

**UNIVERSIDAD DE PANAMA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**UTILIZACION DE *Allium sativum* (AJO) Y *Cinnamomum verum*
(CANELA) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS COBB 500 Y SU
EFECTO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

**CRISTHIAN ISAAC SANTAMARIA CASTILLO
C.I.P. 4-789-122**

**DAVID, CHIRIQUI
REPUBLICA DE PANAMA
2026**

**UTILIZACION DE *Allium sativum* (AJO) Y *Cinnamomum verum*
(CANELA) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS COBB 500 Y SU
EFECTO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

**TRABAJO DE GRADUACION SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACION, REPRODUCCION TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. VICTOR SANCHEZ. M.Sc.

ASESOR

PROF. ING. ALEX SAMUDIO. MSc.

MIEMBRO

PROF. ING. CARLOS SOLIS. PhD.

MIEMBRO

**DAVID, CHIRIQUI
REPUBLICA DE PANAMA**

2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por bendecirme con la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante. Por guiar cada uno de mis pasos, darme la oportunidad de alcanzar esta meta y permitirme realizar este trabajo de grado como fruto de esfuerzo, dedicación y perseverancia.

A mis padres, Helibeth y Emérito, por ser el pilar fundamental en mi vida y en mi formación académica. Gracias por su amor incondicional, por sus consejos, enseñanzas y por cada sacrificio realizado para verme salir adelante. Sus palabras, su apoyo constante y hasta sus llamados de atención fueron clave para mantenerme firme en este camino y no desistir ante las dificultades.

A mi hijo, Arian Joab, quien ha sido la mayor inspiración y el motor que me impulsó a seguir adelante en todo momento. Este logro también es por ti, con la esperanza de ser un ejemplo en tu vida y de acompañarte siempre en tu crecimiento, desarrollo y futuro. Eres la razón que le da sentido a cada esfuerzo realizado.

A mis hermanos, Mainor, Jonathan, Juan Carlos, Jason, Guilli y Erick, por estar presentes a lo largo de este proceso, por sus palabras de aliento, sus consejos y su apoyo constante. Cada uno, a su manera, contribuyó a que no perdiera el enfoque y pudiera alcanzar esta meta tan anhelada.

Al profesor Mario Arjona, quien más que un docente fue un guía, un amigo y un apoyo invaluable durante este proceso. Agradezco profundamente su confianza, sus enseñanzas, su paciencia y su constante motivación, las cuales fueron fundamentales en el desarrollo de este trabajo. Asimismo, extendiendo mi sincero agradecimiento al profesor Víctor Sánchez por su disposición, compromiso y acompañamiento en la culminación de esta tesis.

Al Ing. Madrid, al Sr. Oscar y Randol, por su valiosa colaboración durante el desarrollo de la investigación, especialmente en el proceso de toma de muestras.

Sus conocimientos, orientación y apoyo fueron esenciales para llevar a cabo este trabajo investigativo de manera satisfactoria.

De igual manera, expreso mi agradecimiento a Isabel Vega, por su valiosa colaboración, disposición y apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Su aporte fue significativo y contribuyó de manera especial al avance y culminación de este trabajo.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra forma formaron parte de este proceso, brindándome su apoyo, motivación y confianza, contribuyendo así a la culminación de este importante logro.

Cristhian Isaac Santamaría Castillo

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE GRAFICAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCION	xii
1. MARCO TEORICO	1
1.1. La avicultura	1
1.2. Alimentación	2
1.3. Nutrición.....	3
1.3.1. Requerimientos nutricionales	4
1.3.2. Proteínas.....	4
1.3.3. Carbohidratos y grasas (Energía)	5
1.3.4. Minerales y Vitaminas	6
1.4. Estrategias para mejorar la conversión alimenticia y el uso de promotores de crecimientos y antibióticos	7
1.4.1. Factores que afectan la conversión alimenticia.....	8
1.5. Los Antibióticos Promotores de Crecimiento: Situación Actual y Perspectivas de Futuro.....	9
1.5.1. Alternativas del uso de promotores de crecimientos	9
1.5.2. Problemáticas de uso de promotores de crecimientos	10
1.5.3. El ajo y la canela como antibióticos de promotores de crecimiento (APC)	11
1.6. El ajo.....	11
1.6.1. Componentes del ajo	12
1.6.2. Efecto antimicrobiano.....	13
1.6.3. Efectos fúngicos	13
1.7. La canela	14

1.7.1. Componentes de la canela	15
1.7.2. Efectos antibacterianos.....	15
1.7.3. Efectos fúngicos	16
II. MARCO METODOLOGICO	17
Ubicación geográfica del proyecto.....	17
Evaluación de parámetros zootécnicos	21
Análisis estadístico.....	23
III. RESULTADOS Y DISCUSION	24
IV. CONCLUSIONES	42
V. RECOMENDACIONES.....	43
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
VII. ANEXOS.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos con un diseño completamente al azar	17
Tabla 2. Composición química de las dietas experimentales.	19
Tabla 3. Perfil nutricional de las dietas experimentales	20
Tabla 4. Consumo de alimento por tratamiento y periodo	24
Tabla 5. Peso corporal y ganancia de peso por tratamiento y periodo	29
Tabla 6. Conversión alimenticia por tratamiento y periodo.....	34
Tabla 7. Rendimiento a la canal	37
Tabla 8. Porcentaje de mortalidad	41

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Consumo de alimento por periodo	28
Gráfica 2. Ganancia de peso por periodo.....	33
Gráfica 3. Conversión alimenticia por periodo	36
Gráfica 4. Peso vivo final	38
Gráfica 5. Peso de carcasa	39
Gráfica 6. Rendimiento de la canal	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación de galera y corral para la recepción y distribución de los pollos.....	51
Anexo 2. Recepción y pesaje de los pollitos.	52
Anexo 4. Vacuna contra la Gumboro y Newcastle.	53
Anexo 3. Formulación y preparación de alimento balanceado.....	53
Anexo 5. Pesaje a los 8 días.....	54
Anexo 6. Pesaje a los 42 días.....	54
Anexo 7. Pesaje de alimento e inclusión de ajo y canela 2g/kg.....	55
Anexo 8. Pollos trasladados en canastas por tratamientos para el sacrificio.	56
Anexo 9. Preparación del área de matanza.....	57
Anexo 11. Pesaje de la carcasa de los pollos.....	58
Anexo 10. Sacrificio y desplume de los pollos.....	58
Anexo 12. Procedimiento del análisis estadístico realizado en SAS.....	59

UTILIZACION DE *Allium sativum* (AJO) Y LA *Cinnamomum verum* (CANELA) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS COBB 500 Y SU EFECTO SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS

Cristhian I. Santamaria C.

2025

RESUMEN

Introducción: La nutrición animal moderna incluye la utilización de compuestos bioactivos de origen vegetal, quienes mejoran la utilización del alimento, producción de enzimas, respuestas inmunitarias y antibacterianas.

Objetivo: Suplementar la alimentación de pollos Cobb 500 con ajo, canela y su combinación sobre los parámetros productivos en pollos Cobb 500 durante un periodo de 42 días. **Materiales y métodos:** Con un diseño completamente al azar, se evaluaron cuatro tratamientos; T0 (tratamiento control), T1 (alimento balanceado y 2g/kg de ajo en polvo), T2 (alimento balanceado y 2g/kg de canela en polvo) y T3 (alimento balanceado y 2g/kg de ajo y canela en polvo). Se utilizaron 12 pollos/tratamiento para un total de 48 unidades experimentales con peso inicial promedio de 40-45 g. **Resultados:** Los mayores consumos de alimento fueron para los tratamientos T1 y T2 (1323.42 y 1307.58 g, respectivamente), T0 y T3 mostraron consumos significativamente menores. En la ganancia de peso por fase, no hubo diferencias significativas entre tratamientos; F1, F2, F3 y F4 ($p>0.05$). La conversión alimenticia global (1 a 42 días), no fue significativa ($p=0.7402$), sin embargo, fue más eficiente en T0. El rendimiento en canal (%), fue mayor para T1 y ligeramente superior al resto de los tratamientos, sin embargo, se mantuvo entre 70 y 75%, valor normal para pollos de engorde. En esta variable diferencias fueron moderadas y estuvieron acompañadas de una variabilidad considerable. La mortalidad (%) se

mantuvo dentro de los valores normales para este tipo de animales. **Conclusión:** En las condiciones del presente estudio, la suplementación con fitogénicos a base de ajo, canela y su combinación no mejoró los parámetros productivos ni el rendimiento en canal de los pollos Cobb 500 en comparación con el tratamiento control.

Palabras clave: Alicina, carvacrol, cinamaldehído, compuestos bioactivos, fitogénicos.

UTILIZACION DE *Allium sativum* (AJO) Y LA *Cinnamomum verum* (CANELA) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS COBB 500 Y SU EFECTO SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS

Cristhian I. Santamaria C.

2025

ABSTRACT

Introduction: Modern animal nutrition includes the use of bioactive compounds of plant origin, which improve feed utilization, enzyme production, and immune and antibacterial responses. **Objective:** To supplement the diet of Cobb 500 chickens with garlic, cinnamon, and their combination, and to evaluate the effects on productive parameters in Cobb 500 chickens over a 42-day period.

Materials and methods: Using a completely randomized design, four treatments were evaluated: T0 (treatment control), T1 (combined feed and 2 g/kg of garlic powder), T2 (combined feed and 2 g/kg of cinnamon powder), and T3 (combined feed and 2 g/kg of garlic and cinnamon powder). Twelve chickens per treatment were used, for a total of 48 experimental units, with an average initial weight of 40–45 g. **Results:** The highest feed intake was observed in treatments T1 and T2 (1323.42 and 1307.58 g, respectively), while T0 and T3 showed significantly lower intake. Weight gain by phase showed no significant differences between treatments F1, F2, F3, and F4 ($p>0.05$). Overall feed conversion ratio (1 to 42 days) was not significant ($p=0.7402$), although it was more efficient in T0. Carcass yield (%) was highest in T1 and slightly higher than in the other treatments, but remained between 70 and 75%, a normal value for broiler chickens. Differences in this variable were moderate and accompanied by considerable variability. Mortality (%) remained within normal values for this type of animal. **Conclusion:** Under the conditions of

this study, supplementation with phytogenics based on garlic, cinnamon, and their combination did not improve the productive parameters or carcass yield of Cobb 500 chickens compared to the control treatment.

Keywords: Allicin, carvacrol, cinnamaldehyde, bioactive compounds, phytogenics.

INTRODUCCION

La industria avícola con el pasar del tiempo ha presentado retos en cuanto a eficiencia, rentabilidad y calidad en sus procesos, ya que es un sector en constante desarrollo y su producto es altamente demandado por los consumidores. Sin embargo, el gasto económico que conlleva la producción de pollos de engorde sigue en aumento con los avances en la genética, nutrición, sanidad, manejo e instalaciones (Muyulema *et al*, 2020).

La nutrición animal moderna incluye la utilización de compuestos bioactivos de origen vegetal. Estos compuestos producen efectos beneficiosos que pueden incluir la estimulación del apetito y la ingesta de alimentos, mejora de la secreción de enzimas digestivas endógenas, efectos antioxidantes, activación de las respuestas inmunitarias y acciones antibacterianas, entre ellos, el ajo (*A. sativum*) se ha convertido en un aditivo natural ampliamente estudiado, destacándose por su capacidad para mejorar la salud intestinal y el aprovechamiento de nutrientes en las aves. Los efectos beneficiosos del ajo se deben principalmente a sus compuestos órgano sulfurados, que poseen propiedades terapéuticas y funcionales, que lo convierten en un recurso valioso en la producción avícola moderna (El-Saadony *et al.*, 2021).

