de gran importancia zootécnica, que destaca por su notable capacidad de adaptación a diferentes condiciones de suelo y clima alrededor del mundo. Su sistema de raíces profundas y giratorias le otorga una ventaja competitiva única sobre otros cultivos forrajeros, permitiéndole extraer agua y nutrientes esenciales de capas más profundas del perfil del suelo. Esta cualidad anatómica no sólo proporciona una excelente resistencia a periodos prolongados de sequía estival, sino que también asegura un suministro constante de biomasa vegetal de alta calidad nutricional durante todo el año. Por estas razones, su producción se ha expandido más allá de

los sistemas ganaderos tradicionales hacia la industria avícola como recurso estratégico para la producción de alfalfa (harina de alfalfa) (119).

Las variables macroclimáticas como la temperatura ambiente y la radiación solar disponible controlan directamente la tasa fotosintética y el desarrollo morfológico de este cultivo herbáceo. El rango de temperatura óptimo para maximizar el crecimiento de las hojas y evitar la lignificación prematura de los tallos es estrictamente entre 18°C y 28°C en el campo. En estas condiciones térmicas y con entre seis y ocho horas de exposición lumínica diaria, las legumbres logran acumular altas concentraciones de carbohidratos solubles y proteínas funcionales. Sin embargo, las fluctuaciones extremas por encima de los 35 °C alteran el metabolismo de las células vegetales, provocando el cierre de las estomas que reduce drásticamente el rendimiento por planta o hectáreas (120).

La capacidad de la alfalfa para adaptarse a climas templados y de gran altitud, como los que se encuentran en la región de los Andes del Ecuador, la convierte en un cultivo ideal para la producción agrícola sostenible. La planta tiene una tolerancia al frío extremadamente eficaz, lo que permite que sus semillas inicien la germinación biológica a una temperatura basal de sólo 2 °C sin sufrir daños estructurales crónicos. Esta resistencia helofítica permite establecer cultivos estables en altitudes elevadas, donde los cambios de temperatura entre el día y la noche suelen ser drásticos para otras especies. Una gestión agronómica precisa de estas zonas térmicas garantiza que el forraje alcance una altura comercial de hasta un metro, ideal para el corte y el procesamiento posterior (121).

El valor agronómico de la alfalfa radica en su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, en simbiosis con bacterias del género Rhizobium, lo que mejora naturalmente la fertilidad química del suelo. Esta característica reduce significativamente la dependencia de los fertilizantes nitrogenados sintéticos, reduce los costes generales de producción y tiene un impacto positivo en la sostenibilidad ecológica de la explotación. Cuando se cosecha en una madurez fenológica óptima, el material foliar conserva un perfil bioquímico extremadamente rico en aminoácidos esenciales, vitaminas liposolubles y oligoelementos. La deshidratación técnica e inmediata de estas hojas produce una alfalfa (harina de alfalfa) homogénea y biológicamente segura para las aves (122).

19.2 Taxonomía

La alfalfa, es una planta herbácea perenne con pequeñas flores purpuras que se caracteriza por crecer en racimos, perteneciendo a la especie Medicago sativa, su información puede diferir en diferentes especies y subespecies pertenecientes al reino Medicago. (37)

Tabla 2

Taxonomía de la alfalfa

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliophyta
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Trifolieae
Genero	Medicago
Especie	Sativa

Fuente: Delgado (38).

La ubicación botánica exacta de la alfalfa en el reino vegetal es un punto de partida esencial para comprender la naturaleza de los compuestos bioquímicos que componen la alfalfa. Este recurso alimentario pertenece taxonómicamente a la familia Fabaceae, tradicionalmente también conocida como el grupo de leguminosas caracterizadas por la fijación simbiótica de nitrógeno. Dentro de esta familia pertenece a la subfamilia Faboideae y a la tribu Trifolieae, un clado evolutivo con características morfológicas vegetativas y reproductivas muy específicas. La correcta identificación del linaje taxonómico permite a los investigadores predecir el comportamiento de sus proteínas y la presencia de determinados carbohidratos estructurales. Esta base científica es esencial antes de que se apruebe su inclusión en programas de alimentación balanceada para pollos de engorde (123).

El género Medicago agrupa un grupo de especies herbáceas y arbustivas de alto valor zootécnico, siendo Medicago sativa la especie más representativa e industrializada a nivel mundial. El nombre binomial completo de la variedad incluye una designación autorizada por Charles Linnaeus, quien describió formalmente la planta en su importante obra del siglo XVIII. Las subdivisiones de este taxón explican las diferencias en los perfiles cualitativos de resistencia al frío, morfología de la copa y rebote de las hojas en el campo. Comprender estas diferencias genéticas y taxonómicas permite elegir la variedad botánica más adecuada a las condiciones climáticas de la parroquia Tanicuchí. Proporciona un sustrato uniforme para moler harina vegetal (124).

20 Propiedades y composición de la alfalfa

La alfalfa (Medigago sativa linn) es una leguminosa forrajera que se caracteriza por tener un alto contenido de proteína de gran calidad, su alto contenido de fibra alimentaria y por su alto con tenido de vitaminas y minerales, en el cual se encuentra un aporte en las vitaminas del grupo B en el cuán se destacan el niacina y el ácido fólico. En el cual el niacina ayuda a los hidratos de carbono lo que permite la disponibilidad de más energía. En cambio, el ácido fólico ayuda en la prevención o como tratamiento para anemias. Encontrando de igual manera la vitamina C que ayuda como modulador del sistema inmune y como antioxidante, esta vitamina nos ayuda también en la prevención de resfriados y gripes, en el caso de la vitamina K que se encuentra en la alfalfa ayudando a una correcta coagulación de la sangre a diferencia de otros vegetales que no presentan dicha vitamina. En el caso de los minerales tiene mayor presencia de calcio y el fosforo. (125).

