

IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON BICARBONATO, MELAZA Y VINAGRE EN  
POLLOS DE ENGORDE EN EL META.



MARLON DAVID ORDOÑEZ BOHÓRQUEZ  
RITO ANDRÉS CAMACHO SANABRIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS AGROPECUARIAS  
VILLAVICENCIO  
2025

IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON BICARBONATO, MELAZA Y VINAGRE EN  
POLLOS DE ENGORDE EN EL META.

MARLON DAVID ORDOÑEZ BOHÓRQUEZ  
RITO ANDRÉS CAMACHO SANABRIA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Administración de Empresas  
Agropecuarias

Asesor

PhD. BEATRIZ ALEJANDRA ORTEGA SANCHEZ

Doctora en nutrición humana

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS AGROPECUARIAS  
VILLAVICENCIO

2025

**Autoridades Académicas**

**P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.**

Rector General

**P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O.P.**

Vicerrector Académico General

**P. Luis Antonio ALFONSO VARGAS, O.P.**

Rector Seccional Villavicencio

**P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.**

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

**Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN**

Secretaria General Seccional Villavicencio

**Mg. Mario Fernando PRIETO DELGADILLO**

Decano de la Facultad de Administración De Empresas Agropecuarias

## Contenido

1. Agradecimientos.....	6
2. Resumen .....	7
2.1. Abstract.....	8
3. Introducción.....	9
4. Planteamiento del problema .....	11
5. Justificación.....	13
6. Objetivos .....	15
6.1. Objetivo general.....	15
6.2. Objetivos específicos .....	15
7. Marco referencial .....	16
7.1. Antecedentes.....	16
<i>Bicarbonato de sodio</i> .....	19
7.2. Marco normativo.....	21
8. Metodología.....	23
8.1. Área de estudio .....	23
8.2. Fases de desarrollo.....	23
8.3. Población experimental.....	24
8.4. Diseño experimental .....	24
8.5. Tratamientos .....	25
8.6. Variables evaluadas .....	25
8.7. Análisis estadístico.....	26
9. Resultados y discusión de resultados .....	28
10. Conclusiones.....	33
11. Recomendaciones .....	34
12. Bibliografía .....	35

**Lista de Tablas**

Tabla 1	Peso promedio por tratamiento (g/ave).....	28
Tabla 2	Ganancia total y promedio semanal.....	30
Tabla 3	Consumo de alimento por semanas (gr/semana) .....	30
Tabla 4	Análisis productivo y administrativo (proyecto) .....	31
Tabla 5	Análisis productivo y administrativo (250 aves por tratamiento).....	32

### **Agradecimientos**

Este proyecto va dirigido a todas las personas que para nuestro crecimiento profesional aportaron sus conocimientos y experiencias al desarrollo de nuestra etapa universitaria e implementaron en nosotros sus ideas y propuestas que quedarán marcados de buena manera para nuestra vida laboral y empresarial. Segundo que todo darle las gracias a mis padres que nos enseñaron el valor de la responsabilidad, liderazgo, la importancia del trabajo en equipo y que ellos fueron los que siempre estuvieron a nuestro lado en los momentos más importantes y difíciles de este ciclo de la vida. Por último y no menos importante darle gracias a Dios por permitirnos cruzar en el camino, al docente que en paz descansa Oscar Orlando Berrio, que, aunque hoy no esté su presencia con nosotros, sus regaños y consejos nos ayudaron demasiado para saber el valor del desarrollo en nuestra profesión de administradores en el ámbito agrícola con sus enseñanza y aprendizaje.

## Resumen

La avicultura es una de las principales fuentes de proteína animal a nivel mundial, destacándose la producción de pollos de engorde por su eficiencia y bajo costo. En el departamento del Meta, Colombia, esta actividad enfrenta limitaciones por las altas temperaturas y humedad, que provocan estrés calórico, reducen la ganancia de peso, aumentan la mortalidad y afectan la conversión alimenticia. Ante ello, la suplementación con aditivos naturales como melaza, bicarbonato de sodio y vinagre surge como una alternativa económica y sostenible para mejorar el rendimiento productivo y el bienestar animal.

El estudio se desarrolló en la finca La Primavera, Villavicencio (Meta), durante 45 días, con 200 pollos de engorde Ross 308 distribuidos en cuatro tratamientos: T1 (testigo), T2 (bicarbonato de sodio 1 g/L), T3 (vinagre 0,5 ml/L) y T4 (melaza 5 ml/L). Se evaluaron peso vivo semanal, ganancia total y promedio semanal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad.

La melaza registró la mayor ganancia total de peso (3.131 g/ave) y el promedio semanal más alto (521,8 g), mostrando un crecimiento constante. El bicarbonato alcanzó 2.852 g con la conversión alimenticia más eficiente (1,84) y la menor mortalidad, evidenciando su efecto regulador del equilibrio ácido–base. El vinagre obtuvo la menor ganancia (2.775 g), aunque favoreció el rendimiento de canal.

Se concluye que la melaza es la estrategia más efectiva para incrementar la ganancia de peso, mientras que el bicarbonato mejora la conversión alimenticia y reduce la mortalidad. Los tres aditivos representan alternativas sostenibles y de bajo costo para fortalecer la productividad avícola en la Orinoquía colombiana.

**Palabras clave:** pollos de engorde, suplementación, melaza, bicarbonato, vinagre, productividad avícola.

### Abstract

Poultry farming is one of the main sources of animal protein worldwide, with broiler chicken production standing out due to its efficiency and low cost. In the department of Meta, Colombia, this activity faces limitations due to high temperatures and humidity, which cause heat stress, reduce weight gain, increase mortality, and affect feed conversion. Given this, supplementation with natural additives such as molasses, sodium bicarbonate, and vinegar emerges as an economical and sustainable alternative to improve production performance and animal welfare.

The study was conducted at the La Primavera farm in Villavicencio (Meta), for 45 days, with 200 Ross 308 broiler chickens distributed in four treatments: T1 (control), T2 (1 g/L sodium bicarbonate), T3 (0.5 ml/L vinegar), and T4 (5 ml/L molasses). Weekly live weight, total and average weekly gain, feed intake, feed conversion, and mortality were evaluated.

Molasses recorded the highest total weight gain (3,131 g/bird) and the highest weekly average (521.8 g), showing consistent growth. Bicarbonate reached 2,852 g with the most efficient feed conversion (1.84) and the lowest mortality, demonstrating its effect on regulating acid-base balance. Vinegar had the lowest gain (2,775 g), although it improved carcass yield.

It is concluded that molasses is the most effective strategy for increasing weight gain, while bicarbonate improves feed conversion and reduces mortality. All three additives represent sustainable and low-cost alternatives to strengthen poultry productivity in the Colombian Orinoquía region.

**Keywords:** broiler chickens, supplementation, molasses, bicarbonate, vinegar, poultry productivity.

## Introducción

La avicultura, entendida como la actividad orientada a la cría, manejo y explotación comercial de aves, constituye uno de los sectores más dinámicos y estratégicos de la producción agropecuaria mundial. Dentro de esta actividad, la cría de pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus*) se ha consolidado como la principal fuente de proteína animal para el consumo humano, debido a su alta eficiencia productiva, su bajo costo relativo y su elevado valor nutricional. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), los gallos y gallinas representan el 94 % de la población avícola mundial y generan el 90 % de la carne y el 93 % de los huevos consumidos a nivel global.

