

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Alternativas nutricionales para sustituir antibióticos promotores de
crecimiento en pollos de engorde

Estudiante

Susana Abigail Aguirre Castaneda

Alex Josué Moscoso Pantaleón

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, octubre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	10
Ubicación del Estudio.....	10
Tratamientos.....	10
Condiciones Experimentales.....	14
Análisis Estadísticos	14
Resultados y Discusión.....	15
Conclusiones	21
Recomendaciones.....	22
Referencias.....	23

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Ingredientes y aportes nutricionales de dieta experimental de inicio para pollos de engorde Cobb500™ (0-10 días)	11
Cuadro 2. Ingredientes y aportes nutricionales de dieta experimental de crecimiento para pollos de engorde Cobb500™ (11-18 días).....	12
Cuadro 3. Ingredientes y aportes nutricionales de dieta experimental de finalización para pollos de engorde Cobb500™ (19-32 días).....	13
Cuadro 4. Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde Cobb500™ (0-10 días) ...	16
Cuadro 5. Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde Cobb500™ (11-18 días) .	18
Cuadro 6. Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde Cobb500™ (19-32 días) .	20

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de alternativas nutricionales para la sustitución de antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde Cobb500™ machos y hembras. El experimento se llevó a cabo en un galpón con 1,820 pollitos de un día de edad, distribuidos aleatoriamente en 35 corrales. Se aplicaron siete tratamientos, con cinco repeticiones por tratamiento, y cada repetición incluyó 52 pollitos. Los tratamientos se basaron en la alimentación *ad libitum* en cada etapa de crecimiento, adicionándoles microorganismos eficientes y ácidos orgánicos, distribuidos de tal forma: T1: Dieta Control, T2: Dieta con el 0.02% de antibióticos promotores de crecimiento, T3: Dieta con el 0.02% de microorganismos eficientes, T4: Dieta con el 0.03% de Ácido propiónico, T5: Dieta con el 0.05% de ácido butírico, T6: Dieta con el 0.02% de ácido gamma-aminobutírico, T7: Dieta con el 0.05% de Tributirina. Se usó un diseño completamente al azar, el análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SAS®. Se evaluó el desempeño productivo de las aves bajo los diferentes tratamientos, incluyendo mortalidad, índice de conversión alimenticia, peso vivo y consumo de alimento. En la fase de inicio no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos, sin embargo, en la etapa de crecimiento se observó diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en los parámetros de desempeño, peso vivo individual, consumo de alimento por ave, y consumo acumulado; a excepción del índice de conversión alimenticia y mortalidad; así mismo, en la fase de finalización el consumo de alimento por ave y la mortalidad no mostró diferencias ($P > 0.05$).

Palabras clave: Aditivo, antibióticos promotores de crecimiento, desempeño productivo.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of nutritional alternatives for the replacement of growth-promoting antibiotics in Cobb500™ male and female broiler chickens. The study was conducted in a 1,820-bird broiler shed, with birds randomly distributed in 35 pens, divided into seven treatment groups, with 52 broilers per pen and five replications per treatment. The treatments were based on *ad libitum* feeding at each growth stage, adding efficient microorganisms and organic acids, distributed as: T1: Control Diet, T2: Diet with 0.02% of growth-promoting antibiotics, T3: Diet with 0.02% of efficient microorganisms, T4: Diet with 0.03% of Propionic Acid, T5: Diet with 0.05% of Butyric Acid, T6: Diet with 0.02% of Gamma-Acid aminobutyric, T7: Diet with 0.05% Tributyrin. A completely randomized design was used and all statistical analyses were done with the SAS® program. Variables measured were mortality, feed conversion ratio (FCR), live weight and feed consumption. In the initiation phase, no differences ($P > 0.05$) were observed between treatments; however, in the growth stage, differences were observed ($P \leq 0.05$) between treatments in the performance parameters, individual live weight, feed consumption per broiler, and accumulated consumption; except for feed conversion ratio and mortality; likewise, in the finishing phase, feed consumption per broiler and mortality did not show differences ($P > 0.05$) between treatments.

Keywords: Additive, growth-promoting antibiotics, production performance.

Introducción

El sector avícola está en constante crecimiento e industrialización en muchas partes del mundo, esto se debe al crecimiento poblacional, al aumento del poder adquisitivo, como también, a los constantes cambios en los procesos de urbanización (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2024). Por lo tanto, esta industria ha duplicado su producción desde el año 2000, siendo evidente que su crecimiento es simultáneo al crecimiento de la población, tomando en cuenta que las preferencias y gustos del consumidor van cambiando al mismo ritmo (Rodríguez, 2018).