La canela (*Cinnamomum verum*) ha sido ampliamente estudiada en la nutrición animal como un aditivo fitogénico debido a sus efectos positivos sobre el apetito, digestión y salud intestinal. Sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes se atribuyen principalmente a compuestos bioactivos como el cinamaldehído, así como a otros componentes como el eugenol y el carvacrol (El-

Hack et al., 2020). Estos compuestos han demostrado actividad antibacteriana frente a diversas bacterias patógenas, así como efectos antifúngicos, que incluyen la inhibición del crecimiento de hongos como *Aspergillus flavus* (El-Saadony et al., 2020).

La producción animal tradicional para conseguir los beneficios antes citados, utiliza los antibióticos como aditivos promotores de crecimiento (APC). Estas sustancias químicas o biológicas se agregan en el alimento para mejorar la producción y rentabilidad (El-Saadony et al., 2022).

Como consecuencia la prohibición en el uso de Antibióticos Promotores de Crecimiento emitida por la Unión Europea (UE) en 2003, y que entró en vigencia en el 2006 (Castanon, 2007; El-Saadony et al., 2022), el sector avícola se ha visto obligado a buscar alternativas que garanticen los niveles productivos y de seguridad alimentaria sin generar efectos no deseados asociados al uso de los antibióticos. Basado en lo anteriormente, se justifica la realización del presente estudio el cual busca suplementar la alimentación de pollos Cobb 500 con ajo y canela, con el objetivo de determinar el efecto de dicha suplementación sobre los parámetros productivos en pollos Cobb 500 durante un periodo de 42 días.

1. MARCO TEORICO

1.1. La avicultura

La avicultura ha experimentado una notable transformación a lo largo del tiempo, ha evolucionado desde sistemas tradicionales de producción familiar o de traspatio hacia una industria altamente tecnificada y de gran escala. En las últimas décadas, este sector se ha consolidado como uno de los pilares de la producción pecuaria mundial, caracterizado por la producción intensiva de millones de pollos de engorde y gallinas ponedoras para satisfacer la creciente demanda de proteína de origen animal (Cobo, 2024). Este desarrollo ha sido impulsado por avances en genética, nutrición, manejo y bioseguridad, lo que permite mejorar la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sistema avícola (FAO, 2021).

En los últimos años, el consumo de carne de pollo ha experimentado un incremento significativo a nivel mundial, debido a diversos factores como su alto valor nutricional, bajo contenido de grasa en comparación con otras carnes y su accesibilidad económica población (OECD/FAO, 2023). De acuerdo con las proyecciones de la OCDE y la FAO, López (2024) nos dice que el consumo mundial de carne de pollo tendrá un incremento aproximado del 21 % hacia 2034, siendo la carne de mayor crecimiento a nivel global. Catedra Latam (2025) indica que Panamá se encuentra entre los países con mayor consumo de carne de pollo en América Latina, registrando aproximadamente 56 kg per cápita al año, lo que lo posiciona entre los principales consumidores mundiales de esta proteína animal. Además, su versatilidad en la preparación y su inclusión dentro de la canasta básica de muchos

países han contribuido a su creciente demanda, consolidándose como una de las principales fuentes de proteína animal para la población (OECD/FAO, 2023).

1.2. Alimentación

El alimento constituye uno de los principales componentes del costo total en la producción de pollos de engorde, representa un factor determinante en la eficiencia económica del sistema. De acuerdo con Ravindran (2013), La nutrición adecuada es esencial para optimizar el desempeño productivo, mantener la salud intestinal y mejorar la eficiencia alimenticia en aves de corral. Para lograr un rendimiento óptimo, es fundamental formular dietas balanceadas que aporten niveles adecuados de energía, proteína, aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas y ácidos grasos, ajustados a las necesidades específicas de cada etapa productiva (Aviagen, 2022).

El desarrollo adecuado del sistema gastrointestinal en pollos de engorde está estrechamente relacionado con la alimentación temprana y el manejo durante los primeros días de vida (Soares, 2022). Es fundamental garantizar el acceso inmediato a alimento y agua limpia desde la llegada de los pollitos, así como proporcionar suficientes puntos de alimentación y bebederos para estimular el consumo inicial. Durante la primera semana, el uso de comederos suplementarios facilita la adaptación progresiva a los sistemas de alimentación convencionales, contribuyen a un mejor desarrollo intestinal y desempeño productivo. Asimismo, la renovación frecuente del alimento favorece su consumo y calidad, optimizan el crecimiento y la salud de las aves (Aviagen, 2018; Cobb-Vantress, 2021).

El corto ciclo de producción de los pollos de engorde, junto con la creciente demanda mundial de su carne, ha llevado a optimizar con mayor precisión los componentes nutricionales de su alimentación. En este contexto, la energía y la proteína se consideran elementos fundamentales, ya que la primera es esencial para cubrir los requerimientos metabólicos y productivos, mientras que la proteína y sus aminoácidos constituyen la base estructural para el desarrollo de tejidos y el crecimiento muscular (Beski, 2015). Un adecuado balance entre estos nutrientes es clave para maximizar el rendimiento productivo, la eficiencia alimenticia y la rentabilidad del sistema avícola (Leeson & Summers, 2021).

1.3. Nutrición

Los requerimientos nutricionales de las aves dependen de diversos factores, entre ellos la genética, sexo, consumo de alimento, condiciones ambientales y el estado sanitario, los cuales afectan directamente el desempeño productivo y la eficiencia alimenticia (NASEM, 2024). La interacción de estos factores determina la eficiencia en la utilización de los nutrientes y el crecimiento óptimo de los pollos de engorde (Aviagen, 2022).

El agua es un nutriente esencial para las aves, ya que participa en prácticamente todas las funciones fisiológicas, digestión, absorción y transporte de nutrientes, regulación de la temperatura corporal y excreción de desechos (Vieira, 2019). En las aves, el contenido corporal de agua varía aproximadamente entre el 65 % y el 75 %, dependen de la edad y el estado fisiológico. El consumo de agua está influenciado por diversos factores, entre ellos la temperatura ambiental,

humedad relativa, composición de la dieta y velocidad de crecimiento, por ello, garantizar el acceso continuo a agua limpia y de calidad es fundamental para mantener el rendimiento productivo y el bienestar de los pollos de engorde (Cobb-Vantress, 2021).

1.3.1. Requerimientos nutricionales

Diversos factores pueden modificar los requerimientos nutricionales de las aves, por lo que es fundamental considerarlos para optimizar su desempeño productivo (Rostagno et al., 2017). De igual manera, factores ambientales como la temperatura y la humedad, junto con el estado sanitario de las aves, influyen directamente en sus necesidades nutricionales y en la eficiencia de utilización de los nutrientes, afectan el crecimiento y la productividad en sistemas avícolas intensivos (NRC, 2021).

Las aves, para crecer sanas, vigorosas y ser productivas, necesitan gran variedad de nutrientes, destacando entre ellos:

1.3.2. Proteínas

Este nutriente es fundamental para el desarrollo corporal y el crecimiento muscular en las aves, especialmente durante las etapas de crecimiento y engorde. Por ello, es indispensable proporcionar dietas con niveles adecuados de proteína y un balance óptimo de aminoácidos esenciales. En la nutrición avícola moderna se reconocen al menos diez aminoácidos esenciales (lisina, metionina, treonina,

triptófano, isoleucina, leucina, valina, fenilalanina, arginina e histidina) los cuales no pueden ser sintetizados en cantidades suficientes por el organismo y deben ser aportados a través de la dieta (Beski, 2015). Un adecuado equilibrio de estos aminoácidos permite maximizar el crecimiento, mejorar la eficiencia alimenticia y optimizar la deposición de carne en pollos de engorde (Aviagen, 2022).

1.3.3. Carbohidratos y grasas (Energía)

Los nutrientes energéticos, (carbohidratos y grasas), son esenciales en la alimentación avícola, ya que aportan la energía necesaria para mantener las funciones vitales y los procesos productivos. En conjunto con las proteínas, permiten un adecuado crecimiento y eficiencia en los pollos de engorde (Leeson & Summers, 2021).

El pollo de engorde requiere energía para el mantenimiento, crecimiento y actividad metabólica de sus tejidos. Las principales fuentes energéticas en su dieta son los cereales, ricos en carbohidratos, y las grasas o aceites (Khalil et al., 2021). La energía se expresa comúnmente como energía metabolizable (EM), la cual representa la fracción disponible para el ave y es clave para optimizar su rendimiento productivo (Aviagen, 2022).

Las aves modernas requieren dietas con mayor concentración energética para expresar su potencial genético y lograr altos niveles de productividad. La calidad y composición de las fuentes lipídicas influyen directamente en el valor energético de la dieta, afectan la digestibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes. Asimismo, la energía es uno de los factores más importantes en la

formulación de dietas, representan una proporción significativa del costo total de alimentación en la producción avícola (Leeson & Summers, 2021).

1.3.4. Vitaminas y Minerales

Las vitaminas y minerales son nutrientes esenciales que complementan la dieta de las aves, contribuyen al correcto funcionamiento metabólico, crecimiento y mantenimiento del organismo. Actúan como reguladores en procesos enzimáticos y hormonales, además de participar en la formación de tejidos y el equilibrio electrolítico (Cobb-Vantress, 2021).

1.4. Estrategias para mejorar la conversión alimenticia y el uso de promotores de crecimientos y antibióticos

La conversión alimenticia puede ser mejorada a través de diversas estrategias. Estas estrategias se relacionan con el alimento suministrado, manejo en granja, condiciones ambientales, uso de aditivos para mejorar, consumo de alimento y estado sanitario de la granja avícola (AviNews, 2023). Gracias a estas estrategias, los costos de producción se reducen ya que se invierte menos en alimento y la ganancia de peso se mantiene o aumenta (Cuellar, 2022).

Los APC han sido ampliamente utilizados en la alimentación animal para mejorar el rendimiento productivo y la eficiencia alimenticia. Sin embargo, su uso ha disminuido considerablemente en las últimas décadas debido a preocupaciones sobre la resistencia antimicrobiana, lo que ha llevado a la implementación de regulaciones más estrictas y a la búsqueda de alternativas más seguras en la producción avícola (El-Saadony et al., 2022).

Los promotores de crecimiento han sido utilizados para incrementar la ganancia diaria de peso y mejorar la eficiencia productiva en animales de producción. El uso de APC ha demostrado efectos positivos en el rendimiento y la calidad de la carne; sin embargo, su aplicación ha sido restringida en muchos países, promoviendo el uso de alternativas que mantengan estos beneficios sin generar riesgos para la salud pública (El-Saadony et al., 2022). Los APC mejoran la eficiencia productiva principalmente mediante la modulación de la microbiota intestinal, reduciendo microorganismos perjudiciales y favoreciendo una mejor utilización y absorción de nutrientes (Fernández Miyakawa, Casanova, & Kogut, 2023)

La disminución de la carga microbiana puede reducir la actividad del sistema inmune intestinal, permiten una mayor disponibilidad de energía para procesos metabólicos relacionados con el crecimiento y la producción en aves (El-Saadony et al., 2022). Desde el desarrollo de la industria avícola intensiva, el uso de APC ha contribuido significativamente a mejorar la productividad y eficiencia en la producción de pollos de engorde. No obstante, en la actualidad su uso ha sido restringido debido a preocupaciones sanitarias, lo que ha impulsado la adopción de nuevas estrategias y alternativas para sostener sistemas productivos intensivos (El-Saadony et al., 2022).