En Colombia, y particularmente en el departamento del Meta, la producción avícola ha experimentado un crecimiento sostenido impulsado por la tecnificación, la expansión del mercado regional y la búsqueda de estrategias que garanticen sostenibilidad, rentabilidad y competitividad. En este contexto, la suplementación alimenticia se ha posicionado como una herramienta clave para mejorar la eficiencia zootécnica y el bienestar animal. Sin embargo, pese al avance de la investigación avícola nacional, aún son escasos los estudios que evalúan de manera comparativa el uso de aditivos naturales como vinagre, melaza y bicarbonato en condiciones tropicales propias, donde el estrés calórico constituye un factor limitante de la productividad (Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), 2024).

Diversos estudios sugieren que la inclusión de aditivos naturales como el vinagre, la melaza y el bicarbonato en la dieta o el agua de bebida de los pollos de engorde puede generar beneficios significativos. Por ejemplo, el bicarbonato contribuye al equilibrio electrolítico, favoreciendo la digestibilidad y reduciendo los efectos del estrés térmico (Soza Zepeda & Silva Olivas, 2021). El vinagre, por su parte, aporta vitaminas y minerales que fortalecen el sistema inmunológico y combaten infecciones bacterianas y parasitarias (Gaibor, 2019). Finalmente, la melaza, al estimular la producción de ácidos grasos de cadena corta, mejora la ganancia de peso y el rendimiento productivo de las aves (Gaibor, 2019). Aun así, la mayoría de estos estudios provienen de contextos distintos al trópico colombiano o no comparan simultáneamente estos tres aditivos.

En este sentido, el presente trabajo se orienta a evaluar el efecto de la suplementación con vinagre, melaza y bicarbonato en el bienestar, la eficiencia productiva y la calidad de la carne de pollos de engorde criados en condiciones tropicales del Meta, con el fin de aportar alternativas

prácticas adaptadas regionalmente que fortalezcan la productividad y sostenibilidad de los sistemas avícolas locales. Desde la perspectiva de la Administración de Empresas Agropecuarias, este estudio cobra relevancia al generar información útil para la toma de decisiones orientadas a optimizar recursos, reducir riesgos productivos y fortalecer la sostenibilidad empresarial, articulando la gestión técnica con la planificación económica y ambiental de los sistemas avícolas.

## Planteamiento del problema

La avicultura colombiana ha evidenciado un crecimiento sostenido en los últimos años, consolidándose como uno de los pilares de la seguridad alimentaria nacional. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2023), entre 2021 y 2022 la producción de carne de pollo aumentó un 10,6 % y la de huevo un 7,4 %, impulsada por la creciente demanda de proteína de origen aviar, considerada una alternativa más económica frente al encarecimiento de la carne bovina y porcina (FAO, 2023). Este avance refleja el potencial del sector avícola como motor de desarrollo rural y generador de empleo, especialmente en regiones estratégicas como el departamento del Meta.

No obstante, este progreso enfrenta desafíos significativos en la Orinoquía colombiana que comprende departamentos como Meta, Casanare, Guaviare y Arauca, caracterizada por condiciones agroecológicas particulares: baja altitud (menos de 500 m s. n. m.), elevada humedad relativa y temperaturas que superan con frecuencia los 32 °C. Estas características, si bien favorecen ciertos cultivos tropicales, representan un obstáculo crítico para los sistemas intensivos de producción de pollos de engorde, donde el estrés calórico limita la productividad, incrementa la mortalidad, deteriora la calidad de la carne y disminuye la conversión alimenticia (Bonilla et al., 2021; Song y King, 2015). Además, los pequeños y medianos productores, predominantes en la región, deben enfrentar altos costos de insumos que han aumentado hasta en un 25 % en los últimos tres años (Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), 2024), bajos niveles de tecnificación y escaso acceso a asistencia técnica, factores que afectan directamente la sostenibilidad económica y ambiental de las granjas.

En este contexto, la suplementación alimenticia con aditivos naturales de bajo costo, como el bicarbonato de sodio, el vinagre y la melaza, surge como una alternativa prometedora para mitigar los efectos del calor, mejorar el equilibrio ácido–base, optimizar la digestibilidad y fortalecer el sistema inmunológico de las aves (Soza Zepeda y Silva Olivas, 2021; Gaibor, 2019). Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales descritos en la literatura, existe una brecha de conocimiento respecto a la aplicación de estas estrategias en las condiciones particulares del trópico colombiano y, en especial, en el departamento del Meta. La evidencia científica sobre su impacto en parámetros productivos, bienestar animal, calidad de la carne y rentabilidad económica

sigue siendo limitada, lo que dificulta la toma de decisiones fundamentadas por parte de los productores locales.

Este trabajo de investigación busca aportar información técnica que sirva como referencia para futuros estudios y para la formulación de estrategias de manejo sostenible en la producción de pollos de engorde en la región. Asimismo, se alinea con los objetivos del Programa de Administración de Empresas Agropecuarias de la Universidad Santo Tomás, al integrar conocimientos de gestión empresarial, sostenibilidad productiva y toma de decisiones basada en datos. Al evaluar los efectos de la suplementación con melaza, bicarbonato y vinagre no solo se pretende optimizar los indicadores zootécnicos, sino también generar herramientas de planificación económica que fortalezcan la competitividad, la eficiencia en el uso de recursos y la resiliencia de los sistemas avícolas frente a las condiciones ambientales de la Orinoquía colombiana.

¿pueden ser los aditivos naturales ser la solución a los problemas de estrés calórico, y altos costos de producción en el departamento del Meta?

## Justificación

La avicultura se ha consolidado como uno de los sectores estratégicos para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de Colombia, al proveer proteína animal de alto valor nutricional a precios accesibles y con una cadena de producción altamente eficiente (FAO, 2023). En particular, la producción de carne de pollo representa una de las principales fuentes de proteína para la población colombiana, con un crecimiento del 10,6 % entre 2021 y 2022, mientras que la producción de huevo aumentó un 7,4 % en el mismo periodo (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2023). Este dinamismo refleja la importancia de fortalecer las prácticas productivas que garanticen la sostenibilidad, rentabilidad y calidad de los productos avícolas.

Sin embargo, las regiones de la Orinoquía —y especialmente el departamento del Meta— enfrentan condiciones agroecológicas particulares que dificultan el desarrollo de la avicultura intensiva. La combinación de altas temperaturas (frecuentemente superiores a 32 °C), elevada humedad relativa y baja altitud genera estrés calórico en las aves, disminuyendo el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, al tiempo que incrementa la mortalidad y el riesgo de enfermedades (Bonilla et al., 2021; Song y King, 2015). Estos factores limitan la competitividad de los pequeños y medianos productores, quienes además deben afrontar el aumento en los costos de los insumos, que en los últimos tres años han registrado incrementos de hasta el 25 % (Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), 2024).

En este escenario, la suplementación con aditivos naturales como melaza, bicarbonato de sodio y vinagre se presenta como una alternativa de bajo costo que puede contribuir a mitigar los efectos del calor, mejorar el equilibrio ácido-base y optimizar el desempeño zootécnico de los pollos de engorde (Soza Zepeda & Silva Olivas, 2021; Gaibor, 2019). No obstante, a pesar de los beneficios potenciales reportados en otras latitudes, existe una brecha de conocimiento respecto a la aplicación de estas estrategias bajo las condiciones específicas del trópico colombiano y, en particular, del departamento del Meta, donde las variables ambientales y de manejo difieren de los estándares utilizados en otras investigaciones.

