

Transformación de pulpa de café para alimentación de gallinas ponedoras en Pitalito Huila

Leidy Xiomara Murcia Traslaviña

Asesor

Leonel Sterling Rojas

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Zootecnia

2025

Nota de Aceptación

Leonel Sterling Rojas

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Quiero dedicar mi proyecto de investigación principalmente a Dios, por darme la sabiduría, entendimiento y tenacidad para culminar este ciclo académico tan importante en mi vida.

A mi padre, por sus noches de desvelo acompañando mi camino educativo, por su motivación y guía constante para realizar mis trabajos de forma correcta y eficaz.

A mi esposo, por su compañía durante todo este proceso, su apoyo constante, por las palabras de aliento y por dedicar tiempo para que yo pudiera realizar mis actividades y culminar de manera exitosa este ciclo educacional.

Agradecimientos

Quisiera comenzar expresando mis agradecimientos a mi tutor y guía en este proyecto de investigación, el Magister Leonel Sterling Rojas, por su dedicación, tiempo y guía, las cuales fueron fundamentales para la ejecución de este trabajo.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, que me brindó la oportunidad de crecer académicamente y participar de forma activa en el semillero de investigación SIDEAS con el cual respaldo el desarrollo de este proyecto.

Agradezco también a los programas gubernamentales educativos “Generación E” porque me brindaron los fondos económicos para poder acceder a la educación superior de forma gratuita y porque incentivaron el comenzar y terminar de esta carrera de manera exitosa.

A mi familia, les agradezco su apoyo constante, las palabras de aliento, la confianza que me dieron para creer en mí y en este proceso académico, por sentirse orgullosos y animarme a terminar la carrera. A mi hermana por brindarme la confianza y las herramientas para comenzar y culminar esta fase educativa, por sus palabras de aliento y apoyo constante, los cuales fueron un pilar de contención en mis momentos de flaqueza.

Finalmente agradezco a mis hijos, que comprendieron la demanda de tiempo que requería mis estudios y me apoyaron con su paciencia, empatía y responsabilidad para que yo pudiera efectuar mis actividades académicas de manera eficiente.

A todos gracias por ser parte de este maravilloso camino de aprendizaje.

Resumen

El proyecto transformación de pulpa del café para alimentación de gallinas ponedoras en Pitalito Huila tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental del aprovechamiento de la pulpa del café en la alimentación de gallinas ponedoras mediante prácticas adecuadas de transformación y utilización que contribuyan a la sostenibilidad y eficiencia en la producción animal en la región de Pitalito Huila. El vacío de conocimiento se fundamentó en la falta de información disponible acerca de la utilización de pulpa de café deshidratada y molida en alimentación de aves de postura, siendo al mismo tiempo factor de innovación en la investigación de esta temática. Metodológicamente se realizó un análisis químico a la harina de pulpa de café en laboratorio certificado y se implementó un ensayo de alimentación con 48 aves de postura para el cual se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones de tres unidades experimentales cada una y se aplicaron cuatro tratamientos consistentes en dietas isoprotéicas e isoenergéticas balanceadas con adición de harina de pulpa de café en proporciones de 10% (T1), 15% (T2), 20% (T3) y el tratamiento testigo de 0% (T4); las variables evaluadas fueron producción de huevo (%), tamaño de huevos (g), peso de las aves (kg) y consumo de alimento (g). Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y no significativas entre los bloques. La pulpa de café puede ser utilizada en aves de postura en la fase de producción con inclusión en la dieta hasta un 10% sin que se afecte la producción de huevos, con lo cual se hace un aporte a la economía de los productores por la disminución en costos y al ambiente por la menor afectación en términos de contaminación de suelo, agua y aire.

Palabras clave: Transformación, producción de huevos, alimentación con pulpa de café, alimentación de gallinas, análisis económico.

Abstract

The coffee pulp processing project for laying hen feed in Pitalito, Huila, aimed to evaluate the technical, economic, and environmental viability of using coffee pulp to feed laying hens through appropriate processing and utilization practices that contribute to the sustainability and efficiency of animal production in the Pitalito, Huila region. The knowledge gap was based on the lack of available information about the use of dehydrated and ground coffee pulp in laying hen feed, which was also a factor of innovation in research on this topic. Methodologically, a chemical analysis was performed on the coffee pulp flour in a certified laboratory and a feeding trial was implemented with 48 laying hens. A randomized block experimental design was used with four replicates of three experimental units each and four treatments were applied consisting of balanced isoproteic and isoenergetic diets with the addition of coffee pulp flour in proportions of 10% (T1), 15% (T2), 20% (T3) and the control treatment of 0% (T4); the variables evaluated were egg production (%), egg size (g), bird weight (kg) and feed consumption (g). The results obtained showed statistically significant differences between treatments and non-significant differences between blocks. Coffee pulp can be used in laying hens during the production phase, including up to 10% of the total in their diets without affecting egg production. This contributes to the producers' economies through lower costs and to the environment through reduced impacts on soil, water, and air pollution.

Keywords: Processing, egg production, coffee pulp feeding, chicken feeding, economic analysis.

Tabla de Contenido

Introducción	12
Justificación.....	14
Objetivos	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos.....	16
El problema	17
Definición del Problema	17
Pregunta Problema.....	18
Marco de Referencia	19
Marco Teórico.....	19
Estado del Arte de la Investigación.....	21
Metodología de la Investigación	23
Localización del Experimento	23
Diseño Estadístico.....	24
Evaluación de la Calidad Nutricional de la Pulpa de Café	25
Evaluación del Rendimiento Productivo Animal.....	26
Evaluación Económica y Ambiental.	26
Resultados	27
Análisis Químico de la Pulpa de café Deshidratada y Molida.....	27
Evaluación de la Producción Animal Con Suministro de Cereza de Café Deshidratada y Molida.....	33
Análisis Estadístico de los Resultados	53

Análisis Estadístico para la Variable Producción de Huevos	54
Análisis Estadístico para la Variable Peso de Huevos	59
Análisis Estadístico para la Variable Peso de las Gallinas.....	60
Análisis Estadístico para la Variable Consumo de Alimento	61
Análisis Económico y Ambiental	63
Discusión de Resultados.....	65
Conclusiones	69
Recomendaciones	71
Recomendaciones Prácticas	71
Referencias Bibliográficas.....	72
Apéndices	77

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Imagen comparativa de una fuente de agua sin y con laboreo del café.....</i>	18
Figura 2 <i>Ubicación de las gallinas del ensayo</i>	23
Figura 3 <i>Proceso de deshidratación y molienda de la pulpa de café para la obtención de la harina</i>	27
Figura 4 <i>Porcentaje diferencial producto-desecho del fruto del café maduro</i>	28
Figura 5 <i>Porcentajes de materia seca y humedad de la pulpa de café en fresco.....</i>	30
Figura 6 <i>Valores porcentuales de nutrientes de la pulpa de café deshidratada y molida</i>	31
Figura 7 <i>Grupo de aves en el sitio de la experimentación</i>	34
Figura 8 <i>Toma de peso individual de las gallinas.....</i>	35
Figura 9 <i>Distribución de peso promedio de gallinas del ensayo (kg).....</i>	36
Figura 10 <i>Peso promedio de huevos por bloques el primer día del ensayo (g).....</i>	37
Figura 11 <i>Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 1.....</i>	39
Figura 12 <i>Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 2.....</i>	39
Figura 13 <i>Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 3.....</i>	40
Figura 14 <i>Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 4.....</i>	41
Figura 15 <i>Peso promedio de huevos en el bloque 1(g)</i>	42
Figura 16 <i>Peso promedio de huevos en el bloque 2 (g)</i>	43
Figura 17 <i>Peso promedio de huevos en el bloque 3 (g)</i>	44
Figura 18 <i>Peso promedio de huevos en el bloque 4 (g)</i>	45
Figura 19 <i>Peso promedio de gallinas por tratamiento en el bloque 1(kg)</i>	46
Figura 20 <i>Peso promedio de gallinas en el bloque 2 (kg).....</i>	47
Figura 21 <i>Peso promedio de gallinas en el bloque 3 (kg).....</i>	48

Figura 22 <i>Peso promedio de gallinas en el bloque 4 (kg)</i>	48
Figura 23 <i>Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 1 (kg)</i>	49
Figura 24 <i>Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 2 (kg)</i>	50
Figura 25 <i>Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 3 (kg)</i>	51
Figura 26 <i>Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 4 (kg)</i>	51

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Dietas para alimentación de gallinas de postura con aporte de pulpa de café</i>	25
Tabla 2 <i>Producción de pulpa por bulto de café maduro</i>	28
Tabla 3 <i>Aprovechamiento en pulpa por bulto de café</i>	29
Tabla 4 <i>Resultados del análisis químico de laboratorio a la pulpa de café deshidratada</i>	31
Tabla 5 <i>Peso de gallinas por bloque al inicio del ensayo (kg)</i>	35
Tabla 6 <i>Peso de huevos en el primer día del ensayo (gr)</i>	37
Tabla 7 <i>Producción de huevos promedio por semana por tratamiento y por bloque (%)</i>	38
Tabla 8 <i>Peso promedio de huevos por bloques y tratamientos (g)</i>	42
Tabla 9 <i>Peso promedio de gallinas entre bloques y tratamientos (kg)</i>	46
Tabla 10 <i>Consumo de alimento promedio diario por ave por bloques y tratamientos (g)</i>	49
Tabla 11 <i>Sumatoria de datos de postura de las gallinas por bloque y por tratamiento (%)</i>	54
Tabla 12 <i>Sumatoria de datos elevados al cuadrado por tratamiento y por bloque</i>	55
Tabla 13 <i>Suma de datos por tratamiento</i>	56
Tabla 14 <i>Suma de bloques y sus respectivos cuadrados</i>	56
Tabla 15 <i>Análisis de varianza para la variable producción de huevos</i>	58
Tabla 16 <i>Análisis de varianza para la variable peso de huevos</i>	59
Tabla 17 <i>Análisis de varianza para la variable peso de las gallinas</i>	60
Tabla 18 <i>Análisis de varianza para la variable consumo de alimento</i>	62
Tabla 19 <i>Rentabilidad anual de la cereza de café producida en Pitalito para alimentación de gallinas ponedoras en proporción del 10% con costos del mercado local</i>	63

Introducción

Ante la permanente búsqueda que tiene el ser humano por vivir mejor, optando por una buena rentabilidad para el apoyo de su familia y tomando en cuenta que en la municipalidad de Pitalito Huila su economía se fundamenta en el renglón del café, el cual es altamente adaptable a las condiciones climáticas, edáficas y culturales; siendo la producción cafetera, el principal renglón económico del municipio, sin embargo, se presenta una alta afectación medioambiental, debido a la deficiente disposición de los subproductos que fungen como desechos y a una pérdida relativa debido al desaprovechamiento de los mismos en dicha explotación.

Si se toma en cuenta que la ciudad de Pitalito tiene el 41,41% de habitantes rurales y la UNAD, y su Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA, a la cual pertenece el programa de Zootecnia, en el cual se encuentran matriculados un alto número de estudiantes del área rural, quienes deben abanderarse de proyectos que impacten su quehacer, por lo que se optó por implementar el proyecto “Transformación de la pulpa de café para alimentación de gallinas ponedoras en Pitalito Huila” en procura de mitigar parte de la problemática ambiental y de deterioro económico, para lo cual se implementaron dietas en las que se incluyó diferentes porcentaje de pulpa de café deshidratada en la alimentación de gallinas de postura en su fase productiva, potencializando su alimentación a fin de buscar huevos de calidad más orgánica, disminuir costos de alimentación mediante la utilizar subproductos provenientes del cultivo del café que vienen siendo desechados y ocasionando un alto impacto ambiental negativo.

Los estudios ratifican la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta la adaptación y optimización de los procesos de transformación para posibilitar el éxito en el aspecto económico, ambiental, nutricional y social, por tanto, se hizo el comparativo a partir de la práctica del

proceso de deshidratación de la pulpa de café, en cuanto a conservación y nutrientes, paso seguido se realizó el análisis químico que corrobora el contenido nutricional de la pulpa como tal, con la que luego se balancearon las dietas, de acuerdo con los requerimientos nutricionales, en porcentajes definidos.

A pesar de seguir los estudios previos, dentro del proceso, hubo variación en el comportamiento de las aves, lo que implicó realizar algunos cambios de estrategia y manejo alimenticio, para lograr ajustar una fórmula valedera, que finalmente permitió alcanzar los resultados que se presentan en este trabajo.

Justificación

A partir de la importancia que reviste la caficultura en Colombia por ser la base de la economía de muchas familias y porque en general la producción de café se realiza a partir de la agricultura familiar y por supuesto en el departamento del Huila y en el municipio de Pitalito el proceso se desarrolla de la misma manera, pero así como genera beneficios económicos y sociales también está haciendo una afectación de gran magnitud al medio ambiente por la disposición inadecuada de los residuos de la producción entre los cuales está la pulpa o cereza producto del proceso de beneficio, los cuales se quieren aprovechar a partir del proceso de deshidratación y de esa forma poder utilizarlos en la alimentación de animales.

Teniendo en cuenta que en los procesos de producción animal alrededor del 70% de los costos corresponden al valor de la alimentación, se busca con este proyecto disminuir esas cifras para que los productores tengan un incentivo más para la realización de su trabajo y cuya ganancia sea tanto en el aspecto ambiental como en lo económico, lo que daría como resultado o consecuencia una mejora en la calidad de vida de las familias cafeteras y productoras de animales de granja.

Se trata del aprovechamiento de un recurso local y abundante en el municipio de Pitalito Huila, que es la pulpa del café como subproducto que puede ser procesado para luego utilizarlo como alimento para gallinas ponedoras, lo que representa una oportunidad de uso de un recurso local disponible en abundancia, reducir así los costos asociados con la alimentación animal, promover la economía regional y contribuir con la mejora del medio ambiente.

Con la ejecución del proyecto “Transformación de pulpa de café para alimentación de gallinas ponedoras en Pitalito Huila” se pretende dar valor agregado a un subproducto del beneficio del café que actualmente está siendo generador de una problemática ambiental y que al

utilizarlo en la alimentación animal se logra mejorar la situación de costos de producción a favor de los pequeños productores para que sus procesos sean más eficientes y sustentables, de tal forma que redunde en la mejora de la calidad de vida de sus familias.