1.4.1. Factores que afectan la conversión alimenticia

Uno de los aspectos más críticos en la producción avícola es la alimentación, ya que influye directamente en la salud, sistema inmunológico y el rendimiento productivo de las aves (Ravindran, 2022). Una nutrición inadecuada puede predisponer a los pollos de engorde a enfermedades, afectando su crecimiento y eficiencia. Por ello, una dieta balanceada y de calidad es fundamental para garantizar un adecuado estado sanitario y productivo en los sistemas avícolas modernos (FAO, 2021).

Para aprovechar al máximo el potencial genético del pollo de engorde, es fundamental implementar un programa de alimentación adecuado que considere los requerimientos de energía metabolizable, proteínas y aminoácidos. Sin embargo, la formulación de dietas también debe equilibrar aspectos productivos y económicos, ya que un exceso de nutrientes puede incrementar los costos sin mejorar proporcionalmente el rendimiento (Aviagen, 2022).

Una adecuada alimentación en pollos de engorde tiene como objetivo lograr un óptimo peso corporal, buena calidad de carne y un estado sanitario adecuado. Para ello, se emplean dietas balanceadas formuladas a partir de años de investigación en nutrición avícola, orientadas a maximizar el rendimiento productivo y satisfacer las exigencias del mercado en el menor tiempo posible (Aviagen, 2022).

1.5. Los Antibióticos Promotores de Crecimiento: Situación Actual y Perspectivas de Futuro.

Los aditivos alimentarios utilizados en nutrición animal incluyen una amplia variedad de sustancias, tales como vitaminas, minerales, antioxidantes, emulsionantes, probióticos, enzimas, coccidiostatos y promotores de crecimiento, los cuales son empleados para mejorar la salud, el desempeño productivo y la eficiencia alimenticia de las aves (FDCM, 2026). Dentro del grupo de los aditivos antibióticos están aquellos que se utilizan como (APC), y que también son denominados “modificadores digestivos”.

1.5.1. Alternativas del uso de promotores de crecimientos

Los aditivos en la alimentación animal comprenden diversas categorías utilizadas para mejorar la calidad, estabilidad y valor nutricional de los alimentos balanceados, entre ellos se incluyen antioxidantes, saborizantes, conservantes, enzima, microorganismos, vitaminas, minerales y reguladores de acidez entre otros (EFSA, 2021).

Estos compuestos contribuyen a optimizar el rendimiento productivo, la salud y la eficiencia alimenticia de las aves, siendo regulados por normativas internacionales que garantizan su uso en la producción pecuaria (EFSA, 2021).

1.5.2. Problemáticas de uso de promotores de crecimientos

El uso indiscriminado de APC ha generado problemas relacionados con la resistencia antimicrobiana en bacterias, lo que representa un riesgo para la salud animal y humana. Esta situación ha incrementado los costos sanitarios y ha impactado negativamente en la productividad y la inocuidad de la carne e impulsa la búsqueda de alternativas más seguras en la producción avícola (El-Saadony et al., 2022).

A partir del 2006, en los países pertenecientes a la Unión Europea (UE) se llevó a cabo la prohibición total del empleo de APC en alimentación animal. La prohibición de su uso como aditivos no nutricionales en alimentación de pollos de engorde ha ocasionado una significativa reducción en la productividad de los animales reflejado en los siguientes índices:

- Reducción de 0.14% en la viabilidad de las aves.
- Reducción de 50 a 150 g en el peso final de los pollos.
- Reducción de un 3 a un 8% en la eficiencia de utilización del alimento (por la no utilización de APC los pollos necesitan consumir más alimento por cada unidad de ganancia de peso, lo que incrementa los costos de alimentación).
- Mayor variación (+ 1.8 a 3.3%) en la homogeneidad en las parvadas.

En este contexto, se han generado nuevas oportunidades en la producción avícola para el desarrollo de alternativas naturales que sustituyan el uso de antibióticos promotores de crecimiento (Gadde, 2017). Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud recomiendan reducir el uso de antibióticos en animales destinados a la producción de alimentos, promueven su restricción para fines de crecimiento y prevención sin diagnóstico, con el fin de mitigar la resistencia antimicrobiana (WHO, 2021).

1.5.3. El ajo y la canela como antibióticos de promotores de crecimiento, APC

El ajo y la canela actúan como promotores de crecimiento en pollos debido a sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y digestivas. El ajo, gracias a compuestos como la alicina, combate bacterias patógenas, mientras que la canela, con su cinamaldehído, mejora la digestión, estimula el apetito y promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas (Alagawany et al., 2021). Su uso puede sustituir a los antibióticos convencionales, mejora el rendimiento del crecimiento, la salud intestinal y la eficiencia alimenticia de las aves (Gadde et al., 2017).

1.6. El ajo

El ajo es una planta herbácea perteneciente a la familia Amaryllidaceae, caracterizada por su estructura en forma de bulbo compuesto por varios dientes de tamaño variable. Es ampliamente cultivado y utilizado tanto en la alimentación como en la medicina tradicional debido a sus propiedades funcionales y bioactivas, especialmente en la producción animal como aditivo natural (Okoro et al., 2023).

El ajo es una planta perenne utilizada desde la antigüedad con fines medicinales, cuyo uso ha aumentado en los últimos años debido a sus múltiples beneficios. Diversos estudios destacan la presencia de compuestos bioactivos, especialmente azufrados, los cuales presentan importantes propiedades antioxidantes, antimicrobianas y funcionales en el ámbito de la salud y la producción animal (El-Saadony et al., 2021).

El bulbo del ajo está compuesto por varios dientes protegidos por túnicas internas, mientras que el conjunto del bulbo se encuentra recubierto por capas externas que actúan como protección. Esta estructura favorece su conservación y funcionalidad tanto en uso alimentario como en aplicaciones en la nutrición animal (Rahman, 2020).

1.6.1. Componentes del ajo

El ajo contiene diversos componentes nutricionales y bioactivos, entre los que destacan el agua, carbohidratos (fructosa), compuestos azufrados, fibra y aminoácidos esenciales. Estos compuestos le confieren propiedades antioxidantes y antimicrobianas, además de beneficios en la digestión y el rendimiento en animales de producción (Amagase, 2020).

El ajo también es una fuente importante de vitaminas (C y A), además de contener en menor proporción vitaminas del complejo B. Asimismo, presenta un alto contenido de compuestos fenólicos, polifenoles y fitoesteroles, los cuales contribuyen a sus propiedades antioxidantes y beneficios para la salud y la producción animal (Shang et al., 2019).

En cuanto a su composición mineral, el ajo contiene niveles importantes de potasio, fósforo, magnesio, calcio e hierro, además de presentar oligoelementos como el

selenio. La concentración de estos minerales puede variar según las características del suelo y las condiciones de cultivo, lo que influye en su valor nutricional y funcional (Petrova et al., 2021).

1.6.2. Efecto antimicrobiano

El efecto antimicrobiano de la alicina, principal compuesto activo del ajo, se debe a su capacidad de reaccionar con grupos tiol de enzimas esenciales y altera procesos metabólicos clave en microorganismos. Esta acción interfiere en la actividad enzimática y contribuye a reducir la virulencia y proliferación de diversos patógenos, destacan su potencial como agente natural en la producción animal (Borlinghaus et al., 2021).

Los grupos tiol son grupos químicos que contienen azufre e hidrógeno, representan como –SH. Estos grupos están presentes en muchas enzimas y proteínas esenciales de los microorganismos, especialmente en aminoácidos como la cisteína (Ankri & Mirelman, 1999).

1.6.3. Efectos fúngicos

Diversos estudios han demostrado que los compuestos bioactivos del ajo presentan actividad antifúngica frente a una amplia variedad de hongos, que incluyen especies de *Candida*, *Aspergillus* y *Cryptococcus*. Esta acción se atribuye principalmente a compuestos como la alicina, los cuales inhiben el crecimiento y la proliferación de microorganismos, donde destacan su potencial como alternativa natural en la sanidad y producción animal (Shang et al., 2019; Petrovic et al., 2021).

1.7. La canela

La canela es una planta originaria de Asia, ampliamente utilizada como condimento y por sus propiedades funcionales. Se caracteriza por su actividad antifúngica, antioxidante y antimicrobiana, atribuida principalmente a compuestos bioactivos como el cinamaldehído. Estas propiedades han favorecido su uso en la nutrición animal como alternativa natural para mejorar la salud y el rendimiento productivo (Ranasinghe et al., 2021).

La canela es un árbol perenne de tamaño pequeño a mediano que puede alcanzar hasta 10–12 metros de altura en estado silvestre, aunque en cultivo se mantiene más bajo mediante poda. Presenta corteza aromática de color claro, flores pequeñas hermafroditas y frutos con una sola semilla. Estas características botánicas facilitan su aprovechamiento en la industria alimentaria y en la producción animal (Rao & Gan, 2021).

La canela se utiliza tanto en rama como en polvo, destacándose por sus propiedades aromáticas y funcionales. Posee efectos antimicrobianos, antioxidantes y digestivos, además de contribuir a la estimulación del metabolismo y la mejora de la salud gastrointestinal, lo que favorece su uso en la nutrición animal y la medicina tradicional (Ranasinghe et al., 2021).

El sabor y aroma característicos de la canela se deben a la presencia de diversos compuestos químicos, (azúcares (sacarosa) y compuestos volátiles como el cinamaldehído y el eugenol), los cuales aportan notas dulces, frescas y aromáticas. Estos componentes son responsables de sus propiedades sensoriales y funcionales en la alimentación y la nutrición animal (Shang et al., 2019).

La canela contiene compuestos bioactivos como catequinas y procianidinas, responsables de su sabor astringente y propiedades antioxidantes. Además, presenta aceites esenciales, compuestos volátiles como el pineno, fibra, vitaminas y minerales (calcio, hierro y zinc), los cuales contribuyen a sus efectos funcionales y beneficios en la salud y la nutrición animal (Rao & Gan, 2021).

El color característico de la canela varía entre tonos rojizos y marrón amarillento, se debe a la presencia de compuestos fenólicos y aceites esenciales, entre ellos el eugenol y el cinamaldehído. Estos compuestos no solo influyen en sus propiedades sensoriales, sino también en su actividad antioxidante y funcional (Ranasinghe et al., 2021).

1.7.1. Componentes de la canela

Contiene compuestos bioactivos los cuales presentan diversas propiedades funcionales, incluyen efectos antimicrobianos, antifúngicos, antioxidantes y antiinflamatorios. Además, estos compuestos pueden influir en la actividad enzimática digestiva y mejorar la salud intestinal, lo que favorece su uso como aditivo natural en la nutrición animal (Rao & Gan, 2021).

1.7.2. Efectos antibacterianos

La canela es conocida como un estimulante del apetito y la digestión. Sus propiedades antimicrobianas están principalmente relacionadas con su contenido en cinamaldehído, seguido de eugenol y carvacrol. El cinamaldehído y el eugenol poseen una actividad antibacteriana contra una amplia gama de bacterias como lo son

Escherichia coli (E. coli), *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes* (NutriNews, 2022).

1.7.3. Efectos fúngicos

Los extractos de canela, así como su aceite esencial y compuestos bioactivos, han demostrado eficacia frente a una amplia variedad de microorganismos, tiene acción contra: Hongos como *Aspergillus* y *Penicillium*, y ayudan a disminuir el deterioro de granos y concentrados, ayuda a prevenir contaminación con micotoxinas (aflatoxinas) y algunos parásitos (Abdel Gwad et al., 2024). Estas propiedades antifúngicas resaltan su potencial como aditivo natural en la nutrición animal para mejorar la salud y el rendimiento productivo. (Rao & Gan, 2021).

