

Efecto de la suplementación con harina de plátano verde sobre los índices productivos del pollo
de engorde Ross 308

Alejandro Arenis Hernández, María Camila Hernández Arias

Trabajo de Grado para Optar el título de Zootecnista

Director

Heiner Leandro Tarazona García

Esp. Nutrición y alimentación animal

Codirectora

Luisa Fernanda Mendoza Morales

PhD(C) Biología molecular y biotecnología

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa Zootecnia

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Dedicamos este logro con profundo agradecimiento a nuestros padres y familiares, por su amor, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de este camino. Su ejemplo y sacrificio fueron la fuerza que nos impulsó a seguir adelante y alcanzar esta meta. A nuestros amigos, por su compañía sincera y aliento constante, gracias por estar presentes en los momentos de dificultad y alegría. A todos quienes contribuyeron a nuestro crecimiento personal y profesional, especialmente docentes y mentores, les expresamos nuestra sincera gratitud. Este título representa no solo un logro académico, sino también el reflejo del amor, la confianza y el esfuerzo compartido de todos los que creyeron en nosotros.

María Camila Hernández Arias

Alejandro Arenis Hernández

Agradecimientos

Principalmente, agradecemos a Dios por brindarnos la salud, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar con éxito este proceso académico. Su guía y bendición fueron luz y apoyo constante en cada paso de nuestro camino formativo. A nuestras familias, por su amor, paciencia y respaldo incondicional, por creer en nosotros incluso cuando las dificultades parecían insuperables. Su confianza y apoyo fueron fundamentales para alcanzar esta meta y convertir cada esfuerzo en un logro. A la Universidad Industrial de Santander y a todos los docentes que, con su compromiso, vocación y conocimientos, contribuyeron de manera significativa a nuestro crecimiento académico y personal.

Cada enseñanza recibida ha dejado una huella invaluable en nuestra formación profesional. De manera especial, expresamos nuestro más sincero agradecimiento al director de trabajo de grado, Esp. Heiner Leandro Tarazona García, por su orientación, dedicación y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento fue clave para el cumplimiento de nuestros objetivos y el fortalecimiento de nuestras capacidades como futuros profesionales.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Marco teórico.....	15
2.1 Factores de importancia en la alimentación avícola	15
2.2 Características del pollo Ross 308.....	16
2.2.1 Las fases productivas de pollos de engorde.....	16
2.2.2 Cuidado y manejo de los pollos.....	17
2.3 Plátano verde hartón	17
3. Metodología.....	18
3.1 Localización área de estudio.....	18
3.2 Instalaciones.....	19
3.2.1 Habilitación estructural y funcional del galpón.....	19
3.3 Población y muestra.....	20
3.4 Tipo de investigación.....	20
3.5 Diseño Experimental.....	21
3.6 Consumo de alimento	22
3.7 Variables a evaluar.....	22
3.8 Elaboración de harina de plátano.....	23

4. Resultados	23
5. Discusión	31
6. Conclusiones.....	32
7. Recomendaciones	33
Referencias Bibliográficas	35
Apéndices.....	38

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Fases productivas de pollos	16
Tabla 2. Composición nutricional del plátano verde	18
Tabla 3 Comportamiento productivo de pollos de engorde según sexo y nivel de inclusión de harina de plátano verde durante la etapa de engorde (22–42 días de edad).....	30

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Área de estudio	19
Figura 2 Diseño de cómo se llevaron a cabo los tratamientos experimentales.....	20
Figura 3 Comportamiento del peso corporal de los animales a los 42 días de edad.....	24
Figura 4 Análisis de ganancia de peso diaria (GPD) al finalizar el ciclo productivo	25
Figura 5 Comportamiento de la ganancia de peso acumulada (GPA) entre tratamientos al finalizar el ciclo productivo.....	26
Figura 6 Comportamiento de la conversión alimenticia (CA) según los tratamientos evaluados	27
Figura 7 Análisis de peso en canal para cada uno de los tratamientos	28

Lista de apéndices

Apéndice A. Adecuación de galpón.....	38
Apéndice B Proceso de preparación de la harina.....	39
Apéndice C Pesajes, y medidas previas después que llegaron pollos al galpón	40
Apéndice D Pesaje y marca de pollos de la investigación	40
Apéndice E Mezcla de harina de plátano y purina.....	41
Apéndice F Dia del sacrificio de los pollos	41

Resumen

Título: Efecto de la suplementación con harina de plátano verde sobre los índices productivos del pollo de engorde Ross 308*

Autor: Alejandro Arenis Hernandez, Maria Camila Hernandez Arias**

Palabras Clave: Producción, pollos, harina, tratamientos

Descripción:

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en la alimentación de pollos de engorde Ross 308, proponiendo una alternativa sostenible que fomenta el uso de insumos locales y el aprovechamiento de subproductos agrícolas de la región. Se estableció un diseño completamente al azar con tres tratamientos y dos réplicas por tratamiento, incluyendo 16 animales por réplica para un total de 100 aves: T1 (control): 100% alimento concentrado; T2: 10% de inclusión de harina de plátano verde; y T3: 12% de inclusión de harina de plátano verde. El experimento tuvo una duración de 22 días, correspondientes a la fase de engorde. Las variables evaluadas fueron ganancia diaria de peso (GDP), ganancia de peso acumulada (GPA), conversión alimenticia (CA) y peso en canal. El análisis estadístico, realizado bajo un diseño bifactorial con los factores sexo y nivel de inclusión de harina de plátano verde, evidenció que la suplementación no generó diferencias significativas ($p > 0,05$) en los índices productivos, mostrando resultados similares al tratamiento control. Los machos presentaron un mejor desempeño que las hembras en todas las variables evaluadas, reflejando mayor eficiencia alimenticia y ganancia de peso. La harina de plátano verde puede emplearse como un suplemento energético alternativo viable, capaz de sustituir parcialmente el concentrado comercial sin comprometer el rendimiento productivo ni la eficiencia alimenticia.

*Trabajo de Grado

** Instituto Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Director: Heiner Leandro Tarazona. Esp. Zootecnista. Codirector: Luisa Fernanda Mendoza MSc..

Abstract

Title: Effect of Green Plantain Flour Supplementation on the Productive Performance of Ross 308 Broiler Chickens *

Author(s): Alejandro Arenis Hernández, María Camila Hernández Arias **

Key Words: Production, broilers, flour, treatments

Description:

This study aimed to evaluate the effect of including green banana (*Musa paradisiaca*) flour in the diet of Ross 308 broiler chickens, proposing a sustainable alternative that promotes the use of local inputs and the utilization of agricultural by-products available in the region. A completely randomized design was established with three treatments and two replicates per treatment, including 16 animals per replicate for a total of 100 birds: T1 (control): 100% commercial feed; T2: 10% inclusion of green banana flour; and T3: 12% inclusion of green banana flour. The experiment lasted 22 days, corresponding to the fattening phase. The variables evaluated were daily weight gain (DWG), cumulative weight gain (CWG), feed conversion ratio (FCR), and carcass weight. The statistical analysis, performed under a bifactorial design considering the factors sex and level of inclusion of green banana flour, showed that supplementation did not produce significant differences ($p>0.05$) in the productive indices, presenting results similar to the control treatment. Males exhibited better performance than females in all evaluated variables, reflecting greater feed efficiency and weight gain. Therefore, green banana flour can be used as a viable alternative energy supplement, capable of partially replacing commercial feed without compromising productive performance or feed effici.