Es una oportunidad también para que los cafeteros hagan diversificación de ingresos mediante la implementación de proyectos productivos, en este caso, de gallinas ponedoras, apoyados en la alimentación con el uso de la pulpa del café, como también la mitigación de riesgos asociados a la dependencia de un solo cultivo proporcionando una fuente adicional de ingresos para los agricultores. Además, al aprovechar la pulpa del café, se reduce los efectos negativos causados al medio ambiente por la deficiente disposición del residuo.

En resumen, el proyecto de aprovechamiento de la pulpa del café para la alimentación de gallinas ponedoras en el municipio de Pitalito ofrece beneficios económicos, ambientales y productivos al valorizar un subproducto abundante, reducir los costos de alimentación, mejorar la eficiencia productiva y diversificar los ingresos de los agricultores.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental del aprovechamiento de la pulpa del café en la alimentación de gallinas ponedoras mediante prácticas adecuadas de transformación y utilización que contribuyan a la sostenibilidad y eficiencia en la producción animal en la región de Pitalito Huila.

Objetivos Específicos

Realizar un análisis químico para determinar la composición nutricional de la pulpa de café procesada mediante la técnica de deshidratación con el propósito de que pueda ser utilizada en la alimentación animal en el municipio de Pitalito Huila.

Evaluar algunos parámetros productivos en gallinas ponedoras alimentadas con suplementación de pulpa de café deshidratada en Pitalito Huila.

Analizar la viabilidad económica y ambiental de la utilización de la pulpa de café deshidratada como alimento para gallinas ponedoras, considerando los costos de producción y el impacto ambiental en la rentabilidad y sostenibilidad de la producción avícola en Pitalito Huila.

El problema

Definición del Problema

Colombia es un país de vocación agropecuaria por sus condiciones geográficas, climáticas y topográficas, el cual está ubicado en su mayor extensión sobre la Cordillera Andina. Entre los productos agropecuarios que destacan está el café, principalmente por su posicionamiento en el mercado internacional, en especial por su calidad. Aunado a esto y como consecuencia del proceso de producción se genera un residuo en gran volumen que es la pulpa o cereza del café que la mayoría de los productores desecha o realizan deficiente disposición, afectando gravemente al ambiente tanto al suelo como a los cuerpos de agua (Fernández *et al.*, 2002) ver figura 1.

Dentro de la producción agropecuaria se encuentra la producción pecuaria o producción animal que representa también un renglón importante en la economía colombiana con una gran problemática y es que la alimentación es muy costosa y según reportes representa entre un 60 a un 70% de los costos de producción, aunado al incremento permanente tanto de las materias primas como de los alimentos balanceados comerciales, que en su mayoría de las producciones es la fuente principal de la alimentación animal (Nuñez-Torres, 2017).

El problema de investigación radica en la afectación que se viene haciendo al medio ambiente, especialmente las fuentes de agua, como se muestra en la figura 1, por la disposición deficiente y la falta de aprovechamiento adecuado de la pulpa del café como subproducto que es, de la industria cafetera en Pitalito Huila. Se suma a esta problemática los altos costos de alimentación en la producción pecuaria especialmente en aves, por lo que se requiere de identificar e implementar alternativas para flexibilizar este aspecto y así favorecer en buena forma a los productores de estas líneas.

Figura 1

Imagen comparativa de una fuente de agua sin y con laboreo del café



Nota. Autoria propia

En la figura 1 se aprecia en el lado izquierdo imagen de la calidad del agua antes de realizar el laboreo del café, al lado derecho se evidencia la turbidez del agua después de esta actividad, constatando los efectos desfavorables que tiene esta labor agrícola en la calidad de las fuentes hídricas.

Pregunta Problema

¿Es viable utilizar la pulpa del café en la alimentación de gallinas ponedoras en Pitalito Huila, considerando aspectos nutricionales, económicos, ambientales y sociales?

Marco de Referencia

Marco Teórico

De acuerdo con la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el país es el mayor productor de café arábigo suave lavado y la producción total del año 2024 fue de 13,99 millones de sacos de 60 kilos y por supuesto Pitalito como mayor productor nacional, que el año pasado 2024 produjo según información compartida por la Universidad Nacional de Colombia, el 1,9% de la producción nacional de café y el 12,7% de la producción departamental, y según los datos de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), Pitalito en 2023 consiguió una cosecha que sumaba las 21.598,77 toneladas de café. De igual forma, cerró el año con un área sembrada de 17.753,33 hectáreas, con un área cosechada de 14.718,45 hectáreas.

El café es uno de los cultivos más importantes en el departamento del Huila, considerándose actualmente como el nuevo eje cafetero por el incremento de la producción en los últimos años, siendo reconocido además por su alta calidad. El municipio de Pitalito es el mayor productor de café del departamento y del país, además de ser el de mejor en cuanto a calidad por haber ganado los últimos concursos de calidad de tasa del café, lo que ha permitido que los productores obtengan una mejor ganancia por su producción (La Nación, 2025).

La pulpa del café es un subproducto generado a partir del proceso de beneficio y representa hasta un 40% del fruto junto con el mucílago, lo cual genera altos volúmenes que son muy poco aprovechados, constituyéndose en un problema ambiental de contaminación del suelo y de aguas, afectando el microbiota existente (Serna-Jiménez *et al.*, 2018).

La pulpa del café ha sido utilizada en la alimentación animal principalmente procesada mediante la técnica de ensilaje conociéndose así su contenido nutricional y demás sustancias; el contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos, fibra y compuestos bioactivos varía entre el

producto en fresco y procesado y a diferentes tiempos de fermentación (Florez y Rosales, 2018). Estos componentes nutricionales son de interés para la alimentación animal y pueden reemplazar de manera parcial los ingredientes convencionales utilizados en los piensos. La pulpa del café, un subproducto de la industria cafetalera ha despertado interés como fuente alternativa de alimento para animales debido a su abundancia y contenido nutricional.

El ensilaje es un proceso anaeróbico de conservación de alimentos en el que se genera un incremento de la temperatura y disminución del pH con el objetivo de inactivar posibles microorganismos potencialmente nocivos que pueda haber en las materias primas sometidas al proceso o sustancias que sean potencialmente nocivas para la salud de los animales (Garces Molina *et al.*, 2004).

Otra técnica para el procesamiento de la pulpa del café es el secado y molienda para evitar la fermentación y degradación del producto y en cambio mejorar la digestibilidad de los nutrientes, eliminar o reducir compuestos anti nutricionales y garantizar la seguridad alimentaria.

En el caso de las gallinas ponedoras, su alimentación convencional es a base de alimentos balanceados comerciales, los cuales deben satisfacer sus necesidades de nutrientes específicos para la producción de huevos de alta calidad. Con el propósito de disminuir costos de producción se ha hecho ensayos diferentes en la sustitución parcial o total del pienso arrojando resultados diversos, de los cuales algunos han sido favorables. La pulpa del café puede ser una opción interesante para enriquecer su dieta, a pesar de que no hay referentes, ya que contiene los nutrientes básicos además de fibra y compuestos bioactivos que pueden beneficiar la salud de las aves y mejorar la calidad de los huevos.

En la alimentación de cerdos, un ensayo realizado por Pajoy (2017) indica que al suministrar en la dieta el 50% de ensilaje de pulpa café más 50% de alimento balanceado

comercial se obtuvo un ganancia de peso un poco inferior que el grupo testigo alimentado con solo concentrado, pero al hacer el análisis económico el costo de producción fue menor y la ganancia económica fue mayor, por lo cual se considera que es importante realizar otros estudios para puntualizar mejor los resultados para que sirvan de orientación a los productores de esta especie en la región de Pitalito Huila.

El impacto ambiental que genera la disposición inadecuada de la pulpa del café es de relevancia máxima cuando hoy en día ya se tiene más conciencia sobre el cuidado de la madre tierra en todo su entorno y por toda la población humana (Villalba *et al.*, 2011).

Estado del Arte de la Investigación

El estado del arte revela que el aprovechamiento de la pulpa del café como alimento para animales es una práctica que ha sido estudiada y utilizada en diversas regiones cafetaleras del mundo. Varios estudios científicos han demostrado que la pulpa del café contiene nutrientes valiosos, como proteínas, fibra y compuestos bioactivos, que pueden ser aprovechados por los animales de granja (Braham *et al.*, 2003; Castillo *et al.*, 2002; Noriega *et al.*, 2008; Noriega, 2009, citado por Fernandez Cortes *et al.*, 2020; Yoplac *et al.*, 2017). Braham *et al.*, (2003) realizaron una evaluación de la pulpa del café procesada mediante la técnica de ensilaje suministrándola en valores de 30 y 48% de inclusión en la dieta de bovinos jóvenes; también utilizaron la pulpa fresca o sin procesar con inclusión del 30%, comparándolos con un testigo en los que no se encontró diferencias significativas.

Castillo *et al.*, (2002) hicieron una evaluación de la utilización de pulpa de café deshidratada y suministrada en la dieta de alevines de Tilapia roja con inclusión de 10, 20 y 30% en la dieta frente a un testigo sin inclusión de pulpa de café, en el que se evidenció que la dieta con 10% de pulpa tuvo un rendimiento similar al testigo, siendo inferior en los demás

tratamientos.

Acosta *et al.*, (1997) alimentaron gallos con pulpa de café ensilada con niveles de inclusión de 5, 10, 15, 20, 25 y 30%, más el testigo (sólo maíz). Concluyeron que inclusiones superiores a 5% de pulpa de café ocasionan efecto dañino en la digestibilidad verdadera de la materia seca y en la energía metabolizable del animal.

Florez y Rosales, (2018) en un estudio juicioso de revisión bibliográfica encontraron que varios estudios han reportado datos favorables en cuanto al uso de la pulpa de café en la alimentación animal encontrando que en rumiantes de leche puede ser suministrada hasta un 40% de la dieta, en peces hasta 30% y en aves y cerdos hasta un 15%, siendo esto una alternativa viable tanto económica como ambientalmente y de sostenibilidad para la cadena pecuaria. También describieron algunas sustancias presentes en la pulpa y posibles efectos en los animales como consecuencia de su consumo. Todos los seres vivos, así como las plantas, generan mecanismos de defensa de sus depredadores con adaptaciones estructurales (espinas, pubescencias) y compuestos secundarios (fenoles, terpenos, oxalatos) que disminuyen la digestibilidad de esos alimentos (Tarazona *et al.*, 2012).

En resumen, el estado del arte evidencia que el aprovechamiento de la pulpa del café para la alimentación de gallinas ponedoras es una práctica viable y prometedora. Sin embargo, es necesario adaptar y optimizar los procesos de transformación para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos animales, así como realizar investigaciones específicas en el contexto del municipio de Pitalito Huila para evaluar su viabilidad y beneficios particulares en esta región cafetalera.

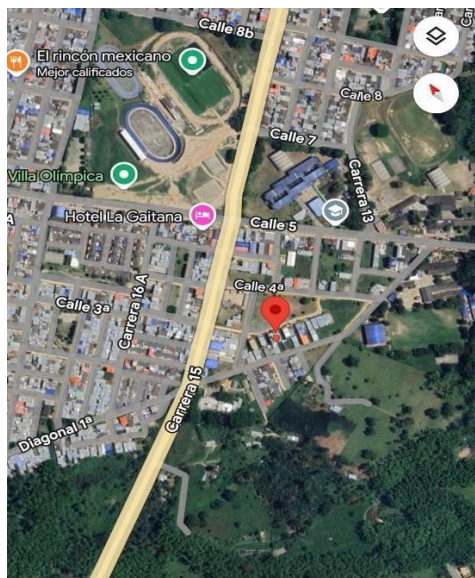
Metodología de la Investigación

Localización del Experimento

En la ciudad de Pitalito Huila, se ubica un galpón en una azotea bien cubierta de la lluvia y buena ventilación. En el lugar se realizaron las adecuaciones especiales para el desarrollo del ensayo mediante la construcción de cubículos en madera y malla de 4 x 2 metros, mismo que se dividió en 4 espacios de 1 x 2 metros, para doce aves cada uno, paso seguido, se procedió a subdividir cada mini galpón en 4 espacios de 1 X 0,50 metros, para alojar de a 3 aves en cada uno. Esta repartición se adecuó para los cuatro bloques. La ubicación geoespacial de dichas instalaciones fue en las coordenadas: 1°51'21.6"N 76°03'14.7"W.

Figura 2

Ubicación de las gallinas del ensayo



Nota. Tomada de Google maps (2025).

La metodología de la investigación utilizada es cuantitativa, por cuanto la valoración estadística y matemática muestra las directrices a seguir en el proceso, describiendo, explicando y en lo posible, prediciendo con base en datos numéricos, los resultados obtenidos en el estudio.

El desarrollo del proyecto se cumplió en dos etapas, la primera fue la evaluación de la pulpa de café mediante el proceso de deshidratación y posterior análisis químico nutricional para conocer los valores numéricos de los nutrientes presentes y así poder utilizarla como materia prima para la preparación de raciones alimenticias para animales. La deshidratación se hizo en secaderos de café tipo camión, proceso que permite la evacuación de la humedad por medio de la evaporación por efecto del aire caliente que se concentra dentro del secadero. Una vez obtenidas las muestras de pulpa de café deshidratada y molida, se tomó una submuestra que se envió a un laboratorio especializado donde realizaron el análisis químico nutricional igual al que se realiza a materias primas y a alimentos, para conocer el contenido de nutrientes.

Diseño Estadístico

Para el desarrollo del ensayo se utilizó una muestra consistente en cuarenta y ocho (48) gallinas de postura tipo semi pesadas, las cuales se organizaron en 4 bloques de animales según peso y contextura, mismos que se subdividieron en 4 subgrupos de tres aves, en estas condiciones, se implementó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones con tres ave cada repetición. La alimentación se suministró con base en cuatro tratamientos en el que hubo un grupo testigo al que se dio solo alimento comercial de la marca Solla (T4) y tres tratamientos en los que se incluyó pulpa de café deshidratada y molida en valores del 10% (T1), 15% (T2) y 20% (T3) respectivamente, se balancearon las dietas para que fueran isocalóricas e isoprotéicas, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Dietas para alimentación de gallinas de postura con aporte de pulpa de café

Dieta	Pulpa de café (%)	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)	Humedad (%)	Energía metabolizable (Kcal/kg)
Dieta 1	10	16	3	12	13	12	2850
Dieta 2	15	16	3	12	13	12	2850
Dieta 3	20	16	3	12	13	12	2850
Dieta 4	0	16	3	12	13	12	2850

Nota. Esta tabla muestra el contenido de los principales nutrientes en cada una de las dietas que fueron suministrados como tratamientos para el experimento. *Fuente:* Adaptado de Solla (2025).