La industria avícola ha hecho uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) para obtener un producto de mayor peso (FUJIFILM, 2021). No obstante, no solo se utilizan para esto, ya que, como detallan Butaye et al. (2003) el término antibiótico promotor de crecimiento es utilizado en animales de granja para describir medicamentos que eliminan o inhiben patógenos, asimismo, su efecto conlleva a una mejora del índice de conversión alimenticia, ganancia de peso y además, reducen el porcentaje de mortalidad por las enfermedades infecciosas que producen las bacterias patógenas. Se estima que el porcentaje de crecimiento está entre un 4% y la eficiencia alimenticia entre un 2 a 5% en comparación a la falta de uso de los APC.

Una de las dificultades que se observó fue que pueden inducir resistencia a algunas enfermedades en el sector y provocar reacciones cruzadas con antibióticos utilizados en medicina humana, pudiendo crear problemas en el consumidor. Por esta razón, actualmente se están realizando investigaciones sobre alternativas seguras y admisibles para el consumidor y el medio ambiente (Jaramillo, 2012).

Por esto, los consumidores demandan exponencialmente alimentos orgánicos y seguros, considerando factores medioambientales esenciales para los sistemas de producción avícola (Rodríguez, 2013). Consecuentemente, una de las prioridades de los consumidores en las últimas décadas es consumir carne de pollo libre de antibióticos promotores de crecimiento.

Debido a la preocupación general sobre la transferencia potencial de resistencia a los antimicrobianos provenientes de animales utilizados para alimentos de humanos, a muchos países se les está pidiendo que reduzcan o eliminen el uso de antibióticos en sus operaciones avícolas (Neeteson et al., 2018). Para 2006, la Unión Europea (UE) prohibió usar los antibióticos promotores de crecimiento en todos los estados miembros. Estas prohibiciones se ordenaron en función de un “principio de precaución” que afirma que, cuando la salud de los seres humanos y el medioambiente se encuentra en riesgo, podría no ser necesario aguardar una certeza científica para tomar medidas de protección (Rosales et al., 2021).

Una de las alternativas viables para la sustitución del uso de antibióticos promotores de crecimiento es la nutrición animal, que en conjunto con agentes sustitutos como lo son los ácidos orgánicos, prebióticos y probióticos, mejoran en su mayoría el consumo de alimento del animal cuando no utilizamos APC y, al contrario de estos también mejoran el sistema inmunitario intestinal, siendo el objetivo principal mejorar su productividad.

Respectivamente, los tratamientos evaluados en esta investigación fueron, una dieta control que fue nuestra base sin utilizar ningún tipo de aditivos, también, antibióticos promotores de crecimiento los cuales mejoran el crecimiento y rendimiento de las aves, de la misma manera, las alternativas que se utilizaron para la sustitución de los APC fueron: microorganismos eficientes que son utilizados en los animales para optimizar su índice de conversión alimenticia, promueve su crecimiento e impide el desarrollo de bacterias patógenas (Espinoza y Rosado, 2018); ácido propiónico que ayuda a reducir el crecimiento bacteriano y de hongos en el alimento, de la misma forma, mantiene la calidad higiénica del mismo, así como, previene y controla infecciones como *Salmonella* sp. y *Escherichia coli* en las aves (Emami et al., 2017; Freitag y Lückstädt, 2007); así también, el ácido butírico que es utilizado por su acción sobre bacterias patógenas, vellosidades intestinales y el aporte al sistema inmune (Castaño et al., 2023). El ácido gamma aminobutírico es una molécula neurotransmisora que en relación a la termorregulación de los pollos de engorde, presenta una

función inhibidora hacia el sistema nervioso, que a su vez, promueve el consumo del alimento de forma regulada y por lo tanto, un efecto directo en la ganancia de peso de los animales (Chand et al., 2016); por último, se evaluó el efecto de la tributirina que es un derivado del ácido butírico, presenta una mayor concentración y una liberación más específica en el intestino, mejorando las producciones y el desarrollo intestinal (Wielsma, 2015)

Los objetivos establecidos para esta investigación fueron: Evaluar el efecto de alternativas nutricionales para sustituir los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde y determinar que alternativa cuenta con el mayor desempeño productivo para la sustitución del antibiótico promotor de crecimiento.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

Esta investigación se realizó entre los meses de febrero-marzo del año 2023, en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicado en el Valle del Yegüare, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, a 32 km de la carretera Tegucigalpa a Danlí, Honduras. El centro de investigación se encuentra a 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,100 mm y una temperatura promedio de 26 °C.