II. MARCO METODOLOGICO

Ubicación geográfica del proyecto

El estudio se llevó a cabo en el galpón 5-1 convencional del programa de Producción Avícola en el Centro de Investigación Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, ubicado en el corregimiento de Chiriquí, se encuentra localizado entre los 8°23'15.12" de Latitud norte y 82°19'47.48" de Longitud oeste y con una elevación de 26 msnm y temperatura anual promedio de 33°C

Unidades experimentales

Se utilizaron un total de 120 pollos de engorde, machos y hembras de la línea Cobb 500 con un peso aproximado entre $(40 \pm 45\text{g})$, con un día de nacidos.

Tratamientos: Con un diseño completamente al azar se evaluaron cuatro tratamientos en los que se determinó el efecto de la inclusión de ajo y canela en una dieta pollos de engorde de la línea Cobb 500. Los tratamientos (tabla 1) fueron:

Tabla 1. Tratamientos con un diseño completamente al azar

T0	T1	T2	T3
Alimento balanceado (control)	Alimento balanceado más la inclusión de 2g/kg de ajo en polvo	Alimento balanceado más la inclusión de 2g/kg de canela en polvo	Alimento balanceado más la inclusión de 2g/kg de ajo y canela en polvo

La dieta se formuló en base a los requerimientos nutricionales de las tablas brasileras (Rostagno *et al.*, 2017). Todos los animales del experimento fueron sometidos al mismo protocolo del plan sanitario y condiciones micro ambientales.

Los pollos fueron pesados al inicio del experimento (d0) y al final de cada fase para determinar la ganancia promedio (GP) por fase. De igual manera se pesó la cantidad de alimento ofrecido y rechazado para obtener el consumo de día y promedio por fase (CAF). Ambos valores (ganancia de peso y consumo de alimento diario) se utilizaron para determinar la conversión alimenticia (CA) de cada tratamiento por fase.

Al final del experimento, se seleccionaron cuatro pollos al azar por cada corral dentro de cada tratamiento, (12 pollos/tratamiento y 48 pollos totales para su sacrificio). Los animales fueron sacrificados por exanguinación, lo que permitió el desangrado por aproximadamente 5 minutos. Posteriormente, fueron sumergidos en agua caliente (temperatura superior a los 100 °C por 10 segundos) para facilitar el desplumado, luego se evisceraron y la canal completa (incluye patas y vísceras), se registró como peso de la carcasa.

Alimentación

Todos los pollos fueron sometidos a un mismo programa nutricional, basado en una dieta tipo harina formulada para cubrir los requerimientos nutricionales establecidos para aves de engorde (tablas 2 y 3). Estas recomendaciones consideran las necesidades específicas de cada etapa productiva y garantizan un adecuado crecimiento y desempeño (Rostagno et al., 2021), según las siguientes etapas:

- Pre-inicio (F1: 1-7 días)
- Inicio (F2: 8-21 días)
- Crecimiento (F3: 22-33 días)
- Engorde (F4: 34-42 días).

Tabla 2. Composición química de las dietas experimentales.

DIAS	Fase 1 (0-7)	Fase 2 (8-21)	Fase 3 (22-33)	Fase 4 (34-42)
Ingredientes	kg	kg	kg	kg
Maíz	53.95	55.95	60.55	66.15
Soya	34.65	33.22	27.54	22.53
Pulidura de Arroz	3.5	2.45	2.73	2.91
Melaza	2.9	2.4	2.4	2.4
Aceite de Palma	1.15	2.45	3.48	3.21
Sal	0.3	0.4	0.45	0.45
Fosfato M-dicálcico	0.6	0.4	0.32	0.05
Carbonato de Ca	1.85	1.7	1.5	1.35
Premix Vit-min	0.25	0.25	0.25	0.25
L- Lisina	0.25	0.22	0.24	0.26
DL-Metionina	0.27	0.25	0.22	0.19
L-Treonina	0.13	0.11	0.12	0.05
L-Triptofano	0	0	0	0
Myco-AD A-Z	0.15	0.15	0.15	0.15
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05

Tabla 3. Perfil nutricional de las dietas experimentales

Contenido Nutricional Días	Fase 1 (0-7)	Fase 2 (8-21)	Fase 3 (22-33)	Fase 4 (34-42)
	kg	kg	kg	kg
Materia Seca, %	87.3	87.1	86.9	86.8
Energía Metab, (Kcal/kg)	2975.74	3050.99	3150.29	3200.92
Proteína Cruda, %	21	20.3	18	16
Calcio, %	0.97	0.87	0.75	0.63
Fósforo Disp, %	0.46	0.41	0.37	0.29
Lisina, %	1.31	1.25	1.12	1.01
Metionína, %	0.54	0.51	0.46	0.41
Treonína, %	0.86	0.82	0.74	0.6
FND, %	9.03	8.91	8.73	8.7
FAD, %	3.18	3.1	2.88	2.72

Evaluación de parámetros zootécnicos

Para la evaluación del desempeño productivo se consideraron los siguientes parámetros:

Peso inicial gramos (g):

Se registró el peso al inicio de la investigación con una balanza analítica de capacidad de 5 kg y luego en cada fase para conocer la ganancia de peso (diferencia entre el peso inicial y final en cada fase).

Consumo de alimento, (g/día):

El concentrado fue pesado al momento del suministro del alimento y luego se pesó el sobrante, para obtener el consumo, luego por diferencia se determinó el consumo diario de alimento de cada tratamiento.

$$\text{Consumo de alimento(g)} = \text{Alimento Suministrado(g)} - \text{Alimento Rechazado(g)}$$

Incremento de peso por fase:

Para conocer el incremento de peso, se restó el peso final del peso inicial, al final de cada fase.

$$\text{Ganancia de Peso (g)} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

Mortalidad, %:

La mortalidad se determinó en una sola etapa, desde el día 1 uno hasta el día 42.

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{Pollos muertos}}{\text{Pollos vivos}} \times 100$$

Ganancia de peso, (g):

Se determinó al inicio y al final de cada fase de la siguiente manera:

$$\text{Ganancia de peso} = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}}{\text{Días}}$$

Conversión alimenticia:

Se determinó mediante la relación entre el consumo total de alimento y la ganancia de peso total mediante la siguiente formula.

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

Rendimiento de la carcasa (%):

Se obtuvo a través de la relación entre el peso vivo y el peso de la canal:

$$\text{Rendimiento de la canal (\%)} = \frac{\text{peso de la carcasa}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se tabularon en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® 2021 y el análisis estadístico se realizó con SAS 9.4 (Cary, N.C, USA), (SAS, 2013). En el análisis de los datos se incluyó la prueba de normalidad (Shapiro y Wilk, 1965) y homocedasticidad de varianza (Levene, 1960). Las variables que cumplieron con los supuestos antes mencionados fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y prueba de rangos múltiples de Tukey-Kramer (Kramer, 1956).

Diseño estadístico

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó el diseño completamente al azar cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observación experimental de la variable respuesta.

μ = media general.

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = error experimental asociado a cada observación.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de alimento

El análisis de varianza mostró que el efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento dependió de la fase productiva evaluada (Tabla 4). Durante las fases iniciales F1 y F2 no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p = 0.853$ y $p = 0.492$, respectivamente), esto indicó que la suplementación con ajo, canela o la combinación de ambos no modificó el consumo de alimento durante las primeras etapas de crecimiento.

Tabla 4. Consumo de alimento por tratamiento y periodo

Variable/Periodo	T0 Control	T1 Ajo	T2 Canela	T3 Ajo+Canela	SEM	p-valor Trt
F1 (1-7)	209.43	219.57	206.57	252.29	41.05	0.853
F2 (8-21)	676.07	765.07	793.29	797.64	62.65	0.492
F3 (22-33)	1055.75b	1323.42a	1307.58a	1160.50b	33.01	<0.001
F4 (34-42)	1261.78b	1527.67a	1382.89ab	1274.44b	33.01	<0.001
1-42 días	832.29	997.1	968.79	912.6	66.78	0.318

F: Fases, SEM = error estándar del modelo

En la fase F3 sí se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$). Los tratamientos T1 y T2 registraron los mayores consumos de alimento (1323.42 y 1307.58 g, respectivamente) y conformaron el grupo estadístico “a”, mientras que T0 y T3 presentaron consumos significativamente menores y conformaron el grupo “b”. Esto indicó que la

suplementación individual con ajo o canela estimuló el consumo de alimento durante esta fase de crecimiento.

De manera similar, en la fase F4 se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.001$). El tratamiento T1 presentó el mayor consumo de alimento (1527.67 g) y fue estadísticamente superior a los tratamientos T0 y T3 (Ajo + Canela). El tratamiento T2 mostró una respuesta intermedia (1382.89 g), ubicándose en el grupo “ab”, por lo que no difirió estadísticamente ni de T1 ni de T0 y T3.

Cuando se analizó el período completo de 1 a 42 días, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.318$), a pesar de que numéricamente los tratamientos T1 y T2 presentaron mayores consumos promedio que el control. Esto sugiere que las diferencias observadas en F3 y F4 no fueron suficientes para generar un efecto estadístico acumulado durante todo el ciclo productivo.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Awad et al. (2009) y Mountzouris et al. (2010), quienes observaron que las diferencias en consumo de alimento entre tratamientos fueron poco evidentes durante la fase inicial, pero se incrementaron progresivamente en las fases de crecimiento y finalización, especialmente en los grupos suplementados, este comportamiento se atribuye al aumento de los requerimientos nutricionales conforme avanza el desarrollo corporal y al efecto positivo de la suplementación sobre la digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes. Lo que podría indicar mejor palatabilidad o mayor eficiencia metabólica asociada al suplemento utilizado.