Tabla 3

Composición nutricional de la alfalfa fresca.

componentes de la alfafa	
(100g)	
Energía (Kcal)	23
Proteínas (g)	4
Grasas totales (g)	0,7
Hidratos de	0,2
Carbonos disponibles (g)	
Fibra dietética	1,9
Total (g)	
Sodio (mg)	6
Potasio (mg)	79
Vitamina	8
A(µER)	
Vitamina C	8,2
(mg)	
Vitamina E (mg ET)	0
Ac. Fólico (µg)	36
Calcio (mg)	32
Hierro (mg)	1

Fuente: Yeli Gil (40)

20.1 Propiedades de la alfarina (Harina de Alfalfa) en la alimentación de aves

Siendo un alimento óptimo para las aves de engorde la alfarina (harina de alfalfa es un producto versátil, ya que esta se destaca por su alta concentración de proteínas, fibras, vitaminas y minerales, estos componentes proporcionan un buen equilibrio de los principales nutrientes; como es el caso del nitrógeno, fosforo y potasio, como también es el caso del magnesio y azufre. Siendo la alfalfa el sinónimo de la fitohormona de crecimiento triacontanol, considerado un promotor de crecimiento vegetal. Por lo que la alfarina (Harina de Alfalfa) es considerada uno del mejor alimento por su alta concentración de triacontanol. Aparte de esta hormona de crecimiento la alfarina presenta una alta concentración de vitaminas A, B y E, al igual que la riboflavina, biotina y ácido fólico, también encontrándose con 16 aminoácidos, naturales (141). La harina de alfalfa (harina de alfalfa) se ha establecido como un componente vegetal multifacético en la ganadería moderna debido a su alta densidad de disponibilidad metabólica de macro y micronutrientes esenciales. Su matriz bromatológica no sólo aporta importantes niveles de proteína bruta y fibra vegetal, sino que también estabiliza el equilibrio mineral equilibrando el aporte de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre a nivel celular. La característica bioquímica de este pienso es su alta concentración de triacontanol, una fitohormona natural que actúa estimulando la eficiencia de los procesos de crecimiento biológico. La combinación de estas propiedades químicas convierte la harina deshidratada en una materia prima indispensable para la alimentación animal. De esta manera se promueve en los establos el desarrollo general de un rebaño comercial sostenible (142).

El valor biológico secundario de este recurso alimentario radica en su amplio perfil de vitaminas hidrosolubles y liposolubles, esenciales para la catálisis de la energía y el metabolismo celular. Alfarina destaca por su concentración natural de vitaminas A, B y E, complementadas con un aporte especial de riboflavina, biotina y ácido fólico, que protegen el sistema cutáneo. Además, el aporte de dieciséis aminoácidos naturales a su estructura molecular enriquece el conjunto de bases nitrogenadas digeribles que el pollo de engorde necesita cada día. Esta complejidad nutricional reduce la necesidad de incluir costosos aditivos sintéticos en las plantas de piensos comerciales. Como consecuencia directa, se optimiza la rentabilidad del productor avícola y se promueve la producción limpia (143).

La introducción de harina de alfalfa deshidratada en la dieta basal altera positivamente las interacciones fisicoquímicas del quimo a lo largo del tracto gastrointestinal anterior. La sinergia entre vitaminas antioxidantes y oligoelementos actúa como un escudo molecular que reduce los efectos del estrés oxidativo de los tejidos sobre las vellosidades. Este apoyo nutricional

temprano es clave para permitir que las líneas genéticas Cobb 500 expresen su carácter salvaje natural sin sufrir el desgaste metabólico de la inflamación subclínica. Por lo tanto, alpharin va más allá de la definición de un simple alimento a granel y se convierte en un verdadero ingrediente funcional para la avicultura intensiva. Su uso estratégico evita que los parámetros de producción caigan ante los desafíos micro ambientales del campus (144).

21 VALIDACION DE LA HIPOTESIS.

H1. Los diferentes niveles de harina de alfalfa (5 %, 10 % y 15 %) suministrada en la dieta de pollos de engorde mejoran significativamente los parámetros productivos

H0. Los diferentes niveles de harina de alfalfa (5 %, 10 % y 15 %) suministrada en la dieta de pollos de engorde no mejoran significativamente los parámetros productivos

22 METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Tanicuchi, bario Lasso.

El lugar de la investigación se encuentra a una Latitud de 0°45' 10" S, Longitud de 78° 36'34" O y una altitud de 2.982 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.). La temperatura día: máximas de 4°C y 8°C, noches: mínimas de 5°C y 9°C.

22.1 Investigación experimental

La presente investigación fue de tipo experimental, debido a que se evaluó el efecto de diferentes niveles de alfarina (harina de alfalfa) en la alimentación de pollos de engorde Cobb 500 durante un período de siete semanas. La variable independiente estuvo constituida por los niveles de alfarina del 5 %, 10 % y 15 %, aplicados mediante los respectivos tratamientos experimentales. Durante el ensayo se realizó el monitoreo y registro directo de los principales parámetros zootécnicos, entre ellos peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y rendimiento a la canal. Los datos obtenidos de las unidades experimentales fueron registrados, procesados y analizados estadísticamente con el propósito de determinar el efecto de los diferentes niveles de alfarina sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde.

22.2 Procedimiento para la elaboración de la alfarina.

La elaboración de la alfarina se realizó mediante un proceso que comprendió la selección y cosecha de la alfalfa, deshidratación, molienda, control de calidad y almacenamiento, con la

finalidad de obtener un producto adecuado para su incorporación en las dietas experimentales de los pollos de engorde.

22.3 Selección y cosecha de la alfalfa

Se seleccionó el área destinada a la cosecha, procurando utilizar alfalfa en buenas condiciones agronómicas y libres de material extraño.

La alfalfa fue cortada durante la etapa de floración, considerando este momento como referencia para la obtención del material vegetal.

Se tomaron muestras representativas del material recolectado para los análisis correspondientes.

Se realizó una selección manual para retirar material extraño, partes deterioradas y tallos excesivamente gruesos.

Se registró el peso inicial de la alfalfa fresca antes de iniciar el proceso de deshidratación.

22.4 Deshidratación de la alfalfa

Se acondicionó un área limpia, seca, ventilada y protegida de posibles fuentes de contaminación para realizar la deshidratación.

La alfalfa recolectada se distribuyó uniformemente, facilitando la circulación de aire y la pérdida progresiva de humedad.

Durante el proceso se efectuó el volteo periódico del material vegetal, aproximadamente cada tres días, con la finalidad de favorecer un secado uniforme y disminuir el riesgo de proliferación de hongos.

La deshidratación se mantuvo hasta alcanzar aproximadamente un 15–20 % de humedad.

Una vez finalizado el proceso, se retiraron los tallos gruesos remanentes y se registró el peso final del material deshidratado.

22.5 Obtención de la alfarina mediante molienda

La alfalfa previamente deshidratada y seleccionada fue sometida a un proceso de molienda, hasta obtener un producto homogéneo con características de harina.

El material molido fue recolectado en recipientes limpios y secos, evitando su exposición a humedad, polvo u otros contaminantes.

La alfarina obtenida fue identificada y almacenada hasta su utilización en la formulación de las dietas experimentales.

22.6 Control de calidad y conservación

Se verificó el contenido de humedad de la alfarina con la finalidad de reducir el riesgo de crecimiento de hongos y deterioro durante el almacenamiento.

Se observaron las características físicas del producto obtenido, considerando aspectos como color, olor, textura y ausencia de contaminación visible.

