UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SANGUÍNEOS EN AVES DE ENGORDE POR INCLUSIÓN DE HARINA DE TRIGO TROPICAL (*Coix lacryma-jobi)* Y SU RELACIÓN DE SALUD PRODUCTIVA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario/a Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria

Autores:

Shirley Esthefania Villarroel Reinoso

Anthony Gonzalo Pantoja Grefa

Tutor:

Dr. Washington Fernando Carrasco Sangache PhD

Guaranda – Ecuador

2025

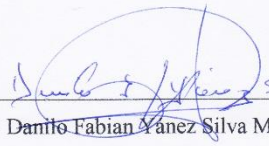
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SANGUÍNEOS EN AVES DE ENGORDE POR INCLUSIÓN DE HARINA DE TRIGO TROPICAL (*Coix lacryma-jobi)* Y SU RELACIÓN DE SALUD PRODUCTIVA

REVISADO Y APROBADO POR:



Dr. Washington Fernando Carrasco Sangache PhD.

TUTOR



Dr. Danilo Fabian Yánez Silva MSc.

PAR LECTOR



Dr. Freddy Rodrigo Guillín Núñez MSc.

PAR LECTOR

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

5% Fuentes de Internet
1% Publicaciones
4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
43 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Texto oculto
55 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Firmado electrónicamente por:
WASHINGTON FERNANDO CARRASCO SANGACHE
Validar únicamente con FirmaEC

Dr. Washington Fernando Carrasco Sangache
TUTOR

Shirley Villarroel - Anthony Pantoja

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SANGUÍNEOS EN AVES DE ENGORDE POR INCLUSIÓN DE HARINA DE TRIGO TROPICAL...

My Files
My Files
Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:514180945

Fecha de entrega
17 oct 2025, 9:20 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
17 oct 2025, 9:38 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
Tesis Shirley.docx

Tamaño del archivo
4.8 MB

86 páginas

14.205 palabras

80.311 caracteres

turnitin Página 1 de 92 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::3117:514180945

NOTARIA 4

ABG. GALO GERMAN MONAR GAVILANES
Notario Suplente Cuarto del Cantón Guaranda.

ESCRITURA Nº 20250201004P01058

DECLARACIÓN JURAMENTADA
OTORGAN:
SHIRLEY ESTHEFANIA VILLARROEL REINOSO Y
ANTHONY GONZALO PANTOJA GREFA
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIAS

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy viernes a los diecisiete dias del mes de octubre del año dos mil veinticinco, ante mí **ABOGADO GALO GERMAN MONAR GAVILANES, NOTARIO SUPLENTE CUARTO DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, los señores: **SHIRLEY ESTHEFANIA VILLARROEL REINOSO,** de estado civil soltera; y, **ANTHONY GONZALO PANTOJA GREFA,** de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianas, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambos estudiantes, domiciliados la primera en la parroquia Lizarzaburu, cantón Riobamba, provincia Chimborazo y de paso por este Cantón Guaranda, Provincia Bolivar, con teléfono celular número cero nueve nueve uno uno cinco seis nueve tres siete; y, con correo electrónico svillarroel923@gmail.com, y, el segundo en la parroquia Archidona, cantón Archidona, provincia Napo y de paso por este Cantón Guaranda, Provincia Bolivar, con teléfono celular número cero nueve ocho ocho ocho nueve uno uno cero seis; y, con correo electrónico antho.pro11.gonza@gmail.com hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificaciones, en base lo cual obtengo las certificaciónes biométricas del Registro Civil, ademas por petición expresa de los comparecientes me piden se adjunte sus documentos personales como son las cedulas y los certificados de votaciones, como documentos habilitantes a esta escritura. Los comparecientes declaran conocer y aceptar la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, así como también normativa secundaria y regulaciones relacionadas con la materia y manifiesta expresamente que durante el otorgamiento de la presente escritura pública se han cumplido a cabalidad con todas las disposiciones normativas de protección de datos personales. Los comparecientes autorizan el uso y tratamiento de sus datos personales, los cuales no serán recopilados, utilizados, divulgados, procesados o retenidos para ningún propósito que no sea la correcta prestación del servicio notarial conforme la legislación vigente y dentro de los parámetros establecidos en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, y demás normas y reglamentos de la materia. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros: **SHIRLEY ESTHEFANIA VILLARROEL REINOSO,** de estado civil soltera; y, **ANTHONY GONZALO PANTOJA GREFA,** de estado civil soltero, declaramos que los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación es de nuestra absoluta autoría, titulado **"EVALUACIÓN DE PARÁMETROS SANGUÍNEOS EN AVES DE ENGORDE POR INCLUSIÓN DE HARINA DE TRIGO TROPICAL (*Coix lacryma-jobi*) Y SU RELACION DE SALUD PRODUCTIVA"**, previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Medicina Veterinaria.- Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo cuanto doy Fe.----------

SRTA. SHIRLEY ESTHEFANIA VILLARROEL REINOSO.
C.C. 0604371146

SR. ANTHONY GONZALO PANTOJA GREFA.
C.C. 1500953649

ABOGADO GALO GERMAN MONAR GAVILANES.
NOTARIO SUPLENTE CUARTO DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Villarroel Reinoso Shirley Estefanía, con CI 0604371146, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Villarroel Reinoso Shirley Estefanía
CI : 0604371146

NOTARÍA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Dr. Washington Fernando Carrasco Sangache PhD.
CI: 0201960184

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Pantoja Grefa Anthony Gonzalo, con CI 1500953649, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Pantoja Grefa Anthony Gonzalo
CI : 1500953649

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Dr. Washington Fernando Carrasco Sangache PhD.
CI: 0201960184

DEDICATORIA

Dedicar este proyecto de investigación a mi familia, pilar fundamental en cada paso de este proceso. En especial a mis dos madres Edelina y Jessica por brindarme el apoyo incondicional desde la distancia que es inexistente cuando conversamos.

Todo este desarrollo y sacrificio es inspirado por mi querido abuelo, cuya sabiduría y ejemplo siguen guiando mi vida.

También aquellas personas que ayudaron con su grano de arena para que se lleve a cabo, mencionando a amistades que estuvieron en todo momento al tanto de mí, Randy por cuidar de mi salud y hermandad, Gilmar por ser altruista desde mi desconocimiento, Andrés de igual manera por brindarme su confianza y ayuda de la nada.

Con ello cierro este capítulo importante.

Anthony Gonzalo Pantoja Grefa

DEDICATORIA

A Dios, a la Virgen Auxiliadora, A San Francisco y a ti, mamá, RUTH Porque cada página de esta tesis, cada palabra escrita y cada noche de desvelo son fruto de tu amor incansable. Hoy puedo decir que he llegado hasta aquí porque tú has sido el pilar que me sostuvo, la voz que me animó a seguir y la luz que me guio cuando la oscuridad me cegaba. Me mostraste que los sueños se construyen con paciencia y esfuerzo, y que incluso cuando el camino parece imposible, la fe y el trabajo constante pueden convertir lo inalcanzable en realidad. A mi hermano Diego, tú eres mi ejemplo, tú eres la razón más grande de este logro, la primordial para que hoy, con orgullo y emoción, esté cumpliendo este sueño. Esta corona que coloco sobre este trabajo es para mi mamá y mi hermano, porque ustedes lo hicieron posible. Dedico también estas páginas a mis tres ángeles en el cielo: mi papá, mi abuelito y mi abuelita. Ustedes, que han sido mi guía silenciosa, mi fuerza invisible y mi refugio espiritual. A mi Papi Jorge, a mi Mami Norma, a mi Nao, a Magui y a Ceci, por ser una extensión de amor familiar, siempre dispuestos a darme una palabra de aliento y un gesto de cariño que me ayudó a continuar.

A mis queridas mascotas Leo, Peita, Duke, Zeus, Arturo Noa y Kory, por acompañarme en las largas horas de estudio, por recibirme con cariño en mis días más agotadores y recordarme que la ternura más pura no necesita palabras.

A Don Segundo, Antonieta, por abrirme su corazón y tenderme la mano de manera desinteresada. Su ayuda, nacida del afecto genuino, es una huella imborrable en mi vida y en este proyecto.

Esta dedicatoria es un pedazo de mi alma entregado a quienes me han amado y acompañado, aquí y en el cielo. Es el cierre de un capítulo lleno de sacrificios, lágrimas y alegrías, y la apertura de nuevos caminos que sé que seguirán estando iluminados por su amor. Hoy puedo decir que he llegado hasta aquí porque nunca estuve sola me sostuvieron manos llenas de amor, me empujaron palabras de aliento y me protegieron miradas que, aunque ya no pueda ver, aún siento conmigo.

Shirley Esthefania Villarroel Reinoso

AGRADECIMIENTO

Con gratitud profunda expresamos nuestro reconocimiento a quienes, de diferentes maneras, hicieron posible la culminación de esta investigación y contribuyeron a nuestra formación profesional como Médicos Veterinarios.

A Dios, por concedernos la vida, la salud, la paciencia y la fortaleza necesarias para no rendirnos frente a los obstáculos y continuar con firmeza en este camino académico.

A nuestros familiares, pilar fundamental en todo momento, por brindarnos su apoyo moral, económico y emocional. Su amor, paciencia y ejemplo de esfuerzo han sido la base que me impulsó a alcanzar esta meta.

A nuestro tutor de tesis, Dr. Fernando Carrasco por su asesoría, dedicación incansable y exigencia académica. Su acompañamiento fue fundamental en la conceptualización, ejecución y redacción de este trabajo.

A nuestros pares lectores, Dr. Rodrigo Güillín y Dr. Danilo Yánez, por sus valiosos aportes y observaciones que enriquecieron de manera significativa en esta investigación.

A mis hermanas de corazón Vane y Kerly sin ustedes no hubiera podido llegar gracias por el apoyo en las buenas y en las malas, y a mis amigos César, Josué y Sebas, gracias por estar presentes en este recorrido, por las risas que aligeraron la carga y por las palabras de ánimo que me ayudaron a no perder el rumbo. La amistad sincera es un regalo, y yo he tenido la suerte de recibirlo de ustedes.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a la Carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Estatal de Bolívar, así como a su cuerpo docente, por el entorno formativo profesional, los contenidos actualizados y las oportunidades de crecimiento práctico y teórico que nos brindaron. A los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación, a sus técnicos, cuya competencia,

entusiasmo y trato colaborativo fueron importantes para las actividades experimentales. Y finalmente, a todas las personas que, de una u otra forma, fueron parte de este proceso. A quienes compartieron conmigo su tiempo, su energía y su cariño. Esta tesis no solo es un logro personal, sino también el resultado de un trabajo en equipo invisible, sostenido por la fe, el amor y la solidaridad.

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	4
1.3. OBJETIVOS	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos Específicos	6
1.4. HIPÓTESIS	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. *Coix lacryma-jobi var. ma- yuen*	8
2.1.1. Historia y origen	8
2.1.2. Características botánicas	8
2.1.3. Composición nutricional	9
2.1.4. Antecedentes de *Coix lacryma jobi var. mayu-en*	9
2.1.5. Componentes de *Coix lacryma jobi var.* y su efecto hipoglucémico	10
2.2. Mecanismos de Reducción de Grasa Abdominal	11
2.3. Bioquímica sanguínea aviar	11
2.3.1. Parámetros químicos sanguíneos en aves de engorde	12
2.3.2. Fisiología de los parámetros	13
2.4. Razas de pollo	15
CAPÍTULO III	20
3. MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Ubicación y características de la investigación	20

3.2. Metodología 20
3.2.1. Material en estudio 20
3.2.2. Factores en estudio 20
3.2.3. Tratamientos 21
3.2.4. Tipo de diseño experimental 21
3.2.5. Manejo de la investigación 21
3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados 22
3.2.7. Análisis de datos 24
CAPÍTULO IV 25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 25
4.1. Interpretación de resultados 25
4.1.1. Glucosa (mg/dL) 25
4.1.2. Triglicéridos (mg/dL) 26
4.1.3. Colesterol (mg/dL) 27
4.1.4. Cuerpos cetónicos (mg/dL) 28
4.1.5. Grasa abdominal (g) 28
4.1.6. Ganancia de peso (g) 30
4.1.7. Conversión alimenticia 31
4.1.8. Eficiencia alimenticia 32
4.1.9. Rendimiento en canal (%) 33
4.1.10. Peso de la Canal 34
4.1.11. Índice de productividad 36
4.2. Comprobación de la hipótesis 37
CAPÍTULO V 38
5.1. CONCLUSIONES 38

5.2. RECOMENDACIONES 39

BIBLIOGRAFA 40

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Taxonomía	8
2.	Composición nutricional de *Coix lacryma-jobi var. ma-yuen*	9
3.	Crecimiento de pollos ROSS 308 en semanas	18
4.	Promedio de glucosa	25
5.	Promedio de triglicéridos	26
6.	Promedio de colesterol**.**	27
7.	Promedio de cuerpos cetónicos.	28
8.	Promedio de grasa abdominal.	28
9.	Promedio de ganancia de peso.	30
10.	Promedio de conversión alimenticia.	31
11.	Promedio de eficiencia alimenticia.	32
12.	Rendimiento en canal.	33
13.	Peso de la canal.	34
14.	Promedio de índice de productividad.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Niveles promedio de glucosa	25
2.	Promedio de triglicéridos.	26
3.	Promedio de colesterol.	27
4.	Grasa abdominal.	29
5.	Ganancia de peso.	30
6.	Conversión alimenticia.	31
7.	Eficiencia alimenticia.	33
8.	Rendimiento en canal (%).	34
9.	Peso de la canal.	35
10.	Índice de Productividad.	36

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1.	Mapa de la ubicación de la investigación
2.	Croquis del ensayo
3.	Resultados de Análisis Bioquímicos
4.	Base de datos
5.	Fotografías
6.	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Este estudio evaluó los efectos de la inclusión de harina de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi)* en la dieta de pollos de engorde, con el objetivo de analizar su impacto en los parámetros sanguíneos y la salud productiva. Los resultados revelaron un efecto significativo y positivo en la mayoría de los indicadores productivos y fisiológicos. Se observó una mejora sustancial en la ganancia de peso, el peso de la canal, la conversión alimenticia y la eficiencia alimenticia. De igual manera, la inclusión del cereal condujo a una reducción significativa de la grasa abdominal, lo que se traduce en una mayor calidad de la canal y una mejor partición de nutrientes. A nivel sanguíneo, el estudio demostró que el *Coix lacryma-jobi* tiene un efecto hipolipidémico, evidenciado por la reducción significativa de los triglicéridos. Aunque los niveles de glucosa no mostraron una diferencia estadísticamente significativa, la tendencia a la baja observada y la ausencia total de cuerpos cetónicos en todos los tratamientos indican que el cereal mantiene el balance energético de las aves sin comprometer su salud. Estos hallazgos validan la hipótesis de la tesis, confirmando que la harina de trigo tropical es una alternativa viable y beneficiosa para mejorar la salud productiva y la rentabilidad en la avicultura, al optimizar la eficiencia y la composición corporal de los animales.