Investigaciones realizadas por Tollba y Hassan (2003) y Ademola et al. (2009), señalaron que la inclusión de ajo y canela en la dieta no generó diferencias marcadas durante la fase inicial; sin embargo, en las etapas de crecimiento y finalización se observó un mayor consumo de alimento y mejor desempeño productivo en comparación con el tratamiento control. Estos efectos se atribuyen a las propiedades digestivas, antimicrobianas y estimulantes del apetito presentes en los compuestos bioactivos del ajo y la canela, los cuales favorecen una mejor utilización de los nutrientes y una mayor demanda energética conforme incrementa el peso corporal de las aves

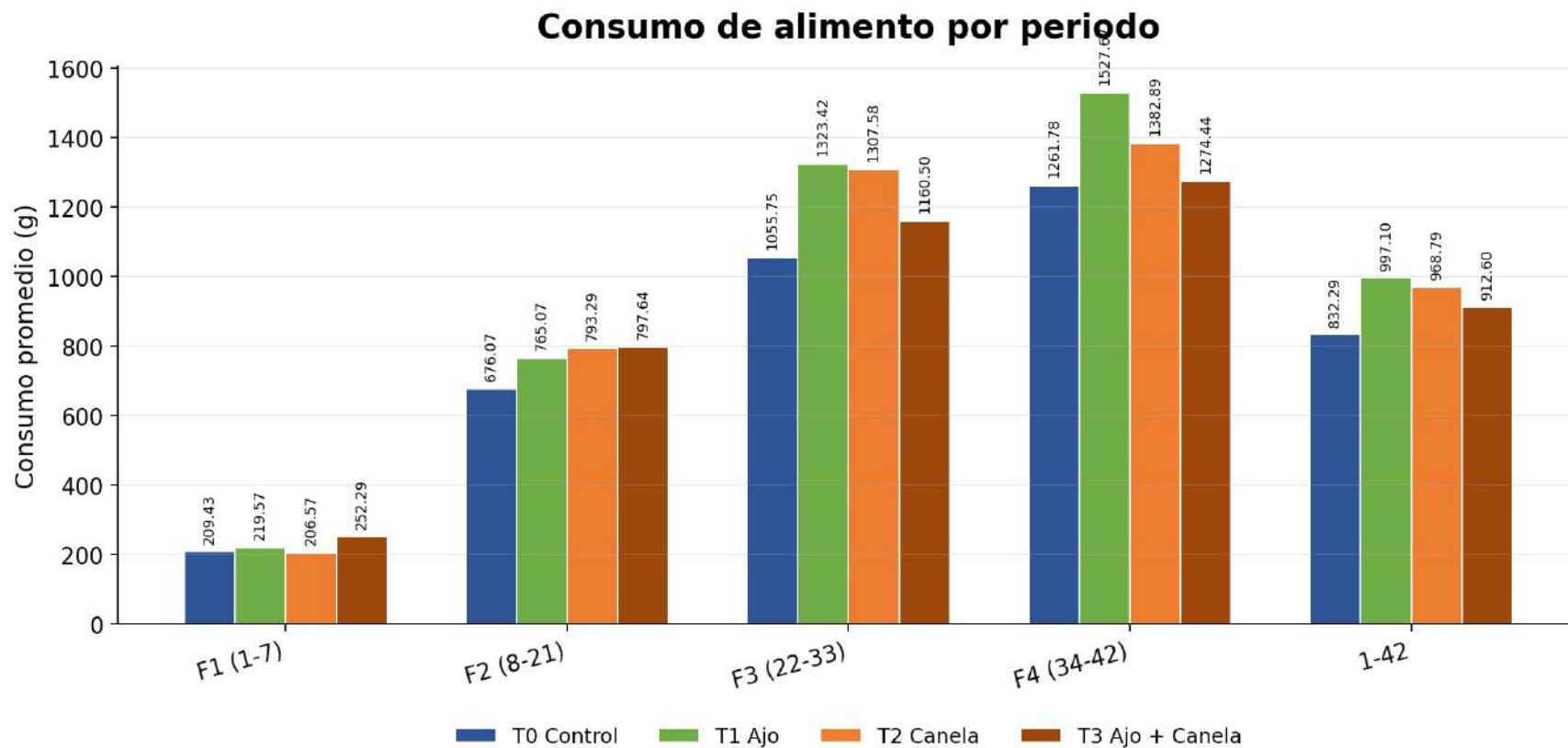
Botía y Hortúa (2012), mencionan que la inclusión de extracto de ajo mejora la superficie de absorción intestinal y el aprovechamiento de nutrientes, lo que favorece el desempeño productivo en pollos de engorde. Asimismo, los fitobióticos como el ajo y la canela poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes que contribuyen a mantener la integridad intestinal y mejorar la digestibilidad del alimento. Los tratamientos T1 y T2 registraron los mayores consumos promedio en las fases F3 y F4 respecto al tratamiento control (T0), lo cual sugiere un posible efecto positivo de la suplementación sobre la palatabilidad y el aprovechamiento nutricional de la dieta.

El consumo de alimento aumentó progresivamente conforme avanzaron las fases productivas, observándose diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratamiento suplementado con ajo. Este comportamiento puede explicarse por los efectos de los fitogénicos sobre la palatabilidad y la estimulación de secreciones digestivas, lo cual ha sido descrito en estudios recientes donde se

cita que el ajo mejora la ingesta en fases intermedias del crecimiento (Alagawany et al., 2021).

Este comportamiento coincide con lo descrito por la fisiología productiva del pollo de engorde, donde el consumo de alimento se incrementa conforme aumenta el peso corporal y las demandas metabólicas, especialmente en fases finales (Sakomura et al., 2020). Se ha demostrado que los aditivos fitogénicos pueden modular el apetito y la digestibilidad del alimento (Abd El-Hack et al., 2020).

En investigaciones recientes han señalado que la suplementación con canela no siempre modifica significativamente el consumo de alimento, y mantuvo los valores comparables al control en correspondencia con la dosis utilizada (Gadde et al., 2021). Esto se confirma en los resultados observados en los tratamientos T2 y T3 del presente estudio.



Grafica 1. Consumo de alimento por periodo

Durante las fases F3 y F4 se observaron diferencias significativas entre tratamientos, destacándose el ajo y la canela por presentar mayores consumos de alimento. Sin embargo, estas diferencias no se mantuvieron durante todo el ciclo productivo. Los aditivos fitogénicos pueden estimular el consumo de alimento al mejorar la palatabilidad y la función digestiva de las aves (Alagawany et al., 2021).

Peso corporal y ganancia de peso

El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el peso corporal de los pollos (Tabla 5) en ninguno de los momentos evaluados ($p > 0.05$). Al inicio del experimento (D1), los grupos presentaron pesos similares ($p = 0.9924$), lo que confirma una adecuada homogeneidad experimental antes de la aplicación de los tratamientos.

Tabla 5. Peso corporal y ganancia de peso por tratamiento y periodo

Variable/Periodo GP (g)	T0 Control	T1 Ajo	T2 Canela	T3 Ajo+Canela	SEM	p-valor Trt
F1 (1-7)	120.47	107.48	112.97	109.50	3.62	0.062
F2 (8-21)	690.63	651.48	654.97	672.07	19.92	0.480
F3 (22-33)	1013.79	973.86	915.38	980.29	46.51	0.504
F4 (34-42)	836.62	791.67	793.00	860.43	72.78	0.886
1-42 días	2664.79	2550.78	2475.93	2622.29	70.93	0.248

PC: peso corporal, GP: ganancia de peso F: Fases, SEM = error estándar del modelo

A los 21 días de edad se observó una tendencia numérica a favor del tratamiento control, que registró el mayor peso corporal promedio (165.17 g), mientras que los tratamientos suplementados con ajo, canela o la combinación de ambos presentaron valores ligeramente inferiores. Sin embargo, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística ($p = 0.0538$), por lo que no pueden atribuirse al efecto de los tratamientos.

De igual forma, a los 33 días y 42 días de edad, los pesos corporales obtenidos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.1996$ y $p = 0.1740$, respectivamente). Aunque el tratamiento control presentó los mayores

valores numéricos en ambos períodos, la variabilidad observada entre las unidades experimentales impidió detectar un efecto estadístico de la suplementación con ajo, canela o su combinación.

Respecto a la ganancia de peso por fase, los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas entre tratamientos durante F1, F2, F3 y F4. Esto demuestra que la inclusión de ajo, canela o ajo más canela en la dieta no modificó significativamente la capacidad de crecimiento de los pollos en ninguna etapa del ciclo productivo.

Al evaluar la ganancia de peso acumulada durante todo el período experimental (1–42 días), tampoco se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p = 0.248$). Numéricamente, el tratamiento control presentó la mayor ganancia de peso total (2664.79 g), seguido por el tratamiento con ajo + canela (2622.29 g), ajo (2550.78 g) y canela (2475.93 g); sin embargo, estas diferencias fueron insuficientes para demostrar un efecto significativo de los aditivos evaluados.

En términos generales, los resultados indican que la suplementación con ajo, canela o la combinación de ambos no produjo mejoras significativas en el peso corporal ni en la ganancia de peso de los pollos de engorde bajo las condiciones experimentales del presente estudio.

En el presente estudio no se observaron diferencias significativas en el incremento de peso entre tratamientos ($p > 0.05$), aunque se evidenció el patrón normal de crecimiento por fase. Resultados similares han sido plasmado en estudios recientes donde la inclusión de fitogénicos no generó cambios significativos en la GP cuando las dietas estaban correctamente balanceadas (Alagawany et al., 2021).

Estos hallazgos coinciden con lo indicado por Abd El-Hack et al. (2020), quienes indican que los aditivos fitogénicos pueden mejorar la salud intestinal y la eficiencia digestiva sin necesariamente traducirse en incrementos significativos en el peso corporal.

Sin embargo, algunos estudios recientes sí han descrito mejoras en la ganancia de peso con la inclusión de ajo, atribuidas a efectos antimicrobianos y mejor absorción de nutrientes (Elbaz et al., 2022). Las diferencias con el presente estudio podrían explicarse por variaciones en dosis o condiciones ambientales.

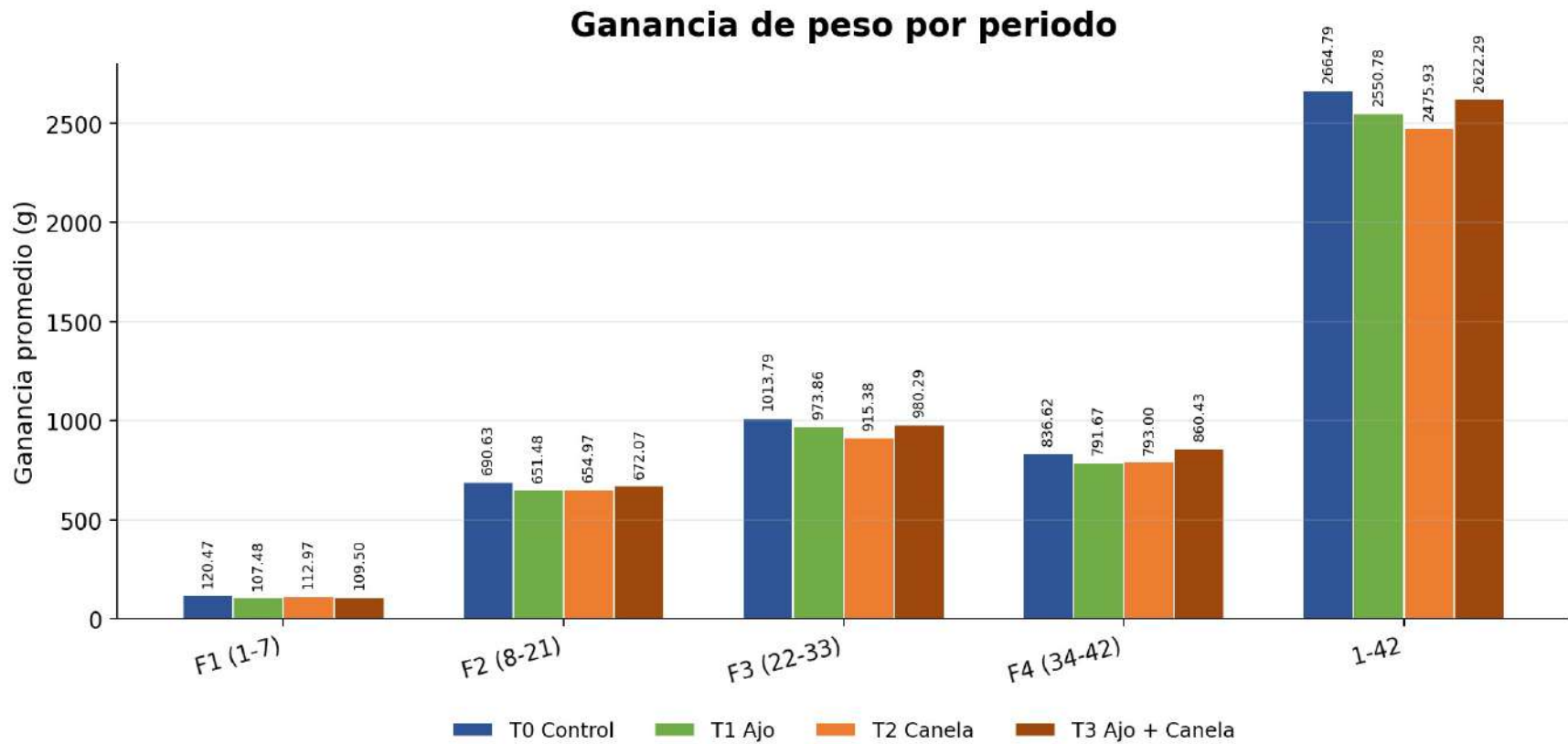
Adicionalmente, se ha señalado que la canela puede mostrar efectos positivos sobre el crecimiento en condiciones de estrés, lo que sugiere que su impacto es más evidente en sistemas productivos con mayores desafíos sanitarios (Hassan et al., 2021).