Este trabajo cobra relevancia porque busca aportar evidencia científica y datos productivos que sirvan como referencia para productores, investigadores y estudiantes del Programa de Administración de Empresas Agropecuarias de la Universidad Santo Tomás. Al evaluar el impacto de la suplementación con melaza, bicarbonato y vinagre sobre variables como ganancia de peso,

consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad, se generan insumos que fortalecen la gestión empresarial en granjas avícolas, orientando decisiones de inversión, planificación de recursos y estrategias de sostenibilidad económica y ambiental. De este modo, la investigación no solo responde a una necesidad técnica, sino que también contribuye a la formación de profesionales capaces de implementar soluciones innovadoras y sostenibles en el contexto productivo de la Orinoquía colombiana.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la suplementación con bicarbonato, melaza y vinagre en el bienestar, eficiencia productiva y en la calidad de la carne de pollos de engorde criados en la región del meta.

### **1.2. Objetivos específicos**

Caracterizar los efectos cuantitativos y cualitativos que genera la suplementación con bicarbonato, melaza y vinagre en los pollos de engorde.

Determinar la rentabilidad económica de la suplementación, considerando los costos de producción e ingresos adicionales.

Realizar una comparación entre la suplementación propuestas frente a las practicas convencionales.

## 2. Marco referencial

### 2.1. Antecedentes

Los sistemas productivos de pollos de engorde en el meta se enfrentan continuamente con desafíos los cuales impactan de gran manera debido a las altas temperaturas que caracterizan la región, generando consigo un aumento del estrés calórico afectando negativamente el rendimiento productivo de los pollos (Bonilla et al., 2021), repercutiendo principalmente a los productores que no cuentan con la fuerza financiera para contrastar este desafío, ya que, este desafío viene acompañado de las alzas de los costos en los insumos necesarios.

En contraste a estos desafíos que presentan en zonas con características similares al departamento, diversas investigaciones recientes han abarcado los efectos de la suplementación alimenticia en estos sistemas productivos, avaluando su impacto en la productividad y el bienestar animal en las condiciones anteriormente habladas.

Un estudio relacionado por Soza Zepeda & Silva Olivas (2021) evaluó la implementación de bicarbonato de sodio al 1% en la dieta de pollos broilers que se encontraban en condiciones de estrés calórico. Obteniendo como resultado mejora en el equilibrio electrolítico, contribuyendo a reducir la mortalidad, destacando su viabilidad económica en regiones cálidas. Por otro lado, Durán, Espinoza & Gabriela (2021) analizaron el efecto del vinagre, en donde con dosis de 0.5 ml/L en el agua de bebida lograron una mejora costo beneficio gracias a la capacidad del vinagre para fortalecer la salud de las aves mediante la reducción de infecciones bacterianas. En relación con la melaza Ezihe y Dagih (2019) analizaron los efectos de la inclusión de la melaza en niveles de 0%, 5%, 10% y 15% en dietas para pollos broiler, en donde los pollos fueron seleccionados completamente al azar, observando que la melaza hasta un 10% mejoro significativamente el peso corporal de las aves sin efectos negativos en parámetros hematológicos ni bioquímicos, concluyendo que este suplemento es una fuente de energía viable y segura para los sistemas avícolas, especialmente cuando se necesitan de aditivos que son altamente costosos

Además, en investigaciones más ampliadas han demostrado la posibilidad abordar la suplementación combinada. Por ejemplo, Ortiz López (2022) investigo el impacto de diferentes fuentes de sodio (bicarbonato, cloruro y sesquicarbonato) en el comportamiento metabólico de

pollos de engorde, destacando al bicarbonato como la opción más eficiente para minimizar problemas como la ascitis.

Como bases teóricas para complementar a las investigaciones anteriormente mencionadas, tenemos a Vásquez Mendoza (2018) el cual realizó una revisión sobre las fases de alimentación en pollos de engorde, destacando las siguientes etapas, preiniciación, iniciación, crecimiento y finalización. Este análisis menciona que un suministro adecuado de alimento en cada fase contribuye al óptimo desarrollo de los pollos, mejorando la conversión alimenticia y mitigando los costos de producción. Cabe resaltar, que recomendó explorar alternativas sostenibles que permitan disminuir aún más los costos sin afectar el cumplimiento de las necesidades nutricionales de las aves. También encontramos a Torres (2018) el cual en su artículo se enfocó en las necesidades de proteína bruta y energía metabolizable en dietas de pollos de engorde, teniendo como resultado que una dieta ajustada a las etapas de crecimiento de las aves aumenta su desempeño productivo, también destacó que las exigencias nutricionales en climas tropicales difieren de los valores estándares, exigiendo formular dietas personalizadas para maximizar la rentabilidad en estas regiones. A su vez, Arrieta-García et al. (2018), se centró en el impacto del acceso al exterior en el rendimiento productivo de pollos broiler criados en el trópico, en donde su experimento lo realizó con dos tratamientos (con y sin acceso exterior), teniendo como resultado que los pollos con acceso alcanzaron mayor peso final debido a su actividad física, pero enfrentándose a un estrés calórico mayor, lo que afectó negativamente la conversión alimenticia, concluyendo que el acceso al exterior podría ser beneficioso siempre y cuando se implementen mejoras en las prácticas de manejo para mitigar el estrés calórico.

En el caso de Sugiharto y Ranjitkar (2019) abordaron los avances en alimentos fermentados para pollos broiler, destacando que la inclusión de bacterias ácido lácticas y ácidos orgánicos en dietas fermentadas mejoró la salud intestinal, reduciendo la incidencia de enfermedades optimizando a su vez el rendimiento productivo. Pero los autores subrayaron la necesidad de más investigaciones para validar estas estrategias en diferentes condiciones. Donde encontramos el trabajo experimental de Gaibor Baldeón (2019) el cual evaluó los efectos de tres tipos de vinagre (uva, manzana y banano) en el agua de bebida, con un diseño al azar y un arreglo factorial, se encontró que el vinagre de banano a 16 cc/galón mejoró la ganancia de peso en las etapas avanzadas, mientras que el vinagre de uva a 12 cc/galón sobresalió en la ganancia inicial. Además, el vinagre de banano redujo el pH intestinal, lo que favoreció la digestibilidad y el rendimiento

general. A su vez, Murillo et al. (2021) analizó el uso de vinagre de banano en dosis de 1, 1.5 y 2 ml/L de agua de bebida, mostrando como resultado que la dosis de 1.5 ml/L logró la mejor conversión alimenticia y peso corporal final, sin embargo, la alta mortalidad por el calor indicó la necesidad de mejorar las condiciones de manejo ambiental.

En estudios más recientes encontramos a Fang et al. (2024) que junto a otros autores exploraron los efectos de la suplementación con postbióticos derivados de *Bacillus subtilis*, se hizo una inclusión del 0.015% en la dieta mejoró la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, además de reducir la emisión de amoníaco y aumentar la presencia de bacterias benéficas como *Lactobacillus*. Por último, el artículo de Kang et al. (2024), analizó el impacto del bicarbonato de sodio combinado con temperatura en la solubilidad y estructura proteica de carne de pollo baja en sal. Los resultados indicaron que el bicarbonato mejoró la solubilidad de proteínas y ajustó su estructura a temperaturas óptimas de 30°C, lo que podría tener aplicaciones significativas en la mejora de la calidad del producto final.