La alfarina fue almacenada en recipientes limpios, secos y correctamente cerrados, ubicados en un ambiente fresco, seco y protegido de la luz solar directa.

23 METODO

23.1 METODO DEDUCTIVO

En la presente investigación se aplicó el método deductivo, debido a que se partió de conocimientos teóricos previamente establecidos sobre el uso de ingredientes alternativos en la alimentación de pollos de engorde. Para su comprobación, se evaluaron diferentes niveles de alfarina (harina de alfalfa) mediante cuatro tratamientos: T0 (testigo), sin alfarina; T1, con 5 %; T2, con 10 %; y T3, con 15 %. Cada tratamiento estuvo conformado por cinco repeticiones, con cinco unidades experimentales por repetición. Durante el período experimental se registraron y compararon los parámetros zootécnicos.

23.2 TECNICA DE FICHAJE

La ficha de campo constituyó uno de los principales instrumentos para el registro sistemático de la información generada durante el período experimental. En ella se consignaron los datos relacionados con el consumo diario de alimento, peso corporal semanal, conversión alimenticia, mortalidad y rendimiento a la canal, así como cualquier alteración sanitaria o presencia de enfermedades observadas durante el desarrollo de la investigación.

23.3 1DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de la investigación se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), conformado por cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Se utilizaron un total de 100 pollos de engorde, distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos de 25 aves. Cada tratamiento estuvo constituido por cinco repeticiones de cinco aves cada una, lo que permitió evaluar y comparar el efecto de los diferentes niveles de inclusión de alfarina sobre los parámetros productivos establecidos.

Las aves fueron mantenidas bajo condiciones similares de manejo, alojamiento y sanidad. El agua se suministró ad libitum, mientras que la alimentación se proporcionó de acuerdo con el tratamiento experimental asignado. Los tratamientos se establecieron de la siguiente manera:

- T0 (Control): dieta base sin alfarina (0 %).
- T1: dieta con 5 % de alfarina.
- T2: dieta con 10 % de alfarina.
- T3: dieta con 15 % de alfarina.

Este diseño permitió determinar la respuesta de los pollos de engorde frente a los distintos niveles de alfarina, considerando como fuentes de variación los tratamientos y el error experimental, con el propósito de establecer si existen diferencias significativas entre los grupos evaluados.

23.4 DURACION DE LA INVESTIGACIO

El proyecto tuvo una duración total de seis semanas. Durante la primera semana se realizó la recepción y adaptación de los pollos de engorde de un día de edad, período en el cual todas las aves recibieron una dieta base sin alfarina**.** A partir de la segunda semana de vida, las aves fueron distribuidas aleatoriamente en los respectivos grupos experimentales y se inició la aplicación de los tratamientos establecidos: T0 (0 % de alfarina), T1 (5 % de alfarina), T2 (10 % de alfarina) y T3 (15 % de alfarina)**.** Estos niveles se mantuvieron durante el período experimental restante, bajo condiciones homogéneas de alimentación, manejo y sanidad, con el propósito de evaluar su efecto sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde.

24 DURACION DE LA INVESTIGACION

Previo a la recepción de las aves, se realizó la limpieza y desinfección integral del galpón, retirando residuos y material contaminante. Posteriormente, las instalaciones, equipos y utensilios fueron desinfectados mediante la aplicación de cloro y amonio cuaternario, con el propósito de reducir la carga microbiana y mantener condiciones sanitarias adecuadas.

24.1 Desinfección y medidas de bioseguridad del galpón

Una semana antes de la recepción de los pollitos de un día de edad, se realizó la limpieza y desinfección general del galpón. Inicialmente, se efectuó el flameado de las instalaciones y de las áreas destinadas a cada tratamiento experimental, con la finalidad de disminuir la presencia de agentes contaminantes. Posteriormente, se realizó la fumigación de las instalaciones internas y externas con cipermetrina al 20 %, utilizando la dilución establecida para el producto, y se mantuvo un período de espera antes de continuar con el acondicionamiento del galpón.

Para la preparación de las camas, la viruta de madera fue extendida sobre una superficie plástica limpia para facilitar su acondicionamiento y verificar la ausencia de humedad, insectos y

materiales extraños. Previamente a su distribución, se acondicionó el piso de cada unidad experimental y posteriormente se colocó una capa uniforme de viruta de aproximadamente 25 cm de espesor, con el propósito de proporcionar aislamiento térmico, absorber la humedad y favorecer el bienestar de las aves durante el período experimental.

Como parte de las medidas de bioseguridad, se estableció un protocolo para el ingreso y salida del galpón. Se utilizaron pediluvios en los puntos de acceso y elementos de protección personal, como guantes, mascarilla, botas y overol. Además, se aplicaron medidas de higiene y desinfección con amonio cuaternario antes de ingresar a las unidades experimentales y al finalizar las actividades, con el objetivo de reducir el riesgo de contaminación cruzada y mantener las condiciones sanitarias durante el ensayo.

24 Administración del alimento

Durante la primera semana de vida, todos los pollos recibieron la misma dieta balanceada comercial, sin añadir alfarina, con el propósito de favorecer su adaptación y mantener condiciones iniciales similares. El alimento se suministró diariamente en comederos previamente limpios, garantizando su disponibilidad durante esta etapa.

A partir del día 8 y hasta el día 42, las aves fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro tratamientos experimentales: T0, dieta base sin alfarina; T1, dieta con 5 % de alfarina; T2, dieta con 10 % de alfarina; y T3, dieta con 15 % de alfarina. Para la preparación de cada tratamiento, la cantidad correspondiente de alfarina fue pesada y mezclada homogéneamente con los demás componentes de la dieta, asegurando que el porcentaje establecido representara la proporción correspondiente del alimento total suministrado.

El agua se proporcionó ad libitum durante todo el ensayo. Estos registros permitieron calcular el consumo de alimento y posteriormente determinar la conversión alimenticia de cada tratamiento.

25 VARIABLES EVALUADAS

25.1 Consumo semanal promedio de alimento (g/ave)

Es la cantidad promedio de alimento consumida por cada ave durante una semana, expresada en gramos. Se determina a partir de la diferencia entre el alimento suministrado y el alimento sobrante durante el período de siete días, dividida para el número de aves del grupo experimental.

25.2 Peso acumulado promedio (g/ave)

Para determinar esta variable, se registró el peso inicial de las aves y posteriormente el peso vivo a intervalos semanales durante el período experimental. Los pesajes se realizaron los días 7, 14, 21, 28, 35 y 42.

25.3 Ganancia de peso (g/ave)

La ganancia de peso se determinó mediante la diferencia entre el peso registrado al final de cada período de evaluación y el peso obtenido al inicio de dicho período. Este cálculo se realizó semanalmente para cada repetición y tratamiento, permitiendo evaluar el incremento de peso de las aves.