El tiempo de evaluación fue de cuatro semanas, más una semana de acostumbramiento; la información de campo se tomó de los registros diseñados para la investigación, los cuales se tomaron semanalmente a excepción de la producción de huevo que se realizó de forma diaria, a fin de tener la información sobre las variables producción diaria de huevo, peso semanal de huevos, peso de gallinas y consumo de alimento. Los datos fueron organizados y procesados en hojas de cálculo de Excel. El análisis de los resultados se trabajó mediante el modelo estadístico y análisis de varianza (ANOVA) del diseño de bloques al azar para determinar la existencia o no de diferencias entre los bloques y los tratamientos, utilizando los datos de los resultados y contrastándolos con los datos de la tabla con intervalos de confianza de 0,05 y 0,01 (Mellado, s.f.).

Evaluación de la Calidad Nutricional de la Pulpa de Café.

Se realizó un análisis químico bromatológico en laboratorio certificado para determinar la composición química y nutricional de la pulpa del café deshidratada y molida, en el que se incluyó el contenido de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína cruda y fibra cruda.

Evaluación del Rendimiento Productivo Animal.

Esta parte del estudio de campo se llevó a cabo mediante la toma de datos sobre las variables producción de huevo, tamaño de huevo, consumo de alimento y ganancia de peso de las gallinas durante el ensayo. Una vez fueron organizados los grupos al azar, se procedió a pesar individualmente las gallinas de cada grupo y su correspondiente registro en tablas de campo; al finalizar el periodo del ensayo fueron pesadas nuevamente para determinar la variación durante el proceso. La producción de huevo fue registrada de forma diaria y por grupo de gallinas tanto de bloque como de repeticiones y tratamientos. Una vez a la semana fue realizado el peso de huevos para determinar la variación en el tamaño de los mismos. Cada semana se cuantificó el consumo de alimento por grupo de animales, los cuales fueron consignados en los registros diseñados para esta investigación.

Evaluación Económica y Ambiental.

Se realizó un análisis para evaluar el impacto económico y ambiental del uso de la pulpa del café como alimento para gallinas ponedoras, al ser sacado del entorno dañino y puesto al servicio de las familias como elemento productivo. Se consideraron aspectos como los costos de producción de la harina de cereza de café, los costos del alimento y la rentabilidad tomando en cuenta la producción de huevos y los costos actuales del mercado.

Resultados

Los resultados se presentan teniendo en cuenta el orden y desarrollo de los objetivos específicos propuestos en el proyecto los cuales corresponden al análisis químico nutricional de la cereza de café deshidratada y molida; seguido de la evaluación de la producción animal bajo condiciones de dietas isocalórica e isoproteicas homologadas con el comercial, en las cuales se hizo inclusión de harina de cascara de café deshidratada y molida; finalmente se realizó el análisis económico y ambiental del ensayo.

Análisis Químico de la Pulpa de café Deshidratada y Molida.

La primera parte consistió en la preparación de la harina de cascara de café mediante la recolección de la cereza fresca en el punto de despulpado del café, la cual se trasladó al secadero de café tipo camión para su correspondiente deshidratación. Pasados quince días se procedió a recolectar el material y llevado al siguiente proceso que fue la molienda en molino con motor eléctrico con lo que se obtuvo la harina de pulpa de café deshidratada.

Figura 3

Proceso de deshidratación y molienda de la pulpa de café para la obtención de la harina



Nota. En la imagen de la izquierda se observa la pulpa de café en proceso de secado y a la derecha la molienda de la pulpa deshidratada. *Fuente.* Autor (2025)

Se inicia el proceso, realizando un cálculo que determine la cantidad de kilos de café necesarios para adquirir la cantidad de cereza a utilizar en la producción de la materia prima o

pulpa de café. Para ello se recoge y se pesa un bulto, o sea 60 kilos de café, los cuales se descerezan, procediendo a pesar tanto el grano de café como la corteza producto de esta labor, dando como resultado; 33,6 kilos de grano y 26,4 kilos de cáscara. Estos datos se evidencian en el trabajo de campo, estudios preliminares y lo confirma Agronet del ministerio de agricultura (2024), donde concluye que la cáscara de café representa el 44% del peso en fresco, por ende, se deduce que el 56% restante pertenece al peso del grano de café con mucílago.

Tabla 2

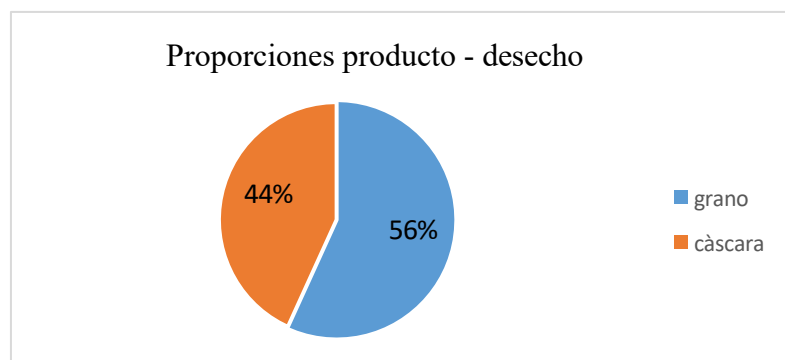
Producción de pulpa por bulto de café maduro

Producto	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Café recolectado	60	100
Grano de café	33,6	56
Cáscara o pulpa	26,4	44

Nota. Esta tabla muestra los valores y porcentajes correspondientes a la pulpa y grano de café respecto del fruto maduro. *Fuente.* Autor (2025).

Figura 4

Porcentaje diferencial producto-desecho del fruto del café maduro



Fuente. Autor (2025)

En el gráfico anterior puede notarse que en la producción cafetera es bastante alto el porcentaje que representa la cáscara frente al fruto completo, lo cual es ligeramente menor al

porcentaje que representa el grano; esto da una idea clara del desfase ecológico que las prácticas inadecuadas acarrearán, por tanto, se busca una alternativa de transformación de la pulpa de café en la generación de alimento para gallinas ponedoras, amortiguando pérdidas por desperdicio, mejorando el medio por no contaminación con desechos y dándole al subproducto del trabajo cafetero un valor agregado que dignifica la vida en el campo.

Para el proceso de secado o deshidratación se procedió a recoger la pulpa fresca del lugar de despulpado del café, la cual fue llevada al secadero, distribuida en una capa delgada y dejada por un periodo de dos semanas, tiempo en el cual se completó este proceso: posteriormente se recogió, se pesó y se llevó a la molienda. Para determinar el rendimiento de la pulpa en fresco a deshidratada se cuantificó una muestra como se visualiza en la tabla 3.

Tabla 3

Aprovechamiento en pulpa por bulto de café

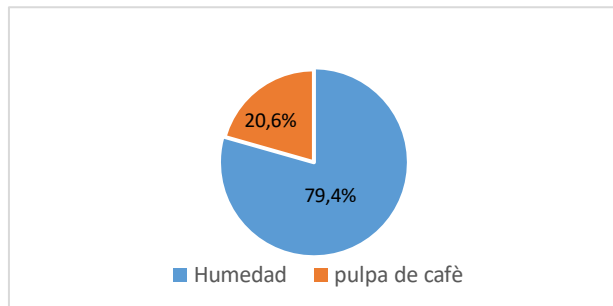
Producto	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Cáscara fresca	27	100
Humedad	21,44	79,4
Pulpa de café	5,56	20,6

Nota. Esta tabla muestra el rendimiento porcentual de la pulpa deshidratada respecto de la pulpa en fresco. *Fuente.* Autor (2025)

Como se puede ver en la tabla anterior la humedad se mide como resultado del peso en seco respecto del peso en fresco de la cereza del café, dando como resultado 20.6% de pulpa de café deshidratada sobre el 100% de pulpa fresca.

Figura 5

Porcentajes de materia seca y humedad de la pulpa de café en fresco



Nota. Autoria propia

La pulpa de café deshidratada reduce considerablemente el volumen de dicho material, lo que permite un mejor manejo para ser utilizado como parte de las materias primas en la preparación de dietas para alimentación animal y de esa forma ayudar a disminuir costos del alimento, los cuales están asociados de forma directa a la eficiencia en la producción.

Una vez obtenida la harina de cascara de café deshidratada se procedió a tomar una muestra y se envió al laboratorio de nutrición de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA la cual realizó el análisis químico bromatológico que incluyó la determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína cruda y fibra cruda.

Tabla 4

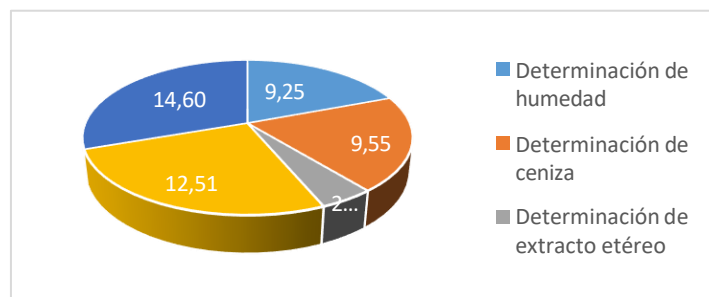
Resultados del análisis químico de laboratorio a la pulpa de café deshidratada

Determinación analítica	Unidad	Valor
Determinación de humedad	g/100g	9,25
Determinación de ceniza	g/100g	9,55
Determinación de extracto etéreo	g/100g	2,20
Determinación de proteína cruda	g/100g	12,51
Determinación de fibra cruda	g/100g	14,60

Nota. Esta tabla muestra los valores porcentuales de cada uno de los nutrientes principales presentes en la pulpa de café deshidratada y molida. *Fuente.* AGROSAVIA (2024). Anexo A

Figura 6

Valores porcentuales de nutrientes de la pulpa de café deshidratada y molida



Fuente. AGROSAVIA (2024). Anexo A

La determinación de humedad según la norma ISO 6496: 2009 NTC 48880: 2000 se efectúa mediante calentamiento en horno a 103,2°C, con observaciones permanentes, durante aproximadamente 2 horas, según la misma norma y el sentido común es el contenido de humedad y materia volátil contenido en la muestra determinada, esto arrojó una cantidad de 9,25%, lo cual demuestra el laboreo de secado realizado en proceso previo durante el manejo del producto.

En su orden, la determinación de cenizas, en la cual dio como resultado 9,55%,

demuestra el importante contenido en minerales de la pulpa de café, vital en la función alimentaria.

Luego se encuentra la determinación de extracto etéreo con un 2,2%, entendido como tal, la parte de un material orgánico complejo que es soluble en éter y principalmente consiste en grasas y ácidos grasos, útiles para el metabolismo. Las grasas se utilizan para generar energía después de descomponerse en ácidos grasos.

La proteína, palabra que etimológicamente según los griegos significa de primordial importancia, refleja la jerarquía en la composición alimentaria de todos los seres vivos animales, pues a pesar de servir para producir energía, su real función es ayudar a producir hormonas, músculo y otras proteínas, no en vano es la sustancia, después del agua, más contenida en el cuerpo humano, en esta proporción. La muestra evidenció el valor de 12,51% considerablemente alta para ser una sustancia vegetal, por lo que la pulpa de café puede dar sorprendentes resultados en la alimentación animal, sin perder de vista que el valor nutritivo de una proteína depende de la composición de los aminoácidos que contiene, pues la proteína cruda no es el valor total de la proteína en sí que tiene un alimento.

Por último, se encuentra la determinación de fibra cruda con un 14,6%; la cual es un compuesto vital en la alimentación, pues favorece el desarrollo muscular del animal; su caracterización es un punto importante para evaluar la calidad de forrajes, sin embargo, la fibra cruda, como se conoce, es poco digerible y puede a veces ser lacerante para el sistema digestivo animal.

Ya realizado el estudio y comprobada la cantidad importante de proteína, fibra, grasa y minerales, los cuales han sido identificados en diferentes estudios anteriores y corroborado por este, se optó por transformar la pulpa de café con fines alimenticios, para ser suministrada como

parte de la dieta a gallinas ponedoras adultas que consumen en promedio entre 111 y 115 gramos por día. (Solla, 2018).

Evaluación de la Producción Animal Con Suministro de Cereza de Café Deshidratada y Molida.

El desarrollo del ensayo de alimentación con la utilización de pulpa de café deshidratada y molida se llevó a cabo con un grupo de cuarenta (48) gallinas ponedoras comerciales adultas, las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro (4) grupos de doce (12) aves cada uno considerados bloques separados, los que a su vez se subdividieron en 4 subgrupos denominados repeticiones, a los cuales se les aplicó cuatro tratamientos asignados al azar, consistentes en un grupo testigo al que no se suministró cereza de café sino solamente el alimento comercial, denominado tratamiento 4 (T4); los otros tres (3) tratamientos fueron dietas preparadas con inclusión de pulpa de café deshidratada y molida en valores de 10% (T1), 15% (T2) y 20% (T3).

El periodo de estudio previsto era de 60 días, pero debido a que durante el periodo de acostumbramiento de las aves al consumo de alimento adicionado con cereza de café se presentó una reacción de aparente estrés de los animales por su comportamiento inusual de bajo consumo, agresividad, disminución de la postura de huevos y consumo de los mismos, se tuvo que suspender el proceso y volver a la alimentación comercial para estabilizar su comportamiento.

Superado el impase, se inició de nuevo el proceso de acostumbramiento durante una semana con el suministro de alimento con 10% de cereza de café a los bloques con los tratamientos 1, 2, y 3; durante esta semana también se suministró un antiparasitario a las gallinas consistente en Fenbendazol al 4% en proporción de 2,5 gramos por litro de agua, por cinco días. Luego se empezó a proporcionar el tratamiento correspondiente a cada grupo según asignación aleatoria.

Previo al inicio de la experimentación, se realizó la adecuación de las instalaciones para la ubicación de los animales por grupo en cubículos como se indicó en la metodología; al piso se extendió una capa de cascarilla de arroz como cama. A cada cubículo se colocó un comedero, un bebedero y un nidal.