* Degree Work

** Institute for regional projection at a distance IPRED. Zootechnics program. Director Heiner Leandro Tarazona. MSc. Zootechnician. Co-director Luisa Fernanda Mendoza MSc.

Introducción

El plátano es una fuente de nutrientes, por eso se considera que es el cuarto cultivo más importante en el mundo, siendo un elemento relevante de la dieta alimentaria en muchos países, principalmente en las poblaciones más pobres de los trópicos bajos (Sánchez et al., 2020). “En Colombia uno de los principales departamentos productores de plátano es Arauca con un 19% de la producción en el país” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo, 2021).

Urrego (2021) expone que en el departamento de Arauca las pérdidas diarias de plátano hartón superan los 360 millones de pesos, lo que representa un fuerte impacto económico para los productores. Este panorama se ha visto agravado por diversas problemáticas fitosanitarias que en los últimos años han afectado la producción en distintas regiones del país. Según el autor, antes de la crisis generada por la pandemia de COVID-19, Arauca alcanzaba una producción anual cercana a las 940.000 toneladas de plátano; no obstante, en el último año los niveles de comercialización se redujeron debido a la caída de la demanda nacional, disminuyendo con ello la rentabilidad del cultivo.

Bustos Flores et al., (2022) destacan que la avicultura ha adquirido un papel fundamental como sector productivo a nivel mundial, ocupando una posición relevante en los mercados nacionales e internacionales. En el caso de Colombia, señalan que este sector se ha consolidado como uno de los más sólidos de la industria, gracias a su crecimiento económico y productivo, así como a la implementación de mejoras sanitarias que han fortalecido su eficiencia.

Colorado et al. (2023) señalan que, desde el periodo de pandemia, el incremento en los precios de las materias primas importadas ha sido especialmente drástico, lo que ha generado

fuertes afectaciones en el sector avícola, evidenciadas en la disminución de ventas y en la alta mortalidad de pollos de engorde.

Con respecto a los productos que son utilizados en las avícolas, Asmar, (2021), indica que, el precio de los concentrados máximo por bulto de 40 kg para pollos de engorde fue de \$90.950 en enero, mientras que en mayo ese mismo producto alcanzó los \$94.600. Para los pollos en etapa de inicio el alimento en el primer mes de 2021 llegó a \$102.333, en el quinto mes del año aumentó a \$106.000 y así se ha mantenido el precio comercial de los concentrados durante el año (Asmar, 2021).

La industria avícola de Arauca se ha visto afectada por las altas temperaturas, lo cual causa estrés por calor (HS), así lo establecen Hirakawa et al (2020). Esto conlleva a una preocupación importante en los productores que hacen parte la industria avícola, afectando negativamente el crecimiento y las funciones inmunológicas; estos factores causan brotes y enfermedades infecciosas lo cual se puede ver afectada económicamente la producción por que para ello se debe implementar tecnología para disipar el calor y prevención de enfermedades de control oficial.

Rangel, (2021) en sus estudios determinó que el uso de harina de plátano verde permite reducir costos en concepto de alimentación por cada kilogramo de carne en canal de pollo, donde la inclusión permite óptimos rendimientos de los parámetros productivos en pollo de engorde.

Así también, como lo puede estipular Ángel et al. (2020) en su estudio en un ambiente amazónico, uno de los productos que más se conoce es el plátano, el cual se puede incluir en la dieta como un suplemento a base de concentrado y harina de plátano para alimento balanceado para pollos en fase de engorde, para brinda una oportunidad de utilización de esta especie vegetal como materia prima para piensos, tomando en cuenta que en un contenido de harina en pequeñas

cantidades de inclusión no altera el contenido proteico, indispensable para el desarrollo metabólico de la especie.

Debido a las anteriores problemáticas mencionadas de precios en alimentación y pérdidas de un producto como el plátano verde en la zona de Arauca y con la finalidad de provocar un impacto en la industria avícola de la zona, se decidió evaluar el efecto de la harina de plátano verde hartón (*Musa paradisiaca*) como inclusión en la alimentación de pollo de engorde Ross 308. ¿Como afecta la inclusión de harina de plátano verde en la alimentación de los pollos de engorde en términos de desarrollo y crecimiento?

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Efecto de la suplementación con harina de plátano verde sobre los índices productivos del pollo de engorde Ross 308

1.2 Objetivos Específicos

Determinar el efecto de la suplementación con harina de plátano verde sobre los índices productivos del pollo Ross 308 (ganancia diaria de peso, conversión alimenticia e índice de productividad) durante la etapa de engorde.

Analizar el efecto de la suplementación con harina de plátano verde en la dieta sobre el peso en canal de pollos de engorde (línea Ross 308).

2. Marco teórico

Según Vandana et al., (2021), resaltan que la industria avícola ha alcanzado una importancia significativa dentro de los sectores agrícolas a nivel mundial. En el contexto colombiano, Gallego (2015), explica que a partir de la segunda mitad del siglo XX la avicultura comenzó a consolidarse gracias al esfuerzo de empresas y organizaciones gremiales, así como al aprendizaje continuo de los productores, quienes incorporaron tecnologías en los sistemas de producción con el fin de incrementar la productividad.

2.1 Factores de importancia en la alimentación avícola

En su estudio Vargas et al., (2018), explican que el alimento constituye uno de los principales componentes del costo total en la producción de pollos de engorde. Por esta razón, las dietas deben formularse de manera que proporcionen un adecuado balance de energía, proteínas, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, con el fin de favorecer un rápido crecimiento y un desempeño productivo óptimo. Así también como lo puede mencionar Amir, (2010) la industria de pollo de engorde a nivel mundial, la práctica es de utilizar de tres a seis raciones durante la corta vida de las aves, dependiendo de los pesos corporales deseados y del menor costo posible.

