

Harina de Moringa oleifera como alternativa de alimentación para gallinas ponedoras de la línea Babcock Brown en la vereda El Carbonal del municipio de Rio de Oro, Cesar

Dairon Sánchez Flores

Director:

Leonor Barreto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente - ECAPMA

Zootecnia

2024

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Ocaña, 4 de julio de 2024

Dedicatoria

El presente trabajo de grado lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados para mí. Así mismo, a mis padres por su cariño, trabajo y sacrificio en todos estos semestres apoyándome, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí. Agradezco igualmente a cada docente que ha apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos, gracias a cada uno de ustedes.

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, también quiero dar gracias a toda mi familia por estar siempre presente De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y a los diferentes profesores que me orientaron durante mi proceso académico.

Resumen

La investigación se enfoca en el desarrollo de un diseño completamente al azar con gallinas Babcock Brown en la vereda Carbonal del municipio de Rio de Oro, Cesar, suministrándoles harina de moringa en 4 niveles: T1 con replicas con solo concentrado comercial, T2 con harina de moringa al 10% mas 90% de concentrado, T3 con 20% de harina de moringa más el 80% de concentrado y T4 con 70% de harina de moringa más el 30% en concentrado, determinando por medio de este proceso el balance de una dieta isocalórica, evaluando además, parámetros zootécnicos como consumo de alimento, conversión alimenticia, producción de huevos, mortalidad y pigmentación de la yema de huevo. Se obtuvo como resultado que la producción de huevos diaria es superior en el T1, pero la pigmentación de la yema no fue la más apetecible, como en el caso de los niveles T2, T3 y T4. Los mejores resultados en pigmentación se evidenciaron en el T4 donde fue superior a 12 la coloración de la yema en la medición con la Escala de Roche. En síntesis, la harina de moringa en un porcentaje de 30% mostro resultados importantes, aunque el nivel de producción de huevos por día fue inferior a los demás tratamientos.

Palabras clave: conversión alimenticia, dieta isocalórica, gallinas Babcock Brown, harina de moringa, parámetros zootécnicos.

Abstract

The research focuses on the development of a completely randomized design with Babcock Brown hens. They feed with moringa flour in four levels: T1 with replicas with only commercial concentrate. T2 with 10% moringa flour plus 90% concentrate. T3 with 20% moringa flour plus 80% concentrate. T4 with 70% moringa flour plus 30% concentrate. Through this process, it determined the balance of an isocaloric diet, also evaluating zootechnical parameters, like as food consumption, feed conversion, egg production, mortality and egg yolk pigmentation. The result was that the daily egg production is higher in T1, but the yolk pigmentation was not desirable, as in the case of levels T2, T3 and T4. The best results in pigmentation were evident in T4, where the yolk color was greater hand 12 when measured with the Roche Scale. In summary, moringa flour at a percentage of 30% showed important results, although the level of egg production per day was lower than the other treatments.

Keywords: Babcock Brown hens, feed conversion, isocaloric diet, moringa flour, zootechnical parameters.

Listado de abreviaturas

AGV: Ácidos grasos volátiles.

B/C: Beneficio, costo.

CA: Conversión alimenticia.

Coms. Acum: Consumo acumulado.

Comp: Comparativo. *DESV*:

Desviación estándar. *Deter*:

Determinado.

EM: Energía metabolizable.

EMA: Energía metabolizable aparente.

ETC: Etcétera.

Gr: Gramos.

Incl.: Inclusión.

N: Tamaño de la muestra.

PB: Proteína bruta

Pdo.: Periodo.

PE: Peso específico.

Pigm: Pigmentación.

Proba: probabilidad.

Prod.: Producción.

Prom: Promedio.

Prot. Dig. Ave: proteína digestible Ave.

Repet: repeticiones.

SC: Sumatoria de cuadrados.

Sem.: Semanas.

Sum: Sumatoria.

Taxo: Taxonomía.

Tot: Total.

TUE: Tamaño de la unidad experimental.

T1: Tratamiento 1.

T2: Tratamiento 2.