Figura 7

Grupo de aves en el sitio de la experimentación



Nota. Autoria propia

Para el inicio del ensayo o fase de evaluación se dispusieron las gallinas en libertad para organizar los bloques de forma aleatoria en la que se tomó cada ave, se pesó y mediante un gestor de números al azar en línea, se ubicó cada gallina en el grupo correspondiente, formando cuatro grupos de doce gallinas cada uno.

Figura 8

Toma de peso individual de las gallinas



Fuente. Autoria propia

Tabla 5

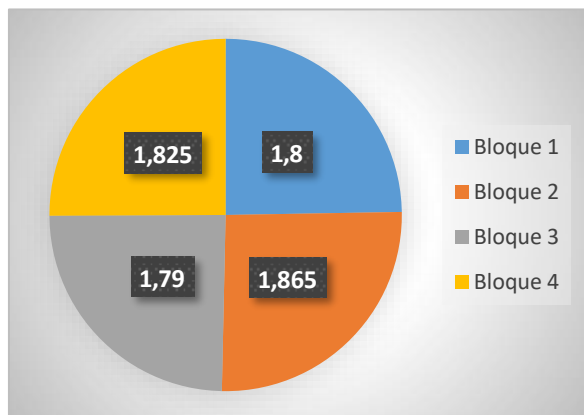
Peso de gallinas por bloque al inicio del ensayo (kg)

Número	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
1	1,8	1,9	2,2	1,9
2	1,85	2	1,65	1,7
3	1,75	1,85	1,75	1,55
4	1,8	2,1	1,55	1,9
5	1,85	1,8	1,8	1,8
6	1,75	2	1,75	1,9
7	1,65	1,7	2,05	1,85
8	1,85	1,95	1,8	1,9
9	2,1	1,7	1,65	1,9
10	1,6	1,83	1,73	1,85
11	1,8	1,8	1,8	1,82
12	1,8	1,75	1,75	1,83
Promedio	1,8	1,865	1,79	1,825

Nota. Esta tabla muestra el peso individual de las gallinas del ensayo de alimentación y el promedio de cada bloque. *Fuente.* Autor (2025)

Figura 9

Distribución de peso promedio de gallinas del ensayo (kg)



Fuente. Autoria propia

Se identificó que las gallinas al inicio de la experimentación estaban en un peso óptimo, pues el peso promedio según estudios de la Red de Avicultura Alternativa REDAA (2025), oscila entre 1,6 y 1,7 kilogramos, alcanzando un estándar más alto debido a un mejor cuidado y por ser grupos pequeños, sin embargo, es vital que su peso sea regulado para no afectar a futuro la postura.

A pesar de encontrarse una variación en peso desde 1,79 kg hasta 1,865 kg entre bloques, no hay una diferencia importante que pudiera haber afectado el ensayo, por lo que se considera un grupo aproximadamente homogéneo.

El T1 consistió en incluir el 10% de cereza de café deshidratada; el T2, 15% y el T3, 20%, en una dieta balanceada tanto en contenido de energía como de proteína con valores similares a los del alimento comercial de la marca Solla que fue suministrado al T4 o Testigo.

El primer día del proceso de acostumbramiento al consumo del alimento adicionado con pulpa de café deshidratada se realizó el peso de los huevos producidos (tabla 5).

Tabla 6

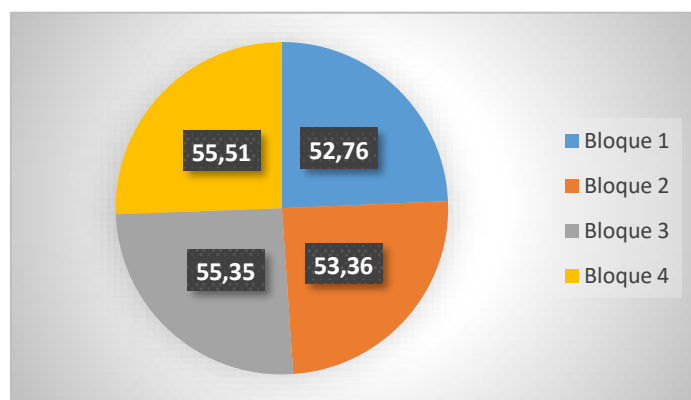
Peso de huevos en el primer día del ensayo (gr)

Número	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
1	52,8	51,7	56,4	53,9
2	53,7	50	58,5	51,1
3	52,5	54,7	57	50,5
4	53,4	52,8	53,9	55,1
5	54,2	52,1	53,7	64,9
6	50,8	54,9	51,5	53,9
7	53	47,2	55,2	54,9
8	51,7	59,5	52	57,9
9	sd*	57,3	57	57,1
10	52,8	sd	58,5	55,8
11	52,7	53,5	55,7	sd
12	52,8	53,3	54,8	sd
Promedio	52,76	53,36	55,35	55,51

Nota. sd=sin dato. Esta tabla muestra el peso de los huevos recolectados durante el primer día del ensayo de alimentación de las gallinas. *Fuente.* Autor (2025)

Figura 10

Peso promedio de huevos por bloques el primer día del ensayo (g)



Fuente. Autoria propia

El tamaño de huevos producido por las gallinas del ensayo en cada bloque se encuentra en promedio en el Tipo A de acuerdo con la clasificación según la norma NTC 1240:2011 (53,0

– 59,9 g.), a excepción del Bloque 1 que está en el límite superior de la categoría B (46,0 – 52,9 g.).

La producción, según lo indica la tabla, se efectuó faltando solamente cuatro individuos por postura, lo que significa que el 91,6% de las aves pusieron huevo en este primer día del ensayo, lo cual indica que el lote se encuentra en buena producción.

Una vez iniciado el periodo de experimentación se tomó datos de postura a diario los que luego se cuantificaron a promedio semanal para la presentación de dichos datos en este trabajo. A continuación, se muestra la información correspondiente (tabla 6).

Tabla 7

Producción de huevos promedio por semana por tratamiento y por bloque (%)

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tratamiento 1	87	85	81	73
Tratamiento 2	94	87	67	59
Tratamiento 3	90	77	51	36
Tratamiento 4	86	97	77	96

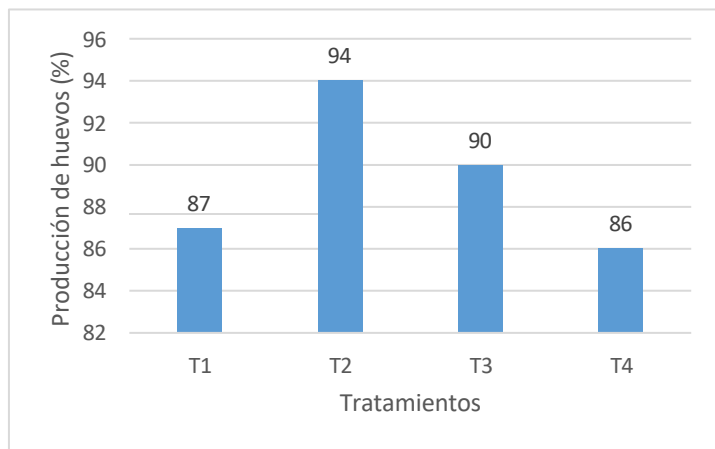
Nota. Esta tabla muestra los datos de producción promedio de huevos en los diferentes tratamientos y los correspondientes bloques. *Fuente.* Autor (2025)

La tabla 6 muestra una variación en la producción por tratamiento lo cual está relacionado con el nivel de inclusión en la dieta de porcentajes diferentes de pulpa de café deshidratada de acuerdo a los tratamientos, evidenciándose una disminución de la producción cuanto mayor es el nivel de inclusión de cascara de café deshidratada, lo que indica una relación inversamente proporcional.

A continuación, se presenta los datos por tratamiento y por bloques para apreciar mejor las variaciones que se generaron durante el proceso.

Figura 11

Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 1

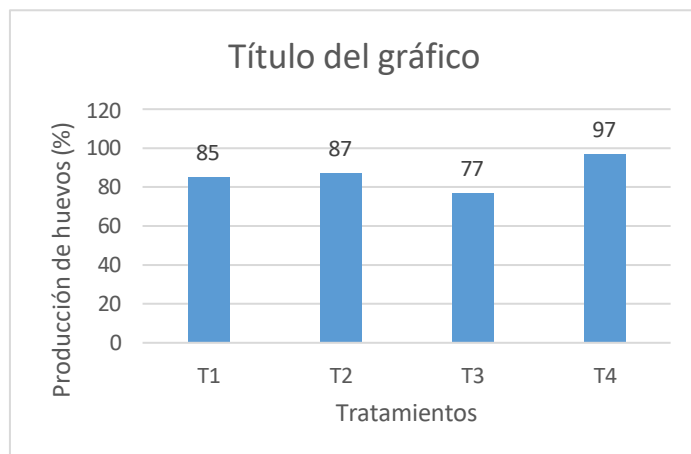


Fuente. Autoria propia

En el bloque 1 se observa un comportamiento variable en la producción de huevos, donde el tratamiento 2 muestra mejores resultados durante el periodo de estudio, el segundo tratamiento con mejor resultado es T3, seguido de T1 y con un valor inferior el T4 correspondiente al testigo.

Figura 12

Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 2



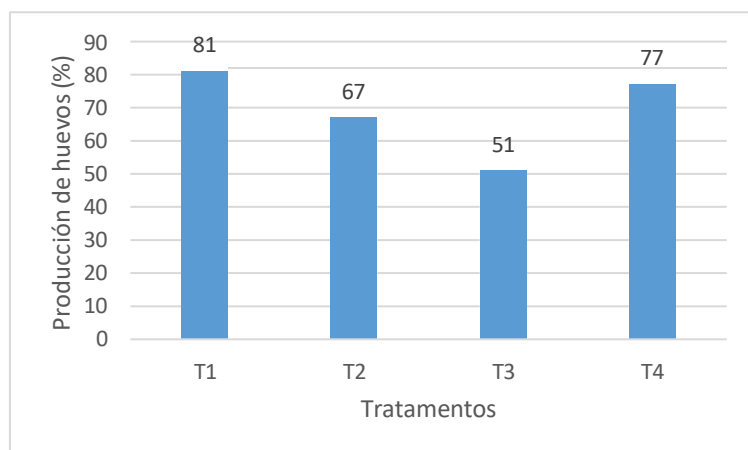
Fuente. Autoria propia

En cuanto al comportamiento de las aves del bloque 2, se observa poca variación en la

producción de huevos, sin embargo, sobresale el T4 y se presenta una leve reducción en el tratamiento 3, lo que indica que el índice de producción de huevo en este bloque se vio afectado por el consumo de la ración de alimento con el 20% de pulpa de café deshidratada.

Figura 13

Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 3

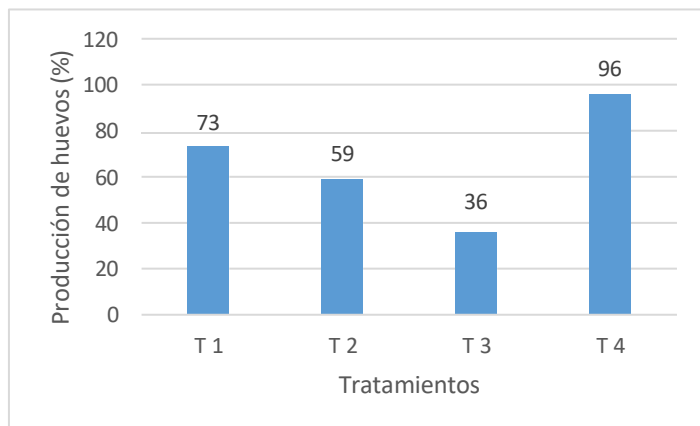


Fuente. Autoria propia

En el bloque 3, se observa un comportamiento productivo desigual dentro de los tratamientos, donde se denota que la inclusión del 20% de cascara de café deshidratada es muy alta y genera una disminución en la producción de las aves de postura, sin embargo, la inclusión de la pulpa de café deshidratada en la dieta al 10% presenta mejores resultados a la de T4, lo que indica que el resultado de los tratamientos es muy variable dentro de los bloques.

Figura 14

Producción promedio de huevos por tratamiento en el bloque 4



Fuente. Autoria propia

En el bloque 4 se produjo un comportamiento altamente variable, se determinó que la dieta solamente con concentrado comercial tiene una mejor aceptación por parte de las aves, lo cual se refleja en una buena producción de huevo en este caso, posteriormente se ubica al tratamiento 1 que maneja un porcentaje del 10%, como la segunda opción viable dentro los tratamientos según los datos reflejados en la gráfica; seguidamente se ubica el T2 que consume una dieta con inclusión en cantidad de 15% de pulpa de café deshidratada y el peor desempeño fue del tratamiento 3 que es el que mayor concentración de café tiene y menor índice de producción muestra, lo que indica que las gallinas tienen pueden haber entrado en déficit nutricional lo que posiblemente afectó su productividad; medida que se aumenta el suministro de la pulpa de café dentro de las dietas se observa disminución en la producción de huevos.

Otra de las variables evaluadas en el ensayo realizado fue el tamaño de los huevos, los cuales fueron evaluados por peso en gramos de manera individual.

Tabla 8

Peso promedio de huevos por bloques y tratamientos (g)

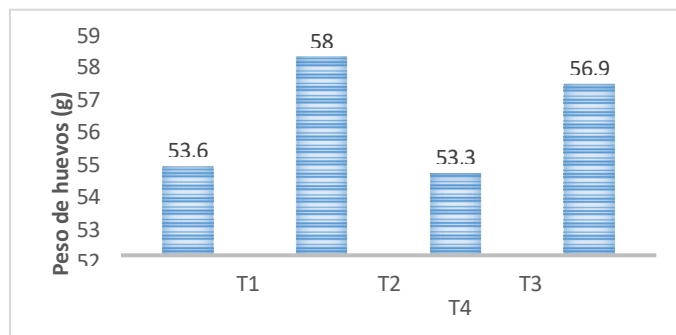
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tratamiento 1	53,6	55,7	51,8	55,2
Tratamiento 2	58	53,7	55,6	54
Tratamiento 3	53,3	50,2	48,9	49,2
Tratamiento 4	56,9	60	58,6	58,6

Nota. Esta tabla muestra los datos de peso promedio de huevos en los diferentes tratamientos y los correspondientes bloques. *Fuente.* Autor (2025)

En la tabla 7 se aprecia que el promedio de peso de huevos muestra algunas diferencias numéricas entre los tratamientos (T1, T2 y T3) frente al testigo (T4); se evidencia un decrecimiento en relación con el peso promedio que presentaban los huevos al inicio de la investigación, encontrándose en los bloques 2, 3 y 4 donde se implementó el Tratamiento 3 huevos de categoría B según la NTC 1240:2011 (46,0 – 52,9 g.). El resto de tratamientos entre los bloques dieron como resultado huevos de categoría A (53,0 – 59,9 g).