Palabras clave: *Coix lacryma-jobi*, parámetros sanguíneos, salud productiva, conversión alimenticia, rendimiento en canal, triglicéridos, grasa abdominal

SUMMARY

This study evaluated the effects of including tropical wheat flour (*Coix lacryma-jobi*) in the diet of broiler chickens, with the objective of analyzing its impact on blood parameters and productive health. The results revealed a significant and positive effect on most productive and physiological indicators. A substantial improvement was observed in weight gain, carcass weight, feed conversion, and feed efficiency. Similarly, the inclusion of the cereal led to a significant reduction in abdominal fat, which translates into higher carcass quality and better nutrient partitioning.At the blood level, the study demonstrated that *Coix lacryma-jobi* has a hypolipidemic effect, evidenced by a significant reduction in triglycerides. Although glucose levels did not show a statistically significant difference, the observed downward trend and the total absence of ketone bodies in all treatments indicate that the cereal maintains the birds' energy balance without compromising their health. These findings validate the thesis hypothesis, confirming that tropical wheat flour is a viable and beneficial alternative for improving productive health and profitability in the poultry industry by optimizing the animals' efficiency and body composition.

Keywords: *Coix lacryma-jobi*, blood parameters, productive health, feed conversion, carcass yield, triglycerides, abdominal fat.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en la producción de pollos, la glucosa sanguínea se considera un importante bioindicador del estado metabólico y energético (Valdés, 2022). Este parámetro está estrechamente relacionado con el crecimiento, la resistencia a enfermedades y la conversión alimenticia, lo cual es fundamental para el rendimiento productivo y la calidad de las aves.

Investigaciones recientes han resaltado la importancia de alternativas nutricionales, como la inclusión de *Coix lacryma-jobi var. ma- yuen* en dietas avícolas, por su potencial para mejorar la eficiencia metabólica y reducir los riesgos de trastornos metabólicos asociados al manejo intensivo de las aves (Chiang et al, 2020).

Este cereal, también conocido como lágrima de Job o trigo tropical, es originario del sudeste asiático y se ha utilizado tradicionalmente tanto en la medicina oriental como en la alimentación humana y animal. Es rico en compuestos bioactivos como flavonoides, polifenoles y fibras solubles, los cuales se han asociado con efectos hipoglucemiantes, antioxidantes e inmunoestimulantes.

A nivel global, diversos estudios han comenzado a explorar las propiedades funcionales de *Coix lacryma-jobi var. mq-yuen* en sistemas intensivos de producción animal. Se ha observado que su inclusión en dietas de aves de corral puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes, modula la microbioma intestinal y reduce el estrés oxidativo. Son aspectos fundamentales para un desarrollo adecuado y efectivo de los animales.

En países asiáticos como China, Corea y Japón, se han implementado programas de investigación sobre el uso de este grano como suplemento natural para mejorar la salud intestinal y metabólica de las aves, reduciendo así la dependencia de antibióticos promotores del crecimiento.

En América Latina, donde la avicultura desempeña un papel esencial en la seguridad alimentaria y la económica, los niveles de glucosa en aves son particularmente significativos en la búsqueda de carne más sustentable y saludable. Investigaciones a nivel regional han empezado a investigar el empleo de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen*) para mejorar el metabolismo energético y lipídico en aves de engorde, con ventajas para la productividad y para la salud de los humanos y los animales.

Además, se destaca su capacidad para reducir los niveles de triglicéridos y mejorar la respuesta inmune de las aves, aspectos cruciales para afrontar las crecientes demandas del mercado y los retos medioambientales de la zona (Devaraj et al, 2020).

En Ecuador, donde la producción avícola es fundamental para el consumo y la economía, la regulación de los niveles de glucosa en aves toma especial importancia debido a su impacto en la calidad de los alimentos y la salud pública. La creciente incidencia de enfermedades metabólicas como la diabetes ha generado interés en alternativas alimenticias que permitan obtener productos más saludables y bajos en grasas perjudiciales (Villacis & Arteaga, 2023).

El trigo tropical (*Coix lacryma-jobi va. ma- yuen*) es un componente que, al ser añadido a la alimentación avícola ha mostrado la capacidad de optimizar la eficiencia energética y de disminuir el nivel de lípidos en las aves, contribuyendo así al bienestar animal y a la sostenibilidad de la industria local (Chiang et al, 2020).

En contextos como Guaranda, su implementación podría representar una oportunidad para diversificar la alimentación animal con recursos fitogénicos locales y mejorar la competitividad del sector avícola. La glucosa sanguínea en aves de corral es un bioindicador del estado metabólico y energético, influyendo en su crecimiento, eficiencia alimenticia y resistencia a enfermedades, según Macancela, (2020).

Las variaciones en los niveles de glucosa impactan en la capacidad de convertir el alimento en masa corporal. La incorporación de *Coix lacryma-jobi var. ma- yuen*

en la dieta avícola busca disminuir los niveles de glucosa, optimizar el metabolismo de grasas y promover una producción más saludable y sostenible, lo que representa beneficios tanto para los productores como para los consumidores finales.

1.2. PROBLEMA

El sector avícola en Ecuador enfrenta una problemática multifactorial que afecta tanto la salud productiva de las aves como la calidad de los productos destinados al consumo humano. Este problema se deriva principalmente de las dietas utilizadas, las cuales, en su mayoría, dependen de los insumos importados como el maíz, cuyos suministros y precios son altamente volátiles, incrementando los costos de producción (Verdezoto, 2024).

Esta situación obliga a los avicultores a buscar alternativas nutricionales locales que no solo sean más económicas, sino también más sostenibles y beneficiosas para la salud de las aves y los consumidores.

Las dietas actuales, desequilibradas en su composición, contribuyen a problemas metabólicos en las aves de engorde, como la acumulación de grasa abdominal y niveles elevados de colesterol, glucosa y triglicéridos. Estas circunstancias perjudican la salud metabólica de las aves, disminuyen su capacidad productiva y hacen que aumente el número de casos de enfermedades como el síndrome ascítico y la muerte súbita (Nuñez et al, 2020).

Los consumidores son impactados por eventos de este tipo, dado que consumir productos avícolas con perfiles lipídicos altos podría promover la aparición de trastornos metabólicos como la diabetes y la obesidad, un problema en aumento en Ecuador (MAG, 2023).

Además, la dependencia de insumos importados incrementa los costos de producción, mientras que el uso ineficiente de recursos genera un impacto ambiental adverso. Esto pone en riesgo la sostenibilidad del sector avícola, que es vital para la seguridad alimentaria y la economía local.

Frente a esta problemática, *Coix lacryma-jobi var. ma- yuen* emerge como una alternativa prometedora. Sus propiedades hipoglucemiantes, hipolipemiantes y antioxidantes han demostrado mejorar el estado metabólico de las aves al regular niveles de glucosa, triglicéridos y colesterol, reduciendo también la acumulación de

grasa abdominal. Investigaciones como las de Luo et al. (2022) y Chiang et al. (2020), destacan que los compuestos bioactivos de esta planta, como polisacáridos y flavonoides, modulan el metabolismo energético y lipídico de las aves.

Asimismo, su incorporación en la alimentación de las aves puede reducir los gastos de producción al utilizar recursos locales, lo que favorece una producción más sustentable (Ramos, 2023).

La implementación de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma- yuen*) en las dietas no solo resolvería las deficiencias actuales en la salud productiva de las aves, sino que también mejoraría la calidad de los productos avícolas, beneficiando tanto a los consumidores como al medio ambiente.

Este enfoque ofrece una solución integral, alineada con las necesidades económicas, ambientales y de seguridad alimentaria del Ecuador, y podría servir como modelo para enfrentar desafíos similares en otras regiones.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar los parámetros sanguíneos en aves de engorde por inclusión de harina de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen*) y su relación con la salud productiva.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar el efecto de la harina de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen*) sobre los niveles de cuerpos cetónicos en aves de engorde.
- Determinar el efecto de los distintos niveles de inclusión de harina de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma- yuen*) en los indicadores bioquímicos sanguíneos
- Analizar los parámetros productivos en aves de engorde.

1.4. HIPÓTESIS

Ho: La inclusión de los diferentes niveles de harina de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen*), no presenta efectos en los parámetros sanguíneos en pollos de engorde

Ha: La inclusión de los diferentes niveles de harina de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen*), presenta efectos en los cambios sanguíneos en pollos de engorde.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. *Coix lacryma-jobi var. ma- yuen*

Coix lacryma-jobi var.ma-yuen, comúnmente conocido como lágrima de Job o adlay, es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia *Poaceae*. La variedad *ma-yuen*, en particular, ha sido cultivada durante siglos en Asia por sus propiedades nutricionales y medicinales (Miao et al, 2021).

Tabla 1.

Taxonomía

Taxonomía de *Coix lacryma-jobi*	
Reino:	Plantae
División:	*Fanerógama Magnoliophyta*
Clase:	*Liliopsida*
Orden:	*Poales*
Familia:	*Poaceae*
Subfamilia:	*Panicoideae*
Tribu:	*Andropogoneae*
Género:	*Coix*
Especie:	*C.lacryma-job L.*
Variedad:	*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen (Rom.Caill.) Stapf*
Nombre común:	*Lágrimas de Moisés, lágrimas de Job, lágrimas de San Pedro, adlay.*

Nota: Elaborado en base a Feng et al (2020).

2.1.1. Historia y origen

Originaria del sudeste asiático, esta planta ha sido utilizada en la medicina tradicional china durante más de 2000 años. Su cultivo se fue propagando poco a poco a otras zonas de Asia, como Japón, Corea y la India (Acharya et al, 2024).

2.1.2. Características botánicas

La planta *Coix lacryma-jobi var. ma yuen* puede alcanzar una altura máxima de 3 metros, es una especie anual o perenne. Sus hojas son largas y tienen forma de lanza; produce inflorescencias que contienen flores masculinas y femeninas.

Los granos, que son la parte comestible de la planta, están encerrados en una cubierta dura y lustrosa (Weng et al, 2022).

2.1.3. Composición nutricional

Los granos de *Coix lacryma-jobi var. ma-yuen* son ricos en carbohidratos, proteínas y lípidos. Un estudio realizado por Feng et al. (2020), reveló la siguiente composición aproximada

Además, Huang et al. (2021), menciona que contienen una variedad de aminoácidos esenciales, vitaminas (especialmente del grupo B) y minerales como hierro, calcio y fósforo.

Tabla 2.

Composición nutricional de Coix lacryma-jobi var. ma-yuen

Componente	Porcentaje
Carbohidratos:	58-65%
Lípidos:	5-7%
Fibra:	2-4%
Cenizas:	1-2%

Fuente: Laxmisha et al (2022).

2.1.4. Antecedentes de *Coix lacryma jobi var. ma-yuen*

Dado que se ha utilizado de manera tradicional en la alimentación humana, investigaciones recientes han explorado el potencial de *Coix lacryma-jobi var. ma-yuen* en la nutrición animal. Su alto contenido proteico y perfil de aminoácidos lo convierte en un potencial componente para la alimentación avícola (Shen et al, 2020).

Se analizó el efecto de añadir harina de *Coix lacryma-jobi var. ma-yuen* en la dieta de pollos destinados a engorde en el estudio realizado por Masahid, Belgis, & Agesti (2021), los científicos hallaron que una incorporación de hasta el 10 % en la alimentación no afectó negativamente el desempeño del crecimiento y, además,

mejoró de manera significativa la calidad cárnica respecto a la cantidad de ácidos grasos insaturados.

Por otro lado, Shen et al. (2020) muestran que la fibra soluble del salvado de *coix lacryma-jobi var. ma yuen* tiene mayor capacidad antioxidante, una mejor digestibilidad in vitro y propiedades prebióticas que favorecen la salud intestinal al regular el microbiota de manera positiva.

Esto es especialmente cierto cuando se cambia a través de la descarga de vapor. Durante la fermentación in vitro, promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus,* mientras que los polifenoles mejoran la diversidad bacteriana. Además, se ha evidenciado efectos positivos en el metabolismo de la glucosa y en la disminución de la esteatosis hepática en modelos animales, enfatizándose como un instrumento potencial para mejorar la salud intestinal y metabólica (Álvarez , 2020).

2.1.5. Componentes de *Coix lacryma jobi var.* y su efecto hipoglucémico

Coix lacryma-jobi var. posee compuestos bioactivos con efectos terapéuticos, que afectan especialmente en el metabolismo de la glucosa. Según Chiang et al. (2020), los extractos de esta planta exhiben un efecto profiláctico sobre la disfunción metabólica, inhiben las vías lipogénicas e inducen la β-oxidación de los ácidos grasos. Los principales compuestos con propiedades metabólicas son:

Polifenoles: poseen propiedades antioxidantes para mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir la resistencia hormonal.

Fitoesteroles: tiene la capacidad de regular las expresiones genéticas vinculadas con el metabolismo de lípidos, modulan las vías inflamatorias y limitan la absorción intestinal del colesterol.

Ácidos grasos insaturados: regularizan los niveles de glucosa en sangre y optimizan la funcionalidad de células pancreáticas.

Coixanos: son polisacáridos con efectos reguladores en los niveles de glucosa.

Asimismo, Liu et al. (2023) demostraron en modelos experimentales animales (ratón) que la suplementación con *Coix lacryma-jobi* reduce los niveles de glucosa

en sangre, disminuye la gluconeogénesis hepática y suprime la expresión de proteínas como el fosfoenolpiruvato carboxiquinasa (PEPCK), lo que sugiere su potencial como agente antidiabético.