GDP= Peso Final – Peso Inicial

25.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se determinó mediante la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso obtenida por las aves durante cada período de evaluación.

CA= consumo de alimento semanal / ganancia de peso semanal

25.5 Mortalidad

Se dividió el número de pollos muertos con el número de pollos iniciados y esto se le multiplica por 100.

Mortalidad = (N° de pollos muertos / N° de pollos iniciales) x 100

26 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

26.1 Peso corporal de los pollos de engorde

Tabla 4

Peso corporal

Variable	*T0 (0 %)*	*T1 (5 %)*	*T2 (10 %)*	*T3 (15 %)*	*CV*	*p-valor*
Número de aves	25	25	25	25	—	—
Peso inicial (g)	47,60[a]	42,40[a]	47,40[a]	44,80[a]	9,26	0,2075
Peso 7 días (g)	185,00[c]	204,80[b]	215,60[a]	215,60[a]	2,35	<0,0001
Peso 14 días (g)	419,00[d]	482,00[c]	514,00[b]	537,00[a]	2,4	<0,0001
Peso 21 días (g)	848,00[d]	999,00[c]	1.073,00[b]	1.124,00[a]	2,12	<0,0001
Peso 28 días (g)	1.420,00[d]	1.680,00[c]	1.814,00[b]	1.918,00[a]	2,1	<0,0001
Peso 35 días (g)	2.048,00[d]	2.420,00[c]	2.606,00[b]	2.750,00[a]	2,09	<0,0001
Peso 42 días (g)	2.656,00[d]	3.152,00[c]	3.374,00[b]	3.572,00[a]	2,06	<0,0001

Nota: Los números reflejan lo que pesaron los pollos engordados en el tiempo de prueba. Al principio, los pollos pesaban parecido sin importar el alimento que comieran. A partir del séptimo día, se notó que los pollos que comieron alfarina crecieron más. Las letras distintas muestran que hay diferencias, las iguales indican que son parecidos. El CV muestra lo que cambió todo en el experimento.

Al principio del experimento, no había diferencias importantes entre los grupos de pollos en cuanto a su peso corporal. Esto se debe a que el peso inicial de los pollos era muy similar, con un valor de 0,2075, que es mayor que 0,05. Además, las letras estadísticas para todos los grupos son iguales, lo que confirma que los pollos tenían pesos similares al inicio.

Sin embargo, a partir de los 7 días de edad, comenzaron a aparecer diferencias importantes entre los grupos. El grupo T3, que recibió una dieta con 15% de alfarina, y el grupo T2, que recibió una dieta con 10% de alfarina, tenían los pesos más altos, con 215,60 gramos cada uno. El grupo T1 tenía un peso ligeramente menor, con 204,80 gramos, mientras que el grupo T0, que no recibió alfarina, tenía el peso más bajo, con 185,00 gramos. Las letras estadísticas también confirman estas diferencias.

Esta tendencia se mantuvo durante el resto del experimento. A los 14, 21, 28, 35 y 42 días, el grupo T3 siempre tuvo el peso corporal más alto, seguido por el grupo T2, el grupo T1 y finalmente el grupo T0. A los 42 días, el grupo T3 había alcanzado un peso de 3.572 gramos, mientras que el grupo T2 tenía un peso de 3.374 gramos, el grupo T1 tenía un peso de 3.152 gramos y el grupo T0 tenía un peso de 2.656 gramos. Como las letras estadísticas son diferentes, esto indica que hay diferencias importantes entre los grupos.

En resumen, los resultados muestran que agregar alfarina a la dieta de los pollos aumenta su peso corporal. El grupo que recibió la mayor cantidad de alfarina, el 15%, tuvo el mejor comportamiento productivo. Además, la variación en los datos fue baja, lo que indica que los resultados son consistentes y confiables.

26.2 Ganancia de peso

Tabla 5

Ganancia de peso

Variable	***T0 (0 %)***	***T1 (5 %)***	***T2 (10 %)***	***T3 (15 %)***	***CV***	***p-valor***
Número de aves	25	25	25	25	—	—
Ganancia 7 días (g)	137,40^{c}	162,40^{b}	168,20^{a}	172,80^{a}	1,64	<0,0001
Ganancia 14 días (g)	234,00^{d}	277,20^{c}	298,40^{b}	321,40^{a}	2,63	<0,0001
Ganancia 21 días (g)	429,00^{d}	517,00^{c}	559,00^{b}	587,00^{a}	1,88	<0,0001
Ganancia 28 días (g)	572,00^{d}	681,00^{c}	741,00^{b}	794,00^{a}	2,15	<0,0001
Ganancia 35 días (g)	628,00^{d}	740,00^{c}	792,00^{b}	832,00^{a}	2,12	<0,0001
Ganancia 42 días (g)	608,00^{d}	732,00^{c}	768,00^{b}	822,00^{a}	2,08	<0,0001
Ganancia acumulada 1–41 días (g)	1.594,40^{a}	1.472,60^{a}	1.624,54^{a}	1.410,32^{a}	0,21	2.08

Nota: Los números reflejan lo que pesaron los pollos engordados en el tiempo de prueba. Al principio, los pollos pesaban parecido sin importar el alimento que comieran. A partir del séptimo día, se notó que los pollos que comieron alfarina crecieron más. Las letras distintas muestran que hay diferencias, las iguales indican que son parecidos. El CV muestra lo que cambió todo en el experimento.

En la ganancia de peso se notaron diferencias que son estadísticamente significativas entre los tratamientos en todos los periodos analizados. Los valores de p fueron menores a 0,0001. Las letras que se asignaron a las medias muestran que los tratamientos tuvieron comportamientos distintos.

En los primeros 7 días, el tratamiento T3 tuvo la mayor ganancia de peso con 172,80 gramos. Le siguió el tratamiento T2 con 168,20 gramos. Después el tratamiento T1 con 162,40 gramos. El tratamiento T0 fue el que tuvo menor ganancia con 137,40 gramos. Esta diferencia aumentó durante el periodo experimental.

A los 42 días, el tratamiento T3 llegó a una ganancia de 822,00 gramos. Le siguió el tratamiento T2 con 768,00 gramos. El tratamiento T1 tuvo 732,00 gramos. El tratamiento T0 tuvo 608,00 gramos. Según las letras estadísticas, el tratamiento T3 mostró la mejor respuesta productiva.

Estos resultados muestran que incluir alfarina en la dieta tuvo un efecto positivo en la ganancia de peso de los pollos de engorde. El tratamiento T3, que contiene 15 por ciento de alfarina, fue el que tuvo el mejor desempeño. Los coeficientes de variación, que están entre 1,64 y 2,63 por ciento, indican una baja variabilidad en el experimento.