La avicultura se ha consolidado como una de las actividades agropecuarias de mayor crecimiento en Colombia, representando una fuente importante de proteína animal a bajo costo, especialmente a través de la producción de carne de pollo y huevos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2023). De acuerdo con la Federación Nacional de Avicultores (FENAVI), 2024), en el año 2023 se registró un incremento del 12% en la producción nacional de pollo, alcanzando 1.8 millones de toneladas, lo que refleja la creciente demanda y expansión del sector.

Sin embargo, regiones como Meta, Casanare, Guaviare y Arauca, ubicadas en la Orinoquía colombiana, enfrentan condiciones climáticas particulares con temperaturas promedio superiores a los 30 °C, lo que representa un desafío importante para el desarrollo eficiente de los sistemas avícolas. Estas condiciones generan estrés calórico en las aves, reduciendo el consumo voluntario de alimento, alterando la fisiología digestiva y reduciendo la ganancia de peso, lo que a su vez incrementa la mortalidad y disminuye los índices de conversión alimenticia (Bonilla et al., 2021; Lara & Rostagno, 2013).

En aves de engorde la exposición a altas temperaturas desencadena una respuesta neuroendocrina marcada por la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, lo cual altera la secreción de hormonas de estrés, compromete la función inmunitaria y provoca cambios en el metabolismo energético. (Chen y He et al., 2018). Según Song y King (2015), cuando la

temperatura ambiente supera los 28 °C, los pollos de engorde comienzan a presentar hiperventilación, reducción del apetito, deshidratación y baja eficiencia en la conversión de nutrientes, lo cual impacta directamente los parámetros productivos y sanitarios.

Por otra parte, la inclusión de aditivos naturales y accesibles ha sido evaluada como una herramienta eficaz y económica para enfrentar el estrés calórico en sistemas avícolas tropicales. Entre ellos destacan el bicarbonato de sodio, el vinagre y la melaza, los cuales actúan de manera complementaria para estabilizar la homeostasis interna de las aves.

### **2.1.1 *Bicarbonato de sodio***

El bicarbonato de sodio actúa como regulador del equilibrio ácido-base, ayudando a mantener el pH sanguíneo y el balance electrolítico en situaciones de estrés térmico, mejorando así la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia (Soza Zepeda & Silva Olivas, 2021). Kang et al. (2024) comprobaron que la suplementación con bicarbonato a niveles óptimos favorece la solubilidad proteica en condiciones de calor, además de prevenir trastornos metabólicos como la acidosis y la ascitis.

### **2.1.2 *Vinagre (ácido acético)***

El vinagre, por su contenido en ácidos orgánicos, promueve un ambiente ácido en el tracto gastrointestinal, lo cual mejora la digestibilidad, estimula la producción de enzimas digestivas y limita el crecimiento de bacterias patógenas (Durán et al., 2021). Estudios como el de Gaibor Baldeón (2019) mostraron que el vinagre de banano incrementó significativamente la ganancia de peso en pollos broiler, mientras que Murillo et al. (2021) identificaron mejoras en la conversión alimenticia con dosis moderadas de vinagre en agua de bebida.

### **2.1.3 *Melaza***

La melaza es una fuente energética rica en azúcares simples que favorecen la producción de ácidos grasos de cadena corta en el intestino, contribuyendo a un microbiota saludable y a una mayor eficiencia digestiva (Ezihe & Dagih, 2019). Además, proporciona una fuente calórica

económica que puede ser útil para compensar la reducción del consumo de alimento en condiciones de calor.

De acuerdo a lo anterior, la formulación de dietas debe considerar no solo el aporte de nutrientes esenciales sino también la adaptabilidad a las condiciones ambientales. Autores como Torres (2018) y Vásquez Mendoza (2018) enfatizan la importancia de ajustar los requerimientos de proteína bruta, energía metabolizable y aditivos a las fases de desarrollo del ave y al clima específico. De igual forma, estudios recientes han resaltado el papel de los postbióticos y alimentos funcionales en la mejora del rendimiento productivo, lo cual abre nuevas líneas de investigación para contextos tropicales como el Meta (Fang et al., 2024).

La avicultura se consolida como una industria dinámica, que le ha apostado al desarrollo del campo, que ha realizado grandes inversiones en materia tecnológica para garantizarle a los consumidores una mejor calidad en la carne de pollo y los huevos que salen de las granjas y que le aporta a la nutrición de los colombianos más de 2.300.000 toneladas de proteínas a un precio muy económico. (Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), 2017)

La avicultura tradicional se caracteriza por criar de aves de raza (exposiciones rurales). “Si bien persiguen lucro con sus actividades, éstas no presentan un plan de negocios de complejidad como lo manifiestan las empresas dedicadas a la Avicultura Industrial” (Dirección de Educación Agraria, 2016). Esta actividad hoy en día muchas veces se reduce a un hobby y no representa un impacto en la economía.

La avicultura industrial se caracteriza por explotar comercialmente el pollo como alimento. Esta industria se puede dividir en dos: la producción de carne de pollo y la producción de huevos. Cabe resaltar que esta clasificación no sólo divide la industria en dos mercados distintos, sino también da origen a tipos de organizaciones cuyo diseño organizacional y estructura de modelo de negocio son diferentes (Velandia, 2016).

Los suplementos alimenticios para aves de corral son sustancias nutricionales adicionales que se les dan a las aves de corral/pollos para mejorar su dieta y promover la salud y la productividad. (amorvet, 2023)

El bienestar animal abarca tanto la salud física y mental, incluye ciertos aspectos como: alimentación, manejo sanitario, comportamiento, entre otros. (Narváz Rueda, 2023).

## 2.2. Marco normativo

La producción avícola en Colombia se encuentra sujeta a un conjunto de normas que buscan garantizar la inocuidad de los alimentos, el bienestar animal, la sostenibilidad ambiental y la seguridad del consumidor. Estas regulaciones son fundamentales para el desarrollo de investigaciones que, como el presente estudio, evalúan estrategias de suplementación en pollos de engorde.

En primer lugar, la Ley 1255 de 2008 reconoce la avicultura como actividad de interés nacional y estratégico para la seguridad alimentaria, estableciendo directrices para su fomento y regulación. A su vez, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) es la autoridad sanitaria encargada de la inspección, vigilancia y control de las granjas avícolas, de acuerdo con lo establecido en la Resolución ICA 3651 de 2014, que adopta el *Programa Nacional de Bioseguridad en Granjas Avícolas* y exige el cumplimiento de medidas de manejo sanitario, control de plagas y trazabilidad de la producción.

En materia de inocuidad y alimentación animal, el uso de aditivos o suplementos debe ajustarse a lo dispuesto por la Resolución 150 de 2003 y el Decreto 1840 de 1994, que regulan la fabricación, importación y distribución de alimentos y aditivos para animales en Colombia, así como su registro ante el ICA. Estas disposiciones son relevantes para la inclusión de productos como la melaza, el bicarbonato de sodio y el vinagre, que, aunque de origen natural, requieren garantizar su inocuidad para el consumo humano a través de la carne de pollo.