Los métodos de acción, en primer lugar, implican la regulación de la gluconeogénesis hepática, el freno a la creación de glucosa por parte del hígado y el ajuste de rutas metabólicas vinculadas con el control glicémico (Chiang et al, 2020).

2.2. Mecanismos de Reducción de Grasa Abdominal

La inclusión de esta especie en dietas avícolas impacta en la deposición de grasa abdominal a través de: modulación de enzimas lipogénicas, regulación del metabolismo lipídico, activación de procesos de oxidación de ácidos grasos y reducción en la producción de triglicéridos en el hígado. Además, se señala en investigaciones recientes que sus compuestos bioactivos tienen la capacidad de reducir la acumulación de grasa visceral y mejorar el perfil metabólico de las aves (Su et al, 2022).

2.3. Bioquímica sanguínea aviar

Es conocida como una prueba de laboratorio para diagnosticar enfermedades, estudia la composición química de la sangre. Además, es empleada como herramienta eficaz para el diagnóstico, pronóstico y conocimiento de la patogenia de varias enfermedades (Almeida, Bravo, & Campozano, 2021).

Tanto la bioquímica sanguínea como la hematología constituyen una base importante para el diagnóstico de enfermedades. Con ambas se puede valorar el estado nutricional y de salud de las aves; por lo tanto, se consideran herramientas clave en programas de conservación y preservación de especies en peligro. En el caso de los pollos domésticos, se recomienda que el análisis de la bioquímica sanguínea se realice a partir de la fracción plasmática, tras el rápido procesamiento de la muestra sanguínea (Macancela, 2020).

2.3.1. Parámetros químicos sanguíneos en aves de engorde

Glucosa

La glucosa actúa como fuente de energía esencial para el metabolismo y procesos de síntesis biológica en las células animales. El azúcar sanguíneo en pollos es semejante al de los mamíferos, está en forma de D-glucosa y sus concentraciones son más altas, es un metabolito fundamental para el suministro de energía que participa en diversas funciones fisiológicas y bioquímicas (Abbas et al, 2020).

La regulación está mediada por hormonas como la insulina, el glucagón, la corticosterona y la tiroxina. Además, las concentraciones sanguíneas basales en pollos se sitúan aproximadamente en 10mmol/L, superando los valores observados en mamíferos y presentando una gran variabilidad entre las diferentes especies analizadas. Existen diferentes factores que pueden influir en estas concentraciones, como el tamaño del pollo, su tasa metabólica, y el tipo de alimentación que consume. En última instancia, estos factores provocan las variaciones en cuanto al metabolismo del glucagón y la insulina (Ji et al, 2020).

Colesterol

El colesterol es un lípido esencial en la formación de ácidos biliares y hormonas esteroides, obtenidas a partir de la ingesta de proteínas y sintetizado en el hígado (Macancela, 2020).

También se conoce que, a nivel gonadal, las concentraciones de colesterol varían tanto en el macho como en la hembra. Además, este influye en la gametogénesis, lo cual puede verse afectada al añadir alimentos con un alto nivel de energía, la edad de animal por el aumento de la síntesis hepática de los lípidos (Santana, 2023).

Triglicéridos

Los triglicéridos son la principal fuente de energía y almacenador de lípidos, de igual manera que el colesterol es sintetizado en el hígado. Las concentraciones dependen de diversos factores como: el clima, factores hormonales, sexo o dietas, ocasionando que los niveles de triglicéridos varíen (Cuenca, 2024).

Sin embargo, cuando las aves hembras comienzan su ciclo productivo de huevos, atraen proporciones muy altas de triglicéridos, para mantener como una fuente de energía, sin embargo, los niveles de triglicéridos se alteran dependiendo de la alimentación ofrecida (Vaca & Zuñiga, 2022).

Cuerpos Cetónicos

Los cuerpos cetónicos son metabolitos producidos por el hígado durante la degradación de ácidos grasos, compuestos principalmente por acetoacetato, β-hidroxibutirato (BHB) y acetona. En aves de engorde es un biomarcador del metabolismo energético, y refleja la movilización de reservas lipídicas y el estado nutricional del ave (Luo et al, 2022).

Su producción se intensifica en dadas condiciones: déficit de carbohidratos, estrés metabólico, altas demandas energéticas y modificaciones nutricionales.

La concentración de cuerpos cetónicos está relacionada directamente con indicadores de producción como la eficiencia alimentaria, el estado sanitario, el rendimiento del ave y la capacidad para convertir nutrientes. Además, los niveles anormales pueden indicar alteraciones metabólicas como cetosis subclínica, síndrome de hígado graso o desequilibrios energéticos (Su et al, 2022).

2.3.2. Fisiología de los parámetros

Glucosa

Los niveles de glucosa en el plasma sanguíneo oscilan entre un rango de 152 a 182 mg/dL en pollos de engorde, además estudios presentan concentraciones de 200 a 250 mg/dL en pollos jóvenes (Martínez, 2025).

La regulación de la glucemia en aves es distinta a la de mamíferos, ya que la insulina presenta menor capacidad hipoglucemiante, mientras que el glucagón, la corticosterona y la tiroxina juegan roles predominantes en la gluconeogénesis y la movilización energética (Alagawany et al, 2021).

En condiciones de alimentación ad libitum, el hígado es el principal órgano encargado de la gluconeogénesis a partir de aminoácidos y glicerol, lo que asegura

un suministro constante de energía para tejidos de alta demanda como el músculo pectoral y el sistema nervioso (Liu et al, 2023).

Colesterol

El colesterol es un lípido estructural esencial para la integridad de las membranas celulares y la síntesis de hormonas esteroides, sales biliares y vitamina D (Santana, 2023). En aves, su síntesis ocurre principalmente en el hígado, aunque también se obtiene de la dieta.

En pollos de engorde, los niveles sanguíneos normales varían entre 125 y 200 mg/dL (Santana, 2023). En La homeostasis del colesterol depende de la absorción intestinal, la síntesis hepática y la excreción como ácidos biliares. Alteraciones en su concentración pueden reflejar cambios en el metabolismo lipídico, asociados a dietas ricas en grasas o al metabolismo hepático.

A diferencia de los mamíferos, las aves tienen una lipoproteína de muy baja densidad (VLDL) específica en hembras ponedoras para el transporte de lípidos hacia el ovario, pero en broilers el transporte lipídico se destina principalmente al músculo y tejido adiposo (Feingold, 2024).

Triglicéridos

Los triglicéridos son la principal forma de almacenamiento de energía en las aves y están compuestos por una molécula de glicerol unida a tres ácidos grasos. Son transportados en la sangre como parte de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (Vaca & Zuñiga, 2022).

En condiciones normales, los triglicéridos en pollos de engorde se mantienen en torno a 40–80 mg/dL, aunque este valor puede incrementarse con dietas ricas en carbohidratos y lípidos fácilmente metabolizables (Macancela, 2020).

Su síntesis ocurre principalmente en el hígado, a partir de ácidos grasos y glicerol derivados de la dieta o de la lipogénesis de novo, y su almacenamiento se da principalmente en el tejido adiposo abdominal y subcutáneo (Juárez , Cervantes, & Torre, 2024).

El metabolismo de triglicéridos está influenciado por hormonas como la insulina (que estimula la lipogénesis) y el glucagón (estimula la lipólisis), así como por factores nutricionales y ambientales, como el estrés térmico, que puede aumentar la concentración en el organismo (PSA, 2021) .

Grasa Abdominal

La grasa abdominal en aves de engorde está constituida principalmente por tejido adiposo blanco, localizado alrededor de la molleja, los intestinos y la cloaca. Es un importante indicador de la eficiencia metabólica y del balance energético, dado que es uno de los primeros depósitos en desarrollarse y principal lugar en albergar triglicéridos (Kim & Voy, 2021).

En pollos, la acumulación de grasa abdominal depende de la interacción entre genética, nutrición y manejo. La lipogénesis ocurre predominantemente en el hígado, a diferencia de los mamíferos donde predomina en el tejido adiposo. Los ácidos grasos sintetizados en el hígado son transportados por VLDL hacia el tejido adiposo, donde se almacenan como triglicéridos.

Un exceso de grasa abdominal está asociado a un menor rendimiento en canal y a una peor aceptación comercial de la carne (Kim & Voy, 2021).

Por otro lado, un control adecuado de la deposición grasa, mediante balance proteico-energético y fuentes lipídicas de alta calidad, favorece la eficiencia alimenticia y la calidad de la canal (Luo et al, 2025).

2.4. Razas de pollo

En Ecuador se emplean algunas razas de pollos, como Coss 308, Cobb 500 y Hubbard:

2.4.1 Cobb 500

Es el pollo de engorde que ofrece mayor rendimiento productivo. Se distingue por su conversión nutricional, máximo porcentaje de crecimiento y viabilidad, lo que lo hace ideal para dietas de baja cantidad y menor costo. Su eficiencia proporciona una ventaja significativa, ya que al tener un costo inferior por kilo de peso vivo y su capacidad para prosperar en condiciones de alimentación más económicas. De

esta manera, optimiza los recursos y contribuye a la reducción de costos (Llanos, 2023).

2.4.2 Hubbard

Es apropiada para cumplir con las exigencias de los mercados que demandan piezas de pollo con hueso y pollos enteros. Se caracteriza por su alto rendimiento, su rápido crecimiento y su capacidad de adaptación a condiciones limitadas. Además, exhibe también un excelente desempeño en la calidad de la canal, lo que la convierte en una opción versátil para la producción avícola, ya que mantiene su adaptación y capacidad para prosperar en diversas condiciones ambientales (Paredes & Vásquez, 2020).

2.4.3 Pollos ROSS 308

Es una variedad de pollo que se caracteriza por su óptimo desarrollo muscular, excelente crecimiento, rusticidad, eficiente conversión de nutrientes, buen rendimiento y flexibilidad para diferentes necesidades del producto. También posee buenas características como la capacidad para acoplarse a diferentes entornos, responde positivamente a distintas condiciones de reproducción y cumple con varios requisitos que se toman en cuenta como el tamaño y la calidad de la carne (Montoya, 2023).

2.4.4 Nutrición avícola (ROSS 308)

La producción de aves tiene un papel fundamental en la nutrición, puesto que es un elemento determinante del desarrollo, el bienestar y la productividad de las aves. A lo largo de las décadas, nuestra comprensión de las necesidades nutricionales de las aves ha evolucionado significativamente, llevando a mejoras sustanciales en las prácticas de alimentación y manejo. De acuerdo con (Nguyen et al. 2021 y Tejeda & Kim 2021), optimizar la alimentación de las aves mejora el rendimiento en términos productivos y tiene un efecto favorable para la calidad de la carne como la eficiencia económica de la producción.

Las dietas para pollos de engorde deben ser formuladas para proveer de la energía y los nutrientes esenciales para mantener un adecuado nivel de calidad carne y de la canal (Andaluz, 2022).

Las aves requieren de componentes nutricionales esenciales, entre ellos vitaminas, minerales, aminoácidos, energía y agua. Para asegurar que el esqueleto se desarrolle de manera adecuada es necesario que estos elementos estén en armonía y en la formación del tejido muscular. La alimentación es una parte importante en la crianza de pollos y esta constituye el mayor costo de producción. Una buena nutrición es reflejada en un buen rendimiento de las aves y de sus productos (Valle & Martínez., 2023).

2.5. Parámetros productivos en las aves de engorde (ROSS 308)

2.5.1. Alimentación

En el crecimiento y desarrollo de las aves de engorde, la nutrición es un componente esencial. La dieta debe ser balanceada y contener niveles adecuados de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales para garantizar un óptimo rendimiento productivo (Montoya, 2023).

El manejo eficiente de alimentación y ganancia de peso influye directamente en la conversión alimenticia y la calidad de la canal, impactando la rentabilidad de la producción (Rodríguez, 2021).

2.5.2. Cantidad de grasa abdominal

El nivel de grasa abdominal en los pollos de engorde es un parámetro importante que puede verse afectado por la genética, la alimentación y el manejo nutricional. Un exceso de grasa puede disminuir el rendimiento de la canal y afectar la calidad del producto final (Vaca & Zuñiga, 2022).

2.5.3. Consecuencias del exceso de grasa abdominal

Un alto contenido de grasa abdominal en pollos de engorde puede generar efectos negativos tanto en la producción como en la comercialización de la carne (Nuñez et al, 2020).

Entre las principales consecuencias se encuentran:

- Reducción del rendimiento de la canal, lo que impacta en la eficiencia productiva.

- Inferior calidad de la carne, pues el mercado no acepta una cantidad excesiva de grasa.

- Aumento del costo de producción, debido a un uso ineficiente de la energía en la alimentación.

- Riesgos para la salud del consumidor, ya que una carne con mayor contenido graso puede ser menos saludable

2.5.4. Ganancia de peso en aves ROSS 308

La línea de pollos de engorde ROSS 308 se distingue por su rápida tasa de crecimiento y conversión alimentaria efectiva. La ganancia de peso es un parámetro crucial en la evaluación del rendimiento de estas aves (Tarazona, 2022).

2.6. Características de crecimiento de la línea ROSS 308

Los pollos ROSS 308 han sido seleccionados genéticamente para un crecimiento rápido y eficiente (Yaranoglu et al, 2023).

Las condiciones óptimas, estos pollos pueden alcanzar:

Tabla 3.

Crecimiento de pollos ROSS 308 en semanas

Semana	Peso
1 semana	185-195 g
2 semanas	490-515 g
3 semanas	980-1030 g
4 semanas	1620-1700 g
5 semanas	2330-2450 g
6 semanas	3060-3220 g

Fuente: Yaranoglu et al, (2023)

2.7. Avicultura en ecuador

La avicultura es una de las principales actividades agropecuarias del Ecuador y constituye un pilar fundamental en la seguridad alimentaria y la economía nacional. Este sector aporta aproximadamente el 4 % del Producto Interno Bruto (PIB) y cerca del 24 % del PIB agropecuario, generando más de US$ 4 000 millones anuales y alrededor de 300 000 empleos directos (MAG, 2025).

En el ámbito productivo, la industria avícola nacional se divide principalmente en dos líneas: la producción de carne de pollo y la producción de huevos de mesa. En el 2024, producción de carne de pollo se estimó en 526 mil de toneladas, con un consumo interno per cápita de 29 kg/año, mientras que la producción de huevos alcanzó los 3 815 millones de unidades, alcanzando un consumo promedio de 212 huevos por persona al año (CONAVE, 2024).