Tratamientos

Se ubicaron aleatoriamente 1,820 pollos de engorde Cobb500™ de un día de edad en siete tratamientos experimentales, 52 pollitos por repetición; cinco repeticiones por tratamientos durante 32 días. Se formularon tres dietas tomando como referencia los requerimientos nutricionales de la línea genética en estudio, dividido por etapa: inicio (0-10 días), crecimiento (11-18 días) y finalización (19-32 días), estas se detallan en el Cuadro 1, 2 y 3.

Los tratamientos experimentales consistieron en:

T1: Dieta Control

T2: DC + 0.02% Antibiótico Promotor de Crecimiento (Oxitetraciclina; APC)

T3: DC + 0.02% Microorganismos eficientes (ME)

T4: DC+ 0.03% Ácido Propiónico (AP)

T5: DC+ 0.05% Ácido Butírico (AB)

T6: DC + 0.02% Ácido Gamma-Aminobutírico (GABA)

T7: DC + 0.05% Tributirina (B)

Cuadro 1

Ingredientes y aportes nutricionales de dieta experimental de inicio para pollos de engorde Cobb500™ (0-10 días)

Ingredientes	Control*	APC*	ME*	AP*	AB*	GABA*	B*
Maíz	50.00	49.98	49.98	49.97	49.50	49.98	49.50
Aceite	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
DDG	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70
Harina de soya	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Carbonato de calcio grueso	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
BIOFOS	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Sal común	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla de pollos	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Metionina	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lisina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Treonina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Probiótico	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxinas	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
APC (oxitetraciclina)	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Microorganismos eficientes	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido Propiónico	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Ácido Butírico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
Ácido gamma-aminobutírico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Tributirina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Control: Dieta Control; APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento; ME: Microorganismos eficientes; AP: Ácido Propiónico; AB: Ácido Butírico; AGB: Ácido Gamma-aminobutírico; B: Tributirina;

DDG= Granos secos de destilería

Cuadro 2

Ingredientes y aportes nutricionales de dieta experimental de crecimiento para pollos de engorde Cobb500™ (11-18 días)

Ingredientes	Control*	APC*	ME*	AP*	AB*	GABA*	B*
Maíz	50.00	49.98	49.98	49.97	49.50	49.98	49.50
Aceite	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
DDG	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Harina de soya	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00
Carbonato de calcio grueso	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
BIOFOS	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Sal común	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Premezcla de pollos	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Metionina	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Lisina	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Treonina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Probiótico	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxinas	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
APC (oxitetraciclina)	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Microorganismos eficientes	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido Propiónico	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Ácido Butírico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
Ácido gamma-aminobutírico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Tributirina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Control: Dieta Control; APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento; ME: Microorganismos eficientes; AP: Ácido Propiónico; AB: Ácido Butírico; AGB: Ácido Gamma-aminobutírico; B: Tributirina;

DDG= Granos secos de destilería

Cuadro 3

Ingredientes y aportes nutricionales de dieta experimental de finalización para pollos de engorde Cobb500™ (19-32 días)

Ingredientes	Control*	APC*	ME*	AP*	AB*	AGB*	B*
Maíz	38.00	37.98	37.98	37.97	37.95	37.98	37.95
Aceite	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Semolina de arroz	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Harina de coquito	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
DDG	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Harina de soya	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
Carbonato de calcio grueso	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
BIOFOS	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Sal común	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Premezcla de pollos	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Metionina	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Lisina	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Treonina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Probiótico	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxinas	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
APC (oxitetraciclina)	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Microorganismos eficientes	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido Propiónico	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Ácido Butírico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
Ácido gamma-aminobutírico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Tributirina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Control: Dieta Control; APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento; ME: Microorganismos eficientes; AP: Ácido Propiónico; AB: Ácido Butírico; AGB: Ácido Gamma-aminobutírico; B: Tributirina;

DDG = Granos secos de destilería

Condiciones Experimentales

Cada repetición se constituyó por un corral con cama de viruta de madera con 11 aves/m². El alimento y el agua se suministró *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niples. La temperatura y ventilación en el galpón se controló por medio de criadoras de gas, ventiladores y manejo de cortinas. No se utilizó medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental.