T3: Tratamiento 3.

T4: Tratamiento 4.

Unid: Unidades.

Tabla de Contenido

Introducción	15
Planteamiento del Problema	16
Pregunta de Investigación	16
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos.....	18
Justificación	17
Marco Conceptual.....	19
Moringa Oleifera: Una Opción Saludable Para El Bienestar.....	19
Calidad De Huevo Y Comportamiento Productivo De Gallinas Ponedoras Isa Brown Con	
Acceso A Pastoreo	19
Moringa Oleifera.....	20
Estudio de los Efectos <i>Moringa Oleifera</i> en la Producción Avícola	22
Caracterización de Parámetros Productivos para Líneas Genéticas de Ponedoras, Ubicadas	
en Zona de Trópico Alto	22
Medición de los Parámetros Productivos y Económicos de Gallinas en Postura de la Línea	
Babcock Brown de la Semana 43 a la Semana 50 de la Granja Avícola el Silencio En Ocaña,	
Norte De Santander	23
Calidad del Huevo	24
Ensayos Realizados en Animales con Harina de Moringa	24
Estudios de la Moringa en la Producción Avícola	24
Metodología	32
Investigación	32

	10
Población.....	32
Tamaño de la Muestra.....	32
Técnicas de Recolección de Información	33
Variables	33
Resultados.....	34
Consumo de Concentrado por Tratamiento Días.....	34
Peso Ave por Tratamientos.....	36
Postura Huevos por Día	39
Peso del Huevo por Día y Clasificación de los Huevos.....	42
Análisis Global de Parámetros.....	45
Análisis de Consumo Concentrado	47
Análisis de Peso/Gramos por Unidad Global.....	49
Análisis de Postura Global	51
Clasificación de los Huevos	53
Consumo de Moringa por Tratamientos	54
Mortalidad.....	57
Conversión Alimenticia	57
Evaluación de Pigmentación en los Tratamientos con la Inclusión de Tres Niveles de Harina de Moringa.....	57
Costos de la Producción Total para Cada Uno de los Tratamientos.....	64
Costo de Alimento Concentrado	64
Costos del Suplemento Harina de Moringa Oleifera.....	64
Discusión.....	66

	11
Conclusiones	68
Recomendaciones	70
Bibliografía	72
Apéndices.....	75

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Consumo por día por tratamientos</i>	34
Tabla 2 <i>Peso por ave registrado</i>	37
Tabla 3 <i>Postura huevos por día</i>	40
Tabla 4 <i>Peso del huevo por día y clasificación de huevo</i>	42
Tabla 5 <i>Registros globales del proyecto ejecutado</i>	45
Tabla 6 <i>Consumo total</i>	47
Tabla 7 <i>Distribución de frecuencia del consumo de alimento de las gallinas Babcock Brown</i> ...	48
Tabla 8 <i>Peso en gramos global</i>	49
Tabla 9 <i>Distribución de frecuencias del peso de las gallinas Babcock Brown</i>	50
Tabla 10 <i>Postura global de las gallinas Babcock Brown</i>	51
Tabla 11 <i>Distribución de frecuencias de la postura de huevos de las gallinas Babcock Brown</i> . 52	
Tabla 12 <i>Consumo de concentrado con harina de moringa</i>	54
Tabla 13 <i>Consumo total harina de moringa por tratamiento durante la fase experimental</i>	55
Tabla 14 <i>Análisis de pigmentación de los huevos en los tratamientos suministrados</i>	58
Tabla 15 <i>Distribución de frecuencias en pigmentación de la yema</i>	59
Tabla 16 <i>ANOVA unidireccional de los tratamientos independientes</i>	61
Tabla 17 <i>Resultados prueba de Tukey</i>	62
Tabla 18 <i>Costos de concentrado y moringa en la investigación.</i>	65