La producción está geográficamente concentrada. En carne de pollo destacan Guayas (22 %), Pichincha (16 %), Santo Domingo de los Tsáchilas (14 %), El Oro (10 %) y Manabí (9 %); en huevos, el 95 % proviene de Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha y Manabí (MAG, 2023).

En los últimos años, la avicultura ecuatoriana ha mostrado una tendencia hacia la modernización, incorporando tecnologías en manejo, bioseguridad y nutrición, con el objetivo de mejorar la eficiencia productiva y la calidad de los productos. Adicionalmente, se han abierto oportunidades en el mercado internacional: en 2023 se exportaron 1,5 millones de libras de carne de pollo a Bahamas, y existen gestiones para acceder a mercados como el chino (MAG, 2023).

Sin embargo, el sector enfrenta desafíos como la fluctuación de precios de los insumos (especialmente maíz y soya), el impacto de enfermedades aviares y la necesidad de mantener altos estándares sanitarios para competir en mercados internacionales. La búsqueda de alternativas nutricionales locales, como el uso de granos no tradicionales, por ejemplo, el trigo tropical (*Coix lacryma-jobi*), responde a la necesidad de reducir la dependencia de insumos importados, mejorar la sostenibilidad de la producción y mantiene la calidad del producto avícola (Arteaga, Buste, & Campozano, 2024).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del experimento**

La investigación se llevó a cabo en Laguacoto II, que pertenece a la parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, cantón Guaranda, provincia de Bolívar, Ecuador.

- **Situación geográfica y climática**

Parámetros	Localidad
Latitud	1°34'15" S
Longitud	78°59'36" O
Altitud	2,650 metros
Temperatura máxima	15 °C
Temperatura mínima	12 °C
Temperatura media	14°C

- **Zona de Vida**

Según la clasificación de Holdridge, corresponde al Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), caracterizado por una vegetación densa con especies como quishuar (*Buddleja incana*), aliso (*Alnus acuminata*) y pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*). Su clima es templado a frío, con temperaturas entre 12°C y 15°C, una humedad relativa del 65% al 85% y una precipitación anual de 800 a 1200 mm. (GAD GUARANDA, 2023).

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

- 160 pollos.

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Tipo de dieta

- Trigo tropical.

3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	Pollos + dieta con 0% de inclusión de trigo tropical.
T2	A2B2	Pollos + dieta con 10% de inclusión de trigo tropical.
T3	A3B3	Pollos + dieta con 15% de inclusión de trigo tropical.
T4	A4B4	Pollos + dieta con 20% de inclusión de trigo tropical.

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento.

3.2.5. Manejo de la investigación

La experimentación comenzó con la preparación del galpón, donde se llevó a cabo un proceso exhaustivo de limpieza, desinfección y adecuación del espacio para garantizar un ambiente óptimo para los pollos. Una vez acondicionado el galpón, se procedió a la recepción de los pollitos, los cuales fueron distribuidos de manera aleatoria en los grupos experimentales con el objetivo de minimizar sesgos en la asignación de tratamientos.

En el estudio, se suministró a cada grupo una dieta experimental bajo control. Se registró diariamente la cantidad de alimento que consumió cada ave en gramos con el fin de determinar la ingesta y el rendimiento de cada tratamiento. Simultáneamente, se pesaron semanalmente todas las aves con el propósito de vigilar su crecimiento y progreso durante todo el experimento.

La condición física y el comportamiento de los pollos fueron observados cada día para evaluar su estado de salud. En caso de presentarse mortalidad, cada evento fue documentado en un registro detallado, donde se anotó la causa aparente.

Al finalizar el experimento, en el día 42, se seleccionaron aleatoriamente cinco aves por repetición, las cuales fueron sacrificadas mediante un método aprobado de

insensibilización y posterior sangrado, asegurando el bienestar animal y el cumplimiento de normativas éticas.

Una vez realizadas las necropsias, se procedió a la obtención de muestras biológicas. La sangre fue recolectada post-mortem mediante punción cardíaca utilizando jeringas hipodérmicas de 5 ml con aguja calibre 18G, asegurando una adecuada extracción. Se recogieron alrededor de 3 ml de sangre por ave, que se almacenaron a 4°C en tubos con tapa roja hasta que fueron procesados. Los niveles de los parámetros bioquímicos en sangre fueron expresados en unidades convencionales como mg/dL.

Las muestras de orina fueron recolectadas post-mortem mediante punción vesical, utilizando jeringas estériles para evitar contaminación. Posteriormente, se almacenaron en tubos de ensayo y se analizaron parámetros como la concentración de cuerpos cetónicos y glucosa, expresados en mg/dL.

La obtención de grasa abdominal se llevó a cabo mediante disección de la cavidad abdominal, extrayendo la grasa localizada en la región perirrenal e intestinal. La grasa obtenida fue pesada.

Los datos recolectados durante el experimento fueron sometidos a análisis estadístico con el fin de evaluar diferencias significativas entre los grupos experimentales. Se calcularon medidas descriptivas como la media y la desviación estándar, y se aplicaron pruebas estadísticas pertinentes. Finalmente, se interpretaron los datos obtenidos en función de los objetivos e hipótesis planteados, estableciendo comparaciones entre los diferentes tratamientos y discutiendo las implicaciones de los hallazgos.

3.2.6. Métodos de evaluación

Glucosa: Se utilizó el método enzimático colorimétrico que permite la oxidación de la glucosa para generar un producto colorimétrico medible.

Triglicéridos: Se utilizó el método enzimático colorimétrico para determinar la concentración.

Colesterol: Se utilizó el método enzimático colorimétrico de colesterol oxidasa, que cataliza la oxidación del colesterol libre para su cuantificación.

Cuerpos cetónicos: La evaluación de cuerpos cetónicos en orina se realizó mediante tiras reactivas específicas para la detección de cetonas.

Grasa abdominal: La extracción de grasa abdominal post mortem se llevó a cabo después del sacrificio de los animales, una vez completado el periodo de alimentación experimental se llevó a cabo la extracción de grasa abdominal, que se efectuó con precaución para prevenir la contaminación y asegurar resultados precisos. La grasa extraída fue pesada con el fin de evaluar el impacto de las dietas experimentales en la acumulación de tejido adiposo abdominal.

Ganancia de peso: Se determinó a través de la resta entre el peso final (PF) y el peso inicial (PI) de las aves de engorde. Para ello, se pesaron los animales al inicio del ensayo y nuevamente al final del período de crecimiento.

$$GP = PF\ (g) - PI\ (g)$$

dónde: GP es el incremento de peso (g), PF es el peso final (g) y PI es el peso inicial (g).

Conversión Alimenticia: Se determinó dividiendo la cantidad total de alimento consumido por la ganancia de peso obtenida en el período de estudio. Este parámetro es clave para la eficiencia del alimento suministrado en la producción de carne.

$$CA = AC/GP$$

dónde: CA se refiere a la conversión alimentaria; AC es el alimento ingerido (en kg) y GP es la ganancia de peso (en kg).

Eficiencia Alimenticia: Se calculó como el inverso de la conversión alimenticia. En otras palabras, se calculó dividiendo el aumento de peso total por la cantidad de alimento ingerido. Este valor permite conocer cuánta carne se obtiene por cada kilogramo de alimento ingerido.

$$EA = GP/AC$$

donde EA es la Eficiencia alimenticia; AC es el Alimento consumido (kg); GP es la Ganancia de peso.

Rendimiento en Canal: Se calculó a partir de la relación entre el peso de la canal caliente y el peso vivo del pollo.

Este valor se expresó en porcentaje y permitió evaluar la proporción del peso del animal que corresponde a carne aprovechable.

Peso de la canal: Para obtener este valor, cada canal fue pesada individualmente en una balanza, registrando el peso en kilogramos.

Índice de productividad: Se calculó considerando la eficiencia alimenticia y la conversión alimenticia, permitiendo evaluar el desempeño productivo de los pollos.

$$IP= EAx100/CA$$

dónde: La eficiencia alimenticia es EA, la conversión alimenticia es CA y el índice de productividad es IP.

3.2.7. Análisis de datos

El procesamiento de los datos obtenidos se realizó mediante estadística descriptiva. Inicialmente, se calcularon medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar) para cada una de las variables evaluadas, tanto sanguíneas (glucosa, triglicéridos, colesterol), como productivas (grasa abdominal, ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, rendimiento, peso de la canal, e índice de productividad).

El análisis inferencial se efectuó mediante un Análisis de Varianza (ANOVA), con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. En los casos donde se detectaron diferencias estadísticas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para identificar los tratamientos con medias significativamente distintas. El nivel de significancia estadística se estableció en el 5 % ($p < 0,05$).

Todos los análisis fueron realizados utilizando los programas Statgraphics Centurion XVIII y Microsoft Excel 2019.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Glucosa (mg/dL)

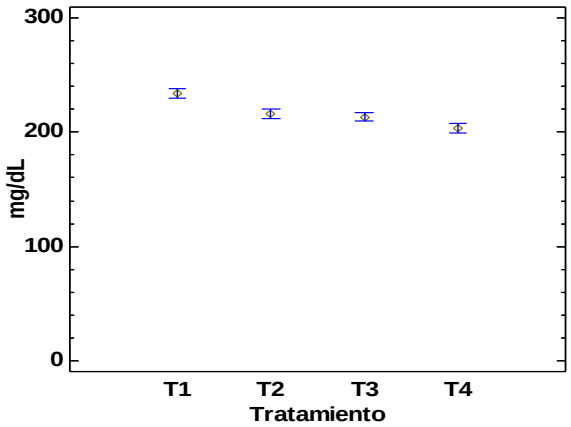
Tabla 4.

Promedio de glucosa

Efectos Principales	Tratamiento	Media	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	203,1 [c]	3,07	0,0001
B: Inclusión	T3(15%)	213,3 [b]	1,33	0,2082
	T2(10%)	216,2 [b]	1,95	
	T1(0%)	234,1 [a]	17,82	

Gráfico 1.

Niveles promedio de glucosa



La glucosa fue más elevada en T1 (0%) presento un valor de 234,1 mg/dL y disminuyó progresivamente hasta T4 (20%) con 203,1 mg/dL, por ello, se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre el grupo T1 con T4. El grupo control mantuvo la glucemia más elevada y disminuyo progresivamente con el nivel de inclusión.

La reducción observada en los grupos con inclusión de trigo tropical sugirió una acción hipoglucemiante atribuida a fibras y polifenoles presentes en el cereal (Xie et al, 2020).

Estudios en modelos animales evidencian efectos similares, donde el *Coix lacryma-jobi var. ma-yuen* disminuyó la gluconeogénesis hepática y mejoró la sensibilidad a la insulina (Liu et al, 2023; Devaraj et al, 2020). Estos hallazgos justifican la tendencia descendente de glucosa en las aves tratadas.

4.1.2. Triglicéridos (mg/dL)

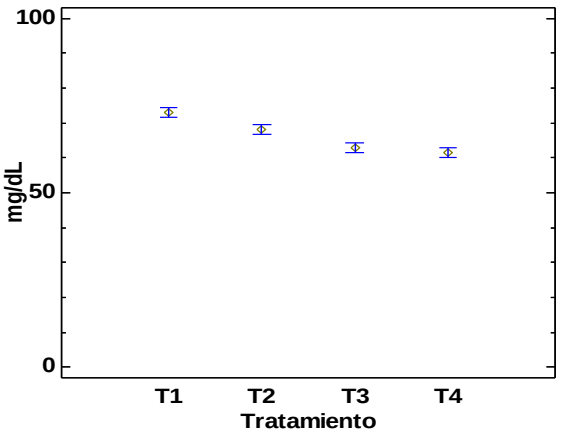
Tabla 5.

Promedio de triglicéridos

Efectos Principales	Tratamiento	Media LS	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	61,4 [a]	1,93	0,0000
B: Inclusión	T3(15%)	62,9 [b]	0,77	0,4462
	T3(10%)	68,0 [c]	0,74	
	T1(0%)	73,0 [c]	3,46	

Gráfico 2.

Promedio de triglicéridos.



Los triglicéridos disminuyeron de 73,0 mg/dL en T1 (0%) a 61,4 mg/dL en T4 (20%), con valores intermedios en T2 (10%) correspondiente a 68,0 mg/dL y T3 (15%) con 62,9 mg/dL. La prueba de rangos múltiples mostró diferencias significativas ($p<0.05$).

La disminución de triglicéridos en los grupos con inclusión de trigo tropical evidencia un efecto hipolipidémico, posiblemente a la presencia de fitoesteroles y fibra dietética, los cuales reducen la absorción intestinal de grasas y favorecen la oxidación hepática de ácidos grasos. Además, Xie et al. (2020) demostraron que extractos de este cereal inhiben la lipogénesis y promueven la β-oxidación.

De acuerdo con el estudio propuesto por Cuenca (2024), el contenido de triglicéridos puede verse afectado debido a la etapa de crianza que se haya administre la dieta. Por ello, los valores establecidos en esta investigación 61,4 mg/dL -73,0 mg/dL son menores, en comparación con datos hallados en dicha investigación que van de 106,8 a 146,4 mg/dL.

4.1.3. Colesterol (mg/dL)

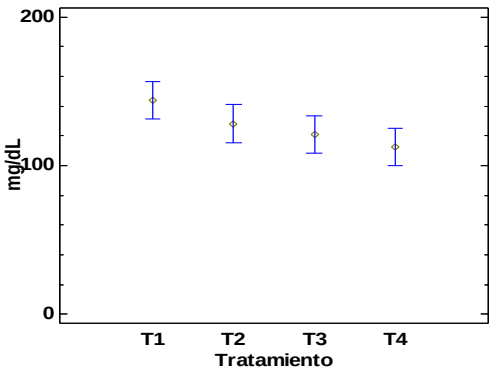
Tabla 6.

Promedio de colesterol.

Efectos Principales	Tratamiento	Media LS	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	112,3 [a]	2,56	0,0982
B: Repeticiones	T3(15%)	120,8 [a]	1,11	0,4172
	T2(10%)	128,1 [a]	4,62	
	T1(0%)	143,8 [a]	49,32	

Gráfico 3.