Al respecto, Jabib et al., (2012), indicaron que, la cantidad de alimento que se debe suministrar a los pollos depende de varios factores, como la edad, el peso, la raza, el sexo, el nivel de actividad y las condiciones ambientales. Como el costo de la alimentación abarca más del 70% del costo total de producción en pollos de engorde, la alimentación restringida evita el desperdicio de alimento y, por lo tanto, minimiza el costo de producción, como por ejemplo Hirakawa et al., (2020) donde la prohibición de los antibióticos en la alimentación de los animales, los

nutricionistas avícolas están cada vez más interesados en el uso de alimentos funcionales. Siendo así la harina de plátano verde una alternativa que contiene cantidades significativas de oligosacáridos que pueden actuar como prebióticos y antioxidantes, lo que la convierte en un posible pienso funcional para pollitos de engorde.

Por lo tanto, (Kumari et al., 2023), indican que, los plátanos se cultivan ampliamente en regiones tropicales y subtropicales; están fácilmente disponibles para varios casos de uso, es decir, la industria alimentaria y los beneficios para la salud. “La evaluación fisicoquímica, térmica de la harina y el almidón, presentaron características térmicas atractivas para reducir costos energéticos en diferentes procesos agroindustriales” (Montoya et al.2015, p. 214).

2.2 Características del pollo Ross 308

Según Vargas et al. (2018) indican que esta línea genética de pollos es una de las más empleadas a nivel mundial, ya que se caracteriza por su buen desarrollo, rápido crecimiento y eficiente conversión alimenticia. Además, destacan su robustez, el alto rendimiento en canal y la versatilidad para adaptarse a una amplia variedad de exigencias del mercado en cuanto al producto final.

2.2.1 Las fases productivas de pollos de engorde

Tabla 1

Fases productivas de pollos

Fases Productivas	Descripción
Pre - inicio	Esta fase se caracteriza por el desarrollo del sistema óseo, vascular e inmune del animal; se fomenta el hábito de consumo de alimento y agua.
Inicio	En esta fase se prepara al pollo para recibir una alimentación más densa y con diferente textura; ya que se requiere desarrollar el esqueleto y prepararlo para el llenado de musculo.

Desarrollo	En esta fase se da una transición del alimento de iniciación al de crecimiento, lo que implica un cambio en la textura y en la densidad nutricional; en esta fase las velocidades de crecimiento aumentan rápidamente.
Engorde	En esta última fase se busca optimizar el rendimiento, realizando una adecuada conversión alimenticia para alcanzar el peso requerido al momento del sacrificio.

Nota. Adaptado de (Vargas et al.,2018).

2.2.2 Cuidado y manejo de los pollos

Conforme evidencia Albertsen (2022), los pollos de engorde necesitan un área limpia y seca que pueda estar bien ventilada. El sitio seleccionado para el corral de los pollos de engorde debe ser alto y, si es posible, el piso del corral debe estar lo suficientemente por encima del nivel del suelo para evitar posibles inundaciones. El alojamiento para los pollos de engorde debe estar separado del alojamiento que se utiliza para otros tipos de aves de corral al mismo tiempo. Durante las primeras semanas de vida, es necesario que las crías de pollo tengan las condiciones adecuadas para cambiar de plumaje. Asegúrese de que las crías de pollo estén secas y que los materiales de cama no estén mojados (Enos, 2018).

2.3 Plátano verde hartón

De acuerdo con Kaur et al, (2020), el almidón de plátano ha atraído una considerable atención en estos días debido a su potencial comercial competitivo y sus características funcionales en términos de bienestar humano. Hoy en día, surge como un producto comercial reciente con una amplia gama de idoneidad para muchos aspectos comerciales, excepto su explotación restringida solo por las industrias alimentarias. Como aditivo, el almidón de plátano verde es el objetivo defendido para derivar muchas de las formulaciones estandarizadas con atributos de salud mejorados.

Tabla 2.*Composición nutricional del plátano verde*

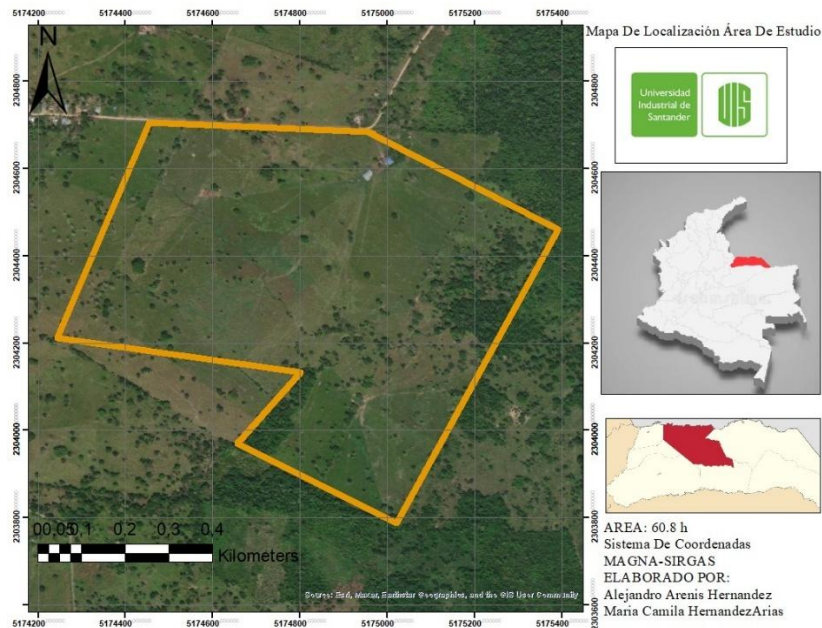
Valor Nutricional	
Componentes	plátano verde (100 g)
Energía	132 calorías
Proteínas	1,20 g
Grasas	0,10 g
Carbohidratos	35,30 g
Fibras	0,50 g
vitamina B1	0,07 mg
vitamina B2	0,04 mg
vitamina B3	0,50 mg
vitamina C	20 mg
vitamina A	106 mg
Potasio	627 mg
Calcio	8 mg
Fosforo	40 mg

Nota. Adaptado de Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.

3. Metodología

3.1 Localización área de estudio

Este proyecto de investigación se desarrolló en La Finca La Libertad del municipio de Arauquita, Departamento Arauca, cuyas coordenadas geográficas son localizada a 6.7534741"N - 71.4196739"W. esta zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 33°C, y una altitud de 132 m.s.n.m, condiciones típicas del piedemonte llanero colombiano. El estudio se llevó a cabo con el propósito de evaluar el uso de harina de plátano verde como inclusión en la dieta durante la etapa de engorde, para evaluar su efecto sobre el desempeño productivo bajo un diseño experimental, que permitió comparar los resultados obtenidos con diferentes niveles de inclusión del ingrediente suministrado dentro de las raciones alimenticias formuladas.

Figura 1*Área de estudio*

Nota. Imagen tomada de navegador de Google Earth.

3.2 Instalaciones

Para el desarrollo del experimento, se empleó un galpón previamente establecido dentro del predio, al cual se le realizaron las adecuaciones necesarias y la verificación de su estructura para garantizar condiciones óptimas de manejo. Asimismo, se comprobó que el ambiente cumpliera con los parámetros adecuados de temperatura, humedad y ventilación requeridos para el bienestar y desempeño de las aves.