La ganancia de peso (GDP) aumentó progresivamente con la edad de las aves, sin diferencias significativas entre tratamientos. Este resultado coincide con estudios recientes que indican que la suplementación con fitogénicos no siempre modifica la tasa de crecimiento diario en condiciones de manejo óptimo. (Gadde et al., 2021).

Investigaciones han demostrado que los fitogénicos pueden mejorar parámetros intestinales y microbiota sin generar cambios significativos en la ganancia diaria de peso (Abd El-Hack et al., 2020).

Algunos autores han registrado incrementos en la GDP con el uso de ajo y mezclas fitogénicas, especialmente en fases intermedias del crecimiento (Elbaz et

al., 2022). En el caso de la canela, su inclusión ha demostrado mantener el rendimiento productivo sin efectos negativos (Hassan et al., 2021). Estos resultados indican que el efecto de los fitogénicos depende del nivel de inclusión, la calidad de la dieta y el estado sanitario del lote.



Gráfica 2. Ganancia de peso por periodo

No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguna fase, indicando que los aditivos evaluados no mejoraron significativamente el crecimiento.

La respuesta productiva a los aditivos fitogénicos puede variar según la dosis y las condiciones de manejo (Hashemi, 2011).

Conversión alimenticia

El análisis de varianza para la conversión alimenticia (Tabla 6) indicó que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en F1 ($p = 0.7029$) ni en F2 ($p = 0.2850$). Por tanto, durante estas fases iniciales las diferencias numéricas entre tratamientos no se consideran estadísticamente atribuibles al efecto de la suplementación.

Tabla 6. Conversión alimenticia por tratamiento y periodo

CA	T0 Control	T1 Ajo	T2 Canela	T3 Ajo + Canela	SEM	Trt
F1 (1-7)	1.74	2.04	1.83	2.3	0.365	0.7029
F2 (8-21)	0.98	1.17	1.21	1.19	0.094	0.285
F3 (22-33)	1.04c	1.36a	1.43a	1.18b	0.034	<0.0001
F4 (34-42)	1.51c	1.93a	1.74b	1.48c	0.04	<0.0001
1-42 días	1.2	1.52	1.49	1.33	0.206	0.7402

CA: Conversión alimenticia, F: Fases, SEM = error estándar del modelo,

En la F3 se detectó efecto significativo del tratamiento ($p < 0.0001$). Los tratamientos T2 y T1 presentaron los mayores valores de CA y conformaron el grupo estadístico superior, mientras que T0 presentó el valor más bajo. Este resultado indica que durante esta fase existieron diferencias en la eficiencia de uso del alimento entre tratamientos.

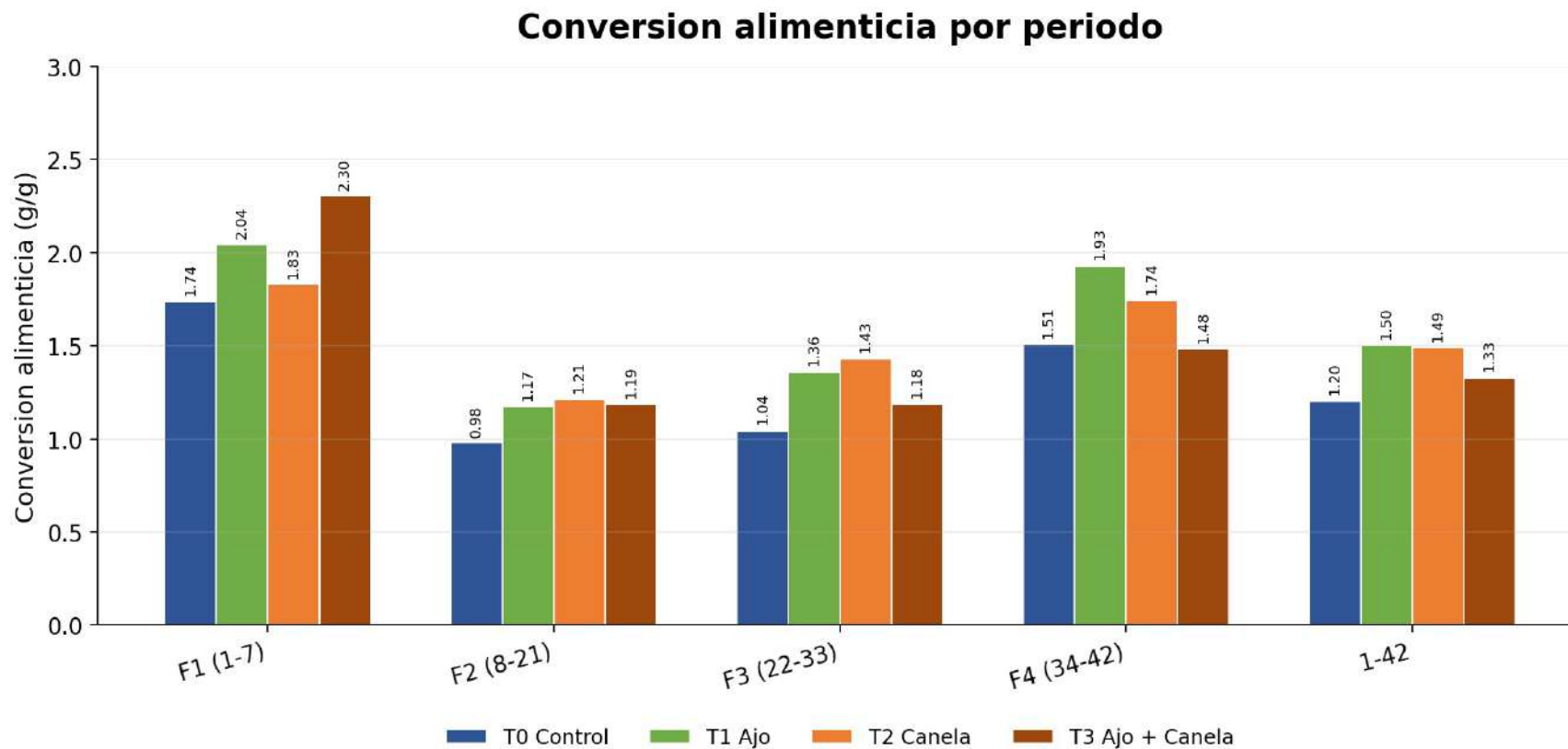
En F4 también se observó efecto significativo del tratamiento ($p < 0.0001$). La conversión alimenticia más alta fue para T1, seguido por T2, mientras que el control y T3 (Ajo + Canela) mostraron los valores más bajos y estadísticamente similares.

Para el resumen global de 1 a 42 días, el efecto de tratamiento no fue significativo ($p = 0.7402$), lo que sugiere que las diferencias observadas por fase no se reflejaron en una diferencia estadística general durante todo el período experimental.

En el presente estudio, la conversión alimenticia fue más eficiente en el tratamiento control, mientras que los tratamientos con ajo y canela mostraron valores superiores, especialmente en fases finales. Este comportamiento ha sido citado en estudios recientes donde los fitogénicos no mejoran la conversión cuando las dietas base son adecuadas (Reda et al., 2020).

Se ha demostrado que la eficiencia alimenticia tiende a disminuir conforme avanza la edad del ave debido al aumento de los requerimientos de mantenimiento (Sakomura et al., 2020).

Sin embargo, otros estudios han informado mejoras en la conversión alimenticia con fitogénicos, asociadas a una mejor salud intestinal y absorción de nutrientes (Alagawany et al., 2021). En el caso de la canela, se han observado efectos positivos principalmente bajo condiciones de estrés oxidativo (Hassan et al., 2021).



Gráfica 3. Conversión alimenticia por periodo

Se observaron diferencias en algunas fases productivas, reflejando variaciones en la eficiencia de utilización del alimento entre tratamientos.

La eficiencia alimenticia es uno de los principales indicadores de productividad en pollos de engorde (Greathead, 2003).

Rendimiento de la canal

El rendimiento en canal (Tabla 7) mostró valores promedio similares entre los tratamientos evaluados, lo cual coincide con estudios que indican que la inclusión de fitogénicos no altera significativamente este parámetro productivo (Gadde et al., 2021).

Los porcentajes que se mantuvieron dentro del rango el cual oscila entre 70 y 75 % del peso vivo esperado para pollos de engorde de la línea Cobb 500 (Zuidhof et al., 2014). Aunque el tratamiento T1 presentó un valor promedio ligeramente superior en comparación con el tratamiento control y los demás tratamientos, estas diferencias fueron moderadas y estuvieron acompañadas de una variabilidad considerable, tal como lo reflejan las desviaciones estándar.

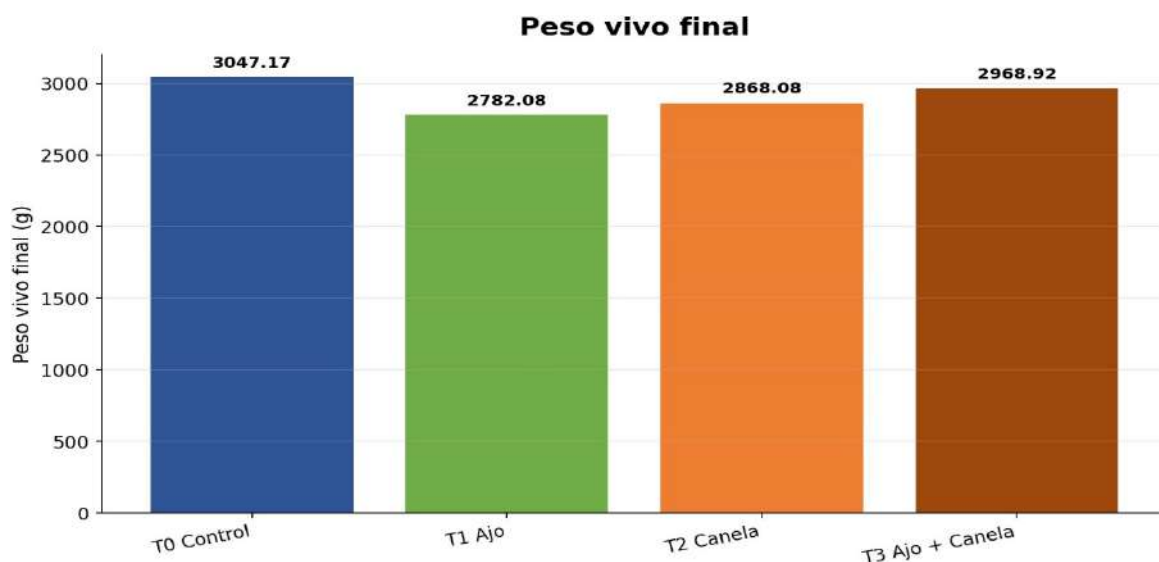
Tabla 7. Rendimiento a la canal, %

Variable/Periodo	T0 Control	T1 Ajo	T2 Canela	T3 Ajo+Canela	SEM	p- valor Trt
Peso vivo final (g)	3047.17	2782.08	2868.08	2968.92	82.05	0.129
Peso de carcasa (g)	2315.92	2185.33	2214.42	2259.42	71.15	0.593
Rendimiento de canal (%)	77.26	78.8	77.46	76.41	3.01	0.954

F: Fases, SEM = error estándar del modelo,

Estos resultados sugieren que el rendimiento a la canal está más influenciado por factores genéticos y de manejo que por modificaciones moderadas en la dieta (Sakomura et al., 2020).