Promedio de colesterol



La grafica muestra el promedio de colesterol, mostrando que tanto el grupo control T1 (0%) con un valor de 143,8 mg/dL, como el grupo con mayor inclusión T4(20%) con el 112,3 mg/dL, no hubo un efecto estadísticamente significativo (p>0,05)

sobre el colesterol en las aves de engorde. La ausencia de cambios en colesterol se evidencia en investigaciones como la de Saltos et al. (2021) en determinar el efecto del empleo de fitoquímicos en dietas avícolas al aplicar extracto de maíz morado, es probable, que en aves de engorde su perfil lipídico dependa de los compuestos bioactivos presentes y dosis a ser administrada.

4.1.4. Cuerpos cetónicos (mg/dL)

Tabla 7.

Promedio de cuerpos cetónicos.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
T4(20%)	0	0
T3(15%)	0	0
T2(10%)	0	0
T1(0%)	0	0

Los resultados obtenidos a través del método de evaluación de tiras reactivas específicas, determino la ausencia de cuerpos cetónicos, lo que demuestra que ninguna de las dietas provocó desequilibrios energéticos ni cetosis en las aves. Esto refleja un aporte adecuado de carbohidratos y energía en todas las raciones experimentales. De manera similar, Vlaicu et al. (2024), encontraron que el uso de cereales alternativos en pollos no induce acumulación de cetonas. Estos resultados confirman la seguridad metabólica del trigo tropical, al no comprometer el balance energético.

4.1.5. Grasa abdominal (g)

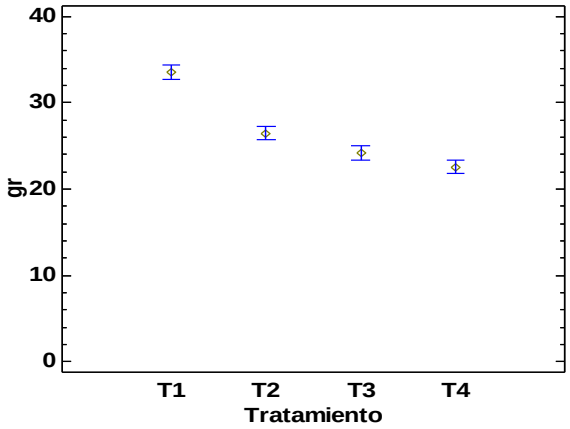
Tabla 8.

Promedio de grasa abdominal.

Efectos Principales	Tratamiento	Media LS	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	22,5 [c]	2,56	0,0000
B: Inclusión	T3(15%)	24,1 [c]	1,11	0,4547
	T2(10%)	26,4 [b]	4,62	
	T1(0%)	33,5 [a]	49,32	

Gráfico 4.

Grasa abdominal.



La grasa abdominal fue mayor en T1 (0%), con un valor de 33,5 gr. En contraste disminuyó en los grupos con inclusión de cereal: T2 (10%) con 26,4 gr, T3 (15%) con el 24,1 gr y T4 (20%) presento 22,5 gr. Las diferencias fueron significativas ($p<0,05$), lo que demuestra que la inclusión de trigo tropical en las dietas experimentales influyó de manera positiva en la disminución de acumulación de grasa abdominal a mayor porcentaje, ya que a que el grupo control presentó una grasa abdominal superior. Esta tendencia puede explicarse a partir de los resultados obtenidos por Huang et al. (2021), quienes encontraron que la enzima proteína quinasa activada por AMP (AMPK) incrementa la β-oxidación en respuesta a la presencia de los bioactivos, reduciendo los depósitos de grasas por los efectos metabólicos equilibrados.

Asimismo, Vlaicu et al. (2024) documentaron menores depósitos de grasa en aves con dietas que incluían cereales alternativos como materia prima. Estos resultados respaldan el efecto del trigo tropical en mejorar la composición corporal de las aves.

Por el contrario, Paredes & Risso (2020) reportaron que una mayor inclusión de harina de alfalfa o fibra cruda en dietas avícolas puede aumentar la incidencia de acumulación de grasa abdominal, con valores que oscilaron entre el 2.30 % y el 2.89 % en comparación con los obtenidos en el presente estudio, cuyos valores inferiores que van de un rango de entre 1.2 % y 0.66 %.

4.1.6. Ganancia de peso (g)

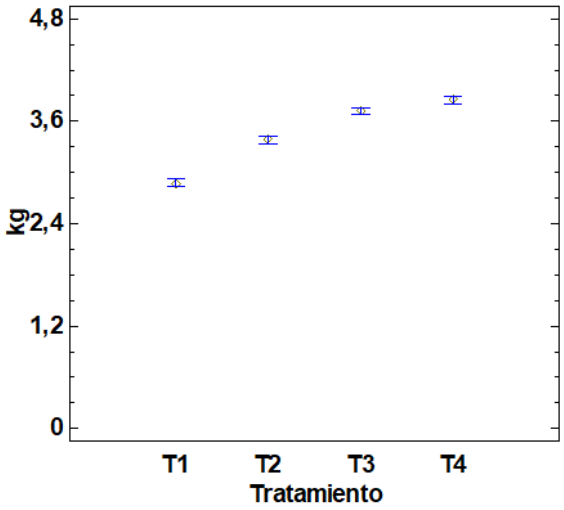
Tabla 9.

Promedio de ganancia de peso.

Efectos Principales	Tratamiento	Media	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	3,8 [d]	0,092	0,0000
B: Inclusión	T3(15%)	3,7 [c]	0,041	0,0539
	T2(10%)	3,3 [b]	0,081	
	T1(0%)	2,8 [a]	0,088	

Gráfico 5.

Ganancia de peso.



La ganancia de peso aumentó progresivamente, desde 2,8 kg en el grupo T1 (0%) hasta 3,85 kg en el grupo T4 (20%). Las diferencias fueron significativas ($p<0,05$), siendo los mayores valores los obtenidos en el grupo T3 (15%) y T4 (20%).

El incremento en la ganancia de peso reflejó la mejor utilización de nutrientes en los grupos tratados con trigo tropical, brindando una ganancia de peso al utilizar alimentos alternativos en las dietas avícolas, lo que favorece con un aporte energético sostenido y una mayor síntesis de tejido magro (Vélez, 2021).

4.1.7. Conversión alimenticia

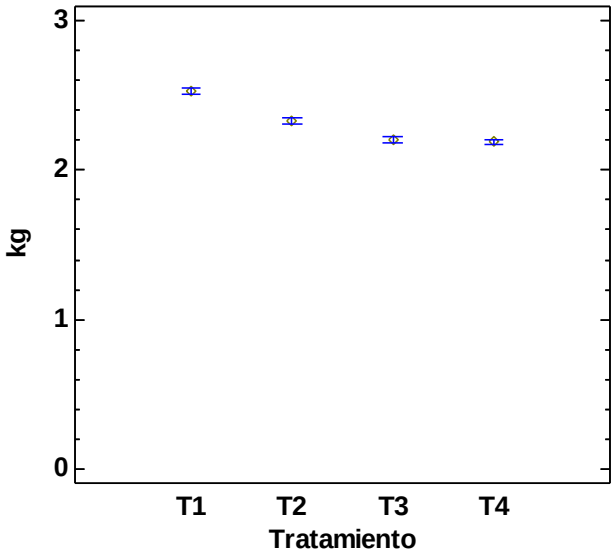
Tabla 10.

Promedio de conversión alimenticia.

Efectos Principales	Tratamiento	Media LS	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	1,1 c	0,02	0,0000
B: Inclusión	T3(15%)	1,2 c	0,01	0,0518
	T2(10%)	1,3 b	0,03	
	T1(0%)	1,5 a	0,04	

Gráfico 6.

Conversión alimenticia.



La conversión alimenticia mejoró con el incremento de inclusión del cereal, pasando de 1,5 kg en T1 (0%) seguida de T4 (20%) con 1,1kg. Las diferencias fueron significativas ($p<0,05$), en contraste se presentaron valores más bajos en T3 (15%) y T4 (20%), lo que resalta la eficiencia de las dietas experimentales.

Los datos obtenidos por Torres, Gualaceo, & Secaira (2020) en su investigación de inclusión de trigo tropical al 20%, 30%, 40%, y un grupo testigo, sobre el efecto en

parámetros productivos y calidad de carne en pollos de engorde, establecen que la inclusión al 40% presenta mejor conversión alimenticia de 1.6 kg. Sin embargo, estos resultados difieren de los nuestros en cuanto a la inclusión del 20%, donde se registró una conversión alimenticia de 1.1 kg. Estas varianzas pueden darse a factores ambientales durante la crianza o presencia de enfermedades que afecten el rendimiento de las aves.

Resultados similares fueron reportados por Vlaicu et al. (2024), quienes destacaron que cereales alternativos mejoran la eficiencia alimentaria en aves. Por lo tanto, el trigo tropical contribuye a reducir costos y aumentar rentabilidad en la producción aviar.

4.1.8. Eficiencia alimenticia

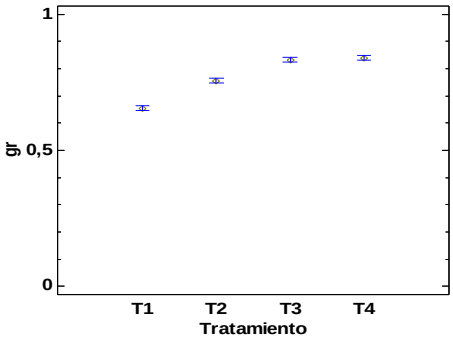
Tabla 11.

Promedio de eficiencia alimenticia.

Efectos Principales	Tratamiento	Media LS	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	0,8 [a]	0,02	0,0000
B: Inclusión	T3(15%)	0,8 [a]	0,00	0,0661
	T2(10%)	0,7 [b]	0,01	
	T1(0%)	0,6 [c]	0,02	

Gráfico 7.

Eficiencia alimenticia.



La eficiencia alimenticia aumentó desde 0,6 en T1 (0%) hasta 0,8 en el T3 (15%) y T4 (20%). Las diferencias fueron significativas ($p<0,05$), siendo más notorios en los tratamientos con mayor inclusión del cereal.

El incremento de la eficiencia alimenticia indica que las aves tratadas con trigo tropical aprovecharon de mejor manera los nutrientes consumidos, lo cual puede atribuirse a la presencia de ciertos aminoácidos esenciales. Se destaca el ácido glutámico, que contribuye al mejoramiento de la mucosa intestinal, y la leucina, que participa en la síntesis de proteínas y favorece al aumento de masa muscular (Weng et al, 2022). Existe una sinergia que mejora la salud intestinal. En este sentido, el estudio realizado por Wickramasuriya et al. (2022) concluye que estos componentes modulan positivamente a la integridad del epitelio y la microbiota intestinal, mejorando así la absorción de nutrientes debido a la presencia de compuestos bioactivos.

4.1.9. Rendimiento en canal (%)

Tabla 12.

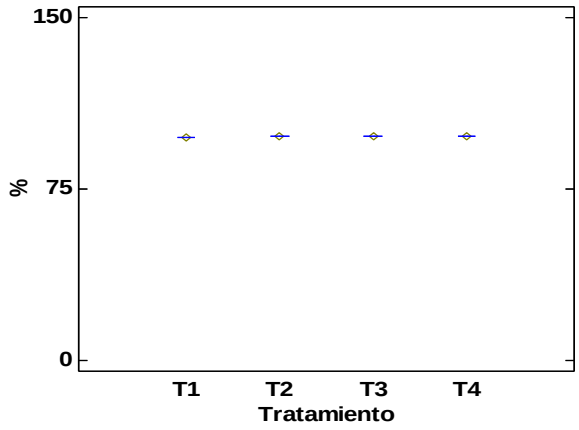
Rendimiento en canal.

Efectos Principales	Tratamiento	Media LS	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	98,0 [c]	0,04	0,0000
B: Inlcusión	T3(15%)	98,0 [a]	0,02	0,0758

	T2(10%)	97,8 [b]	0,05
	T1(0%)	97,4 [c]	0,07

Gráfico 8.

Rendimiento en canal (%)



El rendimiento en canal mostró un ligero incremento en los tratamientos con trigo tropical, con diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$). Los valores más elevados se registraron en T3 (15%) y T4 (20%), alcanzando un 98%. El mayor rendimiento en canal en los grupos tratados se explica por la reducción de grasa abdominal y la ganancia de peso observada, lo que refleja una mejor repartición de nutrientes, especialmente ciertos aminoácidos que van hacia el tejido muscular (Weng et al, 2022). El rendimiento en canal obtenido en esta investigación es superior al reportado por Flórez & Cobos (2021), quienes alcanzaron un rendimiento en canal aproximado del 80%.

4.1.10. Peso de la Canal

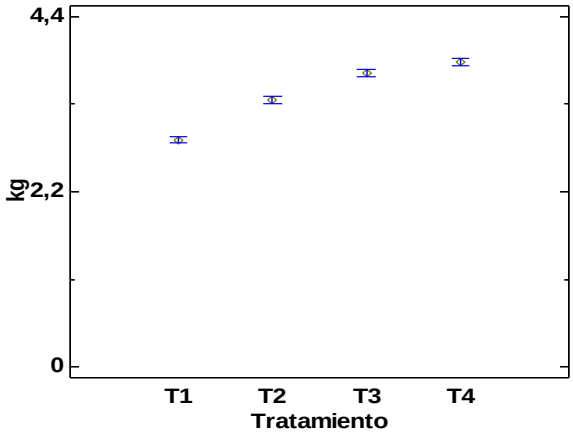
Tabla 13.

Peso de la canal.

Efectos Principales	Tratamiento	Media	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	3,83 [a]	0,09	0,0000
B: Inclusión	T3(15%)	3,69 [b]	0,04	0,0682
	T2(10%)	3,35 [c]	0,08	
	T1(0%)	2,85 [d]	0,08	

Gráfico 9.

Peso de la canal



En la gráfica se observa que en T1 (0%) el peso de la canal es de 2,85 kg, mientras que T4 (20%) presenta un mayor peso de 3,83 kg. Las diferencias fueron significativas ($p<0,05$), siendo los valores más altos los obtenidos en T3 (15%) y T4 (20%).