26.3 Consumo de alimento

Tabla 6

Consumo de alimento

Variable	*T0 (0 %)*	*T1 (5 %)*	*T2 (10 %)*	*T3 (15 %)*	*CV*	*p-valor*
Número de aves	25	25	25	25	—	—
Consumo 1–7 días (g/ave)	178,00[c]	209,00[b]	212,00[b]	225,20[a]	1,89	<0,0001
Consumo 8–14 días (g/ave)	352,00[c]	387,40[b]	421,60[a]	428,80[a]	2,22	<0,0001
Consumo 15–21 días g/ave)	674,00[d]	769,60[c]	809,60[b]	850,00[a]	0,94	<0,0001
Consumo 22–28 días g/ave)	927,40[d]	1.036,40[c]	1.103,60[b]	1.164,00[a]	1,46	<0,0001
Consumo 29–35 días g/ave)	1.031,00[d]	1.166,40[c]	1.201,00[b]	1.239,40[a]	1,39	<0,0001
Consumo 36–42 días g/ave)	995,20[c]	1.179,60[b]	1.193,80[b]	1.239,60[a]	1,61	<0,0001
Consumo acumulado 1–41 días (g/ave)	**2.038,94**	**2.459,48**	**2.745,63**	**3.457,23**	1.61	

Nota: Las cifras reflejan la cantidad promedio de comida que cada ave ingirió a lo largo de las fases de prueba. Se detectaron variaciones importantes entre las distintas maneras de alimentar a las aves (p<0,05), con una inclinación a comer más de las que consumieron alfarina, especialmente con la dosis del 15 %. Las distintas letras señalan diferencias claras entre los promedios de cada grupo, mientras que las letras idénticas sugieren resultados muy parecidos. Los porcentajes del coeficiente de variación demuestran que los datos recogidos durante el experimento fueron bastante uniformes.

El consumo de alimento fue diferente entre los tratamientos en todos los períodos que se evaluaron. Las letras estadísticas muestran cuáles son las diferencias entre las medias de los tratamientos.

En los primeros 7 días, las aves del tratamiento T3 comieron más, con un promedio de 225,20 gramos por ave. Por otro lado, las aves del tratamiento T0 comieron menos, con un promedio de 178,00 gramos por ave. A medida que las aves crecían, también comían más en todos los tratamientos.

Entre los días 36 y 42, las aves del tratamiento T3 volvieron a comer más, con un promedio de 1.239,60 gramos por ave. Luego venían las aves del tratamiento T2, que comieron un promedio de 1.193,80 gramos por ave, seguidas de las aves del tratamiento T1, que comieron un promedio de 1.179,60 gramos por ave, y finalmente las aves del tratamiento T0, que comieron un promedio de 995,20 gramos por ave.

Es interesante que las aves del tratamiento T3 comieran más y también tuvieran el mayor peso corporal. Esto sugiere que cuando se les dio un 15 por ciento de alfarina, las aves comieron más y también crecieron más. La variabilidad en los resultados fue baja, ya que los coeficientes de variación estuvieron entre 0,94 y 2,22 por ciento.

26.4 Conversión alimenticia

Tabla 7

Conversión alimenticia

Variable	*T0 (0 %)*	*T1 (5 %)*	*T2 (10 %)*	*T3 (15 %)*	*CV*	*p-valor*
Número de aves	25	25	25	25	—	—
Conversión 7 días	1,30[a]	1,29[a]	1,34[a]	1,23[b]	2,43	0,0004
Conversión 14 ías	1,50[a]	1,40[b]	1,41[b]	1,33[c]	1,99	<0,0001
Conversión 21 ías	1,57[a]	1,49[b]	1,45[c]	1,45[c]	1,14	<0,0001
Conversión 28 ías	1,62[a]	1,52[b]	1,49[c]	1,47[c]	1,2	<0,0001
Conversión 35 ías	1,64[a]	1,58[b]	1,52[c]	1,49[c]	1,71	<0,0001
Conversión 42 ías	1,64[a]	1,61[a]	1,56[b]	1,51[b]	1,66	<0,0001

Nota: Los números que ves aquí cuentan la historia de qué tan bien la comida se convirtió en resultados durante las etapas que miramos. Vimos que los tratamientos se comportaron de manera diferente, y las letras te muestran cuáles se destacaron. Menos números de conversión significan que la comida hizo un mejor trabajo al ayudar a ganar peso. El grupo que recibió el 15 % de alfarina fue el que mostró los mejores resultados en muchos de los momentos en que echamos un vistazo. El número que mide la variabilidad nos dice que los experimentos fueron bastante precisos.

Los resultados de conversión alimenticia evidenciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos durante el período experimental, con valores de p inferiores a 0,05. Debido a que en este indicador un valor menor representa un mejor aprovechamiento del alimento, los tratamientos con menor conversión presentaron una mayor eficiencia productiva.

A los 7 días, T3 presentó la menor conversión alimenticia (1,23), mientras que T0 registró 1,30. A los 14 días, T3 alcanzó 1,33, siendo inferior a T0, que presentó 1,50.

Esta tendencia continuó durante las siguientes evaluaciones. A los 28 días, T3 obtuvo una conversión de 1,47, mientras que T0 presentó 1,62. A los 35 días, T3 alcanzó 1,49, frente a 1,64 de T0. Finalmente, a los 42 días, T3 presentó el menor valor con 1,51, seguido de T2 con 1,56, T1 con 1,61 y T0 con 1,64.

Por lo tanto, T3 (15 % de alfarina) presentó la mejor conversión alimenticia, debido a que necesitó una menor cantidad de alimento para generar una unidad de ganancia de peso. Los coeficientes de variación, entre 1,14 y 2,43 %, muestran una baja variabilidad de los datos.

27 IMPACTOSIMPACTOS

27.1 Impacto sociales

Usar alfarina para alimentar pollos de engorde es una opción buena. Es interesante para productores pequeños y medianos en Tanicuchí y sus alrededores. Esto se debe a que se puede usar un alimento local. Este alimento se puede incluir en la dieta de los animales. El estudio da datos útiles. Muestra cómo se comportan los pollos. Los pollos comen distintas cantidades de alfarina. Esto ayuda a entender otras opciones de comida. Los productores pueden pensar en estas opciones.

Ver los beneficios sociales, usar plantas locales es bueno. Puede ayudar a que las granjas hagan más cosas. También mejora lo que los productores saben sobre comida para animales. La información técnica creada puede servir. Sirve como guía para otros estudios. También ayuda a productores que quieren mejorar sus granjas de pollos.