Figura 15

Peso promedio de huevos en el bloque 1(g)



Fuente. Autoría propia

Obtenido el peso de los huevos y sacando un promedio de estos, se puede decir que en el bloque 1 se manejan valores desde 53,3 g hasta 58 g (tipo A, para el mercado); según Solla (2018), el promedio es normal, sin embargo, se evidencia los valores menores en los tratamientos 1 y 3, esto indica que pudo haber una baja asimilación del alimento en las aves de estos tratamientos, lo que contrasta con el valor del peso en el tratamiento 2, que para este bloque resultó ser más eficiente que el T4 (testigo).

Figura 16

Peso promedio de huevos en el bloque 2 (g)

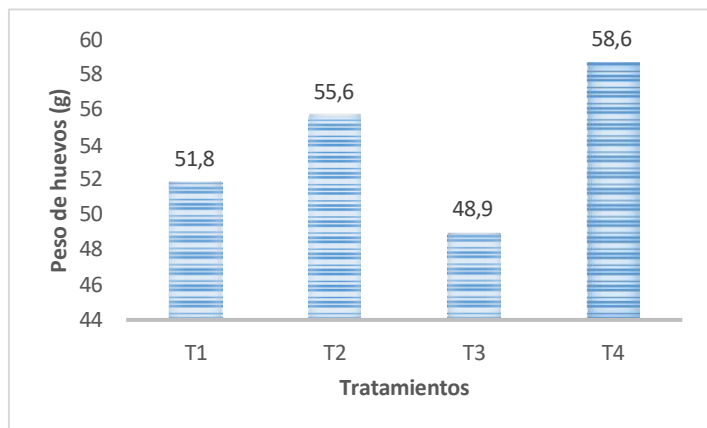


Fuente. Autoria propia

En el bloque 2 se aprecia una disminución en el peso de los huevos a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de pulpa de café deshidratada, correspondiente a T1, T2 y T3 en su orden, en contraste con un mayor peso de los huevos del T4 o testigo que recibió exclusivamente raciones de concentrado comercial, de esta forma se concluye que en el bloque 2 a mayor cantidad de pulpa café deshidratado implementada en la dieta, mayor es la reducción en el peso de los huevos.

Figura 17

Peso promedio de huevos en el bloque 3 (g)

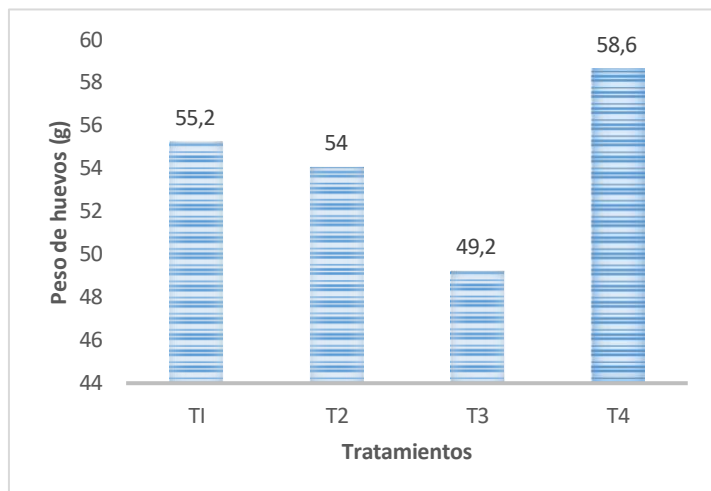


Fuente. Autoria propia

En la figura 17 se evidencia una variabilidad notoria en el peso de los huevos, siendo menores los valores en los tratamientos tres y uno y mayor de T2 y T4, lo cual es diferente de la tendencia en otros bloques que fue inversamente proporcional al suministro de la pulpa de café, en este bloque se aprecia que las gallinas asimilaron el alimento de manera diferente, donde el tratamiento con mayor aporte de pulpa de café deshidratada presentó el menor peso del huevo, similar a lo observado en el bloque 2. El T4 sigue siendo el más el grupo de mejor desempeño en cuanto al peso de los huevos según los bloques evaluados.

Figura 18

Peso promedio de huevos en el bloque 4 (g)



Fuente. Autoria propia

El Peso de los huevos observado en el bloque 4 sigue la tendencia de los demás bloques, en los que se evidencia una disminución progresiva en el valor de la variable en la medida que aumenta el aporte de pulpa de café deshidratada en contraste con el testigo que recibió solo alimento comercial.

Entre las variables evaluadas también fue el peso de las gallinas como referente de asimilación o no de las dietas suministradas por cada uno de los tratamientos. Estos datos fueron tomados al inicio del experimento, durante el desarrollo y al final del estudio.

Tabla 9

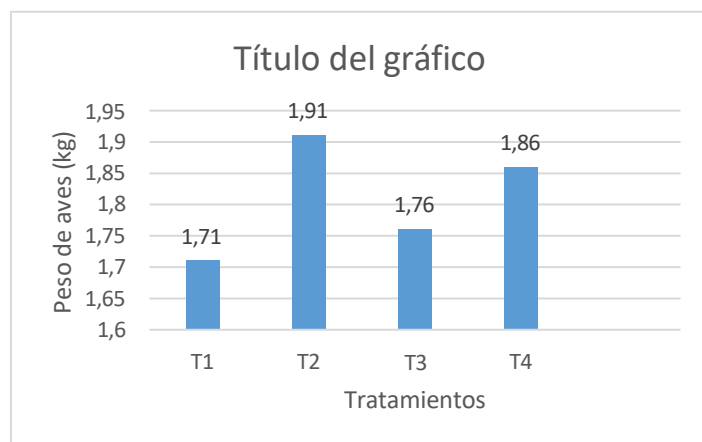
Peso promedio de gallinas entre bloques y tratamientos (kg)

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tratamiento 1	1,71	1,62	1,6	1,61
Tratamiento 2	1,91	1,79	1,76	1,75
Tratamiento 3	1,76	1,69	1,67	1,67
Tratamiento 4	1,86	1,92	1,94	1,93

Nota. Esta tabla presenta los pesos promedio de las aves por tratamientos y por bloques organizados al azar para este estudio. *Fuente.* Autor (2025)

Figura 19

Peso promedio de gallinas por tratamiento en el bloque 1(kg)

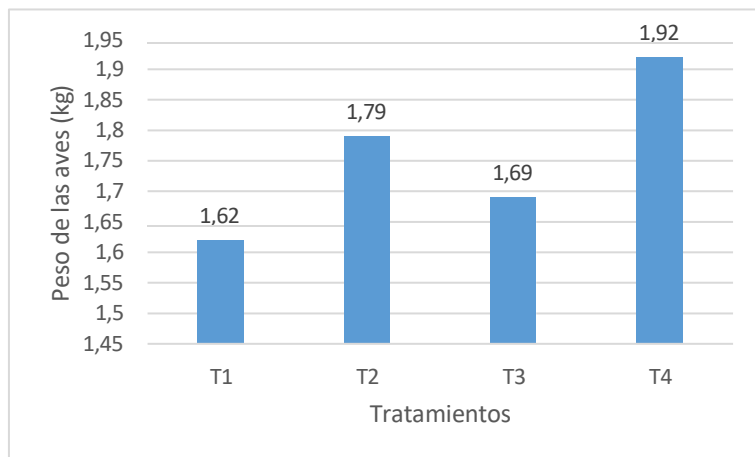


Fuente. Autoría propia

Al observar el peso de las gallinas en el bloque 1 los tratamientos 2 y 4 sobresalen lo que indica una mejor asimilación de las dietas respectivas y para destacar que T2 con aplicación del 15% de pulpa de café deshidratada presenta mayor peso que el T4, que tiene aporte de pulpa de café, aunque la diferencia es de solo cinco gramos; los tratamientos 1 y 3 tuvieron los menores pesos, superando T3 a T1 que tuvo solo el 10% de pulpa de café.

Figura 20

Peso promedio de gallinas en el bloque 2 (kg)

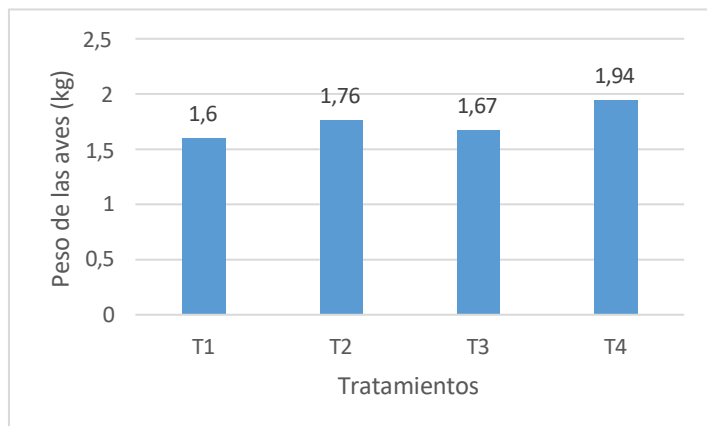


Fuente. Autoria propia

En el estudio de esta variable de peso de las aves, el bloque 2 evidencia un comportamiento similar con el peso de las aves del bloque 1, manteniendo la misma tendencia, donde T4, alimentado con concentrado comercial, presenta el valor mayor, seguido por el tratamiento 2 aunque no es el grupo que recibió menor aporte de pulpa de fruta deshidratada; el tratamiento 1 a pesar de que tuvo el menor aporte de pulpa de café (10%), presentó el menor peso entre los grupos de gallinas. Esto evidencia que el suministro de esta pulpa se asimila de diferentes formas según los bloques y las gallinas que conforman cada uno de estos.

Figura 21

Peso promedio de gallinas en el bloque 3 (kg)

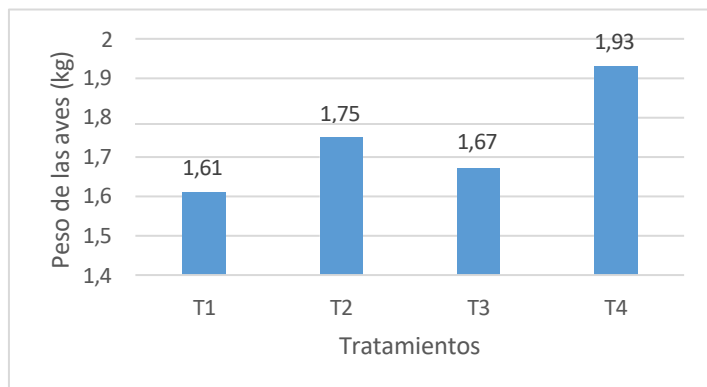


Fuente. Autoria propia

En el bloque 3 no existen diferencias marcadas entre los resultados de los tratamientos, se ve casi uniforme los pesos de las gallinas con la implementación de cada uno de los tratamientos, sin embargo el tratamiento que mejor desempeño presenta en cuanto al peso de los animales es el T4, seguido por el T2.

Figura 22

Peso promedio de gallinas en el bloque 4 (kg)



Fuente. Autoria propia

En el bloque 4 se mantiene la tendencia en la que se evidencian la diferencia del

tratamiento 4 sobre los demás tratamientos y se sigue el patrón del menor peso en el T1 en el bloque 2, donde el tratamiento sobresaliente en gran medida es el T4 alimentado únicamente con concentrado comercial, seguido por el T2 con 15%, el T3 con 20% y por último el T1 con 10% de pulpa de café, indicando que aunque el tratamiento 3 recibió la mayor concentración de pulpa de café deshidratada tuvo mejor rendimiento que T1.

Tabla 10

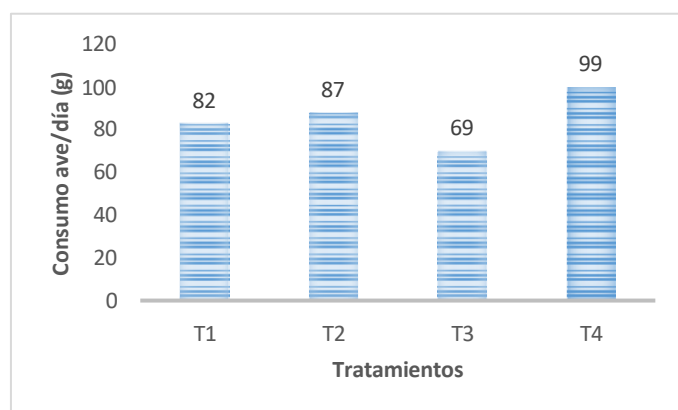
Consumo de alimento promedio diario por ave por bloques y tratamientos (g)

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tratamiento 1	82	80	84	82
Tratamiento 2	87	75	84	83
Tratamiento 3	69	72	64	89
Tratamiento 4	99	101	106	102

Nota. Esta tabla contiene los datos de consumo diario promedio por ave en cada uno de los bloques y los tratamientos. *Fuente.* Autoria propia

Figura 23

Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 1 (kg)



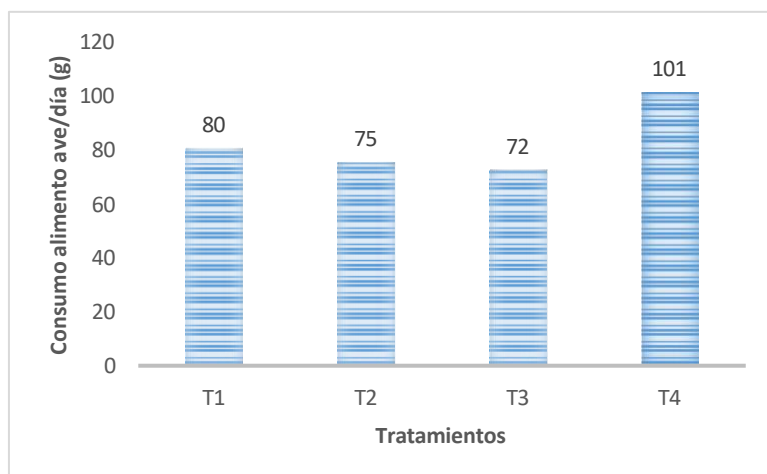
Fuente. Autoria propia

Dentro del bloque 1 se puede visualizar que el consumo de las aves tuvo variaciones

leves, destacándose el tratamiento 4 con el mayor consumo promedio diario por ave durante las semanas de estudio; el segundo tratamiento corresponde a T2 con un consumo de 87 g, mientras que T1 y T3 fueron los de menor consumo de alimento, evidenciando que a mayor concentración de pulpa de café deshidratada menor es la ingesta de la dieta.