Los pesos de la canal obtenidos por Guevara (2020), en su estudio que buscó determinar los diferentes comportamientos por inclusión de harina de plátano en dietas de pollos engorde a niveles del 0, 5, 10 y 15%, mostraron que el grupo testigo presentó un mayor valor 3.39 kg, mientras que el grupo con mayor nivel de inclusión alcanzó 3.27 kg, observándose una disminución progresiva en los demás tratamiento. A diferencia de dichos resultados obtenidos, en nuestra investigación, el peso de la canal mejora conforme aumentó el nivel de inclusión de trigo tropical. Esto puede deberse a que las dietas generan diferentes efectos nutricionales y metabólicos en cuanto a rendimiento cárnico.

El trigo tropical, en niveles de 15% y 20%, demostró ser el más eficiente para incrementar la masa comercializable de los pollos.

4.1.11. Índice de productividad

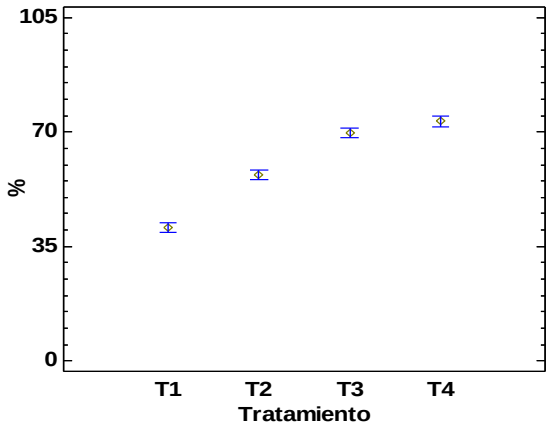
Tabla 14.

Índice de productividad.

Efectos Principales	Tratamiento	Media	Desviación Estándar	Valor-P
A: Tratamiento	T4(20%)	73,2 [a]	3,67	0,0000
B: Inclusión	T3(15%)	69,6 [a]	1,67	0,0631
	T2(10%)	56,7 [b]	2,93	
	T1(0%)	40,6 [c]	2,73	

Gráfico 10.

Índice de Productividad.



El índice de productividad mostró un incremento progresivo desde 40,6% en T1 (0%) hasta 73,2% en T4 (20%). Las diferencias fueron significativas ($p<0,05$), con los valores más altos en los tratamientos T3 (15%) y T4 (20%).

Al evaluar el índice de productividad (IP) se obtuvieron buenos resultados para los tratamientos T2, T3 y T4 de forma respectiva. Flórez & Cely (2022) explican que cualquier producción avícola con análisis superiores a 50 de IP son convenientes. Para que este parámetro sea favorable se debe tener resultados que lo justifiquen, así como la conversión alimenticia y la eficiencia alimenticia.

4.2. Comprobación de la hipótesis

El análisis estadístico evidenció que la inclusión de harina de trigo tropical (*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen*) produjo efectos significativos en la mayoría de los parámetros evaluados. Se observaron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al valor de ($p < 0.05$), tanto para glucosa, colesterol y triglicéridos. Lo que confirma la acción hipoglucemiante e hipolipidémico del cereal. De igual manera, los parámetros productivos planteados en la investigación presentaron mejoras significativas, ratificando el impacto positivo de los tratamientos. Por ello, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a).

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

La inclusión de harina de trigo tropical *Coix lacryma-jobi var. ma-yuen* en dietas de pollos de engorde influyó significativamente en los parámetros sanguíneos, reduciendo los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos, lo que demuestra su efecto hipoglucemiante e hipolipidémico, favoreciendo un mejor equilibrio metabólico y una salud productiva óptima en las aves.

En todos los tratamientos experimentales, no se detectaron cuerpos cetónicos, lo cual indica que el trigo tropical no alteró el balance energético ni generó procesos de cetosis, garantizando un metabolismo estable durante el periodo de engorde.

Los tratamientos con T3(15%) y T4(20%) de inclusión de harina de trigo tropical mostraron los mejores resultados productivos, reflejados en una mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, aumento en la eficiencia alimenticia y reducción significativa de la grasa abdominal, lo que contribuye a obtener canales de mejor calidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Incluir harina de trigo tropical entre el T3 (15%) y T4(20%) en la dieta de pollos de engorde, ya que estos niveles optimizan la salud metabólica y los indicadores productivos sin afectar el bienestar animal ni la calidad de la carne.

Realizar estudios complementarios que profundicen en la relación del trigo tropical con la respuesta inmune, la salud intestinal y la microbiota, para ampliar el conocimiento sobre sus efectos funcionales en la fisiología aviar.

Evaluar la factibilidad económica y productiva del uso de este cereal a nivel local, considerando su potencial como sustituto parcial del maíz o la soya, con el fin de reducir costos de producción y promover una avicultura más sustentable.

Repetir investigaciones en diferentes razas y líneas genéticas de pollos de engorde para validar los resultados y determinar si los efectos beneficiosos del *Coix lacryma-jobi var. ma-yuen* son consistentes en diversas condiciones productivas.

BIBLIOGRAFA

Abbas et al. (2020). Glucose metabolism and dynamics of facilitative glucose transporters (GLUTs) under the influence of heat stress in dairy cattle. *Metabolites, 10(8),* 312. doi:https://doi.org/10.3390/metabo10080312

Acharya et al. (2024). Job's tears (*Coix lacryma-jobi*): a medicinal plant of India. *Medicinal Poaceae of India, 1*, 20. doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.10811091

Alagawany et al. (2021). Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health–a comprehensive review. *Veterinary Quarterly, 41(1)*, 1-29. doi:https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1857887

Almeida, R., Bravo, M., & Campozano, G. (2021). Adición de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y sus efectos en los parámetros hematológicos en pollos de engorde Cobb 500. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1619

Álvarez , R. (2020). Efecto de los polifenoles sobre la microbiota intestinal en el síndrome metabólico. *dadun*. Obtenido de https://hdl.handle.net/10171/59080

Andaluz, J. (2022). nálisis de los principales suplementos nutricionales, utilizados en el desarrollo productivo de pollos de engorde en la etapa inicial.

(Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB). Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13109

Arteaga, M., Buste, R., & Campozano, G. (2024). Moringa oleifera: alternativa nutricional en pollos de engorde. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias, 6(5)*, 46-52. doi:https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i4.1176

Chiang et al. (2020). Adlay Seed (*Coix lacryma-jobi L.*) Extracts Exhibit a Prophylactic Effect on Diet-Induced Metabolic Dysfunction and Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Mice. *Medicina complementaria y alternativa basada en la evidencia, (1)*, 9519625. Obtenido de https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2020/9519625

CONAVE. (2024). *Estadísticas del Sector Avícola*. Obtenido de Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador: https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/

Cuenca, S. (2024). Efecto del uso de diferentes fuentes de fibra, en las dietas de pollos de carne criados en altura, sobre bioquímica sanguínea. *Universidad Nacional de Loja*, 22,23.

Cuenca, S. (2024). Efecto del uso de diferentes fuentes de fibra, en las dietas de pollos de carne criados en altura, sobre bioquímica sanguínea. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 34. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/29464

Devaraj et al. (2020). Phytochemistry and health promoting effects of Job's tears (*Coix lacryma-jobi*) - A critical review. *Food Bioscience, 34*, 100537. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100537

Feingold, K. (2024). Introduction to Lipids and Lipoproteins. (E. [internet], Ed.) Obtenido de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK305896/

Feng et al. (2020). The edible and medicinal value of *Coix lacryma-jobi* and key cultivation techniques for high and stable yield. *Natural Resources, 11(12)*, 569.

Flórez, & Cobos. (2021). Análisis de la inclusión de *Cucurbita moschata* sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.

Flórez, D., & Cely, D. (2022). Evaluación del desempeño productivo y económico de pollos de engorde alimentados con harina de *Gliricidia sepium*. *Mundo Fesc*.

GAD GUARANDA. (2023). *Guaranda.god*. Obtenido de Datos importantes-Zona de vida: https://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/datos-importantes/

Guevara. (2020). Comportamiento productivo en pollos de engorde camperos alimentados con harina de plátano (*Musa paradisiaca*). 60-103.

Huang et al. (2021). El extracto etanólico de Adlay testa (*Coix lachryma-jobi L. var. ma-yuen* Stapf.) y sus componentes activos ejercen efectos

antiproliferativos sobre las células de cáncer endometrial mediante la detención del ciclo celular. *Molecules, 26(7)*, 1966.

Huang et al. (2021). Metabolismo lipídico y su mecanismo desencadenado por el extracto de CO2 supercrítico de salvado de adlay (*Coix lacryma-jobi var. ma-yuen* (Rom. Caill.) Stapf) en hámsteres con hiperlipidemia inducida por una dieta rica en grasas. *Frontiers in Pharmacology*, 10-14.

Ji et al. (2020). Dynamic changes of blood glucose, serum biochemical parameters and gene expression in response to exogenous insulin in Arbor Acres broilers and Silky fowls. *Scientific Reports, 10(1)*, 6697. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-020-63549-9

Juárez , J., Cervantes, L., & Torre, I. (2024). El tejido adiposo: Más allá del almacenamiento de energía. doi:https://doi.org/10.22201/fm.0188137xp.2024.48.09

Kim , M., & Voy, B. (2021). Combatiendo la grasa con grasa: ácidos grasos poliinsaturados n-3 y deposición adiposa en pollos de engorde. *Frontiers in physiology, 12*, 755317. doi:https://doi.org/10.3389/fphys.2021.755317

Laxmisha et al. (2022). Perfiles nutricionales y mapeo de cuadrícula basado en SIG del germoplasma de lágrimas de Job (*Coix layrima-jobi L.*).

Liu et al. (2023). Dehulled Adlay (*Coix lachryma-jobi L.*) ameliorates hepatic gluconeogenesis and steatosis in streptozotocin/high-fat diet-induced diabetic rats. *Journal of Food and Drug Analysis, 31(4)*, 683. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38526822/

Llanos , F. (2023). Prueba comparativa de los parámetros productivos entre pollos broiler cobb 500 y pollos broiler ross 308 en el cantón caluma. *(Bachelor's thesis).* Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13883

Luo et al. (2022). Differential regulation of intramuscular fat and abdominal fat deposition in chickens. *BMC genomics, 23(1),* 308. Obtenido de https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864

Luo et al. (2025). Slowly digestible starch impairs growth performance of broiler chickens offered low-protein diet supplemental higher amino acid densities by inhibiting the utilization of intestinal amino acid. *Journal of Animal Science and Biotechnology, 16(1),* 12.

Macancela, J. (2020). Determinación de Valores de Referencia en Hemograma y Química Sanguínea en Pollos de Engorde Machos. *(Bachelor's thesis)*. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19121

MAG. (2023). *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca* . Obtenido de Trabajo coordinado entre sectores público y privado permite exportar 1.5 millones de libras de carne de pollo: https://www.agricultura.gob.ec/trabajo-coordinado-entre-sectores-publico-y-privado-permite-exportar-1-5-millones-de-libras-de-carne-de-pollo/

MAG. (2023). *Trabajo coordinado entre sectores público y privado permite exportar 1.5 millones de libras de carne de pollo*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca: https://www.agricultura.gob.ec/trabajo-

coordinado-entre-sectores-publico-y-privado-permite-exportar-1-5-millones-de-libras-de-carne-de-pollo/

MAG. (2025). *Súper alimento, que genera más de 300 mil empleos directos*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca: https://www.agricultura.gob.ec/el-huevo-un-super-alimento-que-genera-mas-de-300-mil-empleos-directos/

Martínez, A. (2025). Determinación de glucosa sanguínea mediante la técnica de glucómetro en pollo de engorde con adición de diferentes niveles de infusión de manzanilla en el agua de bebida. *(Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB)*. Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18146

Masahid, A., Belgis, M., & Agesti, H. (2021). Functional Properties of Adlay Flour (*Coix lacryma-jobi L. var. Ma-yuen*) Resulting from Modified Durations of Fermentation Using Rhizopus oligosporus. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources, 2(2)*, 1-6. Obtenido de https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v2i2.32

Miao et al. (2021). Transcriptome characterization and expression profile of *Coix lacryma-jobi L*. in response to drought. *PLoS One, 16(9)*, e0256875. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256875

Montoya, S. (2023). Evaluación del desempeño productivo de pollo de engorde línea Ross 308 AP producido con alimento industrial vs alimento comercial. Obtenido de https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/items/d567a839-3b56-401a-84e0-21e011d4835f

Nguyen et al. (2021). Importance of considering non-starch polysaccharide content of poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, 619-637. doi:https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1921669

Nuñez et al. (2020). Comportamiento productivo y calidad de la carne en pollos de engorde utilizando trigo tropical (*Coix Lacryma Jobi*). *Ciencias Agropecuarias*, 35-50. doi:https://doi.org/10.36436/24223484.315

Paredes, & Risso. (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*, 7-11.

Paredes, M., & Vásquez, B. (2020). Growth, carcass characteristics, weight of internal organs and meat proximate composition of six genotypes in chickens reared in Andean region of northern Peruvian.

PSA. (2021). *Estrés térmico y síndrome hemorrágico del hígado graso en aves de corral*. Obtenido de Engormix: https://en.engormix.com/poultry-industry/metabolic-nutritional-diseases-poultry/heat-stress-fatty-liver_a47686/

Ramos, F. X. (2023). Prueba comparativa de los parámetros productivos entre pollos broiler cobb 500 y pollos broiler ross 308 en el cantón caluma. *(Bachelor's thesis)*. Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13883

Rodríguez, B. (2021). Comportamiento productivo de los pollos de engorde, en la alimentación, ganancia de peso y conversión alimenticia. *(Doctoral dissertation, Universidad de Panamá).* Obtenido de https://up-rid.up.ac.pa/6653/1/belkis_rodriguez.pdf

Saltos et al. (2021). La suplementación dietaria con un extracto de maíz morado (*Zea mays L*) reduce el riesgo vascular y esteatosis hepática en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32.

Santana, M. (2023). Evaluación de tres niveles de un regulador metabólico orgánico sobre los índices productivos y bioquímica sanguínea en pollos de engorde. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/items/362636c8-8f66-45fe-9a08-642d8e32f39d

Shen et al. (2020). Principal component and morphological diversity analysis of Job's-tears (*Coix lacryma-jobi L.*). *Revista chilena de investigación agrícola, 79(1)*, 131-143. Obtenido de http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000100131

Su et al. (2022). Identification of biomarkers associated with the feed efficiency by metabolomics profiling: results from the broiler lines divergent for high or low abdominal fat content. *Journal of Animal Science and Biotechnology,, 13(1)*, 122.