3.2.1 *Habilitación estructural y funcional del galpón*

Se realizó una limpieza general de rastrojos y material vegetal alrededor del galpón con el fin de evitar la presencia de plagas y favorecer condiciones sanitarias adecuadas. Asimismo, se llevó a cabo una revisión detallada de toda la estructura del galpón para verificar su buen estado y asegurar que ofreciera un ambiente seguro, higiénico y funcional para el desarrollo del experimento.

Figura 2

Diseño de cómo se llevaron a cabo los tratamientos experimentales



Nota. Imagen elaborada en Word.

3.3 Población y muestra

Se utilizaron 100 pollos de la línea Ross 308 de un día de edad, los cuales se mantuvieron bajo las mismas condiciones de temperatura, humedad y con agua disponible en todo momento. Las unidades experimentales (aves) fueron pesadas a su llegada y, posteriormente, a los 22 días de edad se distribuyeron aleatoriamente en los diferentes tratamientos. Cada cubículo contó con un área de 2 m², alojando 16 pollos distribuidos por sexo. El experimento se estructuró bajo un diseño bifactorial con interacciones, en el cual se evaluaron los efectos de los factores y su interacción sobre las variables productivas. El estudio tuvo una duración total de 22 días, sobre la fase de engorde y las aves fueron adquiridas en la avícola El Diamante, ubicada en la ciudad de Yopal, Casanare. Con indicaciones de mortalidad aproximada del 4 % equivalente a la pérdida de 4 animales por lo que la supervivencia esperada fuese de 96 pollos.

3.4 Tipo de investigación

La investigación corresponde al tipo experimental, dado que se aplicaron tratamientos controlados con el propósito de analizar el efecto de la inclusión de harina de plátano verde en la

dieta sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde. Este enfoque permitió establecer relaciones causales entre los factores evaluados y las respuestas observadas.

3.5 Diseño Experimental

El modelo experimental correspondió a un diseño bifactorial con interacciones, como ampliación del experimento bifactorial descrito anteriormente, excepto que incluye un conjunto adicional de parámetros conocidos como parámetros de interacción y es demostrado con la siguiente formula:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

Donde:

Y_{ijk} representa la respuesta de la k -ésima repetición en el i -ésimo nivel del factor A y j -ésimo nivel del factor B; μ es la media general;

α_i el efecto del factor A (nivel de inclusión); β_j el efecto del factor B (sexo); δ_{ij} la interacción entre los factores; y ϵ_{ijk} el error aleatorio.

Estos permiten evaluar no solo los efectos principales de cada factor por separado, sino también la posible influencia combinada o sinérgica entre ellos sobre las variables de respuesta, proporcionando una interpretación más completa y precisa del comportamiento productivo de las aves. Se establecieron dos tratamientos y un testigo (T), con treinta y dos réplicas por tratamiento, con el propósito de evaluar el efecto de la inclusión de harina de plátano verde en la dieta de pollos de engorde de la línea Ross 308. Los tratamientos se definieron de la siguiente manera: T1 (control), conformado por una dieta basada en 100 % alimento concentrado comercial; T2, con un 10 % de inclusión de harina de plátano verde; y T3, con un 12 % de inclusión de harina de plátano verde. La etapa experimental evaluada correspondió a la fase de engorde, comprendida entre el día 21 y el día 42 de edad de las aves. El periodo total del experimento fue de 22 días, durante los cuales se registraron las variables peso a los días 21 y 42, ganancia diaria de peso (GDP), ganancia

de peso acumulada (GPA) y peso final, con el objetivo de determinar el comportamiento productivo y la respuesta biológica de las aves frente a los diferentes niveles de inclusión de harina de plátano verde en la dieta.

3.6 Consumo de alimento

Para la estimación de las raciones diarias de los animales, se tomó como guía las tablas de consumo de una casa comercial, sin embargo, para los tratamientos T1 y T2 se realizó una inclusión, donde fue remplazado el concentrado comercial con porcentajes de 10% y 12% respectivamente del total dado, por harina de plátano verde en la etapa de engorde.

3.7 Variables a evaluar

- **GPD (Ganancia de peso diaria) (gr/día):** Es un indicador que determina el peso final de los animales listos para sacrificio, con pesos considerables. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$DP = \frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{Número de días}}$$

Donde *Pf* es el peso final, *Pi* es el peso inicial y *t* tiempo que dura el ciclo productivo.

- **GPA (Ganancia de peso acumulada):** Es el resultado de la \sum GDP medidas a los días 21 y 42 de la fase experimental.
- **CA (Conversión Alimenticia):** es un indicador que durante la producción nos permite **evaluar** costos y medir la conversión de alimento a masa muscular, a partir, de las materias primas suministradas al animal, se divide el consumo de alimento con el peso vivo corporal de los pollos. Se determina con la siguiente ecuación:

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

3.8 Elaboración de harina de plátano

Para la preparación de la harina, se realizaron las siguientes actividades:

- Se seleccionaron los plátanos verdes que se desperdiciaban o no se comercializaban.
- Se lavaron con agua corriente para eliminar manchas y otros residuos.
- Se cortaron en trozos o rodajas finas, junto con la cáscara, para facilitar el secado.
- Se colocaron sobre tejas de zinc durante 8 días al sol hasta que perdieran la humedad.
- Luego, se trituraron en trozos más pequeños y se tostaron ligeramente.
- Después del tostado, se molieron en un molino hasta convertirlos en harina.
- Finalmente, la harina se empacó en costales y se almacenó en un lugar seco y seguro.

4. Resultados

En la presente sección se muestran los resultados obtenidos del ensayo experimental realizado para evaluar el efecto de la suplementación con harina de plátano verde sobre los índices productivos del pollo de engorde de la línea Ross 308 durante la etapa de engorde. Los parámetros evaluados incluyeron el peso corporal a los 42 días, la ganancia diaria de peso (GDP), la ganancia de peso acumulada (GPA), la conversión alimenticia (CA) y el peso en canal, analizados en función del sexo y de los diferentes niveles de inclusión de harina de plátano verde (0%, 10% y 12%).