Desempeño Productivo

En cada una de las fases experimentales, inicio, crecimiento y finalización se determinó los indicadores de crecimiento del desempeño productivo de los pollos de engorde. La viabilidad se determinó por los animales vivos al inicio del experimento. Se calculó el índice de conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 kg de peso vivo (PV). El peso inicial y el final de cada etapa se realizó de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión de ± 1.00 g, respectivamente. El consumo de alimento acumulado (CA) se calculó diariamente mediante el método de oferta y rechazo.

Análisis Estadísticos

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA), con un diseño experimental completamente al azar (DCA). Se utilizó la Dócima de Rango múltiple Duncan para separación de medias, en el software Statistical Analysis System (SAS), utilizando un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

El Cuadro 4 muestra la fase de iniciación del día 0-10, el cual indica los parámetros productivos y los siete tratamientos evaluados, estos no presentaron diferencias ($P > 0.05$). Se observó que los tratamientos con inclusión de ácidos orgánicos y microorganismos eficientes fueron similares comparados con el tratamiento control.

Según Guzmán (2023), la capacidad de los pollitos en etapa de inicio para absorber los nutrientes depende en gran medida del desarrollo y mantenimiento favorable del intestino, ya que, al nacer, el intestino delgado de estos es inmaduro y susceptible a cambios tanto morfológicos como bioquímicos, influenciados por el acceso al alimento y la temperatura utilizada. Por lo tanto, aunque el desarrollo intestinal es crucial para la absorción eficiente de nutrientes, este estudio indica que los tratamientos evaluados no afectaron negativamente la capacidad de absorción de nutrientes.

Es importante resaltar que, cualquier cambio en la función del intestino delgado, afecta o desencadena directamente efectos negativos sobre otros órganos y sistemas del animal (Jong et al., 2016). La estructura encargada de absorber todos los nutrientes que se le suministra a los pollos son las vellosidades intestinales, y por lo tanto, junto con un buen desarrollo de las microvellosidades logran un óptimo aprovechamiento del alimento y así, que los parámetros productivos se favorezcan, esto es logrado a través de la salud intestinal (Iñiguez et al., 2021). Por lo que, varios autores recomiendan que el uso de ácidos orgánicos, microorganismos eficientes, probióticos, prebióticos, entre otros; ya que, benefician al pollo de engorde a nivel gastrointestinal, y, por lo tanto, en la mejora en el desempeño productivo de estos.

No obstante, la investigación de Isaza et al. (2019) concuerda con esta investigación, ya que, menciona que la inclusión de un ácido orgánico, específicamente el ácido butírico a dosis bajas o insuficientes no muestran efectos favorables en los parámetros productivos de los pollos de engorde, también resalta que, se evidencian resultados favorables en ganancia de peso y en conversión

alimenticia, solo si es suministrado de forma individual, y no como aditivo en el alimento, comparado con este estudio que se le adicionó en la mezcla de alimento.

Los resultados de esta investigación sugieren que ninguno de los aditivos suministrados en cada tratamiento generó repercusiones en la salud del pollo de engorde, según el estudio de Guamán (2021), donde utilizó ácidos orgánicos incluyendo el butírico y propiónico evaluados en este estudio; donde no se observó mortalidad en ninguno de los tratamientos, concluyendo que fue por el buen manejo de los pollos en esta etapa productiva.

Por otro lado, Delgado (2021) observó una mejora en la conversión alimenticia y una mayor ganancia de peso en aves alimentadas con la inclusión de 0.05% de Tributirina durante los primeros días del pollito, lo cual, no concuerda con la tendencia observada en esta investigación.

La mayoría de los estudios que evalúan la suplementación de las dietas con alternativas nutricionales naturales en pollos de engorde, observan efectos positivos en todas las etapas productivas, sin embargo, existen diversos factores que se deben tomar en cuenta para lograr estos resultados, el tipo de aditivo para la suplementación, la forma de inclusión, la dosis utilizada y factores ambientales (Isaza et al., 2019)

Cuadro 4

Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde Cobb500™ (0-10 días)

Tratamiento	PV individual (kg)	Consumo/Ave (kg)	ICA	Mortalidad (%)
T1 - Control	0.3232	0.3073	0.96	0.40
T2 – APC°	0.3039	0.2969	0.97	0.20
T3 - M. Eficientes	0.3684	0.2929	0.84	0.40
T4 - A. Propiónico	0.3561	0.3065	0.93	0.00
T5 - A. Butírico	0.3111	0.2988	0.96	0.00
T6 – GABA°	0.2983	0.2966	0.99	0.20
T7 - Tributirina	0.3072	0.3053	0.99	0.00
EE ±	0.031	0.013	0.069	0.169
Valor P	0.6162	0.9832	0.7517	0.3691