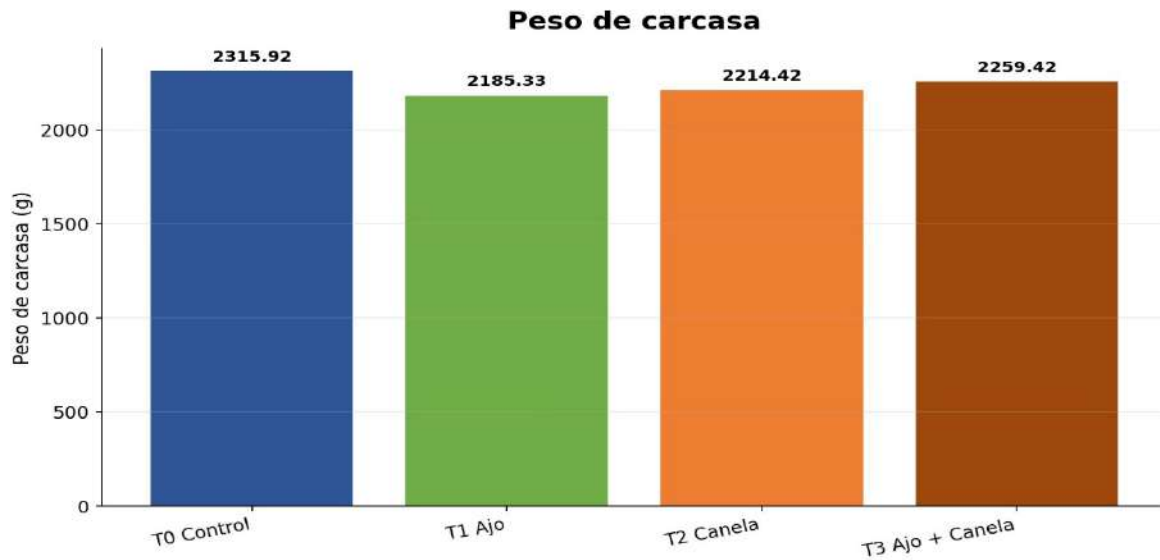
Otros estudios han descrito ligeras mejoras numéricas con ajo, aunque sin diferencias estadísticas, lo cual coincide con los resultados del presente estudio (Elbaz et al., 2022).



Gráfica 4. Peso vivo final

No existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$) para el peso vivo final, por lo que los aditivos no modificaron el desempeño final de las aves.

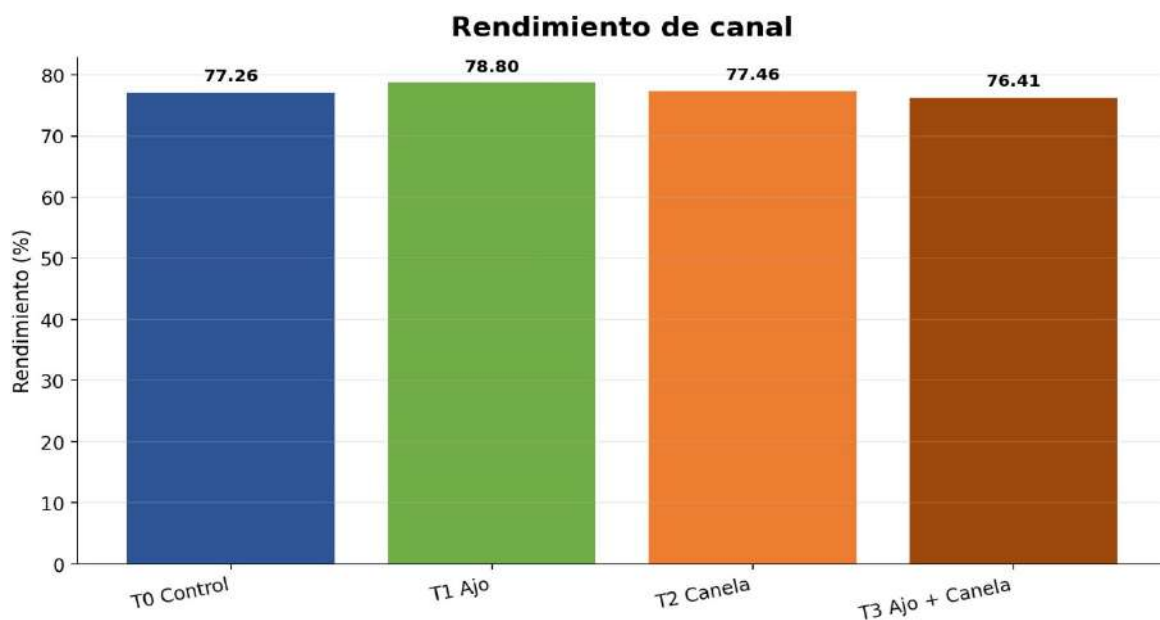
Los fitobióticos no siempre generan respuestas consistentes sobre el peso vivo final (Hernández, 2004).



Gráfica 5. Peso de carcasa

Las diferencias observadas fueron únicamente numéricas y no alcanzaron significancia estadística ($p > 0.05$), sugiriendo una respuesta similar entre tratamientos.

Los extractos vegetales pueden mejorar algunos parámetros productivos sin afectar significativamente el peso de carcasa (Amad, 2011).



Gráfica 6. Rendimiento de la canal

El rendimiento de canal fue similar entre tratamientos ($p>0.05$), e indicó que la suplementación no afectó la relación entre peso vivo y peso de carcasa.

El rendimiento de canal suele mostrar poca variación cuando el crecimiento corporal no es alterado significativamente (NRC, 1994).

PORCENTAJE DE MORTALIDAD

La mortalidad obtenida (tabla 8) se consideró dentro del rango de valores normales, ya que la misma puede ser aceptable debido a que se encuentra en un rango del 3% a 6%, con una mortalidad de 7 pollos. Estas muertes pudieron ser causadas por el estrés calórico, manejo de los pollitos durante la recepción y traslado, hacinamiento en la esquina del corral donde son pisados por los más pesados.

Tabla 8. Porcentaje de mortalidad, %

N°. de pollos vivos	N°. de pollos muertos	% de mortalidad
120	7	5.8%

El análisis de las causas de mortalidad facilita la implementación de medidas correctivas y preventivas, contribuyen a mejorar la salud y la eficiencia en los sistemas de producción (Cobb-Vantress, 2021).

Generalmente, se considera aceptable una mortalidad cercana al 4–5 % en pollos de engorde, mientras que valores superiores pueden reflejar deficiencias en el manejo, sanidad o condiciones ambientales, aspectos que afectan la eficiencia del sistema productivo (Aviagen, 2018).

IV. CONCLUSIONES

Durante el ciclo completo el consumo de alimento aumentó progresivamente con la edad de las aves, sin observarse efectos significativos entre los tratamientos evaluados.

El incremento de peso y la ganancia diaria de peso no presentaron diferencias significativas entre tratamientos con fitogénicos y el tratamiento control.

El tratamiento control obtuvo la mejor conversión alimenticia en la mayoría de las fases productivas evaluadas.

La inclusión de fitogénicos a base de ajo, la canela y su combinación no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento en canal de pollos Cobb 500.

V. RECOMENDACIONES

Realizar estudios bajo condiciones de desafío sanitario o estrés ambiental, donde los fitogénicos podrían expresar mejor su potencial como moduladores de la salud intestinal y del sistema inmunológico.

Incorporar análisis adicionales, como evaluación de microbiota intestinal, parámetros inmunológicos o digestibilidad, para comprender mejor el mecanismo de acción del ajo y la canela.

Ampliar el tamaño de muestra o el número de repeticiones, con el fin de aumentar la potencia estadística y detectar posibles diferencias que no fueron evidentes en el presente estudio.

Considerar un análisis económico costo/beneficio de la inclusión de ajo y canela en dietas comerciales, para determinar si su uso es rentable aun cuando las mejoras productivas no sean estadísticamente significativas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shafi, M. E., Zabermawi, N. M., Arif, M., Batiha, G. E., Khafaga, A. F., Abd El-Hakim, Y. M., & Al-Sagheer, A. A. (2020). Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6), 1835–1850.
- Abdel Gwad, M. M., El-Sayed, A. S. A., Abdel-Fattah, G. M., Abdelmoteleb, M., & Abdel-Fattah, G. G. (2024). *Potential fungicidal and antiaflatoxigenic effects of cinnamon essential oils on Aspergillus flavus inhabiting stored wheat grains*. BMC Plant Biology, 24, 506.
- Ademola, S. G., Farinu, G. O., & Babatunde, G. M. (2009). Serum lipid, growth and hematological parameters of broilers fed garlic, ginger and their mixtures. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 99–104.
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Tiwari, R., & Yatoo, M. I. (2021). Nutritional significance and health benefits of phytogenic feed additives in poultry diets: A review. *Animals*, 11(2), 1–20.
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Tiwari, R., Yatoo, M. I., Karthik, K., Michalak, I., & Dhama, K. (2021). *Nutritional significance and health benefits of garlic and its phytogenic compounds in poultry nutrition: A review*. Animal Biotechnology, 32(4), 441–452.
- Amad, A. A. et al. (2011). Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 90(12), 2811-2816.
- Amagase, H. (2020). Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *The Journal of Nutrition*, 150(Supplement_1), 1350S–1354S.
- Ankri, S., & Mirelman, D. (1999). *Antimicrobial properties of allicin from garlic*. Microbes and Infection, 1(2), 125–129.
- Aviagen. (2018). *Ross broiler management handbook*. Aviagen Group.

- Aviagen. (2022). *Ross broiler nutrition specifications*. Aviagen Group.
- Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., & Böhm, J. (2009). *Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens*. *Poultry Science*, 88(1), 49–56.
- Borlinghaus, J., Albrecht, F., Gruhlke, M. C. H., Nwachukwu, I. D., & Slusarenko, A. J. (2021). Allicin: Chemistry and biological properties. *Molecules*, 26(6), 1505.
- Botía Carreño, W. H., & Hortúa López, L. C. (2012). *Extracto de ajo como alternativa a los promotores de crecimiento en pollos de engorde*. *Conexagro JDC*, 2(1), 37–47.
- Castanon, J. I. R. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, 86(11), 2466–2471.
- Cátedra Latam. (2024). *Ranking latinoamericano de consumo de pollo y huevo de 2024*.
- Cobb-Vantress. (2021). *Cobb broiler management guide*. Cobb-Vantress Inc.
- Cobo, C. (2024). *La evolución de la industria avícola: Retos y acciones para los productores*. Aevus.
- Delacre, M., Lakens, D., & Leys, C. (2019). Why psychologists should by default use Welch's t-test instead of Student's t-test. *International Review of Social Psychology*, 32(1), 1–12.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2015) InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional.
- Elbaz, A. M., Ibrahim, N. S., & Shehata, A. A. (2022). Effect of garlic supplementation on growth performance and gut health in broilers. *Poultry Science*, 101(3), 101–110.
- El-Hack, M. E. A., Alagawany, M., Abdel-Moneim, A. E., Mohammed, N. G., Khafaga, A. F., Bin-Jumah, M., Othman, S. I., Allam, A. A., & Elnesr, S. S.