Desde la perspectiva de bienestar animal, la Ley 1774 de 2016 y la Resolución ICA 3651 de 2014 establecen que los sistemas de producción deben prevenir el sufrimiento innecesario y garantizar condiciones adecuadas de alojamiento, alimentación y manejo, especialmente en regiones como el Meta, donde las altas temperaturas incrementan el riesgo de estrés calórico.

En el ámbito ambiental, la Ley 99 de 1993 crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y exige la gestión responsable de los recursos naturales, lo cual implica que las prácticas de suplementación y manejo de residuos en las granjas avícolas deben prevenir la contaminación de suelos y fuentes hídricas. Adicionalmente, el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 promueve la producción agropecuaria sostenible, incentivando la adopción de alternativas de bajo costo y bajo impacto ambiental, como los aditivos naturales evaluados en este trabajo.

Finalmente, este marco normativo se articula con los objetivos de la Administración de Empresas Agropecuarias, que promueve la gestión eficiente y sostenible de los sistemas productivos. La investigación sobre suplementación con melaza, bicarbonato y vinagre se inscribe en estas disposiciones, aportando información para la toma de decisiones que garanticen la competitividad empresarial, el cumplimiento sanitario y la sostenibilidad ambiental en la avicultura de la Orinoquía colombiana.

### 3. Metodología

#### 3.1. Área de estudio

El presente estudio se desarrolló en la finca *La Primavera*, ubicada en el corregimiento 5 del municipio de Villavicencio, vereda El Cairo Medio, departamento del Meta, a una altitud de 467 m.s.n.m. El experimento tuvo una duración de 45 días, bajo condiciones ambientales características de la región, con temperaturas promedio de 28 °C y humedad relativa entre el 70 y 85 %.

#### 3.2. Fases de desarrollo

El proyecto se implementó en tres fases:

1. **Fase 1:** En esta etapa se realizaron todas las actividades previas necesarias para iniciar el ensayo en condiciones de bioseguridad y control ambiental adecuadas.
  - Acondicionamiento de instalaciones: limpieza, desinfección y adecuación del galpón avícola, incluyendo el control de plagas, la disposición de cama de viruta y la instalación de bebederos y comederos.
  - Verificación de condiciones ambientales: medición inicial de temperatura, humedad relativa y ventilación, asegurando que los parámetros estuvieran dentro de rangos óptimos para la recepción de los pollitos.
  - Planificación experimental: distribución aleatoria de los 200 pollos de engorde en los cuatro tratamientos (testigo, bicarbonato, vinagre y melaza), con 50 aves por grupo, así como la definición de cronogramas de suministro de agua, alimento y toma de datos.
  - Alistamiento de insumos: preparación de las soluciones de suplementación y adquisición del alimento balanceado para las fases de iniciación, crecimiento y finalización.
2. **Fase 2 Ejecución:** Corresponde al período de 45 días en el que se aplicaron los tratamientos y se llevó a cabo el manejo productivo de las aves.

Administración de tratamientos: suministro diario de agua de bebida con los respectivos aditivos según cada grupo experimental:

Alimentación y manejo: suministro de alimento balanceado acorde con las etapas de crecimiento (iniciación, crecimiento y finalización), monitoreando el consumo y la disponibilidad de agua.

Control sanitario: revisión diaria de las aves para detectar signos de enfermedad, aplicación de las medidas de bioseguridad y registro de mortalidad.

Durante esta fase se establecen los registros productivos semanales (peso vivo, consumo de alimento) que permiten evaluar el desempeño de cada tratamiento.

**3. Fase 3 Monitoreo:** Esta fase comprende la recopilación sistemática de información y el análisis descriptivo de los resultados.

- Toma de datos productivos: registro semanal del peso vivo promedio por ave, cálculo de la ganancia de peso semanal y total, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad.
- Evaluación de condiciones ambientales: seguimiento de temperatura y humedad para relacionar las variaciones climáticas con el comportamiento productivo.
- Análisis comparativo: organización de los datos en tablas y gráficas para identificar tendencias de crecimiento y diferencias absolutas y relativas entre tratamientos, estimando la influencia de cada suplemento sobre los parámetros zootécnicos.

Esta fase permite determinar la efectividad de cada aditivo y establecer conclusiones sobre su impacto en la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción avícola en el departamento del Meta.

### **3.3. Población experimental**

Se utilizaron 200 pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus*), línea comercial Ross 308, de un día de nacidos, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos experimentales con igual número de aves por grupo (50 aves x tratamiento).

### **3.4. Diseño experimental**

El ensayo se estructuró bajo un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos. Se registraron variables productivas y de bienestar de acuerdo con cada fase de desarrollo (iniciación, crecimiento y finalización).

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la suplementación de agua de bebida con:

- T1 (Testigo): agua sin aditivos.
- T2: agua suplementada con bicarbonato de sodio (1 g/L).
- T3: agua suplementada con vinagre (0,5 ml/L).
- T4: agua suplementada con melaza (5 ml/L).

### 3.6. Variables evaluadas

Consumo de alimento (g/ave/día): Se refiere a la cantidad de alimento balanceado que consume cada ave diariamente, expresada en gramos por animal. Esta variable permite evaluar la aceptación de la dieta y la eficiencia en la utilización del alimento. Un consumo adecuado es fundamental para garantizar un crecimiento óptimo.

$$\text{Consumo de alimento (g/ave/día)} = \frac{\text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Alimento sobrante (g)}}{\text{Número de aves} \times \text{Número de días}}$$

Ganancia de peso (g/ave/semana): Corresponde al incremento en el peso corporal del ave durante una semana, expresado en gramos. Este es uno de los indicadores más directos del desempeño productivo, ya que refleja el crecimiento alcanzado bajo las condiciones del tratamiento aplicado.

$$\text{Ganancia de peso} = \frac{\text{Peso final de la semana (g)} - \text{Peso inicial de la semana (g)}}{\text{Número de aves}}$$

Conversión alimenticia (kg alimento/kg peso vivo): Es la relación entre la cantidad de alimento consumido y el peso ganado por el ave en el mismo periodo. Este es un parámetro económico clave en la producción avícola, ya que el alimento representa entre el 65 % y 70 % del costo total de producción.

$$\text{Conversión alimenticia (kg alimento/kg peso vivo)} = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Ganancia de peso vivo (kg)}}$$

Mortalidad (%): Se refiere a la proporción de aves muertas respecto al total inicial, expresada en porcentaje. Indica el nivel de pérdidas en el lote y refleja tanto el manejo sanitario como el bienestar animal. Mortalidades elevadas reducen la rentabilidad y pueden estar asociadas a deficiencias en nutrición, enfermedades o condiciones ambientales adversas.

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{Número de aves muertas} \times 100}{\text{Número de aves iniciales}}$$

### 3.7. Análisis estadístico

Se implementó un análisis descriptivo comparativo, de validación con el fin de establecer tendencias productivas cuando no se dispone de estimadores del error experimental.

Este tipo de análisis se fundamenta en la organización y síntesis de los datos a través de medidas de tendencia central y comparaciones directas entre tratamientos. En este caso, las variables evaluadas fueron el peso vivo semanal, la ganancia de peso acumulada y el promedio de ganancia semanal. A partir de estas, se establecieron diferencias absolutas y relativas en el desempeño de los cuatro tratamientos (melaza, bicarbonato, vinagre y testigo).

El análisis se enfocó en tres aspectos principales:

- *Curva de crecimiento semanal:*

Los valores de peso vivo registrados en cada semana fueron graficados y contrastados entre tratamientos. Este procedimiento permitió observar la dinámica de crecimiento y la velocidad de ganancia de peso en el tiempo, identificando al tratamiento con melaza como el de mayor consistencia en el incremento semanal.

- *Ganancia total y promedio semanal:*

Se calcularon los incrementos absolutos desde la primera hasta la última semana, así como el promedio de ganancia por semana. Estos indicadores proporcionaron un panorama cuantitativo del desempeño productivo, evidenciando diferencias notorias entre los tratamientos.

- *Comparación porcentual respecto al testigo:*

Con el fin de estimar el efecto relativo de cada aditivo, se determinaron las diferencias porcentuales entre el peso final de cada tratamiento y el obtenido en el testigo. Este análisis permitió cuantificar la magnitud del efecto de la suplementación y establecer que la melaza generó

un incremento superior al 9% en comparación con el testigo, mientras que el vinagre presentó el valor más bajo.

En conjunto, el análisis descriptivo comparativo permitió una aproximación inicial al comportamiento de los tratamientos bajo condiciones productivas controladas. Si bien los resultados carecen de validez inferencial debido a la ausencia de repeticiones, constituyen una base exploratoria relevante para orientar futuras investigaciones con mayor rigurosidad estadística.

#### 4. Resultados y discusión de resultados

Los resultados obtenidos permiten analizar el efecto de la suplementación con melaza, bicarbonato de sodio y vinagre sobre el desempeño productivo y económico de pollos de engorde línea Ross 308 en condiciones climáticas tropicales del departamento del Meta. Los principales indicadores evaluados fueron peso vivo semanal, ganancia total de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y utilidad económica por tratamiento.

Dado que el experimento se estructuró sin repeticiones, el análisis se abordó desde un enfoque descriptivo, priorizando la comparación de tendencias y diferencias absolutas y relativas entre tratamientos. Este tipo de análisis constituye una aproximación exploratoria a los posibles efectos de cada suplemento bajo las condiciones productivas y ambientales propias de la región, aportando información relevante para orientar futuras investigaciones con mayor rigor estadístico.

#### Fase 2

**Tabla 1** *Peso promedio por tratamiento (g/ave)*

	T1	T2	T3	T4
Semana	testigo	bicarbonato	Vinagre	melaza
1	175	193	181	234
2	468	483	470	520
3	970	980	965	1050
4	1547	1580	1510	1620
5	2170	2280	2189	2340
6	2780	2740	2630	2890
7	3050	3045	2956	3365
Mortalidad	3	0	1	1

En la Tabla 1 se evidencia diferencias notorias entre tratamientos desde la primera semana. El grupo suplementado con melaza (T4) presentó los mayores valores de peso vivo en todas las semanas del ensayo, alcanzando 3.365 g al final del período. Este comportamiento sugiere un aporte energético significativo derivado de los carbohidratos simples presentes en la melaza, lo cual concuerda con lo reportado por Ezihe y Dagih (2019), quienes destacan que la melaza hasta un 10 % en la dieta mejora el crecimiento sin comprometer la salud fisiológica de las aves.

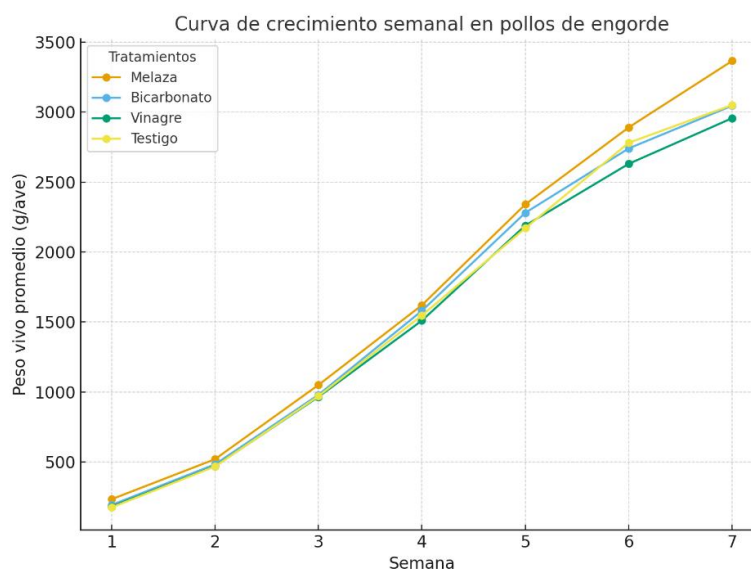
En contraste, el tratamiento con vinagre (T3) registró los valores más bajos de peso final (2.956 g), lo que coincide con estudios que indican que, aunque los ácidos orgánicos mejoran la salud intestinal, no siempre incrementan la ganancia de peso (Murillo et al., 2021; Sugiharto &

Ranjitkar, 2019). El grupo con bicarbonato (T2) mostró valores cercanos al testigo (T1), aunque con ventajas metabólicas observadas en otros parámetros productivos.

La ganancia total de peso reforzó estos hallazgos: la melaza logró la mayor ganancia acumulada (3.131 g/ave), mientras que el vinagre obtuvo la menor (2.775 g/ave). Estos resultados coinciden con los hallazgos de Fang et al. (2024), quienes enfatizan la importancia de la estabilidad metabólica y del aporte energético en el crecimiento óptimo en ambientes cálidos.

La mortalidad registrada fue menor en el tratamiento con bicarbonato (0 %) y más alta en el testigo (3 %). Esto se relaciona con su capacidad para reducir acidosis respiratoria y mantener la homeostasis, especialmente bajo condiciones de calor (Song y King, 2015). Estos resultados sugieren que el bicarbonato actúa como un modulador fisiológico efectivo para disminuir riesgos sanitarios en zonas tropicales, respaldando la evidencia de Chen y He (2018), quienes señalan que el estrés calórico afecta seriamente la supervivencia en pollos de engorde.

**Figura 1** Curva de crecimiento semanal



El consumo de alimento mostró diferencias asociadas al tipo de suplemento. Los pollos del tratamiento con melaza consumieron mayor cantidad de alimento (6.280 g/ave), lo cual explica el aumento en peso vivo. Sin embargo, la conversión alimenticia más eficiente fue registrada en el tratamiento con bicarbonato (1.84), incluso con un consumo menor. Esto concuerda con lo expuesto por Soza Zepeda y Silva Olivas (2021), quienes demostraron que el bicarbonato favorece el equilibrio ácido-base, mejorando la digestibilidad y la eficiencia metabólica.

Por el contrario, el vinagre presentó la conversión alimenticia menos eficiente (1.93), lo que coincide con Quinteiro-Filho et al. (2010), quienes indican que la acidificación del tracto digestivo puede disminuir el consumo en condiciones de estrés térmico.

La eficiencia del bicarbonato también se alinea con lo planteado por Kang et al. (2024), quienes demostraron que este aditivo favorece la solubilidad proteica y reduce la incidencia de trastornos metabólicos en climas cálidos.

**Tabla 2** *Ganancia total y promedio semanal*

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia total (g)</b>	<b>Promedio semanal (g/semana)</b>
Melaza	3131	521,8
Bicarbonato	2852	475,3
Vinagre	2775	462,5
Testigo	2875	479,2

En la gráfica 1 curva de crecimiento semanal y en la Tabla 2 se observa que el tratamiento con melaza alcanzó la mayor ganancia total (3131 g) y el promedio semanal más alto (521,8 g/semana), evidenciando un crecimiento constante y superior al de los demás tratamientos. El bicarbonato obtuvo una ganancia total de 2852 g y un promedio semanal de 475,3 g, resultados muy similares al grupo testigo, que registró 2875 g y 479,2 g respectivamente. Finalmente, el vinagre presentó la menor ganancia total (2775 g) y el promedio semanal más bajo (462,5 g/semana), lo que sugiere que, en las condiciones del ensayo, su efecto sobre el crecimiento fue limitado.

### Fase 3

**Tabla 3** *Consumo de alimento por semanas (gr/semana)*

<b>Semanas</b>	<b>Testigo</b>	<b>Bicarbonato</b>	<b>Vinagre</b>	<b>Melaza</b>
1	155	148	150	245
2	310	308	312	350
3	556	552	558	610
4	820	810	825	894
5	1110	1050	1115	1145
6	1310	1300	1315	1400
7	1445	1440	1448	1620
Alimento consumido	5706	5608	5723	6280
Promedio peso final	3050	3045	2956	3365
Conversion alimento	1,870819672	1,841707718	1,93606225	1,86627043

En la tabla 3 se observa la relación entre los tratamientos y su conversión de alimento en donde se resalta el bicarbonato quien presenta la mayor relación consumo peso final seguido por la melaza.

En la tabla 4 el análisis de costos y beneficios reveló que, aunque el tratamiento con melaza presentó el mayor costo total (\$1.039.012), también generó el mayor ingreso por venta (\$1.766.625) y la mayor utilidad económica (\$727.612). Esto indica una mayor rentabilidad neta, atribuida al incremento en peso vivo, lo cual es consistente con los hallazgos de Torres (2018) sobre la relación entre aporte energético y rendimiento productivo.

El bicarbonato obtuvo la segunda utilidad más alta (\$647.480), con el menor costo total de producción (\$951.144), lo que lo posiciona como el tratamiento más eficiente en costo–beneficio. Este comportamiento respalda los resultados de Ortiz López (2022), quien concluye que el bicarbonato es la fuente de sodio más rentable y metabólicamente adecuada para prevenir ascitis y mejorar parámetros productivos.

Por su parte, el vinagre generó la menor utilidad (\$587.399), coincidiendo con estudios de Gaibor Baldeón (2019), que si bien destacan beneficios sanitarios del vinagre, muestran que su impacto en ganancia de peso no siempre es significativo.

Estos hallazgos evidencian que, aunque algunos aditivos pueden incrementar el consumo de alimento, la eficiencia en la conversión depende de la capacidad del ave para transformar los nutrientes ingeridos en peso corporal, siendo el bicarbonato el suplemento con mayor potencial en este aspecto.

En cuanto a las características de la canal, se observó que la melaza favoreció una pigmentación más intensa de la piel, posiblemente asociada a su aporte de azúcares simples y compuestos bioactivos.

**Tabla 4** *Análisis productivo y administrativo (proyecto)*

Variables	Tratamientos			
	Testigo	Bicarbonato	Vinagre	Melaza
Pollito iniciación	\$ 146.768	\$ 144.900	\$ 146.625	\$ 173.218,75
Pollo engorde	\$ 614.906	\$ 603.750	\$ 617.268	\$ 663.993
Pollo 1 día	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Costo aditivo		\$ 2.494,80	\$ 606,38	\$ 1.800,00
Total	\$ 961.675	\$ 951.144	\$ 964.500	\$ 1.039.012
costo unitario ave	\$ 19.233,50	\$ 19.022,90	\$ 19.290,93	\$ 20.780,25
peso final tratamiento	152,5	152,25	147,80	168,25
Precio venta	\$ 1.601.250	\$ 1.598.625	\$ 1.551.900	\$ 1.766.625
Utilidad	\$ 639.575	\$ 647.480	\$ 587.399	\$ 727.612
Utilidad Ave	\$ 12.791,5	\$ 12.949,6	\$ 11.748	\$ 14.552,2

**Tabla 5** *Análisis productivo y administrativo (250 aves por tratamiento)*

<b>Variables</b>	<b>Tratamientos</b>			
	<b>Testigo</b>	<b>Bicarbonato</b>	<b>Vinagre</b>	<b>Melaza</b>
Pollito iniciación	\$ 733.843	\$ 724.500	\$ 733.125	\$ 866.093
Pollo engorde	\$3.074.531	\$ 3.018.750	\$ 3.086.343	\$ 3.319.968
Pollo 1 día	\$1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Costo aditivo		\$ 12.474	\$ 3.031	\$ 1.800
<b>Total</b>	<b>\$4.808.375</b>	<b>\$4.755.724</b>	<b>\$ 4.822.500</b>	<b>\$ 5.187.862</b>
costo unitario ave	\$ 19.233,50	\$ 19.022	\$ 19.290	\$ 20.751,45
peso final tratamiento	762,50	761,25	739	841,25
Precio venta	\$8.006.250	\$ 7.993.125	\$ 7.759.500	\$ 8.833.125
Utilidad	\$3.197.875	\$ 3.237.401	\$ 2.936.999	\$ 3.645.262
utilidad Ave	\$ 12.791,50	\$ 12.949,60	\$ 11.748	\$ 14.581

Los resultados evidencian que la suplementación con aditivos naturales puede mejorar significativamente la productividad y rentabilidad en sistemas avícolas del trópico bajo. La melaza se comportó como la mejor alternativa para incrementar peso vivo, mientras que el bicarbonato fue la opción más eficiente en términos metabólicos y económicos, coherente con estudios sobre manejo del estrés calórico en aves (Bonilla et al., 2021; Lara & Rostagno, 2013).

El vinagre, aunque no mejoró la ganancia de peso ni la eficiencia alimentaria, sí podría tener utilidad como complemento sanitario, dada su acción antimicrobiana demostrada en la literatura (Durán et al., 2021).

Desde la perspectiva administrativa, la suplementación con melaza, bicarbonato y vinagre representa una alternativa económica, práctica y sostenible para los sistemas avícolas de pequeña y mediana escala. Los resultados evidencian mejoras fisiológicas y productivas con una inversión mínima, optimizando la relación costo–beneficio y promoviendo el bienestar animal.

En conjunto, los hallazgos demuestran que la toma de decisiones en avicultura no debe basarse únicamente en la búsqueda de una mayor ganancia de peso, sino en la eficiencia integral del sistema productivo y su rentabilidad a largo plazo. Aunque cada aditivo mostró efectos diferenciados, se confirma que existen alternativas naturales de bajo costo capaces de mitigar el estrés calórico sin depender de insumos sintéticos.

Tanto la melaza como el bicarbonato evidencian que pequeños ajustes en la nutrición pueden transformar la rentabilidad y sostenibilidad del negocio avícola, aspecto clave en regiones como el Meta, donde las condiciones ambientales y los precios de los insumos impactan directamente los resultados. Este tipo de estudios aplicados aporta herramientas reales para que los productores tomen decisiones fundamentadas, según sus recursos, metas y condiciones locales.