Nota. APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento; GABA: Ácido Gamma-aminobutírico; ICA: Índice de Conversión Alimenticia; PV= Peso Vivo

En el Cuadro 5 se reflejan los resultados de los parámetros productivos en la etapa de crecimiento del día 11-18, evaluando los siete tratamientos experimentales. En cuanto al peso vivo

individual, el consumo de alimento por ave y el consumo acumulado que fue obtenido por la adición del consumo de alimento por ave de la etapa de inicio y crecimiento, mostraron diferencias ($P \leq 0.05$); estas variables se relacionan directamente, por lo tanto, se infiere que, a mayor peso vivo individual, mayor consumo de alimento por ave, por ende, mayor consumo acumulado; esto concuerda con los resultados del estudio realizado por North y Bell (1993).

En el peso vivo individual se pudo observar que el T1- dieta control, T2- APC, T3- microorganismos eficientes, T4- ácido propiónico y T7- tributirina mostraron una ventaja en el rendimiento con un rango de peso vivo de entre 1.28 y 1.21 kg por ave, siendo significativamente superior a los tratamientos T5- Ácido Butírico y T6- GABA, los cuales presentaron pesos vivos de 1.12 kg y 1.11 kg, respectivamente. A excepción de ambos tratamientos, los demás, estadísticamente no muestran diferencias significativas entre sí; esto pudo deberse a que, según la etapa de desarrollo, los pollos tienen necesidades nutricionales variadas.

En la etapa de crecimiento, estos requieren una dieta mucho más exigente que en las otras etapas, infiriendo que esto sucede debido a que después de los primeros días de vida sufren cambios en su fisiología y desarrollo, y por lo tanto, en su nutrición (Gutiérrez, 2024). Por lo que, en esta etapa, el T1- dieta control, T2- APC, T3- microorganismos eficientes, T4- ácido propiónico y T7- tributirina pudieron haber cumplido con los requerimientos nutricionales necesarios según esta línea genética sin la inclusión de los aditivos presentes en los otros tratamientos, ya que, de igual forma, la mayoría de los tratamientos evaluados con cierto porcentaje de aditivo, obtuvieron resultados similares.

Adicionalmente, el índice de conversión alimenticia no mostró diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. Según Delgado Palma (2021) el ICA es una relación entre el alimento consumido y el peso vivo individual en un periodo determinado. Los valores encontrados de ICA de todos los tratamientos se encuentran en un rango entre 1.22 y 1.27, por lo tanto, indica que la eficiencia con la que los pollos transformaban el alimento en masa corporal es similar entre los tratamientos, sin embargo, el ICA esperado para esta etapa al día 18, se encuentra en un valor de 1.13 según Cobb-

Vantress (2018), acorde con los resultados obtenidos en este estudio, el ICA presenta un valor más alto de lo indicado en el Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500™.

Con el paso de los años, el valor de ICA se ha disminuido para reducir la cantidad de alimento que necesita el ave para su desarrollo y que este crezca hasta el punto óptimo para el beneficiario (Cuellar, 2022). Al no encontrar diferencias significativas sugiere que, aunque los tratamientos influyeron en el peso vivo y el consumo de alimento, la eficiencia del ICA no fue afectada por el porcentaje de inclusión de los aditivos en las dietas.

Con relación a la variable de mortalidad, no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. Los siete tratamientos mostraron porcentajes bajos que varían entre 0 y 0.80, por lo tanto, se indica que los tratamientos no mostraron un impacto negativo en la supervivencia del pollo.

Cuadro 5

Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde Cobb500™ (11-18 días)

Tratamiento	Peso Vivo individual (kg)	Consumo/Ave (kg)	Consumo Acumulado (kg)	ICA	Mortalidad (%)
T1 - Control	1.28 ^a	1.27 ^a	1.58 ^a	1.23	0.20
T2 – APC°	1.21 ^a	1.19 ^{ab}	1.49 ^{abc}	1.22	0.40
T3 - M. Eficientes	1.23 ^a	1.22 ^a	1.51 ^{ab}	1.23	0.80
T4 - A. Propiónico	1.22 ^a	1.25 ^a	1.56 ^a	1.27	0.60
T5 - A. Butírico	1.12 ^b	1.09 ^{bc}	1.39 ^{bc}	1.24	0.00
T6 - GABA°	1.11 ^b	1.06 ^c	1.36 ^c	1.23	0.60
T7 - Tributirina	1.21 ^a	1.20 ^{ab}	1.50 ^{ab}	1.23	0.20
EE ±	0.018	0.027	0.029	0.025	0.33
Valor P	0.0001	0.0001	0.0002	0.8657	0.6519

Nota. APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento; GABA: Ácido Gamma-aminobutírico; ICA: Índice de Conversión Alimenticia; PV= Peso Vivo.

ABC números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

La línea genética de pollos de engorde Cobb500™ se caracteriza por dar un rendimiento superior al engorde; esta línea genética es la más eficiente en conversión alimenticia y tiene una alta tasa de crecimiento y uniformidad, y es una de las más eficientes en costos de producción (Vargas, 2009).

El Cuadro 6 muestra los resultados de los parámetros productivos evaluados en la fase de finalización del día 19-32 en este estudio. El peso vivo individual, consumo acumulado e ICA mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos.

En la variable del peso vivo individual, el T3- microorganismos eficientes mostró resultados con un peso promedio de 2.08 kg, un peso alto y de buen desempeño en comparación con la segunda fase de crecimiento; estos concuerdan con el estudio realizado por Espinoza y Rosado (2018); asimismo, el consumo de alimento por ave, aunque fue similar para casi todos los tratamientos variando en valores desde 1.12-1.18 kg/pollo, mostró también una disminución en esta fase del engorde.

Los microorganismos eficientes (ME), son microorganismos benéficos compuestos por bacterias fotosintéticas, ácido lácticas y levaduras; estas generan una reacción sinérgica y proveen beneficios en la salud del animal (Morocho y Leiva-Mora, 2019), sin embargo, el uso de microorganismos eficientes en la dieta proporciona ventajas en la absorción de nutrientes, ya que, como menciona Cabezas (2023) los cambios morfológicos en las vellosidades intestinales comienzan a partir de los 21 días y como resultado, el aumento de su población lo que equilibra la microflora intestinal del pollo, seguidamente mejora la conversión alimenticia y la ganancia de peso por el aumento de la asimilación de los nutrientes.

Sin embargo, el T4- Ácido Propiónico no mostró diferencias con el T3- microorganismos eficientes, obteniendo resultados con un peso promedio de 1.96 kg; en un estudio realizado por Palupi et al. (2022) se mostró que con porcentaje de adición de 0.5% de ácido propiónico en la dieta, obtuvieron pesos promedios de 1.574 ± 0.037 kg, lo cual, indica un menor peso vivo/pollo en comparación con el estudio en los resultados del tratamiento T4- Ácido Propiónico, esto pudo deberse a la formulación de la dieta, o bien, a diferentes factores como el manejo, condiciones ambientales, entre otros.

La mayoría de los tratamientos, a excepción del T3- microorganismos eficientes, son ácidos orgánicos, los cuales, están enfocados en mejorar los procesos en el sistema digestivo; también reducen su pH y brindan un balance microbiano, el cual, mejora la disponibilidad y calidad de los nutrientes en el tracto digestivo del pollo de engorde (Álvarez et al., 2017; Guarner, 2007), estos están directamente relacionados con el desempeño productivo de los pollos de engorde.

Con respecto al índice de conversión alimenticia mostró diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. El T3- microorganismos eficientes tuvo el ICA más bajo con 1.28, en comparación con el control. Los tratamientos T2- APC, T4- Ácido Propiónico, T5- Ácido Butírico, T6- GABA y T7- Tributirina, fueron similares entre sí, oscilando entre un rango de 1.35-1.42 respectivamente.

Por lo contrario, la mortalidad no mostró diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos, debido a esto, se entiende que los tratamientos no se comportaron negativamente dentro de este parámetro.

Cuadro 6

Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde Cobb500™ (19-32 días)

Tratamiento	Peso Vivo individual (kg)	Consumo/Ave (kg)	Consumo Acumulado (kg)	ICA	Mortalidad (%)
T1 - Control	1.91 ^b	1.15	2.73 ^a	1.42 ^b	0.80
T2 – APC°	1.91 ^b	1.16	2.65 ^{ab}	1.38 ^{ab}	1.20
T3 - M. Eficientes	2.08 ^a	1.14	2.66 ^{ab}	1.28 ^a	1.40
T4 - A. Propiónico	1.96 ^{ab}	1.18	2.74 ^a	1.39 ^{ab}	1.40
T5 - A. Butírico	1.85 ^b	1.11	2.51 ^b	1.35 ^{ab}	1.20
T6 - GABA°	1.82 ^b	1.12	2.49 ^b	1.36 ^{ab}	0.60
T7 - Tributirina	1.89 ^b	1.13	2.63 ^{ab}	1.39 ^{ab}	0.40
EE ±	0.035	0.021	0.040	0.025	0.486
Valor P	0.0004	0.3630	0.0005	0.0165	0.6710

Nota. APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento; GABA: Ácido Gamma-aminobutírico; ICA: Índice de Conversión Alimenticia; PV= Peso Vivo.

^{AB} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Conclusiones

El uso de alternativas nutricionales mostró un efecto positivo para sustituir el uso de antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde, sin comprometer el rendimiento productivo y la salud animal.

Se determinó que los microorganismos eficientes es la alternativa con el mayor desempeño productivo para la sustitución del antibiótico promotor de crecimiento.

Recomendaciones

Tomar en cuenta el uso de microorganismos eficientes en pollos de engorde en la Unidad de Enseñanza Avícola Zamorano.

Realizar un estudio sobre los efectos de los tratamientos evaluados en el rendimiento de canal, incluyendo histologías intestinales en los pollos de engorde.

Llevar a cabo una investigación con diferentes niveles de inclusión de las alternativas nutricionales.

Realizar un análisis beneficio costo para evaluar los costos de producción y el beneficio económico efectivo entre tratamientos.

Referencias

- Álvarez, G., Arana Manjarres, R., Franco Cedeño, F., Zambrano Barros, N., Cangá Morán, E., Ramírez de la Ribera, J. y Chacón Marcheco, E. (2017). Empleo de acidificantes intestinales en la producción de pollos de ceba. *Revista Electrónica De Veterinaria*, 18(12). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63654640020.pdf>
- Butaye, P., Devriese, L. A. y Haesebrouck, F. (2003). Antimicrobial growth promoters used in animal feed: Effects of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(2), 175–188. <https://doi.org/10.1128/CMR.16.2.175-188.2003>
- Cabezas, G. (2023). *Suplementación con microorganismos eficientes sobre algunos parámetros productivos en pollos Cobb 500* [Tesis]. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1251/T_054.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castaño, G. A., Betancourt, J. A., Gómez, V., García, S., Loaiza, Y., Hernández, L. y Montoya, W. (2023). Butirato de sodio protegido con grasa en la dieta de pollos de engorde. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 15(1), e983. <https://doi.org/10.24188/recia.v15.n1.2023.983>
- Chand, N., Muhammad, S., Khan, R. U., Alhidary, I. A. y Rehman, Z. U. (2016). Ameliorative effect of synthetic γ -aminobutyric acid (GABA) on performance traits, antioxidant status and immune response in broiler exposed to cyclic heat stress. *Environmental Science and Pollution Research International*, 23(23), 23930–23935. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7604-2>
- Cobb-Vantress. (2018). *Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb 500*. <https://es.scribd.com/document/442210215/POLLO-DE-ENGORDE-COBB-500-convertido>
- Cuellar, J. (2022). *Conversión alimenticia en el pollo de engorde: ¿Qué significa y cómo hacerla eficiente?* <https://www.veterinariadigital.com/articulos/conversion-alimenticia-en-el-pollo-de-engorde-que-significa-y-como-hacerla-eficiente/>
- Delgado, D. (2021). *Comparativo entre la Tributirina y Butirato sódico sobre la respuesta productiva y la morfometría de vellosidades intestinales en pollos de carne* [Unidad de Aprendizaje], Universidad Nacional Agraria La Molina; PE]. repositorio.lamolina.edu.pe. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5096>
- Delgado Palma, D. (2021). *Comparativo entre la tributirina y butirato sódico sobre la respuesta productiva y la morfometría de vellosidades intestinales en pollos de carne* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/e26641fc-42fb-4ff3-82fe-e2d2a8c1d655>
- Emami, N. K., Daneshmand, A., Naeini, S. Z., Graystone, E. N. y Broom, L. J. (2017). Effects of commercial organic acid blends on male broilers challenged with E. Coli K88: Performance, microbiology, intestinal morphology, and immune response. *Poultry Science*, 96(9), 3254–3263. <https://doi.org/10.3382/ps/pex106>
- Espinoza, G. y Rosado, W. (2018). *Efecto de la utilización de microorganismos eficientes en el engorde de pollos Cobb 500 para medir parámetros productivos* [Proyecto Especial de Graduación].

- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Honduras.
<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/2313>
- Freitag, c. y Lückstädt, M. (2007). *Organic acids and salts promote performance and health in animal husbandry*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Organic-acids-and-salts-promote-performance-and-in-Freitag-L%C3%BCckst%C3%A4dt/3554ab568384bbe1e42bbb980acf8d843a7ba224>
- FUJIFILM. (2021). *El Uso de Antibióticos en Granjas Avícolas y la Emergencia de Cepas Multirresistentes*. <https://www.wakolatinamerica.com/blog-reactivos/noticias-wako/post/el-uso-de-antibioticos-en-granjas-avicolas-y-la-emergencia-de-cepas-multirresistentes/>
- Guarner, F. (2007). Papel de la flora intestinal en la salud y en la enfermedad. *Nutrición Hospitalaria*, 22(2). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500003
- Gutiérrez, M. d. I. A. (2024). Nutrición de pollos de engorde durante la primera semana. *AgriNews*. <https://avinews.com/nutricion-de-pollos-de-engorde-durante-la-primera-semana/>
- Guzmán, G. (2023). *Uso de ácido butírico como reemplazo de la avilamicina como promotor de crecimiento en pollos de engorde - modalidad Investigación* [Trabajo de grado]. Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas, Colombia. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/48215191-d74d-4e6b-888e-fe765788369c/content>
- lñiguez, F., Espinoza, X. y Galarza, E. (2021). Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión. *Revista De Investigación En Ciencias Agronómicas Y Veterinarias*, 5(14). <http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v5n14/2664-0902-arca-5-14-166.pdf>
- Isaza, J., Salgado, N. y Narvaez, W. (2019). Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(2), 45–58. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.2.4>
- Jaramillo, A. H. (2012). Acidos organicos (citrico y fumarico) como alternativa a los antibioticos promotores de crecimiento (zn bacitracina) en dietas para pollo de engorde. *Engormix*. https://www.engormix.com/avicultura/fitobioticos-avicultura/acidos-organicos-citrico-fumarico_a29620/
- Jong, P. de, González-Navajas, J. y Jansen, N. (2016). The digestive tract as the origin of systemic inflammation. *Critical Care*, 20(1), 279. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1458-3>
- Morocho, M. y Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93–103. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Neeteson, A.-M., Pearson, D [Dan], Dorko, N., Bailey, R., Shkarlat, P., Kretzschmar-McCluskey, V., Van Lierde, E., Cerrate, S., Swalander, M., Vickery, R., Bruzual, J., Munsch, G. y Janssen, M. (2018). *Recomendaciones para el Manejo en la Producción de Pollo de Engorde Cuando se Minimiza o se Elimina el Uso de Antibióticos*. https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBrief-ABF-Broiler-ES-17.pdf.pdf

- North, M. O. y Bell, D. D. (1993). *Manual de producción avícola* (3ª ed.). El Manual Moderno.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Producción: Producción y productos avícolas*. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
- Palupi, R., Lubis, F. N. L., Suryani, A., Bella, T. C. y Nurrachma, D. (2022). Addition of propionic acid on nutrient digestibility and its effect on production and carcass quality of broiler. <https://www.iasj.net/iasj/download/456fea502bf1bac7>
- Rodriguez, K. D. (2018). *Las principales determinantes del sector avícola y su relación con la producción de carne de pollo* [Trabajo de investigación, Universidad San Ignacio de Loyola, Perú]. [repositorio.usil.edu.pe. https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/4d349ec1-8c01-4013-87bb-882e2ff98c69](https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/4d349ec1-8c01-4013-87bb-882e2ff98c69)
- Rodríguez, E. J. (2013). *Evaluación comparativa del uso de ácidos orgánicos y probióticos sobre la eficiencia productiva de los pollos de engorde línea Cobb 500 – Tacna, 2013* [Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú]. [alicia.concytec.gob.pe. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJB_0aaabf6ef17f40010750dbf6c6650d85](https://alicia.concytec.gob.pe)
- Rosales, A., Fancher, B. y Pearson, D [Daniel]. (2021). *Producción de pollos de engorde libres de antibióticos y con uso reducido de antibióticos: historia, desarrollo y desafíos*. Aviagen. https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Focus-ABF-History-2021-ES.pdf
- Vargas, J. E. (2009). *Evaluación de líneas de pollo (Gallus gallus) de engorde Ross 308 y Cobb 500 en operación de Cargill en Nicaragua* [Proyecto Especial de Graduación <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/94d6ff7c-9977-4860-b397-5ba9186c9697/content>
- Wielsma, G. (2015). Una nueva forma de ácido butírico sobre la integridad digestiva: la influencia de la tributirina. *AgriNews*. <https://avinews.com/una-nueva-forma-de-acido-butirico-sobre-la-integridad-digestiva-la-influencia-de-la-tributirina/>