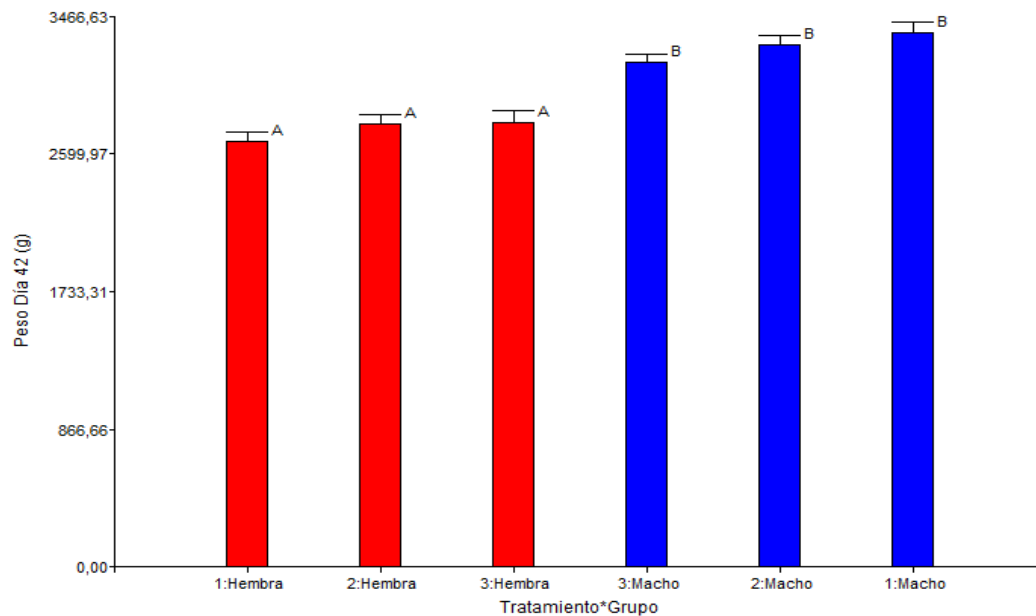
Los resultados permiten observar el comportamiento productivo de los animales frente a los tratamientos aplicados, evidenciando diferencias entre machos y hembras, así como la respuesta del crecimiento ante la suplementación evaluada. A continuación, se presentan de

manera detallada las gráficas correspondientes a cada variable productiva, que facilitan la interpretación visual del efecto de los tratamientos sobre el desempeño de las aves.

El modelo experimental correspondió a un diseño bifactorial con interacciones, como ampliación del experimento bifactorial.

Figura 3

Comportamiento del peso corporal de los animales a los 42 días de edad



Nota. Peso promedio de los pollos Ross 308 al día 42 de edad según el tratamiento y el sexo.

En la Figura se observa el efecto de la suplementación con harina de plátano verde sobre el peso corporal de los pollos de engorde Ross 308 al día 42 de edad, diferenciando los grupos por sexo. Los resultados muestran que los machos alcanzaron pesos significativamente superiores ($p < 0,05$) en comparación con las hembras, lo que concuerda con la tendencia fisiológica de mayor crecimiento en machos debido a su mayor tasa metabólica y consumo de alimento.

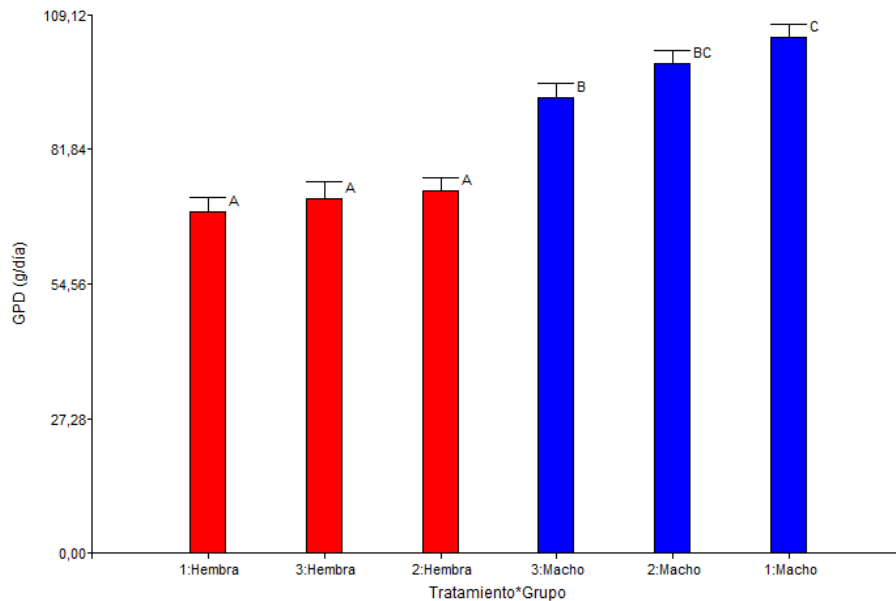
Dentro de los tratamientos, no se evidenciaron diferencias estadísticas entre los niveles de inclusión de harina de plátano verde (10% y 12%) respecto al grupo control en ninguno de los

sexos evaluados, lo cual indica que la sustitución parcial del concentrado comercial por harina de plátano no afectó negativamente el desarrollo corporal de las aves.

En los machos, los pesos finales oscilaron entre 3176 y 3365 g, mientras que en las hembras se registraron valores promedio entre 2679 y 2796 g. Estos resultados sugieren que la harina de plátano verde puede emplearse como suplemento energético alternativo sin comprometer el rendimiento productivo, especialmente en sistemas que buscan reducir costos alimenticios sin detrimento de la ganancia de peso.

Figura 4

Análisis de ganancia de peso diaria (GPD) al finalizar el ciclo productivo



Nota. Efecto de la suplementación con harina de plátano verde sobre la ganancia diaria de peso (GDP) en pollos de engorde Ross 308.

Durante la etapa de engorde. Se observó una clara diferencia significativa ($p < 0,05$) entre machos y hembras, siendo los machos quienes presentaron mayores valores de GDP en todos los tratamientos.

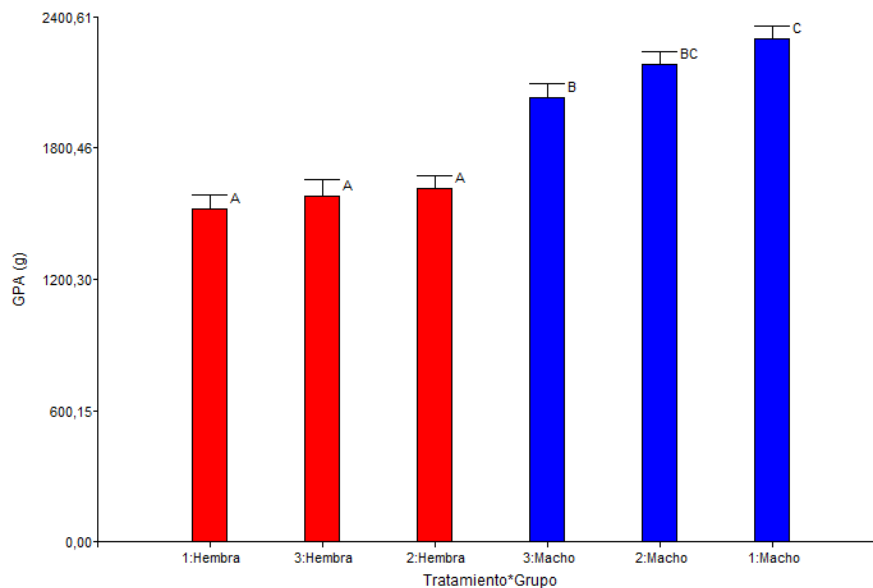
Los resultados muestran que los machos alcanzaron ganancias diarias promedio entre 92,48 y 104,50 g/día, mientras que las hembras registraron valores entre 69,3 y 73,51 g/día. Esta diferencia refleja el comportamiento natural de crecimiento más acelerado en los machos, asociado a su mayor consumo de alimento y eficiencia metabólica.