Figura 24

Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 2 (kg)

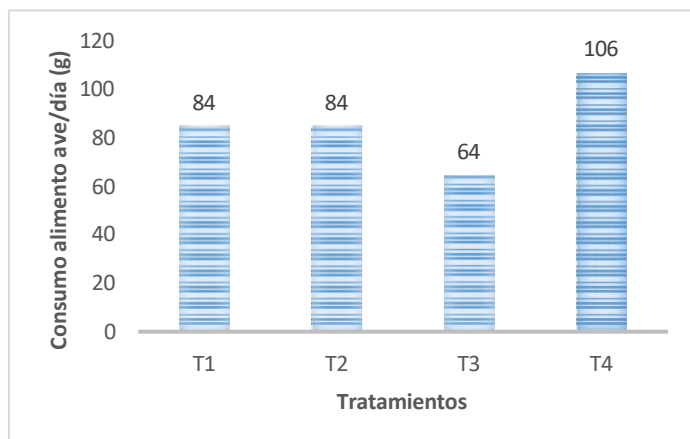


Fuente. Autoría propia

Al observar la gráfica de la figura 24 del consumo de alimento en las gallinas ponedoras del bloque 2, puede notarse una disminución progresiva del apetito en los tratamientos con inclusión de pulpa de café, evidenciándose una relación inversamente proporcional por cuanto mayor es el aporte de pulpa de café, menos es el consumo de alimento, en contraste con el tratamiento testigo T4 que fue alimentado con solo concentrado comercial.

Figura 25

Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 3 (kg)

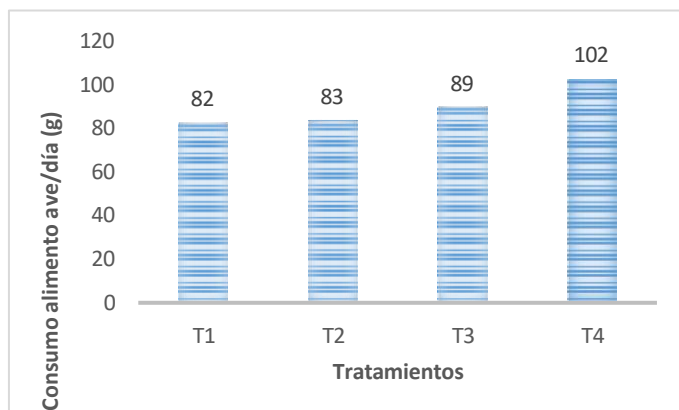


Fuente. Autoria propia

En el bloque tres se hace más notable la diferencia en cuanto a la ingesta del alimento, aunque en comparación con el bloque 2 tiene un mayor consumo de alimento en los diferentes tratamientos, a excepción de T3. El tratamiento testigo (T4) también en este bloque destaca por su mayor consumo de alimento, tal vez por ser de tipo comercial.

Figura 26

Consumo de alimento promedio diario por ave en bloque 4 (kg)



Fuente. Autoria propia

El comportamiento de las aves con respecto al consumo alimenticio en el bloque cuatro muestra valores incrementales desde el T1 hasta T4, manteniéndose mayor consumo en el tratamiento cuatro (testigo); T3 que en los demás bloques siempre fue el de menor consumo, en este bloque corresponde al segundo mejor consumo de alimento, evidenciando que todos los bloques y tratamientos por lo general se presentan comportamientos diferentes, lo que justifica que en un experimento siempre debe tenerse en cuenta las réplicas de los tratamientos.

A partir de las mediciones realizadas durante el periodo de observación y de acuerdo con los resultados hallados en la presente investigación, referente a la producción semanal de huevos, se nota que, a pesar de contar con los mismos cuidados en todos los bloques, se ve a nivel general que hubo variaciones que no se pueden atribuir a factores externos como el clima u otros aspectos, pues las condiciones en todos los grupos fueron similares.

Las diferencias presentadas entre bloques y tratamientos, hace pensar que las dietas suministradas con aporte de pulpa de café no fueron ideales para la postura de las aves en algunos bloques y tratamientos, ya que la producción de huevos se vio afectada en general por la mayor inclusión de cereza de café hecha en las dietas.

Tomando en cuenta que, durante el periodo productivo, las gallinas pueden poner huevos entre 40 y 80 gramos de peso, en su gran mayoría el promedio normal es de las clases M y L, es decir, entre 53 a 63 gramos y de 63 a 73 gramos respectivamente (Solla, 2018) y haciendo un comparativo en esta etapa de estudio con el peso del primer día de postura, se determina que la producción se encuentra en buen peso, a excepción del tratamiento 3 en todos los bloques por presentar pesos bajos, que para un proyecto productivo conllevaría pérdidas económicas; por tal razón, es prudente repensar la dieta con inclusión del 20% de pulpa de café deshidratada y molida o en su defecto intentar determinar por qué se presenta esta situación.

A cerca del peso en las aves en los diferentes bloques y tratamientos donde se manejó dietas con pulpa de café, se pudo ver disminución o pérdida de peso corporal, contrario al Tratamiento 4 (testigo) que fue en ascenso permanente, lo cual repercute de forma directa en los niveles de producción tanto en el porcentaje de postura como en tamaño o peso de los huevos.

Haciendo un análisis de forma general al consumo de alimento promedio diario de las gallinas ponedoras y teniendo en cuenta que el parámetro a la edad de inicio de postura de las aves es de 100 gramos por animal/día, el cual debe ir incrementando a medida que avanza la edad, el promedio de consumo de comida en esta investigación fue bajo en todos los tratamientos que tuvieron dieta con pulpa de café, donde el tratamiento 3 que tuvo la dieta con más pulpa presentó menores valores de consumo de alimento en todos los bloques, el segundo y el primero tuvieron variaciones, mientras que el tratamiento cuatro (testigo) mostró comportamiento normal, aunque también su consumo fue inferior al parámetro general para esta variedad de gallinas.

Análisis Estadístico de los Resultados

Para poder evaluar los datos y determinar la viabilidad del proyecto se realizan pruebas estadísticas a los resultados obtenidos en el ensayo de alimentación realizado en campo con el fin de determinar la validez científica de los mismos. De acuerdo con la metodología donde se propuso que el diseño estadístico era bloques al azar, se procede con este sistema para realizar el análisis correspondiente, debido a que como el trabajo realizado fue con animales en los que no existe uniformidad propiamente dicha sino que siempre hay ciertas diferencias entre unidades, es lo que justifica el uso de esta técnica.

El modelo estadístico y el análisis de varianza se realizó siguiendo la metodología de Dr. Mellano (s.f.), quien describe claramente el procesamiento de los datos para llegar a la

verificación de los resultados mediante el análisis de varianza (ANOVA) dividida en tres varianzas, las de tratamientos, las de bloques y la del error. A continuación, se describe el proceso y se realiza el análisis para cada una de las variables evaluadas que fueron: producción de huevo, peso de huevos, peso de gallinas y consumo de alimento, las cuales serán evaluadas a los niveles de confianza del 95% y del 99% para estimar la viabilidad de esta investigación.

Análisis Estadístico para la Variable Producción de Huevos

El primer paso en este proceso es partir de los datos obtenidos, luego se suman todos los valores, a ese dato se le llamara y...

Tabla 11

Sumatoria de datos de postura de las gallinas por bloque y por tratamiento (%)

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tratamiento 1	87	85	81	73
Tratamiento 2	94	87	67	59
Tratamiento 3	90	77	51	36
Tratamiento 4	86	97	77	96
			Total	1243

Nota. Los datos de esta tabla corresponden al porcentaje de postura de cada grupo de aves.

Fuente. Autor (2025)

y = 1243

Se realiza el proceso de elevar al cuadrado cada dato de la tabla 10 y luego se suman para obtener el resultado al cual se denominará $\Sigma(y_{ij})^2$.

Tabla 12

Sumatoria de datos elevados al cuadrado por tratamiento y por bloque

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tratamiento 1	7569	7225	6561	5329
Tratamiento 2	8836	7569	4489	3481
Tratamiento 3	8100	5929	2601	1296
Tratamiento 4	7396	9409	5929	9216
			Total	100935

Nota. Los datos de esta tabla corresponden al cuadrado y sumatoria de los datos de la tabla 10.

Fuente. Autor (2025)

$$\Sigma(y_{ij})^2 = 100935$$

Se calcula la suma de cuadrados del total con la fórmula:

$$\text{Suma Cuadrados total} = \Sigma y_{ij}^2 - (y_{..})^2 / n$$

Donde n es el total de los datos

$$\text{Suma Cuadrados total} = 100935 - (1243)^2/16 = 4369,4375$$

Se debe hallar la varianza entre los tratamientos, para lo cual se obtiene la suma de cada uno de los tratamientos a lo que se llamará y_i ., luego cada suma de tratamientos se eleva al cuadrado y se suman los cuadrados.

Tabla 13*Suma de datos por tratamiento*

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Suma	y
Tratamiento 1	87	85	81	73	326	y1
Tratamiento 2	94	87	67	59	307	y2
Tratamiento 3	90	77	51	36	254	y3
Tratamiento 4	86	97	77	96	356	y4
			Total	1243	1243	

Nota. Los datos de esta tabla corresponden a la sumatoria de los valores de cada tratamiento.

Fuente. Autor (2025)

$$\Sigma (y_i.)^2 = (326)^2 + (307)^2 + (254)^2 + (356)^2 = 391777$$

Suma de cuadrados de tratamientos = $(\Sigma y_i.)^2 / r - (y_{..})^2 / n$; donde r es el número de bloques.

$$\text{Suma de cuadrados de tratamientos} = 391777 / 4 - (1243)^2 / 16 = 1378,6875$$

Varianza entre bloques. Se suman los valores de cada bloque y luego se elevan al cuadrado para hacer la suma de los cuadrados.

Tabla 14*Suma de bloques y sus respectivos cuadrados*

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tratamiento 1	87	85	81	73
Tratamiento 2	94	87	67	59
Tratamiento 3	90	77	51	36
Tratamiento 4	86	97	77	96
Suma	357	346	276	264
Y	y1	y2	y3	y4
Cuadrados	127449	119716	76176	69696

Nota. Los datos de esta tabla corresponden a la sumatoria de los valores de cada bloque y sus

respectivos cuadrados. *Fuente.* Autor (2025)

$$(\sum y_i .^2) = 127449 + 119716 + 76176 + 69696 = 393037$$

Suma Cuadrados de bloques = $(\sum y_{.j}^2) / t - (y_{..})^2 / n$; donde t es el número de tratamientos y n el total de datos.

$$\text{Suma Cuadrados de bloques} = 393037 / 4 - (1243)^2 / 16 = 1693,6875$$

Se calculan los grados de libertad (GL) para cada categoría:

$$\text{GL tratamientos} = t - 1 = 3 - 1 = 3$$

$$\text{GL bloques} = r - 1 = 3 - 1 = 3$$

$$\text{GL total} = n - 1 = 16 - 1 = 15$$

$$\text{GL error} = \text{GL Total} - \text{GL tratamientos} - \text{GL bloques} = 15 - 3 - 3 = 9$$

Se calcula la suma de cuadrados del error con la siguiente fórmula:

$$\text{SCerr} = \text{SC tot} - \text{SC trat} - \text{SC bloq} = 4369,4375 - 1378,6875 - 1693,6875 = 1297,0625$$

Se calculan los cuadrados medios CM:

$$\text{CM trat} = \text{SC trat} / \text{GL trat} = 1378,6875 / 3 = 459,5625$$

$$\text{CM blq} = \text{SC blq} / \text{GL bloq} = 1693,6875 / 3 = 564,5625$$

$$\text{CM error} = \text{SC error} / \text{GL error} = 1297,0625 / 9 = 144,118056$$

Se calcula el valor F para cada uno:

$$\text{F tratamientos} = \text{CM tratamientos} / \text{CM error} = 459,5625 / 144,118056 = \mathbf{3,19}$$

$$\text{F bloques} = \text{CM bloques} / \text{CM error} = 564,5625 / 144,118056 = \mathbf{3,92}$$

Con los datos obtenidos se construye la tabla de análisis de varianza.

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable producción de huevos

	GL	SC	CM	F
Tratamientos	3	1378,6875	459,5625	3,19
Bloques	3	1693,6875	564,5625	3,92
Error	9	1297,0625	144,118056	
Total	15	4369,4375		

Nota. GL = grados de libertad. SC = suma de cuadrados. CM = cuadrados medios. F = valor calculado de la varianza. *Fuente.* Autoria propia

Paso seguido se busca en la tabla F el valor correspondiente a los grados de libertad, si es para bloques, entonces GL de bloques y del error; y si es para tratamientos, GL de tratamientos y del error, acorde con el margen de error que se quiera manejar.

Para tratamientos (0,05) $F(3,9) = 3.86$

Para tratamientos (0,01) $F(3,9) = 6.99$

El análisis se realiza de la siguiente manera: si la F calculada es mayor que la F de las tablas se concluye que sí hay diferencias significativas, pero si la F calculada es menor que el valor de las tablas se concluye que no hay diferencias significativas.

Para el caso de la variable producción de huevo en esta investigación el valor de F calculado fue 3.19, mientras que la F de las tablas al 0.05 fue de 3.86, lo que permite evidenciar que la F calculada es menor que la F de las tablas por lo cual se concluye que no hay diferencias significativas entre los tratamientos al nivel de confianza del 95%. Si el análisis se realiza con el 99% de confianza, el resultado es que tampoco hay diferencias significativas entre los tratamientos por cuanto el valor de las tablas es mayor que el valor calculado para la F.