## Conclusiones

Las diferencias en consumo de alimento y eficiencia productiva evidenciaron que no solo importa cuánta energía se suministra, sino cómo el ave transforma los nutrientes, destacándose el bicarbonato por su eficiencia y la melaza por su capacidad de incrementar el consumo y el peso final. Esto demuestra que la elección del suplemento debe alinearse con los objetivos productivos y las condiciones ambientales de cada sistema.

Desde un enfoque técnico–económico, la suplementación con aditivos naturales representa una alternativa viable y sostenible para los sistemas avícolas del trópico, pues mejora el rendimiento productivo, reduce el impacto del estrés calórico y optimiza la relación costo–beneficio. En conjunto, los resultados indican que ajustes simples en la dieta pueden generar mejoras significativas en competitividad y sostenibilidad para productores de pequeña y mediana escala.

La melaza fue el suplemento con mayor impacto en el desempeño productivo, ya que permitió alcanzar los pesos vivos más altos, la mayor ganancia total de peso y la mejor utilidad económica por tratamiento. Su aporte energético favoreció un crecimiento constante, lo que evidencia su potencial como aditivo eficiente en sistemas avícolas ubicados en climas cálidos.

El bicarbonato de sodio se destacó como el suplemento más eficiente metabólica y económicamente, puesto que presentó la conversión alimenticia más baja, la mortalidad más reducida (0 %) y el menor costo total de producción. Su efecto positivo en la homeostasis y en el manejo del estrés calórico lo convierte en una alternativa estratégica para mejorar la productividad y reducir pérdidas.

El vinagre mostró el menor desempeño productivo, reflejado en la menor ganancia de peso, la conversión alimenticia menos eficiente y la utilidad económica más baja. Sin embargo, conserva un valor potencial como aditivo sanitario, dado su efecto antimicrobiano reconocido en otros estudios, por lo que podría emplearse como complemento preventivo más que como promotor de crecimiento.

### **Recomendaciones**

Se recomienda que futuros estudios incluyan un análisis económico detallado del costo–beneficio de la suplementación con melaza, bicarbonato y vinagre, en comparación con las prácticas convencionales. Este enfoque permitiría ofrecer a los productores avícolas de la región del Meta herramientas de gestión más precisas para la toma de decisiones, orientadas a la reducción de costos de producción, el aumento de la rentabilidad y la sostenibilidad del sistema avícola en condiciones tropicales.

En nuevas investigaciones se sugiere implementar diseños experimentales con mayor número de repeticiones y rigor estadístico, a fin de obtener resultados con mayor validez inferencial y fortalecer las conclusiones sobre el impacto real de la suplementación en pollos de engorde.

### Bibliografía

- Bonilla, S., Rodríguez, M., & Pérez, A. (2021). Efecto del estrés calórico en pollos de engorde en climas tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34(2), 155–167.
- Chen, J. Y., & He, J. H. (2018). Impact of heat stress and nutritional interventions on poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 74(4), 647–664. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000727>
- Congreso de la República de Colombia. (22, diciembre de 1993). *Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental*. Diario Oficial No. 41.146. [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html)
- Congreso de la República de Colombia. (28, noviembre de 2008). *Ley 1255 de 2008 Por la cual se declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la creación de un programa que preserve el estado sanitario de país libre de Influenza Aviar, así como el control y erradicación de la enfermedad del Newcastle en el territorio nacional y se dictan otras medidas encaminadas a fortalecer el desarrollo del sector avícola nacional*. Diario Oficial No. 47.187. [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1255\\_2008.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1255_2008.html)
- Congreso de la República de Colombia. (6, enero de 2016). *Ley 1774 de 2016 Por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 49.747. [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1774\\_2016.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1774_2016.html)
- Durán, F., Espinoza, M., & Gabriela, F. (2021). Efecto del vinagre en programas sanitarios de pollos de engorde. *Revista Agropecuaria Tropical*, 39(3), 45–56.
- Ezihe, C. & Dagih, A. (2019). Effect of molasses on performance, haematology and serum chemistry of broiler chickens. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 17(2): 60 -64
- Fang, J., Zhang, W., Liu, G., & Wang, Y. (2024). Dietary Bacillus subtilis postbiotics improve growth performance and gut health in broiler chickens. *Poultry Science*, 103(1), 101–112.
- Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI). (2024). *Informe de gestión 2023–2024: Producción avícola en Colombia*. Fenavi

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *World poultry production and trends 2023*. FAO
- Gaibor Baldeón, J. (2019). *Efecto del vinagre en el agua de bebida sobre el desempeño de pollos de engorde*. [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Técnica de Ambato
- Presidencia de la República de Colombia. (3, agosto de 1994). *Decreto 1840 de 1994 por el cual se reglamenta el control de alimentos para animales. Artículo 65 de la Ley 101 de 1993*. [https://www.ica.gov.co/getattachment/f1021832-6c76-4849-bcd8-520f725907c8/1840-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/f1021832-6c76-4849-bcd8-520f725907c8/1840-(1).aspx)
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2003). *Resolución 150 de 2003 por la cual se establecen requisitos para el registro de alimentos y suplementos para animales*. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30042205>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2014). *Resolución 3651 de 2014 por la cual se adoptan las medidas de bioseguridad para granjas avícolas*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/b8cb4efd-a1b4-409e-a11d-c81b91f59025/2014R3651.aspx>
- Kang, S., Liu, H., & Zhang, Y. (2024). Sodium bicarbonate supplementation affects protein solubility and meat quality of low-salt chicken meat under heat stress. *Food Chemistry*, *430*, 137117.
- Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, *3*(2), 356–369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, (2023). *Boletín de producción avícola en Colombia 2023*. [https://fenavi.org/wp-content/uploads/2024/01/Fenaviquin\\_ed3932024.pdf](https://fenavi.org/wp-content/uploads/2024/01/Fenaviquin_ed3932024.pdf)
- Murillo, P., Gómez, L., & Herrera, D. (2021). Efecto de diferentes dosis de vinagre de banano en el agua de bebida sobre el rendimiento productivo de pollos de engorde. *Revista Agropecuaria Tropical*, *39*(3), 45–56.
- Ortiz López, J. (2022). *Evaluación de fuentes de sodio para control metabólico en pollos de engorde*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Quinteiro-Filho, W. M., Ribeiro, A., Ferraz-de-Paula, V., Pinheiro, M. L., Sakai, M., Sá, L. R., Ferreira, A. J. P., & Palermo-Neto, J. (2010). Heat stress impairs performance and induces

- intestinal inflammation in broiler chickens infected with Salmonella Enteritidis. *Avian Pathology*, 39(6), 447–454. <https://doi.org/10.1080/03079457.2010.518315>
- Song, D. J y King, A. J. (2015). Effects of heat stress on broiler meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 71(4), 701–709. <https://doi.org/10.1017/S0043933915002421>
- Soza Zepeda, M., & Silva Olivas, L. (2021). Uso de bicarbonato de sodio en dietas de pollos broiler bajo estrés calórico. *Revista Latinoamericana de Producción Animal*, 29(2), 115–124.
- Sugiharto, S., & Ranjitkar, S. (2019). Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. *Animal Nutrition*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.11.001>
- Torres, J. (2018). *Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en ambientes tropicales*. Universidad Nacional de Colombia.