Respecto a los tratamientos, no se evidenciaron diferencias significativas entre los niveles de inclusión de harina de plátano (10% y 12%) y el grupo control, lo que indica que la incorporación de esta fuente energética no afectó negativamente la tasa de crecimiento de las aves.

Por el contrario, se mantuvo un desempeño estable, lo que sugiere que la harina de plátano verde puede emplearse como un suplemento viable dentro de la dieta sin comprometer la ganancia diaria de peso ni el rendimiento productivo.

Figura 5

Comportamiento de la ganancia de peso acumulada (GPA) entre tratamientos al finalizar el ciclo productivo



Nota. Ganancia de peso acumulada (GPA) de pollos Ross 308 al finalizar la etapa de engorde (día 42) según tratamiento y sexo.

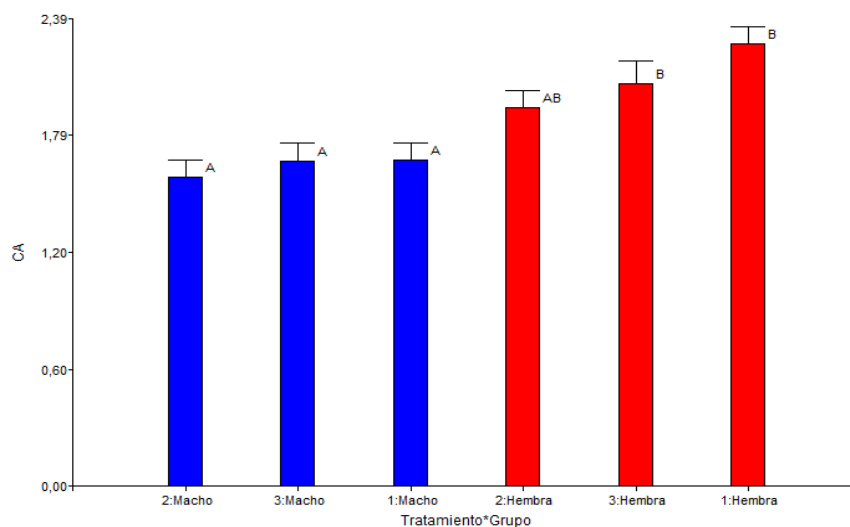
Los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre machos y hembras, donde los machos alcanzaron mayores valores de GPA en todos los tratamientos.

En los machos, la ganancia acumulada osciló entre 2034 y 2299 g, mientras que en las hembras los valores se mantuvieron entre 1524 y 1617 g. Este comportamiento reafirma la superioridad de los machos en crecimiento corporal, producto de su mayor eficiencia en la utilización del alimento y tasa de deposición de masa muscular.

En cuanto al efecto del tratamiento, no se observaron diferencias estadísticas entre los niveles de inclusión de harina de plátano verde (10% y 12%) y el grupo control, indicando que su incorporación en la dieta no afectó negativamente la ganancia acumulada. Esto demuestra que la harina de plátano verde puede ser empleada como fuente energética alternativa sin comprometer el rendimiento productivo, lo cual representa una opción viable para optimizar la dieta, sin pérdida de desempeño.

Figura 6

Comportamiento de la conversión alimenticia (CA) según los tratamientos evaluados.



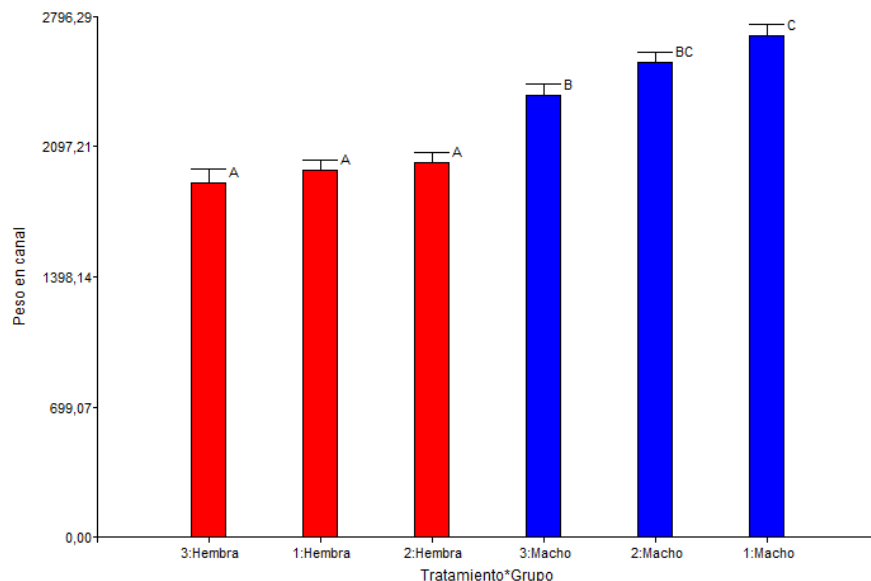
Nota. Conversión alimenticia (CA) de los pollos Ross 308 al día 42 de edad según tratamiento y sexo.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sexos, siendo los machos más eficientes en la utilización del alimento que las hembras. Los machos registraron valores promedio de conversión entre 1,58 y 1,67, mientras que las hembras presentaron valores entre 1,94 y 2,26, lo cual indica que requirieron una mayor cantidad de alimento para obtener una misma ganancia de peso.

En cuanto al efecto de los tratamientos, no se detectaron diferencias significativas entre los niveles de inclusión de harina de plátano verde (10% y 12%) y el grupo control dentro de cada sexo, lo que demuestra que la sustitución parcial del concentrado comercial por este ingrediente no afectó la eficiencia alimenticia de las aves. Esto evidencia que la harina de plátano verde puede incorporarse en la dieta como una alternativa viable desde el punto de vista nutricional y económico, manteniendo una conversión adecuada y sin comprometer el rendimiento productivo.

Figura 7

Análisis de peso en canal para cada uno de los tratamientos



Nota. Peso en canal de los pollos Ross 308 al día 42 de edad según tratamiento y sexo.