Análisis Estadístico para la Variable Peso de Huevos

Siguiendo el mismo procedimiento que se realizó para el análisis de la variable producción de huevo se hizo para la variable peso de huevos, de lo cual, para no hacer extensa la presentación de la información solo se coloca la tabla de análisis de varianza y el respectivo análisis.

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable peso de huevos

	GL	SC	CM	F
Tratamientos	3	135,381875	45,1272917	13,06
Bloques	3	6,796875	2,265625	0,66
Error	9	31,105625	3,45618056	
Total	15	173,284375		

Nota. GL = grados de libertad. SC = suma de cuadrados. CM = cuadrados medios. F = valor calculado de la varianza. *Fuente.* Autoria propia

Valores de las tablas F:

Para tratamientos (0,05) $F(3,9) = 3.86$

Para tratamientos (0,01) $F(3,9) = 6.99$

Una vez procesados los datos correspondientes a la variable en análisis peso de los huevos, obtenidos las sumas de cuadrados, los cuadrados medios y los grados de libertad tanto para tratamientos como para bloques y del error, se realizó el cálculo de la F para tratamientos y para bloques dando como resultados los datos de la columna 5 de la tabla 15, identificada con la letra F, los cuales al compararlos con los datos de las tablas F, se evidencia que la F calculada para tratamientos es mayor la F de las tablas, por lo cual se concluye que sí existen diferencias significativas entre tratamientos para la variable peso de los huevos, a los niveles de confianza

tanto del 95% como del 99%.

Para el caso de los bloques el resultado fue diferente porque la F calculada (0,66) fue menor que la F de las tablas (3.86) para el 95% de confianza y también al 99% de confianza (6.99), de esta manera se concluye que para la variable peso de huevos no existen diferencias significativas entre los bloques tanto al 95% como al 99% de confianza, lo que indica que los grupos de aves que se encontraban en cada uno de los bloques tuvieron un comportamiento estadísticamente uniforme en cuanto a la variable peso de los huevos.

Análisis Estadístico para la Variable Peso de las Gallinas

Al igual que en la variable peso de los huevos, se realizó el mismo proceso a los datos correspondientes a la variable peso de las gallinas y se presenta solamente el análisis de varianza con los resultados finales del procesamiento de los datos producto de esta variable.

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable peso de las gallinas

	GL	SC	CM	F
Tratamientos	3	0,17831875	0,05943958	26,15
Bloques	3	0,01286875	0,00428958	1,89
Error	9	0,02045625	0,00227292	
Total	15	0,21164375		

Nota. GL = grados de libertad. SC = suma de cuadrados. CM = cuadrados medios. F = valor calculado de la varianza. *Fuente.* Autoria propia

Valores de las tablas F:

Para tratamientos (0,05) $F(3,9) = 3.86$

Para tratamientos (0,01) $F(3,9) = 6.99$

Luego de realizar el procesamiento de los datos para la variable peso de las gallinas en el

desarrollo de este trabajo se puede evidenciar que la F calculada para los tratamientos (26.15) es mayor que la F de las tablas, 3.86 para el intervalo de confianza del 95% y 6.99 para el 99% de confianza, lo que indica que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para los dos niveles de confiabilidad, por lo cual puede decirse que las diferentes dietas alimenticias suministradas a los grupos de aves tuvieron efecto en el comportamiento de las gallinas en cuanto a asimilación y conversión del alimento en carne por cuanto se vio afectado el peso corporal de los animales.

Los resultados estadísticos muestran que al realizar el procesamiento de la información para los bloques que representan los grupos de animales, en este caso el valor de la F calculada (1.89) fue menor que la F de las tablas tanto para el 95% como para el 99% de confiabilidad, por lo que se concluye que en este particular no hubo diferencias significativas, indicando que el comportamiento de los grupos considerados bloques en la investigación tuvieron un comportamiento uniforme con respecto a la variable peso de las gallinas.

Análisis Estadístico para la Variable Consumo de Alimento

La última variable evaluada en este estudio fue el consumo de alimento, la cual se tomó el valor individual de consumo promedio diario de las aves con lo cual se hizo procedimiento similar que en las otras variables analizadas y se presenta la tabla resumen con los datos del análisis de varianza para dicha variable.

Tabla 18

Análisis de varianza para la variable consumo de alimento

	GL	SC	CM	F
Tratamientos	3	1751,1875	583,729167	14,49
Bloques	3	103,1875	34,3958333	0,85
Error	9	362,5625	40,2847222	
Total	15	2216,9375		

Nota. GL = grados de libertad. SC = suma de cuadrados. CM = cuadrados medios. F = valor calculado de la varianza. *Fuente.* Autoria propia

Valores de las tablas F:

Para tratamientos (0,05) $F(3,9) = 3.86$

Para tratamientos (0,01) $F(3,9) = 6.99$

El análisis estadístico a los datos correspondientes a la variable consumo de alimento, luego de haber obtenido los datos de suma de cuadrados, cuadrados medios y grados de libertad, el resultado obtenido como la F calculada para los tratamientos tuvo un valor de 14.49, el cual es mucho mayor que el valor de la F de las tablas tanto al nivel de confianza del 95% como del 99%, por lo que se concluye que sí hay diferencias significativas entre los tratamientos para la variable consumo de alimento, lo que indica que las dietas adicionadas con pulpa de café sí afectó estadísticamente el consumo de alimento de las aves durante el ensayo comparativo con concentrado comercial.

Para el caso de los bloques, se tuvo como resultado que la F calculada fue de 0.85, valor bastante inferior a los obtenidos en las tablas tanto para el nivel de confiabilidad del 95% como para el 99%, concluyéndose que no hubo diferencias significativas en este caso de los bloques para la variable de consumo de alimento, lo que puede interpretarse como que las posibles

variaciones existentes entre los grupos de animales que conformaron cada uno de los bloques no fue un factor que afectara el comportamiento de las aves con respecto al consumo de alimento.

Análisis Económico y Ambiental

En el sistema productivo cafetero actual de la ciudad de Pitalito Huila, el crecimiento económico y ambiental son inversamente proporcionales, teniendo en cuenta que según Mora y Rodríguez (2023), son 21.598,77 toneladas anuales de café de trilla que produce el municipio en promedio anual, para ello se requieren 96.071,33 toneladas de fruto fresco, de acuerdo con las tablas de conversión de CENICAFE (2008). Por lo anterior se deduce que, si en esta producción que es bastante significativa, se arrojan como residuos una proporción del 43,58%, lo que equivale a 41.867,88 toneladas de cereza fresca de café que se convierten en contaminante para la tierra y subsiguientemente para las aguas. Al desarrollar este proyecto, como se ha explicado, se amortigua la crisis ambiental con la conversión de la cereza de café en alimento para animales. Ahora bien, 41.867,88 toneladas de cereza en fresco resultarían 8.624,78 toneladas de cereza de café seca por año, apta para alimentación de gallinas. Si realizamos un cálculo elemental, haciendo un aporte promedio de cereza de café deshidratada del 10%, la producción anual de café del municipio de Pitalito alcanzaría para alimentar 1.969.128 gallinas al año.

Tabla 19

Rentabilidad anual de la cereza de café producida en Pitalito para alimentación de gallinas ponedoras en proporción del 10% con costos del mercado local

Comida comercial	Precio kilo	Gallinas	Consumo en kilos por ave y por año	90% comida comercial kilos por año	10% cereza kilos anual	100% kilos comida anual	Total
		1.969.128	43,8	77.623.026	8.624.780	86.247.806	
Total comida	2.500			0	0	86.247.806	215.619.515.000
90% comida	2.500			77.623.026	0		194.057.565.000
Ahorro							21.561.950.000

Nota. Esta tabla muestra los valores económicos con los que se pueden beneficiar los productores al utilizar la pulpa de café en alimentación de gallinas de postura. *Fuente.* Autoría propia

Los costos de producción del proceso productivo de aves de postura se ven reducidos de manera significativa si se considera suministrar solo el 10% de la ración del alimento con pulpa de café deshidratada, esta proporción se toma como base ya que el tratamiento 1 fue el mejor después del tratamiento testigo y esta proporción de café es asimilable por las gallinas ponedoras. Como se evidencia en la tabla 18 se obtiene un ahorro de \$21.561.950.000 COP según los costos comerciales de la región, este es el valor de ganancia que se tendría a nivel del municipio de Pitalito si se aprovechara toda la pulpa de café que se produce a nivel regional, lo que garantizaría alimento para 1.969.128 gallinas ponedoras si se suministra el 10% de esta pulpa como parte de la dieta. En el campo experimental se obtiene una reducción del 10% de los costos de producción, donde se aprovecha el bagazo del café y se reduce el costo económico y ambiental.

Discusión de Resultados

Al realizar el análisis químico de la pulpa de café procesada mediante la técnica de deshidratación para determinar su composición nutricional, se aprecia coincidencia con los estudios de Castillo *et al*, (2002); Braham *et al*, (2003); Noriega *et al*, (2008); Yoplac *et al*, (2017); Fernández Cortes, (2020), al demostrarse en las pruebas de laboratorio realizadas para este proyecto, la cantidad de nutrientes valiosos que pueden ser aprovechados por los animales de granja, entre los cuales se encontraron proteína 12,51%, fibra cruda 14,60%, carbohidratos o azúcares 14%, compuestos bioactivos 9,55%, por lo cual puede considerarse como apta para utilizarse en la alimentación animal en el municipio de Pitalito Huila, sin embargo, se encuentra una discordancia con la postura de Garces Molina *et al*, 2004, en la cual se reconoce la existencia de microorganismos y sustancias potencialmente nocivos para la salud de los animales, como taninos, cafeína y fenoles libres, que pueden bajar la cantidad nutricional o en su defecto ocasionar la muerte, sin embargo, en la presente investigación no se tuvo en cuenta como variable de estudio estos elementos.

En la experimentación realizada dentro del presente trabajo se observó que los rendimientos productivos en gallinas ponedoras alimentadas con inclusión de pulpa de café deshidratada afecta la variable de producción de huevos semanal, ya que se nota que esta disminuye en la medida que se aumenta la dieta con pulpa de café, esto en concordancia con la investigación de Rodríguez Zelaya *et al*, (1994) en su trabajo “Efecto de cuatro niveles de pulpa de café en alimentación de gallinas ponedoras”, en la cual determinaron los mismos parámetros. Ahora bien, en la variable peso de huevos, se notó la misma tendencia en las dietas más altas de pulpa de café, corroborando el estudio realizado por Acosta *et al* (1997) donde alimentaron aves con inclusión de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%, el cual concluyó, que inclusiones altas de

pulpa de café ocasionan efecto dañino en la digestibilidad verdadera de la materia seca y en la energía metabolizable del animal, lo cual baja su productividad, posición contraria a la de Florez y Rosales, (2018) quien en su estudio encontró que en aves y cerdos la alimentación puede llevar hasta un 15% de pulpa de café deshidratada, lo anterior hace inferir que el proceso llevado es la causa de estos bajos resultados.

Cuando la dieta nutricional es deficiente en nutrientes digeribles ocasiona un deterioro de las funciones vitales, que se refleja principalmente en el peso del animal (Chauca, 1997), esto ante la observación de bajo peso en las aves de los bloques que recibieron dieta con adición de pulpa de café deshidratada, lo cual indica que se debe replantear el modo de uso de la pulpa, en la búsqueda de que sea más digerible para las aves, porque se evidenció disminución en el apetito, mientras que las gallinas del grupo testigo mantuvieron el consumo de alimento en niveles normales.

Salvo algunas debilidades en los procesos, es innegable la viabilidad económica de la utilización de la pulpa de café deshidratada como alimento para gallinas ponedoras, teniendo en cuenta la alta proporción de producción de café en esta zona del mundo, máxime teniendo en cuenta según Pajoy (2017), que en la correlación de resultados no se gana con el peso sino por los costos de producción que pueden ser amortiguados con la abundancia de esta materia prima que actualmente se desperdicia en su mayor parte. Es importante tener presente a Florez y Rosales, (2018) quienes advierten el cuidado en los procesos de transformación, fundamental para evitar pérdidas por algunas sustancias presentes en la pulpa que pueda generar problemas perniciosos a los animales debido a su consumo.

En coincidencia con Serna-Jiménez *et al*, (2018), por cuanto la pulpa de café, subproducto generado del beneficio del café en una proporción del 43,2% del proceso completo,

cuyos altos volúmenes son completamente desaprovechados, causando grave daño ecológico por contaminación al suelo afectando la microbiota existente y las aguas que se afectan desde las zonas altas, siguiendo su curso por de las escorrentías hasta el mar, lo que genera conflicto no solo con la naturaleza sino con gran parte de la sociedad, consciente ya sobre el cuidado del entorno y la tierra en general, postura apoyada por Villalba *et al*, (2011).

A nivel técnico, los resultados de este trabajo sugieren que la pulpa de café deshidratada afecta negativamente los parámetros productivos de las aves, principalmente cuando se incluyen en niveles superiores al 15% en dieta, esto es dado por la defensa y resistencia que generan los vegetales a ser consumidos, produciendo enzimas nocivas, de las cuales se destacan los taninos y la lignina (Tarazona *et al*, 2012) que solamente se hacen digeribles mediante la técnica del ensilaje, pues de esta forma ha sido utilizado para alimentación animal en proporciones hasta del 48% según Braham *et al*, (2003). En este sentido, según Garces Molina *et al*, (2004), este proceso anaeróbico de conservación de alimentos es vital para inactivar posibles microorganismos potencialmente nocivos para los animales, mediante un incremento de temperatura y disminución del pH. Rubio y Pineda (1973) dicen en las conclusiones de su tratado “Composición química y digestibilidad in vitro de la pulpa de café”, que la pulpa de café en las distintas formas estudiadas no posee valor nutritivo para los animales por su contenido alto de lignina y potasio, bajo porcentaje de digestibilidad y escaso poder energético, por tanto, la utilización en alto volumen está limitada. Mediante los métodos detergentes de análisis de Van Soest de la pared celular de los forrajes se estableció que la lignina es el principal factor adverso en el poder nutritivo de la pulpa de café para los animales, en tal sentido Telles *et al.*, (2016) en su estudio “Enzimas lignocelulolíticas: producción, usos y perspectivas” indica que la lignocelulosa es un compuesto muy resistente a la descomposición, lo que hace que se presente

los hongos basidiomicetos de podredumbre blanca que secretan una o más de tres enzimas extracelulares que son esenciales para la degradación de la lignina: ligninoperoxidasa, mangesoperoxidasa y lacasa.