Tarazona, C. (2022). Evaluación de los parámetros productivos en pollos de raza Ross 308 y Cobb 500 criados en la Unidad Productiva Chilca 2,

Agropecuaria Andree Huaral 2021. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.13080/7350

Tejeda, O., & Kim, W. K. (2021). Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. *Animals*, 461. doi:https://doi.org/10.3390/ani11020461

Torres, Gualaceo, & Secaira. (2020). Comportamiento productivo y calidad de la carne en pollos de engorde utilizando trigo tropical (*Coix Lacryma Jobi*). *Revista Ciencias Agropecuarias (RCA)*, 41-50.

Vaca, J., & Zuñiga, R. (2022). Efecto de la enzima lipasa en los indicadores bioproductivos de pollitas ponedoras. *(Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana: https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c794d36a-d7b3-4132-931a-a6809ab33ad4/content

Valdés, (2022). Respuesta inmune y bioquímica sanguínea en pollos de ceba, alimentados con harina de forraje de tithonia en la etapa de finalización. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas, 56(2)*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802022000200001&lng=es&nrm=iso

Valle, R. P., & Martínez., J. L. (2023). Efectos de dos alimentos comerciales en el rendimiento productivo en pollos de engorde de la línea Ross 308, en granja avícola doña Blanca, San Marcos de Colón, Honduras en el período abril -

mayo del 2023. *Repositorio Institucional, UNAN-León*. Obtenido de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/9740

Vélez, G. (2021). Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de maíz (*Zea mays L.)* hidropónica. *Universidad Estatal del Sur de Manabí*, 46.

Verdezoto. (2024). *Ecuavisa*. Obtenido de 200 maiceros cerraron vía Buena Fe, Los Ríos, como protesta ante anuncio de importación de maíz: https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/200-maiceros-cerraron-via-buena-fe-los-rios-como-protesta-ante-anuncio-de-importacion-de-maiz-CL8058958

Villacis, A., & Arteaga, C. (2023). Estrategias nutricionales en adultos con diabetes mellitus. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(2)*, 9316-9332. Obtenido de https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6034

Vlaicu et al. (2024). Sustainable Poultry Feeding Strategies for Achieving Zero Hunger and Enhancing Food Quality. *Agriculture, 14(10)*, 1811. doi:https://doi.org/10.3390/agriculture14101811

Weng et al. (2022). El adlay, una planta ancestral con propiedades nutricionales, mejora la salud humana. *Frontiers in Nutrition, 9*, 1019375. Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36618703/

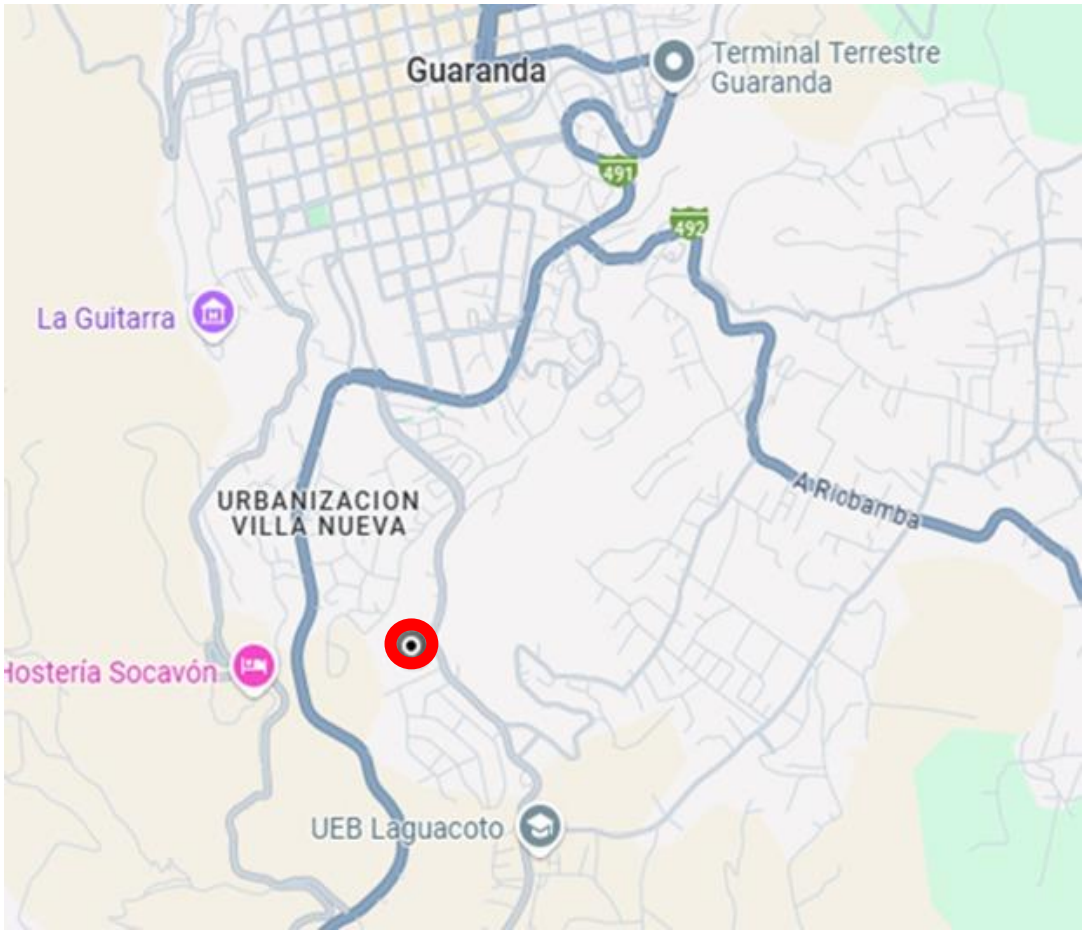
Wickramasuriya et al. (2022). Role of Physiology, Immunity, Microbiota, and Infectious Diseases in the Gut Health of Poultry. *Vaccines*.

Xie et al. (2020). NAD+ metabolism: pathophysiologic mechanisms and therapeutic potential. *Sig Transduct Target Ther, 5(1)*, 227. doi:https://doi.org/10.1038/s41392-020-00311-7

Yaranoglu et al. (2023). Comparative Investigation of Ross and Cobb Broiler Genotypes with Different Gender in terms of Slaughter, Carcass Characteristics and Some Meat Quality Traits. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences, 7(3)*, 548-557. doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.8303920

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la ubicación de la investigación



Anexo 2. Croquis del ensayo

BI	**BII**	**BIII**	**BIV**
T3 10aves	T1 10 aves	T2 10 aves	T4 10 aves
T1 10 aves	T3 10aves	T4 10 aves	T2 10 aves
T4 10 aves	T2 10 aves	T3 10aves	T1 10 aves
T2 10 aves	T4 10 aves	T1 10 aves	T3 10aves

Anexo 3. Resultados de Análisis Bioquímicos

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR **VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN**	**LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN** Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	**Código**	**197**
		Versión	**1**
	INFORME DE RESULTADOS	**Año**	**2025**
		Pagina	**Página 1 de 1**

INFORME DE ENSAYOS N. º229-2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitantes	Shirley Villarroel - Anthony Pantoja
Muestras	SUERO DE AVES
Código asignado UEB	INV729 Hasta INV748
Estado de la muestra	LIQUIDA
Envase de recepción	TUBOS EPENDORF
Análisis requerido(s)	GLUCOSA, COLESTEROL, TRIGLICERIDOS
Fecha de recepción	28/07/2025
Fecha de análisis	29,29,30,31 de Julio
Fecha de informe	31/07/2025
Técnico (s) asignado	DCSQ

Codigo	Tratamiento	Resultado Glucosa	Valor de referencia glucosa	Resultado Colesterol	Valor de referencia colesterol	Resultado Triglicéridos	Valor de referencia triglicéridos
INV729	B1T1	224,38	201,2 - 452,2 mg/dL	126,23	115,9 - 170,89 mg/dL	69,56	67,26 - 79,65 mg/dL
INV730	B2T1	247,86		190,69		76,46	
INV731	B3T1	227,57		133,76		72,84	
INV732	B4T1	236,67		124,64		73,14	
INV733	BT1	206,9		141,34		79,15	
INV734	B1T2	213,89	201,2 - 452,2 mg/dL	122,95	115,99 - 170,89 mg/dL	68,30	67,26 - 79,65 mg/dL
INV735	B2T2	216,29		129,97		67,18	
INV736	B3T2	216,60		133,08		68,88	
INV737	B4T2	218,33		126,63		67,95	
INV738	BT2	241,98		130,94		73,2	
INV739	B1T3	213,86		120,51		62,63	67,26 - 79,65

INV740	B2T3	215,00	201,2 - 452,2 mg/dL	121,33	115,99 - 170,89 mg/dL	63,91	mg/dL
INV741	B3T3	212,99		121,48		63,30	
INV742	B4T3	211,37		119,90		62,01	
INV743	BT3	226,91		147,7		84,68	

Codigo	Tratamiento	Resultado Glucosa	Valor de referencia glucosa	Colesterol	Valor de referencia colesterol	Triglicéridos	Valor de referencia triglicéridos
INV744	B1T4	199,69	201,2 - 452,2 mg/dL	115,59	115,99 - 170,89 mg/dL	61,17	67,26 - 79,65 mg/dL
INV745	B2T4	203,71		110,88		59,97	
INV746	B3T4	202,48		110,18		64,41	
INV747	B4T4	206,81		112,85		60,13	
INV748	BT4	200,65		125,05		63	

Lic. Derly Cristina Silva Quiroz
REALIZADO

Dr. Favián Bayas
REVISADO

INFORME DE ENSAYOS N. º237-2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitantes	Shirley Villarroel - Anthony Pantoja
Muestras	ORINA DE AVES
Código asignado UEB	INV729 Hasta INV748
Estado de la muestra	LIQUIDA
Envase de recepción	TUBOS EPENDORF
Análisis requerido(s)	GLUCOSA, COLESTEROL, TRIGLICERIDOS
Fecha de recepción	12/08/2025
Fecha de análisis	29,29,30,31 de Julio
Fecha de informe	12/08/2025
Técnico (s) asignado	DCSQ

Código	Cuerpos cetónicos	Proteínas
INV729	Negativo	Negativo
INV730	Negativo	Negativo
INV731	Negativo	Negativo
INV732	Negativo	Negativo
INV733	Negativo	Negativo
INV734	Negativo	20 mg/dL
INV735	Negativo	20 mg/dL
INV736	Negativo	20 mg/dL
INV737	Negativo	20 mg/dL
INV738	Negativo	20 mg/dL

INV739	Negativo	30 mg/dL
INV740	Negativo	30 mg/dL
INV741	Negativo	30 mg/dL
INV742	Negativo	30 mg/dL
INV743	Negativo	30 mg/dL
INV744	Negativo	30 mg/dL
INV745	Negativo	30 mg/dL
INV746	Negativo	30 mg/dL
INV747	Negativo	30 mg/dL
INV748	Negativo	30 mg/dL

Lic. Derly Cristina Silva Quiroz
REALIZADO

Dr. Favián Bayas
REVISADO

Anexo 4. Base de datos

Tratamiento	Repetición	Unidad	Variable	Valor
T1	R1	U1	Glucosa (mg/dL)	224,38
T1	R2	U2	Glucosa (mg/dL)	228,02
T1	R3	U3	Glucosa (mg/dL)	227,57
T1	R4	U4	Glucosa (mg/dL)	236,67
T1	R5	U5	Glucosa (mg/dL)	267,69
T2	R1	U1	Glucosa (mg/dL)	213,89
T2	R2	U2	Glucosa (mg/dL)	216,29
T2	R3	U3	Glucosa (mg/dL)	218,21
T2	R4	U4	Glucosa (mg/dL)	218,33
T2	R5	U5	Glucosa (mg/dL)	214,98
T3	R1	U1	Glucosa (mg/dL)	213,86
T3	R2	U2	Glucosa (mg/dL)	215
T3	R3	U3	Glucosa (mg/dL)	213,07
T3	R4	U4	Glucosa (mg/dL)	211,37
T3	R5	U5	Glucosa (mg/dL)	212,91
T4	R1	U6	Glucosa (mg/dL)	198,72
T4	R2	U7	Glucosa (mg/dL)	203,71
T4	R3	U8	Glucosa (mg/dL)	202,48
T4	R4	U9	Glucosa (mg/dL)	206,81
T4	R5	U10	Glucosa (mg/dL)	200,65
T1	R1	U1	Triglicéridos (mg/dL)	69,56
T1	R2	U2	Triglicéridos (mg/dL)	73,76
T1	R3	U3	Triglicéridos (mg/dL)	72,84
T1	R4	U4	Triglicéridos (mg/dL)	73,14
T1	R5	U5	Triglicéridos (mg/dL)	79,15
T2	R1	U1	Triglicéridos (mg/dL)	68,3
T2	R2	U2	Triglicéridos (mg/dL)	67,18
T2	R3	U3	Triglicéridos (mg/dL)	68,56
T2	R4	U4	Triglicéridos (mg/dL)	67,95
T2	R5	U5	Triglicéridos (mg/dL)	69,2
T3	R1	U1	Triglicéridos (mg/dL)	62,63
T3	R2	U2	Triglicéridos (mg/dL)	63,91
T3	R3	U3	Triglicéridos (mg/dL)	62,91
T3	R4	U4	Triglicéridos (mg/dL)	62,01
T3	R5	U5	Triglicéridos (mg/dL)	63,68
T4	R1	U6	Triglicéridos (mg/dL)	60,12
T4	R2	U7	Triglicéridos (mg/dL)	59,97
T4	R3	U8	Triglicéridos (mg/dL)	64,41
T4	R4	U9	Triglicéridos (mg/dL)	60,13
T4	R5	U10	Triglicéridos (mg/dL)	62,21