Los resultados evidencian diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sexos, siendo los machos quienes presentaron mayores valores de peso en canal en comparación con las hembras. Este comportamiento está directamente relacionado con la mayor ganancia de peso y desarrollo muscular observados en los machos durante el ciclo productivo.

En los tratamientos con machos, los valores promedio oscilaron entre 2372,9 y 2694,1 g, mientras que en las hembras variaron de 1905 a 2010 g. A pesar de estas diferencias entre sexos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (10% y 12% de harina de plátano verde) respecto al control dentro de cada grupo. Esto sugiere que la inclusión del subproducto no afectó negativamente el rendimiento en canal, manteniendo valores comparables a los obtenidos con la dieta comercial convencional.

En conjunto, los resultados indican que la harina de plátano verde puede incorporarse en la dieta de los pollos de engorde como fuente energética alternativa sin comprometer la calidad ni el rendimiento de la canal, cumpliendo así con los objetivos planteados en cuanto a la evaluación del efecto productivo y económico del suplemento alimenticio.

Tabla 3

Comportamiento productivo de pollos de engorde según sexo y nivel de inclusión de harina de plátano verde durante la etapa de engorde (22–42 días de edad).

Sexo	Tratamiento	Peso 42 días (g)	GDP (g/día)	GPA (g)	CA	Peso en canal (g)
Hembras	T1	2679,22 ±	69,3 ±	1524,56 ±	2,26 ±	1969 ±
	Control	320,27 ^a	8,89 ^a	195,55 ^a	0,39 ^a	240,20 ^a
	T2: 10%	2789,27 ±	73,51 ±	1617,31 ±	1,94 ±	2010,19 ±
		377,19 ^a	11,24 ^a	247,33 ^a	0,38 ^a	282,89 ^a
	T3: 12%	2796,58 ±	71,75 ±	1578,40 ±	2,06 ±	1905 ±
		453,50 ^a	17,93 ^a	394,44 ^a	0,78 ^a	340,12 ^a
Machos	T1	3365,95 ±	104,50 ±	2299 ±	1,67 ±	2694,14 ±
	Control	293,78 ^b	8,95 ^c	196,98 ^c	0,14 ^b	220,33 ^c
	T2: 10%	3287,83 ±	99,28 ±	2184,25 ±	1,58 ±	2547,84 ±
		204,22 ^b	8,71 ^c	191,72 ^c	0,14 ^b	153,16 ^c
	T3: 12%	3176,31 ±	92,48 ±	2034,63 ±	1,67 ±	2372,95 ±
		267,46 ^b	10,47 ^b	230,36 ^b	0,19 ^b	200,6 ^b

Nota. La tabla representa los promedios obtenidos para cada tratamiento y sexo, letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

La tabla resume los principales parámetros productivos de los pollos de engorde Ross 308 suplementados con harina de plátano verde durante la etapa de engorde. En general, los resultados evidenciaron que los machos obtuvieron un mejor desempeño en todas las variables evaluadas (peso final, ganancia diaria y acumulada de peso, conversión alimenticia y peso en canal) en comparación con las hembras, lo cual es consistente con su mayor potencial de crecimiento.

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con inclusión de harina de plátano verde (10% y 12%) y el grupo control, indicando que la sustitución parcial del concentrado comercial no afectó negativamente el desempeño de las aves. Estos resultados demuestran que la harina de plátano verde puede utilizarse como suplemento energético alternativo sin comprometer los índices productivos ni la calidad del peso en canal, cumpliendo así con los

objetivos planteados de evaluar su efecto sobre la eficiencia alimenticia y el rendimiento productivo.

5. Discusión

Rangel, (2021) quien realizó un ensayo implementando la harina de plátano, resaltando la utilización de la raza Ross 308 por su adaptabilidad, rusticidad y ganancia diaria de peso, con inclusiones de T1: 5% - T2: 10 % - T3: 15% y T4: 20%, lograron obtener ganancias diarias de peso promedio de 58,71 – 58,07 – 71,70 – y 58,59 respectivamente; en contraste con este estudio se encontraron valores similares en las GDP con el tratamiento T3 de ambos estudios, en el grupo de la hembras con un valor de 71,75. Mientras que con el grupo de los machos en el mismo tratamiento se presentó un valor mucho mayor con 92,48 de GDP, destacando que en este estudio se estableció en el tratamiento T3 una menor inclusión de harina de plátano.

en su evaluación de diferentes niveles de inclusión de harina de plátano (*Musa paradisiaca*) en la alimentación de pollos de engorde y gallinas de postura; mostraron resultados en el parámetro de CA (conversión alimenticia), valores mayores a los del presente estudio en los tratamientos del primer ensayo con la inclusión de plátano de T1: 20 % - T2: 25% y T3: 30%, en la fase de finalización con resultados de 2,132 – 2,164 y 2,200 respectivamente, lo cual representa una conversión alimenticia menor a la obtenida en nuestro estudio realizado, con valores promedio de T2: 10% de 1,94 y T3:12 % de 2,06 en hembras y en machos de T2: 10 % de 1,58 y T3: 12 % de 1,67. Se resalta también que estos valores pueden variar debido a las condiciones de manejo y clima, dado que son marcadas las diferencias entre los 2 lugares de estudio.

Para la variable de PC (peso en canal), se encontraron pesos promedio en hembras entre T3: 1905 gr a T2: 2010,19 gr, mientras que en machos fue de T3: 2372,9 y T2: 2547,84 (Tabla 3

en comparación a los resultados encontrados por Rangel, (2021) donde fue menor en los tratamientos T2: 2092 gr – T2: 2070,5 y T4: 2150,00, mientras que en el tratamiento T3: 2720,83 en comparación con los tratamientos de este estudio este fue superior, con una inclusión mayor de harina de plátano.

6. Conclusiones

La suplementación con harina de plátano verde en la dieta de pollos Ross 308 no afectó de manera significativa los índices productivos (peso final, ganancia diaria y acumulada de peso, conversión alimenticia y peso en canal), evidenciando que este subproducto puede ser incorporado sin alterar el rendimiento del lote.

Los resultados demuestran que los machos alcanzaron mejores valores productivos que las hembras en todas las variables evaluadas, lo que concuerda con su mayor capacidad de conversión y desarrollo corporal.

Los valores obtenidos de peso a los 42 días y de ganancia diaria de peso evidencian que la harina de plátano verde puede emplearse como suplemento energético alternativo, contribuyendo a diversificar la formulación alimenticia en sistemas avícolas.

Desde el punto de vista nutricional la inclusión de harina de plátano verde representa una estrategia alimentaria innovadora, que aporta energía de liberación lenta gracias a su alto contenido de almidones resistentes, la cual la posiciona como un recurso local, funcional y sostenible, capaz de fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en la producción avícola moderna.