- (2020). Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) oil as a potential alternative to antibiotics in poultry. *Antibiotics*, 9(5), 210.
- El-Saadony, M. T., Saad, A. M., El-Tahan, A. M., Sayed, S., Moustafa, M. A. M., Taha, A. E., & Salem, H. M. (2022). Alternatives to antibiotics for organic poultry production: Types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry Science*, 101(4), 101696.
- El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Soliman, S. M., Salem, H. M., & El-Tahan, A. M. (2021). The use of garlic (*Allium sativum*) as a feed additive in poultry nutrition: A review. *Animals*, 11(9), 2525.
- Eski, S. S. M., Swick, R. A., & Iji, P. A. (2015). *Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review*. *Animal Nutrition*, 1(2), 47–53.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2021). *Guidance on the assessment of the safety of feed additives for the target species*. *EFSA Journal*, 19(3), 1–19.
- FDCM. (2026). *Aditivos alimentarios modernos para gallinas: cómo mejorar la salud y el rendimiento del rebaño*. FDCM
- Fernández Miyakawa, M. E., Casanova, N. A., & Kogut, M. H. (2023). *How did antibiotic growth promoters increase growth and feed efficiency in poultry?* *Poultry Science*, 102(2), 103278.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *Poultry development review*. FAO.
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). *Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review*. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26–45.
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2021). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry. *Animal Health Research Reviews*, 22(1), 1–16.

- Games, P. A., & Howell, J. F. (1976). *Pairwise multiple comparison procedures with unequal n's and/or variances: A Monte Carlo study*. Journal of Educational Statistics, 1(2), 113–125.
- Greathead, H. (2003). Plants and plant extracts for improving animal productivity. Proceedings of the Nutrition Society, 62(2), 279-290.
- Hashemi, S. R., & Davoodi, H. (2011). Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. Veterinary Research Communications, 35(3), 169-180.
- Hassan, M. S. H., Elsayed, S. A., & Mohamed, M. A. (2021). Effects of cinnamon supplementation on growth performance and antioxidant status in broiler chickens. *Animals*, 11(3), 1–12.
- Hernández, F. et al. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. Poultry Science, 83(2), 169-174.
- Iñiguez Heredia, F. A., Espinoza Bustamante, X. E., & Galarza Molina, E. L. (2021). Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(14).
- Khalil, M. M., Abdollahi, M. R., Zaefarian, F., Chrystal, P. V., & Ravindran, V. (2021). *Apparent metabolizable energy of cereal grains for broiler chickens is influenced by age*. Poultry Science, 100(9), 101288.
- Leeson, S., & Summers, J. D. (2021). *Commercial poultry nutrition* (4th ed.). University Books.
- Levene. (1960). Prueba de Homocedasticidad.
- López, D. (2025). El futuro de la carne: El pollo dominará el consumo global en 2035, según la FAO y la OCDE.
- Mountzouris, K. C., Tsirtsikos, P., Kalamara, E., Nitsch, S., Schatzmayr, G., & Fegeros, K. (2010). *Evaluation of the efficacy of a probiotic containing Lactobacillus, Bifidobacterium, Enterococcus, and Pediococcus strains in*

- promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities*. *Poultry Science*, 89(1), 58–67.
- Muyulema, C. A., Muyulema, J. C., Pucha, P. M., y Ocaña, S. V. (2020). Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador. *Visionario Digital*. 4(1), 43-66.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). (2024). *Nutrient Requirements of Poultry: Updated Recommendations and Concepts*. The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2021). *Nutrient requirements of poultry* (revised ed.). National Academies Press.
- NRC. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C
- NutriNews. (2022). Uso de canela y ajo como antibióticos promotores del crecimiento en pollos.
- Okoro, B. C., Dokunmu, T. M., Okafor, E., Sokoya, I. A., Israel, E. N., Olusegun, D. O., Bella-Omunagbe, M., Ebubechi, U. M., Ugboogu, E. A., & Iweala, E. E. J. (2023). *The ethnobotanical, bioactive compounds, pharmacological activities and toxicological evaluation of garlic (Allium sativum): A review*. *Phytomedicine Plus*, 3(4), 100273.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032*. OECD Publishing.
- Petrova, I., Petrov, K., & Ivanov, I. (2021). Nutritional and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) and their potential health benefits. *Food Science and Technology*, 41(2), 1–8.
- Petrovic, V., Marcincak, S., & Popelka, P. (2021). Antimicrobial effects of garlic and its bioactive compounds in food and animal production. *Veterinary Sciences*, 8(10), 219.

Prueba de Tukey – Kramer.

- Rahman, M. M. (2020). *Garlic and its bioactive compounds: Implications for animal nutrition and health*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 104(6), 1645–1657.
- Ranasinghe, P., Pigera, S., Premakumara, G. A. S., Galappaththy, P., Constantine, G. R., & Katulanda, P. (2021). Medicinal properties of ‘true’ cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): A systematic review. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21, 1–16.
- Rao, P. V., & Gan, S. H. (2021). Cinnamon: A multifaceted medicinal plant. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 1–12.
- Ravindran, V. (2013). *Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities*. Journal of Applied Poultry Research, 22(3), 628-636.
- Ravindran, V. (2022). *Nutrition and poultry health: Achievements and future challenges*. Animal Feed Science and Technology, 288, 115289.
- Reda, F. M., El-Saadony, M. T., Elnesr, S. S., Alagawany, M., Tufarelli, V., & Ragni, M. (2020). Use of biological feed additives in poultry nutrition: A review. *Animals*, 10(11), 1–21.
- Rostagno, H. S., Teixeira Albino, L. F., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Abreu, M. L. T., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F., Barreto, S. L. T., & Brito, C. O. (2017). *Brazilian Tables for Poultry and Swine: Composition of Feedstuffs and Nutritional Requirements* (4th ed.). Universidade Federal de Viçosa.
- Rostagno, H. S., Teixeira, L. F., Albino, L. F. T., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., & Barreto, S. L. T. (2021). *Brazilian tables for poultry and swine: Composition of feedstuffs and nutritional requirements* (4th ed.). Universidade Federal de Viçosa.
- Sakomura, N. K., Gous, R. M., Marcato, S. M., & Fernandes, J. B. K. (2020). *Nutritional modeling for broiler chickens*. CABI Publishing.

- Shang, A., Cao, S. Y., Xu, X. Y., Gan, R. Y., Tang, G. Y., Corke, H., & Li, H. B. (2019). Bioactive compounds and biological functions of garlic (*Allium sativum* L.). *Foods*, 8(7), 246.
- Shapiro & Wilk. (1965). Pruebas de Normalidad.
- Soares, N. (2022). *El papel clave de las PNAasas en la nutrición temprana de pollos*. aviNews LATAM.
- Tollba, A. A. H., & Hassan, M. S. H. (2003). Using some natural additives to improve physiological and productive performance of broiler chicks under high temperature conditions. *Black Cumin (Nigella sativa) or Garlic (Allium sativum)*. Egyptian Poultry Science Journal.
- Vieira, S. L. (2019). *Water intake and poultry production*. Journal of Applied Poultry Research, 28(4), 1079–1085.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. Journal of Animal Science, 86(E Suppl.), E140-E148.
- World Health Organization (WHO). (2021). *Antimicrobial resistance and the use of antibiotics in food-producing animals*. WHO.
- Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). *Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005*. Poultry Science, 93(12), 2970–2982.

VII. ANEXOS



Anexo 1. Preparación de galera y corral para la recepción y distribución de los pollos.



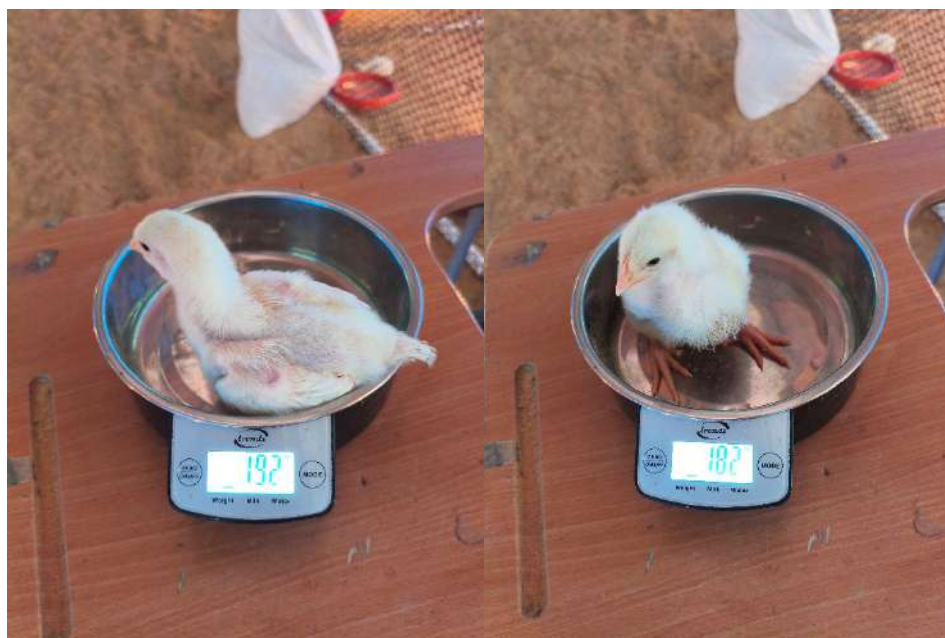
Anexo 2. Recepción y pesaje de los pollitos.



Anexo 3. Formulación y preparación de alimento balanceado.



Anexo 4. Vacuna contra la Gumboro y Newcastle.



Anexo 5. Pesaje a los 8 días.



Anexo 6. Pesaje a los 42 días.



Anexo 7. Pesaje de alimento e inclusión de ajo y canela 2g/kg.



Anexo 8. Pollos trasladados en canastas por tratamientos para el sacrificio.



Anexo 9. Preparación del área de matanza.



Anexo 10. Sacrificio y desplume de los pollos.



Anexo 11. Pesaje de la carcasa de los pollos.

Anexo 12. Procedimiento del análisis estadístico realizado en SAS

Los datos obtenidos durante el experimento fueron analizados mediante el programa Statistical Analysis System (SAS, versión 9.4). Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos:

T0 = Control

T1 = Ajo

T2 = Canela

T3 = Ajo + Canela

Para las variables productivas (consumo de alimento, peso corporal, ganancia de peso, conversión alimenticia, peso de canal y rendimiento de canal) se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el procedimiento PROC GLM.

Cuando el efecto de tratamiento resultó significativo ($p < 0.05$), las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Variables analizadas:

- Consumo de alimento.
- Peso corporal.
- Ganancia de peso.
- Conversión alimenticia.
- Peso vivo final.
- Peso de canal.
- Rendimiento de canal.

Conversión alimenticia:

CA = Consumo de alimento / Ganancia de peso

Rendimiento de canal:

Rendimiento (%) = (Peso de canal / Peso vivo final) × 100

Se consideró diferencia estadística significativa cuando $p < 0.05$. Las medias con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey.