

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



**Proyecto Especial de Graduación**  
**Efecto de la inclusión de diferentes aditivos nutricionales para reducir**  
**estrés calórico en pollos de engorde Cobb500™**

Estudiante

Deisy Carolina Santos Urquia

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Raúl Espinal Ph.D.

Honduras, noviembre de 2024

**Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**JULIO NAVARRO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	4
Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Materiales y Métodos .....	11
Ubicación Experimental .....	11
Unidades Experimentales .....	11
Parámetros Evaluados .....	11
Diseño y Análisis Estadístico .....	12
Resultados y Discusión .....	13
Conclusiones .....	20
Recomendaciones .....	21
Referencias .....	22
Anexos .....	24

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Composición de aportes nutricionales de seis tratamientos dietéticos en la alimentación de pollos de engorde Cobb500™ .....	12
Cuadro 2 Comparación del efecto de los tratamientos en el promedio de peso vivo y peso canal caliente en gramos.....	13
Cuadro 3 Diferencias del promedio de impacto en rendimiento de los seis tratamientos experimentales en la composición corporal de pollos de engorde .....	16
Cuadro 4 Comparación pesos vivo, peso muerto y composición corporal entre hembras y machos Cobb500™ .....	19

**Índice de Anexos**

Anexo A Galpón Experimental .....	24
Anexo B Bebederos de niple .....	25
Anexo C Comederos tipo tolva .....	26
Anexo D Manejo de cortinas.....	27
Anexo E Balanza Industrial Ohaus® Defender 3000 .....	28
Anexo F Guía de temperatura y humedad del manual Cobb500™.....	29

## Resumen

Una de las principales problemáticas actuales que enfrenta la industria avícola es reducir el estrés calórico en pollos de engorde que ha surgido por el cambio climático, con el fin de tener mejores rendimientos productivos. La finalidad del presente experimento fue evaluar en la etapa de procesamiento el efecto de la suplementación de seis dietas en la alimentación de pollos de engorde Cobb500™: T1-control, T2-antibiótico, T3-bicarbonato de sodio, T4-ácido propiónico, T5-vitamina C y T6-ácido gamma-aminobutírico (GABA). Se utilizaron 1200 aves distribuidas aleatoriamente en 24 corrales con un período experimental de 32 días. Las variables valuadas fueron: peso vivo, peso de la canal caliente, peso de la pechuga y ala, peso de la pierna y muslo, peso del corazón, peso de la molleja y peso de la grasa abdominal. Los resultados mostraron que el tratamiento con ácido propiónico (T4) fue el más efectivo, ya que mejoró tanto el peso vivo con 2337.17 g como el peso en canal caliente de las aves con 1664.71 g en comparación con el tratamiento control (T1) con peso vivo de 2137.6 g y peso en canal caliente de 1569.40 g. El GABA también demostró ser eficaz, optimizando la calidad de la carne, especialmente en pechuga y ala. Ambos tratamientos ayudaron a mitigar los efectos del calor extremo, mejorando la termorregulación y reduciendo el estrés oxidativo en las aves. En términos de diferencia de género, se sugiere la necesidad de ajustar las estrategias de manejo según las características biológicas. La inclusión de estos aditivos nutricionales podría mejorar la rentabilidad al optimizar los rendimientos en peso y la calidad del producto final destinado al consumo humano.

*Palabras clave:* Ácido gamma-aminobutírico, ácido propiónico, antibiótico, bicarbonato de sodio, dieta control, estrés calórico, vitamina C.

### Abstract

One of the current challenges facing the poultry industry, which has arisen due to climate change, is the reduction of heat stress in broiler chickens to achieve better productive performance. The aim of this experiment was to evaluate, during the processing stage, the effect of supplementing six diets in the feeding of Cobb500™ broiler chickens: T1-control, T2-antibiotic, T3-sodium bicarbonate, T4-propionic acid, T5-vitamin C, and T6-gamma-aminobutyric acid (GABA). A total of 1200 birds were randomly distributed into 24 pens, with an experimental period of 32 days. The variables evaluated were live weight, hot carcass weight, breast and wing weight, leg and thigh weight, heart weight, gizzard weight, and abdominal fat weight. The results showed that the propionic acid treatment (T4) was the most effective, as it improved both the live weight at 2337.17 g and the hot carcass weight of the birds at 1664.71 g compared to the control treatment (T1), which had a live weight of 2137.6 g and a hot carcass weight of 1569.40 g. GABA also proved to be effective, optimizing meat quality, especially in the breast and wing. Both treatments helped mitigate the effects of extreme heat, improving thermoregulation and reducing oxidative stress in the birds. In terms of sex differences, it is suggested that management strategies be adjusted according to biological characteristics. The inclusion of these nutritional additives could improve profitability by optimizing weight gains and the quality of the final product intended for human consumption.

*Keywords:* Antibiotic, control diet, gamma-aminobutyric acid, heat stress, propionic acid, sodium bicarbonate, vitamin C.

## Introducción

El objetivo de la industria avícola busca tener el máximo potencial de eficiencia productiva en las granjas, a través de diferentes estudios se ha confirmado que factores ambientales como la temperatura, humedad relativa, calidad del aire, agua, entre otros; afectan el rendimiento esperado. Entre estos estresores, el más serio es el estrés calórico causado por temperaturas elevadas, un problema que se agrava debido al cambio climático. Este fenómeno tiene efectos negativos en el consumo de alimento, la eficiencia alimenticia, el índice de masa corporal, la calidad de la carne y las tasas de mortalidad de las aves (Apalowo et al., 2024). La temperatura óptima para pollos de engorde varía según su etapa de crecimiento. Durante los primeros días de vida, necesitan un ambiente cálido entre 30 y 33 °C debido a que su sistema de regulación térmica aún no está completamente desarrollado. A medida que crecen, su necesidad de calor disminuye, la temperatura ideal oscila entre 18 y 20 °C para mantener un rendimiento óptimo. Las aves adultas se desarrollan mejor en temperaturas entre 18-21 °C (Sánchez-Chiprés et al., 2020).

Así mismo, se ha relacionado con procesos fisiológicos del animal, como el metabolismo, lo que conlleva a bajos rendimientos económicos. Se conoce que un elemento fundamental para la vida y funcionamiento de las estructuras del animal es la energía, aunque no es considerado un nutriente, todo proceso lo requiere convirtiéndose en energía calórica. Un estudio de Estrada et al. (2005) señala que la tasa de metabolismo basal representa la cantidad de calor liberada por el cuerpo durante los procesos vitales. Esta tasa depende del peso metabólico, el cual es una corrección del peso corporal en función de la superficie corporal. A medida que el ave envejece y aumenta de peso, la tasa de metabolismo basal también incrementa, siendo generalmente más alta en los machos que en las hembras de la misma edad (Estrada et al., 2005).

Un estudio realizado en 2012 sobre el impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde de Venezuela realizado por la Organización de Veterinaria de España por Corona Lisboa, brinda una visión panorámica sobre el impacto del estrés térmico donde se analizó que la exposición



prolongada a una temperatura elevada en las aves, sobre todo en los pollos en fase de terminación, implica la caída del consumo de alimento, crecimiento, retención proteica, y una acumulación de lípidos en la grasa abdominal, intramuscular y especialmente subcutánea. De igual forma, la síntesis proteica muscular se reduce fuertemente con el calor, siendo la causa principal del declive del depósito proteico (Corona Lisboa, 2012).

La relación entre el metabolismo y el impacto del estrés térmico es muy estrecha, de acuerdo con la teoría de la homeotermia. Esta teoría describe una regulación metabólica que permite mantener la temperatura corporal constante, independientemente de la temperatura del entorno, estableciendo así límites de neutralidad térmica. Hay dos fases principales en esta regulación: la temperatura crítica inferior (TCi) y la temperatura crítica superior (TCs). La TCi es la temperatura ambiente más baja a la cual el ave consume oxígeno mínimamente; por debajo de esta, la temperatura corporal se mantiene a través de la producción de calor metabólico y el aumento del consumo de alimento. La TCs es la temperatura ambiente máxima hasta la cual la temperatura corporal se mantiene estable; por encima de este umbral, las capacidades del ave para disipar calor son superadas y la temperatura corporal comienza a aumentar. La "zona de confort térmico" se encuentra entre la TCi y una "temperatura crítica de evaporación" (TCe), que corresponde a la temperatura ambiente a la cual se activan los mecanismos de disipación de calor por evaporación, como la sudoración en humanos y la hiperventilación en aves (Díaz et al., 2016).

La investigación podría influir en la formulación de nuevas prácticas de manejo y regulaciones en la producción avícola, destacando la importancia de considerar no solo la eficiencia productiva, sino también el aspecto de bienestar animal y sostenible de la industria. Además, se espera que los hallazgos sobre la influencia del sexo de las aves en la respuesta a los tratamientos proporcionen información valiosa para ajustar las estrategias de manejo de acuerdo con las diferencias biológicas. Esto podría llevar a un enfoque más personalizado de los pollos de engorde, optimizando su bienestar

y rendimiento, evaluando la inclusión de los tratamientos mencionados y su eficiencia energética, comparando entre hembras y machos.

Así mismo, cuando no se cuenta con instalaciones de ambiente controlado, es importante considerar alternativas adaptadas a las condiciones locales. En la región del Piedemonte Amazónico colombiano, la producción intensiva de pollos de engorde no sigue los mismos estándares de producción que en regiones con climas templados. Por esta razón, además de utilizar todos los recursos tecnológicos disponibles para reducir el estrés térmico en las aves, es fundamental desarrollar curvas de producción y rendimiento específicas para la región, especialmente cuando no se dispone de galpones con control ambiental (Díaz et al., 2016).

Se anticipa que los tratamientos nutricionales específicos utilizados fueron: una dieta control, con inclusión de antibiótico, bicarbonato de sodio, ácido propiónico, vitamina C y ácido gamma-aminobutírico (GABA), podrían convertirse en prácticas estándar para reducir el estrés. Estos tratamientos ayudan a mantener la integridad intestinal, mejorar la función inmunológica, reducir el estrés oxidativo y mejorar la termorregulación. Sin embargo, la efectividad de la suplementación puede depender de varios factores, incluyendo la dosis, la duración del tratamiento y las condiciones específicas del individuo o animal. Es importante considerar que la implementación de estos suplementos debe ser supervisada por un profesional de la salud o un nutricionista para asegurar su uso adecuado y evitar posibles efectos adversos.

El objetivo del estudio es evaluar el impacto en las características de la canal en los pollos de engorde con la inclusión de diferentes aditivos nutricionales mejorando los rendimientos productivos de la carne, pre y post mortem y compararlos entre sexos.

## Materiales y Métodos

### Ubicación Experimental

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Educación Avícola del Departamento de Zootecnia en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras, a unos 32 km al sureste de Tegucigalpa con una altitud de 800 msnm. Durante la época seca entre marzo y junio de 2023 con una temperatura promedio de 30 °C y una precipitación total de 660.6 mm. Así mismo, se registró una humedad relativa de 71 a 81%.

### Unidades Experimentales

Para la investigación se utilizaron 1200 pollos de engorde Cobb500™ MV × Cobb500™ FF (hembras y machos), los cuales se distribuyeron aleatoriamente en 24 corrales, siendo 50 aves por corral con cama de viruta de madera, los cuales fueron sometidos a seis tratamientos, por un periodo de 32 días, se tomó en cuenta los requerimientos nutricionales de la línea genética en el estudio y cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. El alimento y el agua se suministró *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controló mediante manejo de cortinas. La nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. No se utilizaron medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental. Para la evaluación se tomaron 10 hembras y 10 machos por tratamiento aleatoriamente. Los tratamientos fueron: T1 – Control, T2 – Antibiótico, T3 – Bicarbonato, T4 - Ácido propiónico, T5 - Vitamina C, T6 - Ácido gamma-aminobutírico (GABA).

### Parámetros Evaluados

Se cosecharon 20 muestras (10 hembras y 10 machos) por tratamiento a los 32 días de edad y se sacrificaron por el método de desangrado en la vena yugular, utilizando una balanza industrial Ohaus™ Defender 3000 con precisión de ±1.00. Los parámetros evaluados fueron: peso vivo, peso de

la canal caliente, peso de la pechuga y ala, peso de la pierna y muslo, peso del corazón, peso de la molleja y peso de la grasa abdominal.

### Diseño y Análisis Estadístico

Para este experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 24 unidades experimentales evaluados para definir la interacción y el mejor tratamiento con la diferencia significativa obtenida de cada dieta en los pollos de engorde. Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS® versión 9.4), con un nivel de significancia de 95% ( $P \leq 0.05$ ), los datos se analizaron a través de un análisis de varianza para verificar la significancia del modelo y se realizó una separación de medias Duncan para definir el mejor tratamiento.

### Cuadro 1

*Composición de aportes nutricionales de seis tratamientos dietéticos en la alimentación de pollos de engorde Cobb500™*

Aditivos	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4	TRT 5	TRT 6
Antibiótico	-	0.015	-	-	-	-
A. Propiónico	-	-	-	0.03	-	-
GABA	-	-	-	-	-	0.07
Vitamina C	-	-	-	-	0.2	-
Bicarbonato	0.23	0.23	0.38	0.23	0.23	0.23

*Nota.* TRT1: Control; TRT2: Antibiótico; TRT3: Bicarbonato; TRT4: Ácido Propiónico; TRT5: Vitamina C; TRT6: GABA

En el cuadro anterior, se describen los seis tratamientos dietéticos utilizados en el estudio para evaluar el efecto del estrés calórico en pollos de engorde durante un periodo de 32 semanas. Cada tratamiento fue suministrado con cuatro repeticiones, con una suma de un total de 100 unidades, asegurando una formulación equilibrada en cada dieta, para asegurar la fiabilidad de los resultados. Al variar ingredientes específicos en cada tratamiento, el estudio puede identificar qué componentes dietéticos pueden mitigar los efectos del estrés calórico, mostrando una diferencia significativa entre sí, mejorando así el bienestar y el rendimiento de los pollos de engorde bajo condiciones de calor.

## Resultados y Discusión

El Cuadro 2 muestra el efecto de niveles de inclusión de los cinco diferentes tratamientos experimentales y su desempeño productivo en peso vivo (g) y su rendimiento en peso canal caliente (g) con sus respectivos errores estándar, que representa la variabilidad de las mediciones dentro de cada tratamiento, lo que indica que las mediciones son consistentes. Donde los parámetros evaluados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T4 - Ácido Propiónico con el mayor peso vivo seguidamente del T6 - GABA (Ácido gamma-aminobutírico) y peso canal caliente los tratamientos T4 (A. Propiónico), T5 (Vitamina C), T6 (GABA) y T1 (Control) no mostraron diferencia estadística significativa, siendo con los rangos de peso más altos. Por otro lado, el T2 (antibiótico) y T3 (bicarbonato de sodio) con los valores más bajos, esto implica que el uso de antibiótico o bicarbonato de sodio no fue tan efectivo en aumentar el peso de las aves bajo estas temperaturas.

### Cuadro 2

*Comparación del efecto de los tratamientos en el promedio de peso vivo y peso canal caliente en gramos*

Tratamientos	Peso Vivo (g)	EE±	Peso Canal Caliente (g)	EE±
T1 – Control	2137.60 <sup>b</sup>	53.62	1569.40 <sup>abc</sup>	57.80
T2 – Antibiótico	2178.71 <sup>b</sup>	64.12	1556.98 <sup>bc</sup>	36.50
T3 – Bicarbonato	2136.46 <sup>b</sup>	45.79	1503.22 <sup>c</sup>	30.36
T4 – Ácido Propiónico	2337.17 <sup>a</sup>	44.95	1664.71 <sup>a</sup>	35.04
T5 – Vitamina C	2213.57 <sup>b</sup>	63.39	1626.16 <sup>ab</sup>	47.03
T6 – GABA	2226.04 <sup>b</sup>	52.45	1585.33 <sup>abc</sup>	38.44
Valor P	0.0023		0.003	

En el estudio de Ochoa Placencia y Orozco Carrillo (2023), se concluyó que tanto el antibiótico promotor de crecimiento como el ácido propiónico proporcionaron los mejores resultados en el rendimiento productivo de los pollos de engorde. Estos aditivos lograron los índices de conversión alimenticia más bajos, con valores de 1.41 y 1.39, respectivamente. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el consumo de alimento ni en la viabilidad de los pollos entre los diferentes tratamientos a lo largo del experimento (Ochoa Placencia y Orozco Carrillo, 2023). Por otro lado, el estudio de Pérez Carmona et al. (2022) reportó que el grupo tratado con bicarbonato obtuvo la mayor

ganancia de peso promedio, con 651 g, seguido por el grupo de control con 2590 g y el grupo tratado con vitamina C con 2524 g. En cuanto a la conversión alimenticia, los mejores resultados se obtuvieron en los grupos de bicarbonato y control, ambos con un índice de 1.63, mientras que el grupo de vitamina C obtuvo un índice de 1.71. La mortalidad fue del 2.5% para los grupos de bicarbonato y control, y del 5% para el grupo con vitamina C. Durante el estudio, la temperatura promedio en la galera fue de 28 °C y la humedad relativa fue del 66% (Pérez Carmona et al., 2022). Estos aminoácidos ayudan a mantener la integridad intestinal, mejorar la función inmunológica, reducir el estrés oxidativo y mejorar la termorregulación

La importancia de un pH bajo en la actividad antimicrobiana de los ácidos orgánicos se puede entender por su efecto en la disociación del ácido. En un ambiente con pH bajo, más ácido orgánico se encuentra en su forma no disociada. Los ácidos en esta forma son lipofílicos, lo que les permite atravesar las membranas celulares, incluidas las de bacterias y mohos. Una vez dentro de la célula bacteriana, el pH más alto de su citoplasma hace que el ácido se disocie, lo que reduce el pH dentro de la célula. Esta reducción del pH interfiere con las reacciones enzimáticas y el transporte de nutrientes. Además, la célula necesita gastar energía para expulsar los protones, lo que disminuye la energía disponible para su crecimiento, causando un cierto grado de inhibición bacteriana. Tanto los antibióticos como los ácidos orgánicos mejoran la digestibilidad de las proteínas y la energía al reducir la competencia de los microbios con el huésped por los nutrientes, disminuir las pérdidas de nitrógeno endógeno, reducir la aparición de infecciones subclínicas y la secreción de mediadores del sistema inmune, así como reducir la producción de amoníaco y otros metabolitos microbianos que inhiben el crecimiento. En otro estudio, se concluyó el efecto del ácido propiónico y su acción en los músculos del ave, redujo la hipertemia inducida por el calor y la elevación de los niveles de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en el plasma de los pollos de engorde. Además, disminuyó la expresión de proteínas relacionadas con el estrés del retículo endoplasmático, como ser: GRP78 y GRP94, este estudio evidencia de que el estrés del retículo endoplasmático está relacionado con la regulación del

golpe de calor en pollo jóvenes de engorde . En otro estudio, se concluyó el efecto del ácido propiónico y su acción en los músculos del ave, redujo la hipertemia inducida por el calor y la elevación de los niveles de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en el plasma de los pollos de engorde. Además, disminuyó la expresión de proteínas relacionadas con el estrés del retículo endoplasmático, como ser: GRP78 y GRP94 , este estudio evidencia de que el estrés del retículo endoplasmático está relacionado con la regulación del golpe de calor en pollo jóvenes de engorde (Tokutake et al. 2022) Además, la suplementación con ácidos orgánicos mejoró la inflamación intestinal y el rendimiento en pollos al restaurar el equilibrio microbiano intestinal afectado por dietas de alta densidad (HSD) y aumentar la producción de ácidos grasos de cadena corta, lo que inhibe la vía de señalización del sistema inmune que detecta señales de daño o infecciones y regula la expresión de genes proinflamatorios. Esto resalta la importancia del microbioma intestinal en las respuestas inflamatorias inducidas por HSD y ayuda a desarrollar estrategias nutricionales para reducir el estrés causado por este tipo de dietas en los animales (Dai et al. 2022).

Por otro lado, el Ácido Gamma-Aminobutírico (GABA) es un aminoácido no proteico neurotransmisor, inhibidor primario en el sistema nervioso central que es utilizado en la alimentación de los animales por sus efectos calmantes y para mejorar el bienestar animal. Así mismo se han hecho estudios donde se demuestra que participa en otras funciones fisiológicas del organismo, incluida la termorregulación (Jha et al., 2001). En otro estudio en 2016, concluyó que las características de rendimiento, el estado antioxidante y la respuesta inmune mejoraron en los pollos de engorde suplementados con 100 mg/kg de GABA, que fueron expuestos a estrés térmico cíclico (Chand et al., 2016).

En pollos de engorde, el GABA ha mostrado efectos positivos al aliviar el estrés relacionado con el cortisol, reducir la proporción de heterófilos a linfocitos (H/L) y disminuir los niveles de la proteína de choque térmico 70 (Hsp70). Esto ayuda a proteger los órganos y la estructura intestinal del daño por estrés oxidativo, además de incrementar la ingesta de alimento y mejorar la absorción

de nutrientes. Como resultado, se optimizan el crecimiento, la eficiencia en la conversión del alimento, la ganancia de conversión alimenticia y la calidad de la carne (Jeong et al., 2020).

### Cuadro 3

*Diferencias del promedio de impacto en rendimiento de los seis tratamientos experimentales en la composición corporal de pollos de engorde*

TRT	P + A (g)	EE±	P + M (g)	EE±	C (g)	EE±	M (g)	EE±	GA(g)	EE±
T1	392.50 <sup>ab</sup>	12.51	299.01 <sup>bc</sup>	8.76	9.37	0.39	27.01 <sup>cd</sup>	0.97	26.06	1.27
T2	394.05 <sup>ab</sup>	13.59	293.63 <sup>c</sup>	10.3	9.18	0.38	28.56 <sup>cd</sup>	0.90	25.92	3.13
T3	368.81 <sup>b</sup>	9.63	298.63 <sup>bc</sup>	10.5	9.23	0.34	26.10 <sup>d</sup>	0.99	25.99	1.74
T4	407.18 <sup>a</sup>	12.96	333.03 <sup>a</sup>	7.51	9.23	0.32	29.69 <sup>abc</sup>	0.95	23.66	1.22
T5	402.18 <sup>a</sup>	15.47	311.78 <sup>bc</sup>	10.2	8.90	0.40	32.63 <sup>a</sup>	1.12	22.34	1.48
T6	408.44 <sup>a</sup>	10.07	316.82 <sup>ab</sup>	9.36	9.14	0.39	31.36 <sup>ab</sup>	1.08	24.68	2.00
Valor P	0.03		0.001		0.93		0.004		0.77	

*Nota.*T1: Control; T2: Antibiótico; T3: Bicarbonato; T4: Ácido Propiónico; T5: Vitamina C; T6: GABA. P + A: Pechuga + Ala; P + M: Pierna +

Muslo; C: Corazón; M: Molleja; GA: Grasa Abdominal. Valor P: Probabilidad; EE: Error Estándar.

En el cuadro anterior, para pechuga + ala, el T6 (GABA) es estadísticamente superior al T3 (bicarbonato) y T1 (control) pero no difiere significativamente de T2 (antibiótico), T4 (Á. propiónico) y T5 (vitamina C). Indican que los tratamientos T2, T4, T5 y T6 tuvieron un efecto más favorable en los cortes magros, mientras que el corazón y la grasa abdominal no se vieron afectados por las variaciones en los tratamientos aplicados. Este efecto se debe a que, bajo ciertas condiciones de estrés térmico o fisiológico, la vitamina C puede mejorar la absorción de ciertos nutrientes, como los lípidos, aumentando la deposición de grasa en el cuerpo de las aves. Además, la vitamina C puede modular el metabolismo, lo que a veces resulta en una mayor acumulación de grasa, particularmente en aves que ya están sometidas a estrés ambiental o nutricional (Attia et al., 2017). Es importante destacar que, el límite superior de temperatura que un ave puede tolerar antes de enfrentar riesgos para su supervivencia suele variar entre 32 y 40 °C. Este rango depende tanto del estado de salud del ave como de las condiciones ambientales dentro del galpón, como la ventilación y la humedad (de Basilio, 2006). Sin embargo, en una investigación en 1986, el efecto de agregar diferentes cantidades de vitamina C en la dieta de pollos de engorde durante un periodo de ocho semanas. Sus hallazgos



indicaron que la vitamina C contribuyó a mejorar el peso corporal de las aves y desempeñó un papel clave en la optimización de la absorción de ciertos nutrientes, especialmente bajo condiciones de estrés por calor (Njoku, 1986). Por otro lado, en otra investigación se suplementaron dietas con vitamina C y no lograron demostrar un efecto consistente en la estimulación del crecimiento de las aves, según el estudio de Pardue et al. (1985). Estos resultados sugieren que los beneficios de la vitamina C en el crecimiento de los pollos de engorde pueden no ser uniformes o significativos en todas las condiciones experimentales.

Así mismo, se obtuvo los menores pesos promedios en todos los parámetros evaluados con el T3 (Bicarbonato de Sodio), T2 (antibiótico) y T1 (control). El bicarbonato de sodio es eficaz en la dieta de pollos de engorde sometidos a estrés calórico porque ayuda a mantener el equilibrio ácido-base y mejora el rendimiento general, incluyendo la digestibilidad de nutrientes. Esto es especialmente relevante en condiciones de alta temperatura, donde el estrés calórico puede alterar el metabolismo. Además, se ha demostrado que la suplementación con bicarbonato de sodio puede mantener la ganancia de peso y mejorar la conversión alimenticia en ambientes calurosos, ayudando a los pollos a mitigar los efectos del estrés por calor (Balnave y Gorman, 1993). El bicarbonato de sodio es menos eficaz que el ácido propiónico en la reducción del estrés calórico en pollos de engorde debido a las diferencias en cómo cada uno afecta el equilibrio metabólico y la respuesta fisiológica al calor. Aunque el bicarbonato de sodio puede ayudar a equilibrar el pH sanguíneo y mejorar el balance electrolítico, lo que es beneficioso para la digestión y el rendimiento, su capacidad para reducir el estrés oxidativo y la inflamación es limitada. Esto significa que, si bien puede mejorar algunos parámetros de producción, no aborda directamente la inflamación intestinal o el estrés metabólico causado por las altas temperaturas, como lo hace el ácido propiónico. De otra parte, los antibióticos en pollos de engorde pueden desempeñar un papel indirecto en la reducción del impacto del estrés calórico al mejorar la salud intestinal y reforzar la respuesta inmunológica, lo que ayuda a mantener el equilibrio fisiológico bajo condiciones de estrés térmico. Cuando los pollos enfrentan estrés por

calor, su sistema digestivo e inmunológico se ven comprometidos, lo que puede dar lugar a problemas como la "barrera intestinal permeable", que permite la entrada de bacterias y toxinas en el torrente sanguíneo. Al mantener una microbiota intestinal equilibrada con antibióticos o alternativas como los probióticos y prebióticos, se minimiza la inflamación y se mejora la absorción de nutrientes, lo que ayuda a los pollos a manejar mejor el estrés calórico (Onagbesan et al., 2023). Estudios han mostrado que el uso de ciertos antibióticos como la bacitracina puede mejorar la integridad de las uniones estrechas en el intestino, lo que refuerza la barrera intestinal frente al daño causado por el estrés calórico. Al evitar la proliferación de bacterias patógenas como *Clostridium perfringens* y reducir la inflamación, los antibióticos ayudan a los pollos a mantener la homeostasis durante episodios de calor elevado (Mohammed et al., 2022). Sin embargo, los resultados indicaron que los efectos beneficiosos del suplemento de simbióticos (SYN) en la producción de pollos de engorde son mejores o, al menos, comparables con los de la Bacitracina de Metileno Di salicilato (BMD). El suplemento de simbióticos redujo los efectos negativos del estrés calórico en el rendimiento productivo al aumentar la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas del yeyuno. Además, el SYN disminuyó los comportamientos asociados con el estrés calórico, como el jadeo y el aumento en el consumo de agua. Estos resultados sugieren que los simbióticos en la dieta podrían ser una estrategia de manejo útil para reemplazar los antibióticos, mejorando la salud, el bienestar y la producción de los pollos durante las estaciones calurosas, especialmente en regiones tropicales y subtropicales (Mohammed et al., 2022).

En el Cuadro 4, se observa una clara diferencia entre los machos y las hembras en cuanto a los parámetros productivos y de composición corporal bajo las mismas condiciones de estrés calórico y tratamientos dietéticos. Los machos, con un promedio de peso vivo de 2394.29 g, mostraron un rendimiento superior al de las hembras, que alcanzaron un promedio de 2015.56 g. Este resultado es consistente con estudios previos que han demostrado que los machos tienden a tener mayores tasas de crecimiento debido a su metabolismo más acelerado y una mejor conversión alimenticia.



### **Conclusiones**

El ácido propiónico fue el más efectivo en mejorar el peso vivo de los pollos de engorde.

Los tratamientos con GABA, ácido propiónico y vitamina C mejoraron significativamente la composición corporal, especialmente en términos de pechuga y ala, lo cual es importante para el mercado de carne de alta calidad.

Los machos demostraron un mayor rendimiento en todos los parámetros evaluados en comparación con las hembras, lo que sugiere que las estrategias de manejo y nutrición deben considerar estas diferencias fisiológicas para optimizar el rendimiento y bienestar de las aves.

### **Recomendaciones**

Mantener un control riguroso de las condiciones ambientales (temperatura y humedad) dentro de los galpones para minimizar el estrés calórico y maximizar el rendimiento de las aves.

Realizar estudios de factibilidad de la inclusión del ácido gamma-aminobutírico y los demás aditivos utilizados.

Evaluar el efecto de los tratamientos en épocas con menor temperatura ambiental y comparar los resultados con este estudio.

### Referencias

- Apalowo, O., Abiodun Ekunseitan, D. y Fasina, Y. (2024). Impact of heat Stress on Broiler Chicken Production. *Poultry*, 3(2), 107–128. <https://doi.org/10.3390/poultry3020010>
- Aslam, M. A., İpek, E., Riaz, R., Özsoy, Ş. Y., Shahzad, W. y Güleş, Ö. (2021). Exposure of broiler chickens to chronic heat stress increases the severity of white striping on the pectoralis major muscle. *Tropical Animal Health and Production*, 53(5), 502. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02950-6>
- Attia, Y. A., Al-Harhi, M. A., El-Shafey, A. S., Rehab, Y. A. y Kim, W. K. (2017). Enhancing Tolerance of Broiler Chickens to Heat Stress by Supplementation with Vitamin E, Vitamin C and/or Probiotics. *Annals of Animal Science*, 17(4), 1155–1169. <https://doi.org/10.1515/aos-2017-0012>
- Balnave, D. y Gorman, I. (1993). A role for sodium bicarbonate supplements for growing broilers at high temperatures. *World's Poultry Science Journal*, 49(3), 236–241. <https://doi.org/10.1079/WPS19930021>
- Chand, N., Muhammad, S., Khan, R. U., Alhidary, I. A. y Rehman, Z. U. (2016). Ameliorative effect of synthetic  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) on performance traits, antioxidant status and immune response in broiler exposed to cyclic heat stress. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(23), 23930–23935. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7604-2>
- Corona Lisboa, J. L. (2012). Impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde de Venezuela. *Revista Electrónica De Veterinaria (REDVET)*, 13(6). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624434014.pdf>
- de Basilio, V. (2006). *Estress calórico en aves*. Universidad Central de Venezuela. <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf>
- Díaz, E. A., Narváez-Solarte, W. y Giraldo, J. A. (2016). Alteraciones Hematológicas y Zootécnicas del Pollo de Engorde bajo Estrés Calórico. *Información Tecnológica*, 27(3), 221–230. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000300021>
- Estrada, P., Mónica, M., Márquez, G. y M., S. (2005). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde, 18(3), 246–257. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295022964006.pdf>
- He, S., Yin, Q., Xiong, Y. y Liu, D. (2020). Characterization of heat stress affecting the growth performance, blood biochemical profile, and redox status in male and female broilers at market age. *Tropical Animal Health and Production*, 52(6), 3833–3841. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02422-3>
- Jeong, S.-B., Kim, Y. B., Lee, J.-W., Kim, D.-H., Moon, B.-H., Chang, H.-H., Choi, Y.-H. y Lee, K.-W. (2020). Role of dietary gamma-aminobutyric acid in broiler chickens raised under high stocking density. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu Shou Yi Xue Hui)*, 6(3), 293–304. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.03.008>
- Jha, S. K., Yadav, V. y Mallick, B. N. (2001). Gaba-A receptors in mPOAH simultaneously regulate sleep and body temperature in freely moving rats. *Pharmacology, Biochemistry, and Behavior*, 70(1), 115–121. [https://doi.org/10.1016/S0091-3057\(01\)00587-1](https://doi.org/10.1016/S0091-3057(01)00587-1)

- Mohammed, A., Hu, J., Murugesan, R. y Cheng, H.-W. (2022). Effects of a synbiotic as an antibiotic alternative on behavior, production performance, cecal microbial ecology, and jejunal histomorphology of broiler chickens under heat stress. *PLOS ONE*, 17(9), e0274179. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274179>
- Njoku, P. C. (1986). Effect of dietary ascorbic acid (vitamin C) supplementation on the performance of broiler chickens in a tropical environment. *Animal Feed Science and Technology*, 16(1-2), 17–24. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(86\)90046-5](https://doi.org/10.1016/0377-8401(86)90046-5)
- Ochoa Placencia, B. N. y Orozco Carrillo, M. L. (2023). *Efecto de promotores de crecimiento en el desempeño productivo en pollos de engorde* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f12c6c95-a20b-43ea-b6dc-7837812bec42/content>
- Onagbesan, O. M., Uyanga, V. A., Oso, O., Tona, K. y Oke, O. E. (2023). Alleviating heat stress effects in poultry: Updates on methods and mechanisms of actions. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1255520. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1255520>
- Pardue, S. L., Thaxton, J. P. y Brake, J. (1985). Influence of supplemental ascorbic acid on broiler performance following exposure to high environmental temperature. *Poultry Science*, 64(7), 1334–1338. <https://doi.org/10.3382/ps.0641334>
- Pérez Carmona, F. E., Martínez-Pichardo, M. y Soto-Gutiérrez, O. A. (2022). Efecto del bicarbonato de sodio y vitamina C como antiestresores de calor en el rendimiento productivo en pollos Broiler de la línea Cobb 500, León-Nicaragua. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 8(15), 1863–1875. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i15.14314>
- Sánchez-Chiprés, D. R., Valera-Rojas, M., Casasola-Torres, R. A., Gutiérrez-Borroto, O. y Mireles-Flores, S. (2020). Atenuación del estrés calórico en pollos con la suplementación de un producto de cromo orgánico. *Revista Colombiana De Ciencia Animal*, 13(1), e792. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.792>
- van Goor, A., Bolek, K. J., Ashwell, C. M., Persia, M. E., Rothschild, M. F., Schmidt, C. J. y Lamont, S. J. (2015). Identification of quantitative trait loci for body temperature, body weight, breast yield, and digestibility in an advanced intercross line of chickens under heat stress. *Genetics Selection Evolution*, 47(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s12711-015-0176-7>

**Anexos**

**Anexo A**

*Galpón Experimental*





**Anexo B**

*Bebederos de niple*



**Anexo C**

*Comederos tipo tolva*



**Anexo D**

*Manejo de cortinas*



**Anexo E**

*Balanza Industrial Ohaus® Defender 3000*



## Anexo F

### *Guía de temperatura y humedad del manual Cobb500™*

Verificación de la actividad de las aves: Cada vez que entre a un galpón de aves observe las siguientes actividades de las aves:

- Aves comiendo
- Aves bebiendo
- Aves descansando
- Aves jugando
- Aves “hablando”
- Las aves jamás deben estar amontonadas

Guía de temperatura y humedad

Edad – días	Humedad relativa	Temperatura °C	Temperatura °F
0	30-50%	32-33	90-91
7	40-60%	29-30	84-86
14	50-60%	27-28	81-83
21	50-60%	24-26	75-79
28	50-65%	21-23	70-73
35	50-70%	19-21	66-73
42	50-70%	18	64
49	50-70%	17	63
56	50-70%	16	61

**Nota:** Si la humedad es menor que la del rango indicado en la tabla, aumente la temperatura de 0,5 a 1 °C. Si la humedad es mayor que la indicada en la tabla, reduzca la temperatura de 0,5 a 1°C. Siempre monitoree la actividad de las aves y la temperatura efectiva – las aves son importantes “sensores” para determinar una óptima temperatura.