Conclusiones

A nivel técnico, aunque el análisis estadístico dio como resultado diferencias significativas entre los tratamientos, desde los números absolutos se evidencia que teniendo en cuenta el factor económico de disminución de costos en la alimentación se puede integrar una proporción hasta del 10% de harina de pulpa de café en la preparación de dietas alimenticias para gallinas de postura en la etapa de producción.

La composición química de la pulpa de café presenta valores importante para la nutrición animal entre los que se encuentra proteína cruda del 12.5%, cenizas 9,5%, extracto etéreo 2.2% y fibra cruda 14.6%, valores obtenidos en esta investigación y que son acordes a los reportados por otros estudios, los cuales pueden ser optimizados con técnicas adecuada, lo que la convierte en una alternativa de alimento complementario para aves y otras especies, teniendo en cuenta el volumen de producción de este residuo en el municipio de Pitalito.

Con base en el análisis realizado, se puede concluir que ambientalmente es adecuado el uso de la pulpa de café en alimentación de gallinas, por cuanto la afectación que se viene haciendo al medio ambiente por la deficiente disposición de este residuo es grave porque contamina no solamente las aguas sino también el suelo influyendo negativamente en la microbiota con un subproducto que puede ser aprovechable.

Acorde con las observaciones que mostraron afectación al proceso productivo de gallinas ponedoras alimentadas con dietas adicionadas con mezcla de harina de cereza de café y teniendo en cuenta reportes de algunos investigadores sobre los factores anti nutricionales que contiene es posible que la técnica de deshidratación de la pulpa de café fresca no sea la más indicada, sin embargo, es la más sencilla para realizar a nivel de campo, por lo cual se debe tomar en cuenta realizar primero el proceso de ensilaje para luego deshidratarla y molerla para ser incluida en la

dieta de las aves.

Recomendaciones

Realizar estudios más específicos sobre la deshidratación de la pulpa de café, toda vez que la literatura encontrada para esta técnica es poca y amerita su desarrollo teniendo en cuenta que es un método fácil y económico para procesar este material.

Profundizar en técnicas diversas para la optimización de la pulpa de café como alimento, puesto que el ensilaje presenta mejores perspectivas de aprovechamiento teniendo en cuenta el desdoblamiento de las sustancias indeseables.

Recomendaciones Prácticas

Experimentar con una técnica mixta que posterior a la inoculación fúngica y desarrollo, se proceda al desdoblamiento definitivo de los otros materiales perjudiciales mediante mieles y bicarbonatos, para posteriormente realizar el secado, molido e inclusión en las dietas para alimentación de las aves.

Referencias Bibliográficas

- Acosta I., A. Márquez, T. Huérfano e I. Chacón. (1997). *Evaluación de la pulpa de café en aves: digestibilidad y energía metabolizable*. Arch. Latin. Prod. Anim., 5(1): 311-312.
<https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/manual-ponedoras-solla-2018.pdf>
- Agronet. MinAgricultura. (2024). *Encuentran en la cáscara de café compuestos con gran potencial para la industria agroalimentaria*.
https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Encuentran-en-la-c%C3%A1scara-del-caf%C3%A9-compuestos-con-gran-potencial-para-la-industria-agroalimentaria.aspx?utm_source=chatgpt.com
- Agrolatina TV. (2024). *Gallinas ponedoras en 16 semanas*.
<https://www.youtube.com/watch?v=LSGV7541mMs>
- Bonilla Camacho L. F. & Castro Fandiño Y. (2021). *Propuesta de Estrategias para el Aprovechamiento de la Pulpa de Café Residual en la Finca Cafetera Los Monroy*. Repositorio ECCI.
<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1862/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Braham, J., Jarquin, R., González, J., & Bressani, R. (2003). *Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje*. <http://bvssan.incap.int/local/E/E-696.pdf>
- Castillo Corela E., Acosta Acosta Y., Betancourth Santos N., Castellanos E. L., Matos Gomez A. M., Cobos Tellez V. & Cerdà M. J. (2002). *Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja*. Fundación Dialnet. <https://hoyhuevo.es/tamano->

1293902576-1071804456-3554519657-1001/\$RHRIS11.pdf

Mora, D. A. y Rodríguez, D. H. (2023). *Boletín económico regional*.

<https://doi.org/10.32468/ber-cent.tr1-2023>

Noriega, A., Silva, R., & García, R. (2008). Revisión: *Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal*.

https://www.researchgate.net/publication/260769817_Revisión_Utilización_de_la_pulpa_de_café_en_la_alimentación_animal

Núñez-Torres, O. P. (2017). *Los costos de la alimentación en la producción pecuaria*. Selva Andina. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000400001)

[72692008000400001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000400001)

Pajoy Tunubala, H. O. (2017). *Evaluación de las ganancias de peso en cerdos alimentados con ensilaje de pulpa de café en la finca el cabuyo de la vereda alto cañada del municipio de La Plata Huila*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/14857>

Red de Avicultura Alternativa REDAA. (2025). *Tablas de peso y consumo – lohman brown*.

<https://redaa.ar/tablas-de-peso-y-consumo-lohman-brown/>

Rodríguez Zelaya, J., Aguirre Rosales, D., & Benavides Riverra, O. (1994). *Efecto de cuatro niveles de pulpa de café en alimentación de gallinas ponedoras (Iniciación–Desarrollo)*.

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5482/5311>

Rubio J. y Pineda J. (1973). *Composición química y digestibilidad de in vitro de la pulpa de café*. Repositorio digital del centro nacional de investigaciones del café. 70-74.

<https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/805>

Serna Jiménez J. A.; Torres Valenzuela L.S.; Martínez Cortínez, K.; María Camila Hernández Sandoval, M.C. (2018). *Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de*

- valorización de subproductos*. *Reviòn*. 2018;31(1):37-42. doi: 10.18273/reviòn.v31n1-2018006 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7444766>
- Solla S.A. (2018) *Manual de manejo ponedoras para huevo comercial*.
<https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/manual-ponedoras-solla-2018.pdf>
- Solla. (2025). Postura Agrinal. Aves de producción. Ponedoras. AVES PRODUCCIÓN - Solla
- Tarazona A. M., Ceballos M.C., Naranjo J. F., Cuartas C. A. (2012). *Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes*. *Revista Colombiana de Ciencias pecuarias*. 473-487.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902012000300015
- Telles J. A., Cuenca. A., Anducho, M., Mercado, Y. (2016). *Enzimas lignocelulolíticas: producción, usos y perspectivas*.
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Panorama_Cap05_Enzimas.pdf
- Trillo Zárate F. C, Núñez Delgado J. Y. *Pulpa de café: una alternativa económica para la alimentación en aves de producción en trópico*. *Actualidad pecuaria*.
<https://actualidadavipecuaria.com/pulpa-de-cafe-una-alternativa-economica-para-la-alimentacion-en-aves-de-produccion-en-tropico-%EF%BF%BC/#:~:text=La%20pulpa%20de%20caf%C3%A9%20deshidratada,peso%20y%2Fo%20conversi%C3%B3n%20alimenticia>.
- Vargas Rubio P. (15 de marzo 2025). *El municipio de Colombia que más café produce está en el Huila*. *Revista digital Aldea del sur*. <https://aldeasur.com/pitalito-el-principal-productor-de-cafe-del-pais-aporta-el-19-de-la-produccion-en-colombia-y-el-127-del-huila/>
- Villalba, D.K.; Holguín, V.A.; Acuña, J.A.; Piñeros Varón, R. (2011). *Calidad bromatológica y*

organoléptica de ensilajes. Repositorio Institucional Universidad del Tolima.

<https://repository.ut.edu.co/entities/publication/60b229ee-4012-437d-b6e7->

73bc22785da9

Apéndices

Apéndice A

Resultado del análisis bromatológico de la cereza deshidratada

INFORME No.QA24-007042 LEONEL STERLING ROJAS 2024-12-02



REPORTE DE RESULTADOS DE
LABORATORIO

GESTIÓN DE LA AGENDA
CORPORATIVA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: LEONEL STERLING ROJAS
CÉDULA O NIT: 79421798
DIRECCIÓN: CALLE 3A # 13B-28
DEPARTAMENTO: HUILA
MUNICIPIO: PITALITO
TEL, FIDO/CEL: 3112407153 / 3112407153
TIPO DE ANALISIS: PROXIMAL

NÚMERO SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
QA24-007042	LQAF24-0005017

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: CEREZA DE CAFÉ DESHIDRATADA Y MOLIDA
MATRIZ: ALIMENTOS PARA ANIMALES
VEREDA: EL DIVISO
FINCA: BUENAVISTA
FECHA DE TOMA: 21/06/2024 5:00:00 P.M.
EMAIL ENVÍO RESULTADOS: leonel.sterling@unad.edu.co

ALIMENTO: SUBPRODUCTOS
N. COMÚN: CEREZA DEL CAFÉ
N. CIENTIFICO: NO APLICA
DESC COMPONENTE: NO INDICA

En la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA contamos con acreditación ONAC, vigente a la fecha, con código de acreditación 13-LAB-031, bajo la norma ISO/IEC 17025:2017, en los ensayos de humedad por ISO 6496:2009 NTC 4888:2000; ceniza por AOAC 942.05, Ed 22nd, 2023; extracto Etéreo por AOAC 2003.06, Ed 22nd, 2023; proteína cruda por AOAC 960.52, Ed 22nd, 2023. Los resultados marcados con (*) se basan en actividades de evaluación de la conformidad no incluidas en el alcance de acreditación.

FECHA DE RECEPCIÓN: 2024-11-26
FECHA DE ANÁLISIS: DE 2024-11-27 A 2024-11-29
FECHA DE REPORTE: 2024-12-02

Carlos Adolfo Barrera Hernandez (E6991)

Lider de laboratorio

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO.	VALOR
Determinación de humedad	g/100g	ISO 6496:2009 NTC 4888:2000.	9.25
Determinación de ceniza	g/100g	AOAC 942.05, Ed. 22nd, 2023	9.55
Determinación de extracto etéreo	g/100g	AOAC 2003.06, Ed. 22nd, 2023	2.20
Determinación de proteína cruda	g/100g	AOAC 960.52, Ed. 22nd, 2023	12.51
Determinación de fibra cruda	g/100g	GA-R-40 Determinación de fibra cruda en alimentos para animales, versión 4	14.60

Observaciones: Las muestras ingresaron con un tiempo > 15 días. El cliente autoriza su procesamiento.

- La información de la(s) muestra(s) entregada(s) al laboratorio fue(ron) suministrada(s) por el cliente, por tanto, el usuario del servicio es responsable de los datos reportados en relación con cada una de las muestras.
- Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.
- El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.
- Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia.
- Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.
- Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.
- Para peticiones, quejas y solicitudes de información, comuníquese al correo electrónico atencionalcliente@agrosavia.co o a la línea telefónica 018000121515.

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
TURIPANA
KILÓMETRO 13 VÍA MONTERÍA-CERETÉ, CERETÉ, CÓRDOBA, COLOMBIA
4227300 EXTENSIÓN 1369
ATENCIONALCLIENTE@AGROSAVIA.CO

CÓDIGO: GA-F-97

VERSIÓN: 8

Página 1 de 2

FECHA DE VIGENCIA: 2024-04-25

Fuente. Corporación colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA (2024)

Apéndice B

Finca de laboreo de café



Fuente. Autoria propia

Apéndice C

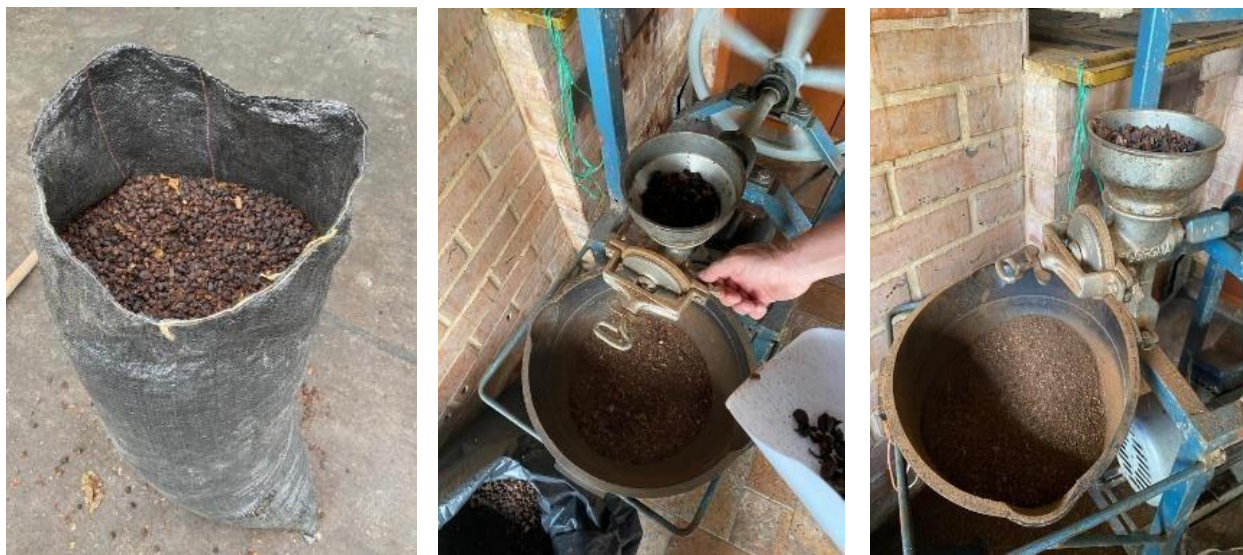
Proceso de secado de la cáscara



Fuente. Autoria propia

Apéndice D

Proceso de limpieza y molienda de la cascara de café deshidratada



Fuente. Autoria propia

Apéndice E

Mezclado y preparación de raciones alimenticias



Fuente. Autoria propia

Apéndice F

Dietas implementadas a los bloques de gallinas con sus respectivos tratamientos



Fuente. Autoria propia