En el trabajo realizado no se observan diferencias significativas entre los indicadores productivos, el uso de harina de plátano verde es un ingrediente que permite mantener la eficiencia alimenticia y el desarrollo muscular, demostrando que su valor no solo radica en reemplazar parcialmente el concentrado comercial, si no en ampliar el espectro de ingredientes funcionales disponibles para la formulación de dietas avícolas.

En las hembras, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos para ninguna de las variables evaluadas, lo que sugiere que la inclusión de harina de plátano verde hasta niveles del 12% no afecta el desempeño productivo ni el rendimiento de canal.

En el caso de los machos, se evidenció una ligera disminución en la ganancia de peso (GDP y GPA) con el incremento en el nivel de inclusión (10% y 12%), aunque las diferencias no fueron marcadas. Sin embargo, la conversión alimenticia se mantuvo similar entre tratamientos, lo que indica que la harina de plátano puede ser utilizada sin detrimento en la eficiencia alimenticia.

El peso en canal no presentó diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en ninguno de los sexos, lo cual sugiere que la sustitución parcial del alimento convencional por harina de plátano verde no compromete el rendimiento de canal.

7. Recomendaciones

Realizar estudios complementarios que evalúen el efecto de este suplemento en diferentes etapas de crecimiento o con otros niveles de inclusión, para determinar su límite óptimo de uso.

Implementar la con harina de plátano verde puede ser como estrategia es una alternativa rentable, sostenible lo cual permite el aprovechamiento de un recurso local, especialmente en zonas donde el plátano es un recurso abundante y de bajo costo.

Evaluar la rentabilidad económica completa del uso de harina de plátano verde considerando el costo de producción, la disponibilidad del insumo y su impacto en la eficiencia alimenticia.

Promover el aprovechamiento de subproductos agroindustriales como el plátano verde en la formulación de raciones balanceadas, fomentando una producción avícola más sostenible y competitiva.

Referencias Bibliográficas

- Albertsen, f. d. (2022). Market broiler pens their care and management for 4-h and ffa members.amir,n.(2010,september).Alimentación del pollo.
<https://www.elsitioavicola.com/articles/1816/alimentacion-del-pollo-introduccion/>
- Angel, m., estrella, e., leonardo, g., & caiza, o. (2020). Bromatological evaluation of diets using flour from refuse banana wastes información del artículo cc by-nc-sa 4.0 revista espamciencia 11(1):12-18. <https://doi.org/10.51>
- Asmar, s. (2021, july 15). Las causas detrás del alto costo en el primer semestre de concentrados para animales. agronegocios.
- Bustos flores, j. m., martínez torres, l., chicas martínez, a., karla gonzález zárata, a., comercial fernando puga rosales, g., & cobranza raúl gonzález garcía, c. y. (2022). Los avicultores y su entorno. www.institutohuevo.com
- Colorado, l. c., & cascavita, j. d. (2023). Análisis de producción del concentrado avícola en global feed nutrition.
- Diario oficial. (1994). ley 117 de 1994.
- Enos, h. l. (2018). Brooding and space requirements for poultry.
- Gallego, j. (2015). Diseño de un plan de mejoramiento, para la certificación de granja avícola biosegura de postura y/o levante, en la empresa arrodrido s.a.s., unidad productiva la bonita, ubicada en el municipio de santa fe de antioquia.
- Hirakawa, r., nurjanah, s., furukawa, k., murai, a., kikusato, m., nochi, t., & toyomizu, m. (2020). Heat stress causes immune abnormalities via massive damage to effect proliferation and

- differentiation of lymphocytes in broiler chickens. *frontiers in veterinary science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00046>
- Jabib, l., otero, o., robles, f., & vergara, o. (2012). Effect of feed restriction on productive parameters in broilers. in *rev. colombiana cienc. anim* (vol. 4, issue 1).
- Kaur, l., dhull, s. b., kumar, p., & singh, a. (2020). Banana starch: properties, description, and modified variations - a review. *international journal of biological macromolecules*, 165, 2096–2102. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.058>
- Kumari, p., gaur, s. s., & tiwari, r. k. (2023). Banana and its by-products: a comprehensive review on its nutritional composition and pharmacological benefits. *efood*, 4(5). <https://doi.org/10.1002/efd2.110>
- Ley_117_de_1994. (n.d.).
- Ministerio de agricultura y desarrollo. (2021). Cadena de plátano.
- Montoya, j., quintero, j, & lucas, c. (2015). Thermal and rheological evaluation of flour and starch from banana dominico harton (*musa paradisiaca abb*). www.aviagen.com
- Rangel, r. l. (2021). Efecto de la inclusión de harina de plátano verde en la dieta para pollos de engorde de la línea ross 308.
- Sánchez, j. v., sánchez, j., & florez, a. o. (2020). Characterization of the residues from the harvest of the harton banana for potential industrial use. *aibi, revista de investigacion administracion e ingenierias*, 8(3), 13–16. <https://doi.org/10.15649/2346030x.821>
- Sosa-león, j. l., & saavedra-córdova, l. o. (2023). Evaluación de la harina de banano (*musa paradisiaca l.*) utilizada en la alimentación de pollos cobb 500 en las fases de inicio, crecimiento y engorde. *revista de investigación agropecuaria science and biotechnology*, 3(2), 13–30. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20232.909>

- Urrego, a. (2021, may 19). Hay 4.000 toneladas de plátano en riesgo de pérdida en arauca por cuenta de bloqueos. Agronegocios.
- Vandana, g. d., sejian, v., lees, a. m., pragna, p., silpa, m. v., & maloney, s. k. (2021). Heat stress and poultry production: impact and amelioration. *international journal of biometeorology*, 65(2), 163–179. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02023-7>
- Vargas, a., serrano, k., watler, w., morales, m., & vignola, r. (2018). Ficha técnica sector productivo avícola.
- Velásquez trejo, e. (2021); Inclusión de tres niveles (2, 4 y 6%) de harina de plátano verde (musa x paradisiaca) como fuente de carbohidratos en la alimentación de pollos broiler en el cantón santo domingo. utc. latacunga. 88 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10224>
- Vera, a. (2017). Rendimiento productivo de gallinas ponedoras usando harina de banano integral (musa paradisiaca) y banano oligosacáridos. (tesis de maestría). universidad nacional agraria la molina. lima, Perú. recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3449> congreso de la república de colombia (1979). Ley 11 del 5 de marzo de 1979 “por la cual se reconoce la profesión de bibliotecólogo y se reglamenta su ejercicio”. bogotá: el congreso.

Apéndices

Apéndice A.

Adecuación de galpón



Apéndice B

Proceso de preparación de la harina



Apéndice C

Pesajes, y medidas previas después que llegaron pollos al galpón.



Apéndice D

Pesaje y marca de pollos de la investigación.



Apéndice E

Mezcla de harina de plátano y purina.



Apéndice F

Día del sacrificio de los pollos.