T1	R1	U1	Colesterol (mg/dL)	126,23
T1	R2	U2	Colesterol (mg/dL)	140,69
T1	R3	U3	Colesterol (mg/dL)	133,76
T1	R4	U4	Colesterol (mg/dL)	124,64
T1	R5	U5	Colesterol (mg/dL)	240,69
T2	R1	U1	Colesterol (mg/dL)	122,95
T2	R2	U2	Colesterol (mg/dL)	129,97
T2	R3	U3	Colesterol (mg/dL)	135,22
T2	R4	U4	Colesterol (mg/dL)	126,63
T2	R5	U5	Colesterol (mg/dL)	130,94
T3	R1	U1	Colesterol (mg/dL)	120,51
T3	R2	U2	Colesterol (mg/dL)	121,33
T3	R3	U3	Colesterol (mg/dL)	120,26
T3	R4	U4	Colesterol (mg/dL)	119,9
T3	R5	U5	Colesterol (mg/dL)	122,7
T4	R1	U6	Colesterol (mg/dL)	116,12
T4	R2	U7	Colesterol (mg/dL)	110,88
T4	R3	U8	Colesterol (mg/dL)	110,18
T4	R4	U9	Colesterol (mg/dL)	112,85
T4	R5	U10	Colesterol (mg/dL)	115,05
T1	R1	U1	Cuerpos cetónico (presencia/ausencia)	0
T1	R2	U2	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T1	R3	U3	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T1	R4	U4	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T1	R5	U5	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T2	R1	U1	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T2	R2	U2	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T2	R3	U3	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T2	R4	U4	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T2	R5	U5	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T3	R1	U1	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0

T3	R2	U2	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T3	R3	U3	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T3	R4	U4	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T3	R5	U5	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T4	R1	U6	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T4	R2	U7	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T4	R3	U8	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T4	R4	U9	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T4	R5	U10	Cuerpos cetónicos (presencia/ausencia)	0
T1	R1	U1	Ganancia de peso (kg)	2,7526
T1	R2	U2	Ganancia de peso (kg)	2,8178
T1	R3	U3	Ganancia de peso (kg)	2,9141
T1	R4	U4	Ganancia de peso (kg)	2,9602
T1	R5	U5	Ganancia de peso (kg)	2,94
T2	R1	U1	Ganancia de peso (kg)	3,3199
T2	R2	U2	Ganancia de peso (kg)	3,4118
T2	R3	U3	Ganancia de peso (kg)	3,2687
T2	R4	U4	Ganancia de peso (kg)	3,4545
T2	R5	U5	Ganancia de peso (kg)	3,4424
T3	R1	U1	Ganancia de peso (kg)	3,6945
T3	R2	U2	Ganancia de peso (kg)	3,7089
T3	R3	U3	Ganancia de peso (kg)	3,8005
T3	R4	U4	Ganancia de peso (kg)	3,7108
T3	R5	U5	Ganancia de peso (kg)	3,7311
T4	R1	U6	Ganancia de peso (kg)	3,8431
T4	R2	U7	Ganancia de peso (kg)	3,9402
T4	R3	U8	Ganancia de peso (kg)	3,9044
T4	R4	U9	Ganancia de peso (kg)	3,8148
T4	R5	U10	Ganancia de peso (kg)	3,7013
T1	R1	U1	Alimento consumido (kg)	4,386
T1	R2	U2	Alimento consumido (kg)	4,386
T1	R3	U3	Alimento consumido (kg)	4,386
T1	R4	U4	Alimento consumido (kg)	4,386
T1	R5	U5	Alimento consumido (kg)	4,386

T2	R1	U1	Alimento consumido (kg)	4,478
T2	R2	U2	Alimento consumido (kg)	4,478
T2	R3	U3	Alimento consumido (kg)	4,478
T2	R4	U4	Alimento consumido (kg)	4,478
T2	R5	U5	Alimento consumido (kg)	4,478
T3	R1	U1	Alimento consumido (kg)	4,466
T3	R2	U2	Alimento consumido (kg)	4,466
T3	R3	U3	Alimento consumido (kg)	4,466
T3	R4	U4	Alimento consumido (kg)	4,466
T3	R5	U5	Alimento consumido (kg)	4,466
T4	R1	U6	Alimento consumido (kg)	4,586
T4	R2	U7	Alimento consumido (kg)	4,586
T4	R3	U8	Alimento consumido (kg)	4,586
T4	R4	U9	Alimento consumido (kg)	4,586
T4	R5	U10	Alimento consumido (kg)	4,586
T1	R1	U1	Conversión alimenticia (g)	2,593403
T1	R2	U2	Conversión alimenticia (g)	2,556533
T1	R3	U3	Conversión alimenticia (g)	2,505096
T1	R4	U4	Conversión alimenticia (g)	2,481657
T1	R5	U5	Conversión alimenticia (g)	2,491837
T2	R1	U1	Conversión alimenticia (g)	2,348836
T2	R2	U2	Conversión alimenticia (g)	2,312504
T2	R3	U3	Conversión alimenticia (g)	2,369964
T2	R4	U4	Conversión alimenticia (g)	2,29628
T2	R5	U5	Conversión alimenticia (g)	2,300837
T3	R1	U1	Conversión alimenticia (g)	2,208824
T3	R2	U2	Conversión alimenticia (g)	2,204131
T3	R3	U3	Conversión alimenticia (g)	2,175109
T3	R4	U4	Conversión alimenticia (g)	2,203514
T3	R5	U5	Conversión alimenticia (g)	2,196966
T4	R1	U6	Conversión alimenticia (g)	2,193307
T4	R2	U7	Conversión alimenticia (g)	2,1639
T4	R3	U8	Conversión alimenticia (g)	2,174572
T4	R4	U9	Conversión alimenticia (g)	2,20216
T4	R5	U10	Conversión alimenticia (g)	2,239024
T1	R1	U1	Eficiencia alimenticia (g)	0,627588
T1	R2	U2	Eficiencia alimenticia (g)	0,642453
T1	R3	U3	Eficiencia alimenticia (g)	0,664409
T1	R4	U4	Eficiencia alimenticia (g)	0,67492
T1	R5	U5	Eficiencia alimenticia (g)	0,670315
T2	R1	U1	Eficiencia alimenticia (g)	0,74138
T2	R2	U2	Eficiencia alimenticia (g)	0,761903
T2	R3	U3	Eficiencia alimenticia (g)	0,729946

T2	R4	U4	Eficiencia alimenticia (g)	0,771438
T2	R5	U5	Eficiencia alimenticia (g)	0,768736
T3	R1	U1	Eficiencia alimenticia (g)	0,82725
T3	R2	U2	Eficiencia alimenticia (g)	0,830475
T3	R3	U3	Eficiencia alimenticia (g)	0,850985
T3	R4	U4	Eficiencia alimenticia (g)	0,8309
T3	R5	U5	Eficiencia alimenticia (g)	0,835446
T4	R1	U6	Eficiencia alimenticia (g)	0,838007
T4	R2	U7	Eficiencia alimenticia (g)	0,85918
T4	R3	U8	Eficiencia alimenticia (g)	0,851374
T4	R4	U9	Eficiencia alimenticia (g)	0,831836
T4	R5	U10	Eficiencia alimenticia (g)	0,807087
T1	R1	U1	Peso canal (kg)	2,72554
T1	R2	U2	Peso canal (kg)	2,79054
T1	R3	U3	Peso canal (kg)	2,88854
T1	R4	U4	Peso canal (kg)	2,92654
T1	R5	U5	Peso canal (kg)	2,91054
T2	R1	U1	Peso canal (kg)	3,29054
T2	R2	U2	Peso canal (kg)	3,38354
T2	R3	U3	Peso canal (kg)	3,23754
T2	R4	U4	Peso canal (kg)	3,42554
T2	R5	U5	Peso canal (kg)	3,41154
T3	R1	U1	Peso canal (kg)	3,66654
T3	R2	U2	Peso canal (kg)	3,68154
T3	R3	U3	Peso canal (kg)	3,77054
T3	R4	U4	Peso canal (kg)	3,68154
T3	R5	U5	Peso canal (kg)	3,69954
T4	R1	U6	Peso canal (kg)	3,81554
T4	R2	U7	Peso canal (kg)	3,91054
T4	R3	U8	Peso canal (kg)	3,87754
T4	R4	U9	Peso canal (kg)	3,78854
T4	R5	U10	Peso canal (kg)	3,67354
T1	R1	U1	Rendimiento en canal (%)	97,34071
T1	R2	U2	Rendimiento en canal (%)	97,40105
T1	R3	U3	Rendimiento en canal (%)	97,48701
T1	R4	U4	Rendimiento en canal (%)	97,51883
T1	R5	U5	Rendimiento en canal (%)	97,50553
T2	R1	U1	Rendimiento en canal (%)	97,78722
T2	R2	U2	Rendimiento en canal (%)	97,84673
T2	R3	U3	Rendimiento en canal (%)	97,75181
T2	R4	U4	Rendimiento en canal (%)	97,87257
T2	R5	U5	Rendimiento en canal (%)	97,86403
T3	R1	U1	Rendimiento en canal (%)	98,00962

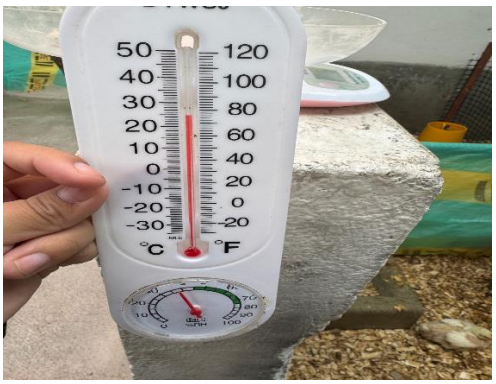
T3	R2	U2	Rendimiento en canal (%)	98,01757
T3	R3	U3	Rendimiento en canal (%)	98,06346
T3	R4	U4	Rendimiento en canal (%)	98,01757
T3	R5	U5	Rendimiento en canal (%)	98,02703
T4	R1	U6	Rendimiento en canal (%)	98,08586
T4	R2	U7	Rendimiento en canal (%)	98,13149
T4	R3	U8	Rendimiento en canal (%)	98,11589
T4	R4	U9	Rendimiento en canal (%)	98,07248
T4	R5	U10	Rendimiento en canal (%)	98,01334
T1	R1	U1	Índice de productividad (%)	36,83919
T1	R2	U2	Índice de productividad (%)	38,82449
T1	R3	U3	Índice de productividad (%)	41,87251
T1	R4	U4	Índice de productividad (%)	43,22466
T1	R5	U5	Índice de productividad (%)	42,64022
T2	R1	U1	Índice de productividad (%)	54,39867
T2	R2	U2	Índice de productividad (%)	57,72998
T2	R3	U3	Índice de productividad (%)	52,56149
T2	R4	U4	Índice de productividad (%)	59,28651
T2	R5	U5	Índice de productividad (%)	58,80509
T3	R1	U1	Índice de productividad (%)	68,68437
T3	R2	U2	Índice de productividad (%)	69,26817
T3	R3	U3	Índice de productividad (%)	72,90567
T3	R4	U4	Índice de productividad (%)	69,30621
T3	R5	U5	Índice de productividad (%)	70,07075
T4	R1	U6	Índice de productividad (%)	72,61541
T4	R2	U7	Índice de productividad (%)	76,51983
T4	R3	U8	Índice de productividad (%)	75,11022
T4	R4	U9	Índice de productividad (%)	71,50911
T4	R5	U10	Índice de productividad (%)	67,02289
T1	R1	U1	Grasa abdominal (g)	33,2
T1	R2	U2	Grasa abdominal (g)	33,4
T1	R3	U3	Grasa abdominal (g)	31,3
T1	R4	U4	Grasa abdominal (g)	34,9
T1	R5	U5	Grasa abdominal (g)	36,2
T2	R1	U1	Grasa abdominal (g)	27
T2	R2	U2	Grasa abdominal (g)	26,5
T2	R3	U3	Grasa abdominal (g)	26,8
T2	R4	U4	Grasa abdominal (g)	25,4
T2	R5	U5	Grasa abdominal (g)	27,2
T3	R1	U1	Grasa abdominal (g)	23,6
T3	R2	U2	Grasa abdominal (g)	24,9
T3	R3	U3	Grasa abdominal (g)	23,4
T3	R4	U4	Grasa abdominal (g)	24,2

T3	R5	U5	Grasa abdominal (g)	24,7
T4	R1	U6	Grasa abdominal (g)	23,6
T4	R2	U7	Grasa abdominal (g)	22,8
T4	R3	U8	Grasa abdominal (g)	21,9
T4	R4	U9	Grasa abdominal (g)	22,6
T4	R5	U10	Grasa abdominal (g)	22,4

Anexo 5. Fotografías




Nota: Preparación del cultivo de trigo tropical.

Nota: Adecuación del galpón.





Nota: Ambientalización de materiales para ingreso de pollitos.




Nota: Recepción y distribución de los pollitos.




Nota: Suministro de la dieta experimental.




Nota: Registro diario del consumo de alimento y documentación de mortalidad.




Nota: Registro diario del consumo de alimento.




Nota: Registro diario del consumo de alimento.



Nota: Visualización de visita de campo




Nota: Observación diaria de condición física y comportamiento.




Nota: Observación diaria de condición física y comportamiento para selección y sacrificio de aves al final del experimento (día 42).




Nota: Realización de necropsies.



Nota: Obtención de muestras biológicas.

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Coix lacryma-jobi var. ma-yuen: También conocido como lágrima de Job o adlay, es una planta de la familia de las gramíneas (*Poaceae*) utilizada en dietas experimentales avícolas.

Ad libitum: Término latino que significa "a voluntad", usado en la alimentación animal para indicar que el alimento está disponible en todo momento.

Glucosa oxidasa-peroxidasa (GOD-POD): Método bioquímico para medir glucosa en sangre.

Alanina aminotransferasa (ALT): Enzima utilizada como marcador hepático; su aumento puede indicar daño hepático.

Aspartato amonio transferasa (AST): Enzima que sirve como marcador de enfermedades hepáticas y musculares.

Gama glutamil transpeptidasa (GGT): Enzima utilizada como indicador de daño hepático y otras enfermedades metabólicas.

Fosfatasa alcalina (FA): Enzima que actúa como marcador de enfermedades hepáticas y óseas.

Lipólisis: Proceso metabólico en el cual las grasas se descomponen en ácidos grasos y glicerol.

Polisacáridos: Carbohidratos complejos que pueden influir en el metabolismo de las aves

Estrés térmico: Condición en la que las aves experimentan dificultades para mantener su temperatura corporal debido a condiciones ambientales extremas.

Índice de eficiencia productiva: Medida que combina varios parámetros productivos (ganancia de peso, conversión alimenticia, viabilidad) para evaluar el rendimiento general de un lote de aves.