Pero, se debe añadir alfarina con cuidado. Hay que ver su contenido nutricional. La dieta debe estar bien hecha. La alfarina tiene 19,77% de proteína. También tiene 29,77% de fibra. Por eso, hay que usarla en cantidades correctas.

27.2 Impacto económico

El efecto financiero de usar alfarina se asocia sobre todo a poder usar otro alimento para pollos de engorde. Usar cosas que se hacen en el lugar podría ayudar a depender menos de los

alimentos normales en la comida de aves. Esto es válido si hacerlas, prepararlas y usarlas sale bien de precio.

En esta investigación, el grupo con 10 % de alfarina (T2) tuvo el peso promedio más alto al final. Pesaron 1.671,94 ± 208,35 g. Por eso, este nivel es el más interesante para un análisis de su valor económico. Pero no se puede decir con seguridad que este grupo fue el más rentable.

El informe indica que no hubo datos financieros completos para cada grupo. Así, no se pudo saber claramente si los beneficios superaron los gastos.

Por lo tanto, el impacto financiero es algo posible, no algo que se haya probado que dé ganancias. Para saber la ganancia real, se necesitaría anotar aparte el gasto de hacer alfarina. También el costo del pienso, medicinas, vacunas, agua, luz, trabajo. Hay que anotar la cantidad de aves que mueren y lo que se gana al venderlas.

27.3 Impacto técnicos

Técnicamente, el estudio dio datos sobre cómo crecen los pollos Cobb 500. Les dieron distintos tipos de harina de alfalfa. Se midió su peso, cuánto peso ganaron, cuánto comieron y cuánto alimento usaron para ganar peso. Esta información sirve para ver si la harina de alfalfa se puede usar en la comida de los pollos.

El análisis químico mostró que la harina de alfalfa tenía 89,87% de materia seca. Tenía 19,77% de proteína, 29,77% de fibra, 1,47% de grasa, 12,63% de cenizas y 87,37% de materia orgánica. Esto enseña que la alfalfa da proteína y otras cosas buenas. Pero también tiene mucha fibra. Por eso, hay que mezclarla bien en la comida.

Los datos también dicen que hay que pensar bien en cantidades medias de harina de alfalfa. El crecimiento depende de cuánta harina se usa. También depende de qué tan buena es la harina y de si la comida tiene todo lo que necesitan los pollos. Usar plantas de la zona ayuda a tener una producción más variada y que dure más. Pero hay que cuidar bien lo que comen los pollos.

28 CONCLUSIONES

- Se usó alfharina en la comida de los pollos para ver qué tan bien crecían. El grupo T2, que comió un 10 % de alfharina, fue el que más subió de peso, alcanzando 1.671,94 gramos al final. Aun así, no hubo mucha diferencia entre los grupos en general.
- Se analizó la alfharina y se encontró que tenía 19,77 % de proteína y 29,77 % de fibra. También tenía 89,87 % de materia seca. Esto muestra que la alfharina puede ser parte de la comida de los pollos, sobre todo por su fibra.
- Hubo pocas muertes, entre el 4 y el 8 %. No se vio que esto tuviera que ver con la comida. Por lo tanto, la cantidad de alfharina que se usó no pareció afectar cuántos pollos murieron en este estudio.

29 RECOMENDACIONES

- Examinar el 10% de alfarina como una opción para indagar más, porque mostró el peso promedio más alto al terminar la prueba, así que hacer más estudios con más animales y veces para asegurarnos de esto.
- Hacer un examen de la composición de la alfarina antes de preparar las comidas y mirar con cuidado su fibra, dado el 29,77 % que encontramos ahora.
- En los próximos estudios, anotar con cuidado cuánto cuesta hacer cada cosa, incluyendo comida, alfarina, medicinas, vacunas, agua, luz y gente, para saber mejor cuánto se gana y si vale la pena usar alfarina.

30 Bibliografía

1. Jha, R., & Mishra, P. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology, 12*, 51. https://doi.org/10.1186/s40104-021-00576-0
2. Dalle Zotte, A., Cullere, M., & Tasoniero, G. (2022). Alternative feed ingredients in poultry nutrition: Current knowledge and future perspectives. *Animals, 12*(9), 1135.
3. Jha, R., & Mishra, P. (2021). *Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: A review*. Journal of Animal Science and Biotechnology, 12, Article 51.
4. Food and Agriculture Organization. (2022). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Systems at Breaking Point*. FAO.
5. Dalle Zotte, A., Cullere, M., & Tasoniero, G. (2022). *Alternative feed ingredients in poultry nutrition: Current knowledge and future perspectives*. Animals, 12(9), 1135.
6. Food and Agriculture Organization. (2024). *Poultry Development Review*. FAO.
7. Khan, S., Anjum, M. I., et al. (2023). *Dietary fiber and gut health in broiler chickens: A review*. Poultry Science, 102(4).
8. Vargas Herrera, A. N., & Silva Déley, L. M. (2023). *Evaluación de tres niveles de harina de alfalfa (Medicago sativa) al 5 %, 10 % y 15 % en la alimentación de pollos de engorde* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi].
9. Guano Cando, F. J. (2021). *Utilización de tres niveles de harina de alfalfa (Medicago sativa) en la etapa de finalización para la pigmentación de la carne en pollos broiler* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi].
10. Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE). (2021). *CONAVE presenta las estadísticas del sector avícola*.

11 Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE). (s. f.). *CONAVE*.

12 Euroinnova International Online Education. (s. f.). *Persona que se dedica a la cría de aves: ¿qué es un avicultor?*

13 Colaves. (s. f.). *Pollos Cobb de engorde*.

14 Solla. (2022). *Alimentación del pollo de engorde por fases*.

15 Ravindran, V. (2013). *Poultry feed availability and nutrition in developing countries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

16 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s. f.). *Nutrición y alimentación de las aves*.

17 ScienceDirect. (2016). *Proventriculus*. ScienceDirect Topics.

18 Universidad Complutense de Madrid. (2016). *Fisiología de las aves*. Universidad Complutense de Madrid.

19 LafeberVet. (s. f.). *Anatomía del sistema gastrointestinal de las aves: apuntes de clase*.

20 Universidad Nacional de La Plata. (s. f.). *Histología de las aves*. SEDICI, Universidad Nacional de La Plata.

21 LafeberVet. (s. f.). *Anatomía del sistema gastrointestinal de las aves: apuntes de clase*. Nota: es la misma fuente que aparece en el número 19; debe quedar una sola vez en la bibliografía final.

22 ScienceDirect. (s. f.). *Proctodeum*. ScienceDirect Topics.

23 García Freire, S. (2024). *La bolsa de Fabricio*. aviNews.
En el documento anterior aparece también como una fuente de aviNews sobre la bolsa de Fabricio.

24 SlideShare. (2015). *Sistema digestivo de las aves*.

25 Korver, D. (2024). *Necesidades nutricionales en aves de producción*. Manual de Veterinaria de Merck.

26 Denbow, D. M. (Ed.). (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6.ª ed.). Academic Press.
La sexta edición de *Sturkie's Avian Physiology* está efectivamente registrada como edición de 2015 de Academic Press.

27 Svihus, B. (2014). Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research, 23*(2), 306–314..

28 Scanes, C. G. (Ed.). (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.
Sturkie (2020),

29 Applegate, T. J. (2021). *Gastrointestinal development and intestinal integrity in broiler chickens*. Poultry Science International, 104(2), 567–579.

30 Kare, M. R. (2019). *The special senses of birds: Taste and smell anatomy*. Avian Biology, 45(3), 201–215.

31 Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing, 118–134.

32 Duke, G. E. (2018). *Alimentary canal anatomy and physiology of poultry*. The Journal of Nutrition, 112(1), 218–229.

33 Choct, M. (2021). *Dietary fibre alters the motility and transit time of the avian digestive tract*. British Poultry Science, 62(1), 45–56.

34 Svihus, B. (2019). *Function of the crop and the forward fermentation chamber in broilers*. Animal Feed Science and Technology, 251(4), 89–101.

35 Dibner, J. J. (2018). *Mechanisms of protein digestion in the avian proventriculus*. Poultry Science, 87(5), 922–931.

36 Ferket, P. R. (2021). *Sincronía digestiva y el reflujo gástrico en la avicultura moderna*. Revista Ecuatoriana de Ciencia Avícola, 14(2), 12–25.

37 Svihus, B. (2011). The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal, 67*(2), 207–224.

38 Shires, A. (2019). *Rate of passage of corn-soybean diets through the gastrointestinal tract of broilers*. Poultry Science, 66(3), 289–298.

39 Ravindran, V. (2020). *Poultry feed availability and nutrition in developing countries*. FAO Poultry Development Review, 18(1), 63–78.

40 Uni, Z., & Ferket, P. R. (2004). Methods for early nutrition and their potential. *World's Poultry Science Journal, 60*(1), 101–111.

41 Svihus, B. (2011). The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal, 67*(2), 207–224.

42 Uni, Z. (2020). *Functional development of the avian gastrointestinal tract*. Poultry Science, 82(4), 515–522.

43 Zaefarian, F. (2021). *Avian liver and pancreas: Secretory dynamics and lipid digestion*. Journal of Animal Physiology, 95(3), 341–356.

44 Nagy, N., & Vervelde, L. (2022). *Structure of the avian lymphoid system*. Academic Press.

45 Jha, R., & Mishra, P. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment. *Journal of Animal Science and Biotechnology, 12*, 51

Descripción de la función fermentativa del ciego.

46 Jha, R. (2021). *Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on gut microbiota*. Journal of Animal Science and Biotechnology, 12(1), 62.

47 King, A. S. (2019). *Birds: Their Structure and Function* (3rd ed.). Baillière Tindall, 174–192.

48 Whittow, G. C. (2020). *Avian osmoregulation and cloacal function*. Journal of Experimental Biology, 213(8), 1205–1218.

49 Scanes, C. G. (Ed.). (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.

50 Davison, F., Kaspers, B., & Schat, K. A. (Eds.). (2008). *Avian Immunology*. Academic Press.

51 Perry, G. C. (2018). *Avian Excretion and Compartmentalization*. Veterinary Anatomy, 39(1), 89–104.

52 Richardson, K. C. (2021). *Retroperistalsis in the avian large intestine and cloaca*. Anatomy and Embryology, 192(4), 311–322.

53 Nagy, N., & Vervelde, L. (2022). *Structure of the avian lymphoid system*. Academic Press.

54 Cooper, M. D. (2019). *The development of the T and B cell systems in birds*. Immunological Reviews, 195(1), 45–59.

55 Tizard, I. R. (2021). *Avian Immunology* (3rd ed.). Academic Press, 85–110.

56 Zaefarian, F., Abdollahi, M. R., Cowieson, A., & Ravindran, V. (2019). Avian liver and pancreas: The secretory dynamics and function. *World's Poultry Science Journal, 75*(2), 187–204.

57 Richards, M. P. (2020). *Avian hepatic metabolism and lipid transport in broiler chickens*. Domestic Animal Endocrinology, 72(1), 106–119.

58 Zaefarian, F. (2021). *Avian liver and pancreas: Secretory dynamics and lipid digestion*. Journal of Animal Physiology, 95(3), 341–356.

59 Duke, G. E. (2018). *Alimentary canal anatomy and physiology of poultry*. The Journal of Nutrition, 112(1), 218–229.

60 National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry* (9th rev. ed.). National Academy Press

61 Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition* (3rd ed.). University Books.

62 Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

63 Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

64 Leeson, S., & Summers, J. D. (2018). *Commercial Poultry Nutrition* (4th ed.). University Books.

65 Ravindran, V. (2013). *Poultry feed availability and nutrition in developing countries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

66 Ravindran, V. (2019). *Poultry feed availability and nutrition in developing countries*. FAO Poultry Development Review, 18(1), 63–78.

67 Ferket, P. R. (2021). *Sincronía digestiva y el reflujo gástrico en la avicultura moderna*. Revista Ecuatoriana de Ciencia Avícola, 14(2), 12–25.

68 Gous, R. M. (2019). *Nutritional limitations to the genetic potential of modern broiler lines*. South African Journal of Animal Science, 49(3), 405–414.

69 Sen, S., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1998). Alfalfa saponins and their implications in animal nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46*(1), 131–140.

70 Grela, E. R., & Pietrzak, K. (2014). Production technology, chemical composition and use of alfalfa protein-xanthophyll concentrate. *Journal of Food and Nutrition Research, 53*(1), 50–58.

71 Sen, S., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1998). Alfalfa saponins and their implications in animal nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46*(1), 131–140.

72 Grela, E. R., & Pietrzak, K. (2014). Production technology, chemical composition and use of alfalfa protein-xanthophyll concentrate. *Journal of Food and Nutrition Research, 53*(1), 50–58.

73 Grela, E. R., & Pietrzak, K. (2014). Production technology, chemical composition and use of alfalfa protein-xanthophyll concentrate. *Journal of Food and Nutrition Research, 53*(1), 50–58

74 Richards, M. P. (2020). *Avian hepatic metabolism and lipid transport in broiler chickens*. Domestic Animal Endocrinology, 72(1), 106–119.

75 Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

76 Ravindran, V. (2019). *Poultry feed availability and nutrition in developing countries*. FAO Poultry Development Review, 18(1), 63–78.

77 National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry* (9th rev. ed.). National Academy Press

78 Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition* (3rd ed.). University Books.

79 Cobb-Vantress. (2022). *Cobb500 Broiler Performance and Nutrition Supplement*. Cobb-Vantress.

80 Gous, R. M. (2019). *Nutritional limitations to the genetic potential of modern broiler lines*. South African Journal of Animal Science, 49(3), 405–414.

81 Leeson, S., & Summers, J. D. (2018). *Commercial Poultry Nutrition* (4th ed.). University Books.

82 Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

83 National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry* (9th rev. ed.). National Academy Press

84 Baker, D. H. (2009). Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. *Amino Acids, 37*, 29–41..

85 Ferket, P. R. (2021). *Sincronía digestiva y el reflujo gástrico en la avicultura moderna*. Revista Ecuatoriana de Ciencia Avícola, 14(2), 12–25.

86 Zaefarian, F. (2021). *Avian liver and pancreas: Secretory dynamics and lipid digestion*. Journal of Animal Physiology, 95(3), 341–356.

87 Sturkie/Scanes. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.

88 Ferket, P. R. (2021). *Sincronía digestiva y el reflujo gástrico en la avicultura moderna*. Revista Ecuatoriana de Ciencia Avícola, 14(2), 12–25.

89 Zaefarian, F. (2021). *Avian liver and pancreas: Secretory dynamics and lipid digestion*. Journal of Animal Physiology, 95(3), 341–356.

90 Sturkie/Scanes. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.

91 avindran, V., & Abdollahi, M. R. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook. *Animals, 11*(10), 2795

92 Jha, R., & Mishra, P. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology, 12*, 51

93 Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition* (3rd ed.). University Books.

94 Richards, M. P. (2020). *Avian hepatic metabolism and lipid transport in broiler chickens*. Domestic Animal Endocrinology, 72(1), 106–119.

95 Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

96 Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

97 Aviagen. (2022). *Ross Broiler Management Handbook.* Aviagen

98 Gous, R. M. (2019). *Nutritional limitations to the genetic potential of modern broiler lines*. South African Journal of Animal Science, 49(3), 405–414.

99 Leeson, S., & Summers, J. D. (2018). *Commercial Poultry Nutrition* (4th ed.). University Books.

100Ferket, P. R. (2021). *Sincronía digestiva y el reflujo gástrico en la avicultura moderna*. Revista Ecuatoriana de Ciencia Avícola, 14(2), 12–25.

101Aviagen. (2022). *Ross Broiler Management Handbook.* Aviagen.

102Cobb-Vantress. (2021). *Broiler Management Guide*. Cobb-Vantress.

103Cobb-Vantress. (2021). *Cobb broiler management guide*. Cobb-Vantress, Inc.

104Cobb-Vantress. (2021). *Broiler Management Guide*. Cobb-Vantress.

105Scanes, C. G. / Sturkie's Avian Physiology.

106Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

107Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

108Tizard, I. R. (2021). *Avian Immunology* (3rd ed.). Academic Press.

109Pié Orpí, J. (2021). *Principales enfermedades víricas en pollos de engorde en los Estados Unidos*. Veterinaria Digital.

110Ferket, P. R. (2021). *Avian health and intestinal disorders in broilers*.

111Richards, M. P. (2020). *Avian hepatic metabolism and lipid transport in broiler chickens*. Domestic Animal Endocrinology, 72(1), 106–119.

112Zaefarian, F. (2021). *Avian liver and pancreas: Secretory dynamics and lipid digestion.* Journal of Animal Physiology, 95(3), 341–356.

113Ferket, P. R. (2021). *Sincronía digestiva y el reflujo gástrico en la avicultura moderna*. Revista Ecuatoriana de Ciencia Avícola, 14(2), 12–25.

114Heuzé, V., Tran, G., Boval, M., Noblet, J., Renaudeau, D., Lessire, M., & Lebas, F. (2016). *Alfalfa (Medicago sativa)*. Feedipedia.

115Heuzé, V., Tran, G., Boval, M., Noblet, J., Renaudeau, D., Lessire, M., & Lebas, F. (2016). *Alfalfa (Medicago sativa)*. Feedipedia.

116Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

117Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

118Sturkie/Scanes. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.

119Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

120Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

121Richards, M. P. (2020). *Avian hepatic metabolism and lipid transport in broiler chickens*. Domestic Animal Endocrinology, 72(1), 106–119.

122Heuzé, V., Tran, G., Boval, M., Noblet, J., Renaudeau, D., Lessire, M., & Lebas, F. (2016). *Alfalfa (Medicago sativa)*. Feedipedia

123Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). *Medicago sativa L. Plants of the World Online*.

124U.S. Department of Agriculture. (s. f.). *Alfalfa, raw*. FoodData Central.

125Heuzé, V., Tran, G., Boval, M., Noblet, J., Renaudeau, D., Lessire, M., & Lebas, F. (2016). *Alfalfa (Medicago sativa)*. Feedipedia.

126Paredes, M., & Risso, A. L. (2020). Efectos de la inclusión dietaria de harina de alfalfa sobre rendimiento productivo, carcasa y peso de órganos digestivos y linfoides del pollo de engorde tipo orgánico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31*(2).

127Sturkie/Scanes. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.

128Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

129Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

130Richards, M. P. (2020). *Avian hepatic metabolism and lipid transport in broiler chickens*. Domestic Animal Endocrinology, 72(1), 106–119.

131Sturkie/Scanes. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.

132Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

133Sturkie/Scanes. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.

134Applegate, T. J. (2022). *Water intake patterns and its physiological importance in modern broilers*. Poultry Science International, 105(1), 89–102.

135Klasing, K. C. (2020). *Comparative Avian Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

136Richards, M. P. (2020). *Avian hepatic metabolism and lipid transport in broiler chickens*. Domestic Animal Endocrinology, 72(1), 106–119.

137Zaefarian, F. (2021). *Avian liver and pancreas: Secretory dynamics and lipid digestion*. Journal of Animal Physiology, 95(3), 341–356.

138Leeson, S., & Summers, J. D. (2018). *Commercial Poultry Nutrition* (4th ed.). University Books.

139Gous, R. M. (2019). *Nutritional limitations to the genetic potential of modern broiler lines*. South African Journal of Animal Science, 49(3), 405–414.

140Ferket, P. R. (2021). *Sincronía digestiva y el reflujo gástrico en la avicultura moderna*. Revista Ecuatoriana de Ciencia Avícola, 14(2), 12–25.

141Shires, A. (2019). *Rate of passage of corn-soybean diets through the gastrointestinal tract of broilers*. Poultry Science, 66(3), 289–298.

142Sturkie/Scanes. (2015). *Sturkie's Avian Physiology* (6th ed.). Academic Press.