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Granja avícola de la vereda El Carbona, Río de Oro, Cesar</i>	32
Figura 2 <i>Consumo total de concentrado por tratamiento</i>	36
Figura 3 <i>Ganancia de peso obtenido al azar en los diferentes tratamientos</i>	39
Figura 4 <i>Postura huevos por día</i>	42
Figura 5 <i>Peso/huevo por tratamiento</i>	45
Figura 6 <i>Frecuencia de consumo por tratamientos</i>	49
Figura 7 <i>Distribución de frecuencias de peso de las gallinas Babcock Brown</i>	51
Figura 8 <i>Distribución de frecuencia de postura</i>	53
Figura 9 <i>Clasificación de huevos por día</i>	53
Figura 10 <i>Distribución de Frecuencia de la pigmentación de la yema en la Escala Roche</i>	59
Figura 11 <i>Tendencia de pigmentación de las yemas de huevo por tratamiento</i>	60
Figura 12 <i>Promedio de pigmentación en los tratamientos</i>	63
Figura 13 <i>Costo de harina de moringa por tratamiento</i>	65

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Identificación de los tratamientos en los huevos</i>	75
Apéndice B <i>Proceso de pesaje de las gallinas Babcock Brown</i>	76
Apéndice C <i>Proceso de pesaje del alimento</i>	77
Apéndice D <i>Análisis de pigmentación de la yema de huevo</i>	78
Apéndice E <i>Presentación de la harina de moringa</i>	81
Apéndice F <i>Registro de vacunación del lote de aves Babcock Brown</i>	82
Apéndice G <i>Presupuesto</i>	83
Apéndice H <i>Cronograma de actividades</i>	84

Introducción

En Colombia los comerciantes y compradores, ya sea a escala industrial o a nivel individual, prefieren productos de colores vivos. En el caso de los huevos, se observa que los huevos con yema de color rojo o naranja son los que mayormente se compran, es por esta razón, que las granjas avícolas han generado una práctica normal de adición de pigmento (carotenoides o xantofilas) en cantidades adecuadas a las dietas de gallinas ponedoras. De acuerdo con lo anterior, se realiza la presente investigación determinando los efectos del uso de tres niveles de harina de moringa en la dieta de las gallinas ponedoras de la línea Babcock en la vereda el Carbonal del municipio de Rio de Oro en el departamento del Cesar, para ello, se analiza el comportamiento productivo y la calidad del huevo, analizando el balance de dietas isocalóricas en niveles del 10%, 20% y 30% de inclusión de harina de *Moringa oleifera*, así mismo, se evalúa los parámetros de consumo de alimento, conversión alimenticia, producción de huevos y mortalidad en cada tratamiento y las réplicas. Es de subrayar que la evaluación de calidad de huevo se hace en cada tratamiento sometido a análisis, en donde se determina el costo de producción al utilizar esta materia prima en las dietas de las aves.

Planteamiento del Problema

El sector avícola nacional requiere información pertinente para ejecutar la inclusión de nuevas materias primas para la mejora de los rendimientos productivos sin causar problemas fisiológicos o metabólicos en las gallinas ponedoras y de esta forma tener un rendimiento óptimo en la especie o línea seleccionada. La utilización de nuevas materias primas es fundamental para lograre minimizar el costo de producción y, por ende, el de la alimentación.

Así pues, la presente investigación es crucial para maximizar la eficiencia productiva, la calidad de los huevos y la rentabilidad de las explotaciones avícolas en la región de Carbonal en Rio de Oro, Cesar, justificando la necesidad de llevar a cabo un estudio exhaustivo que evalúe los efectos de la harina de moringa en la dieta de estas aves. Los resultados de este estudio no solo beneficiarán a los productores locales, sino que también contribuirán al conocimiento científico en el campo de la nutrición avícola y al desarrollo sostenible de la avicultura en la región.

Pregunta de Investigación

¿Cómo implementar el uso de harina de Moringa (*Moringa oleifera*) como una estrategia de nutrición y alimentación que permita optimizar el comportamiento productivo para gallinas ponedoras de la línea Babcock en la vereda Carbonal del municipio de Rio de Oro, Cesar?

Justificación

En el ámbito de la avicultura, se reconocía que los costos relacionados con la alimentación y la nutrición representaban una parte significativa, entre el 70% y el 75%, del gasto total, lo que los convertía en uno de los aspectos más onerosos dentro de este sistema productivo. Además, la marcada dependencia de insumos importados exacerbaba aún más esta situación, incrementando los costos de alimentación y nutrición de las aves. Ante este panorama, se vislumbra la necesidad imperiosa de explorar alternativas sostenibles que puedan minimizar u optimizar tales gastos. Motivado por estas consideraciones, este estudio se erigió con el propósito primordial de incorporar harina de Moringa (*Moringa oleifera*) en tres niveles diferentes (10%, 20% y 30%) como una estrategia de nutrición y alimentación. El objetivo principal es satisfacer los requerimientos nutricionales de las gallinas ponedoras de la línea Babcock Brown, permitiéndoles expresar plenamente su potencial productivo, particularmente en la producción de huevos destinados al consumo humano. La harina de moringa se presenta como una opción altamente viable, debido a su fácil disponibilidad, costos de producción reducidos y su atractivo paladar. Además, esta planta no solo es rica en carbohidratos, sino que también alberga otros nutrientes esenciales que podían suplir de manera eficiente los requerimientos nutricionales del animal, generando resultados óptimos en términos de rendimiento productivo (Pérez et al. 2010). El diseño experimental de este estudio se llevó a cabo en una granja avícola ubicada en la vereda El Carbonal, en el municipio de Río Oro, departamento del Cesar. Se proyecta una duración de dieciséis semanas para la investigación, durante las cuales se suministrará harina de hojas de moringa a las gallinas, todo ello, en consonancia con los parámetros establecidos para una unidad productiva avícola especializada en la producción de huevos destinados al consumo humano.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar los efectos del uso tres niveles de harina de Moringa (*Moringa oleifera*), en la dieta de gallinas ponedoras sobre el comportamiento productivo y calidad del huevo, en la vereda Carbonal del municipio de Rio de Oro, Cesar.

Objetivos Específicos

Balancear dietas isocalóricas e isoprotéicas con niveles de 10%, 20% y 30% de inclusión de harina de hojas de moringa (*Moringa oleifera*)

Evaluar parámetros zootécnicos (consumo de alimento, conversión alimenticia, producción de huevos, mortalidad).

Evaluar la calidad del huevo (pigmentación de la yema).

Determinar los costos de producción con cada una de las dietas experimentales.

Marco Conceptual

***Moringa Oleifera*: una Opción Saludable para el Bienestar**

Bonal et al. 2012. La moringa es el único género de la familia Moringaceae, este comprende 13 especies, las cuales son árboles de climas tropicales y subtropicales, la especie más popular es la *Moringa oleifera*. Las flores son ricas en calcio y potasio, pueden consumirse crudas o cocinadas, acompañando ensaladas, sopas, otros platos y como infusiones. De las semillas se extrae un aceite similar a la oliva, muy bueno para el aliño de ensaladas, estas, tiernas y hervidas en agua, son similares a los garbanzos, secas y tostadas, recuerdan al maní. Por su parte, el fruto es una vaina o cápsula triangular, ampliamente consumida en forma de guisos, es famoso por sus propiedades afrodisíacas, rico en proteínas, aminoácidos esenciales y múltiples vitaminas, Las hojas de moringa son una excelente fuente de proteínas de alta calidad, contienen todos los aminoácidos esenciales necesarios para el crecimiento y la reparación de tejidos, así mismo, las hojas de moringa son una buena fuente de fibra dietética, que promueve la salud digestiva y ayuda a mantener los niveles saludables de colesterol en sangre.

Calidad de Huevo y Comportamiento Productivo de Gallinas Ponedoras ISA Brown con Acceso a Pastoreo

WingChing et al. 2023. La calidad del huevo y el comportamiento productivo de las gallinas ponedoras ISA Brown son aspectos cruciales en la industria avícola, que influyen directamente en la rentabilidad y la satisfacción del consumidor. La calidad del huevo se evalúa según una serie de características esenciales que indican su frescura, nutrición y aspecto visual. En primer lugar, la cáscara del huevo debe ser sólida y resistente, sin grietas ni imperfecciones, una cáscara dañada puede comprometer la frescura y la inocuidad del huevo, así como, aumentar el riesgo de contaminación bacteriana. La clara del huevo, transparente y viscosa, es otro

indicador importante de calidad, una clara transparente y consistente sugiere frescura y buena calidad, mientras que una clara aguada o con manchas puede ser señal de un huevo envejecido o de baja calidad. La yema del huevo, de color brillante y uniforme, también es un aspecto crucial de su calidad, una yema pálida o descolorida puede indicar deficiencias nutricionales en la dieta de las gallinas ponedoras, mientras que una yema de color intenso sugiere un alto contenido de carotenoides y otros nutrientes esenciales. Además de estas características visuales, la calidad del huevo se evalúa también en términos de su contenido nutricional, los huevos de alta calidad son una excelente fuente de proteínas de alta calidad, vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales, que son importantes para la salud humana. En cuanto al comportamiento productivo de las gallinas ponedoras ISA Brown, se destaca su capacidad excepcional para la producción de huevos, estas aves son conocidas por su elevada tasa de puesta y su eficiencia alimenticia, lo que las convierte en una elección popular entre los productores avícolas. El monitoreo regular del comportamiento productivo de las gallinas, incluyendo la tasa de puesta, el consumo de alimento y agua, y la salud general del rebaño, es fundamental para garantizar un rendimiento óptimo en la granja. Además, proporcionar a las aves una dieta equilibrada y nutritiva, así como condiciones de crianza adecuada, es esencial para maximizar su productividad y asegurar la calidad del huevo.

Moringa Oleifera

Según Martín et al. (2013), la *Moringa oleifera* es un árbol originario de la India al que se le atribuyen múltiples beneficios para el bienestar humano. Es de crecimiento rápido, de relativamente poca exigencia hacia el suelo y se cultiva en toda la franja intertropical. Uno de los principales usos de sus hojas y de la torta de prensado de su semilla es en la formulación de raciones para la alimentación animal. Sin embargo, prácticamente todas las partes del árbol

tienen diversas aplicaciones, sobre lo cual existen testimonios que se remontan a la Antigüedad. En este trabajo se hace una revisión de la literatura disponible sobre la utilización de esta planta. Se presentan distintos campos de aplicación de *M. oleifera* a la luz del creciente interés científico que ha generado en los últimos lustros. El objetivo es presentar las evidencias aportadas por la literatura científica que confirman y explican las propiedades y aplicaciones de la moringa, las cuales se distancian de versiones sin confirmar aportadas por la literatura popular y la publicidad. Las características nutricionales de *M. oleifera* son excelentes, por lo que es usada como forraje a gran escala en varios países africanos y en Nicaragua. Presenta una alta productividad de materia verde comparada con otros pastos, como la alfalfa, y los valores más elevados se alcanzan con una densidad de siembra de un millón de plantas por hectárea. Sus hojas y la torta de prensado de sus semillas pueden ser utilizadas en la formulación de raciones para la alimentación animal (Pérez et al. 2010). Las hojas se pueden emplear tanto de manera directa como después de extracción con etanol. En una investigación realizada en el Instituto de Producción Animal en los Trópicos y Subtrópicos, se demostró que la composición de aminoácidos de las hojas de moringa es comparable con la de la soya y se comprobó que el índice de proteína digerible de sus hojas en los intestinos (PDI), es superior al de varios suplementos proteínicos convencionales, como las tortas de coco y las semillas de algodón, maní, sésamo y girasol (Martín et al. 2013). El uso de *M. oleifera* para el control de diversas infecciones provocadas por microorganismos es bien conocido y en años recientes se han generado resultados científicos que confirman su actividad antimicrobiana. Estudios in vitro han comprobado la actividad de diferentes partes de la planta sobre los microorganismos patógenos.

Estudio de los Efectos Moringa Oleifera en la Producción Avícola

De acuerdo con Guerrero & Estrada, (2016), se demuestra en su ensayo de composición química y de suplementación a pollos de engorde que la hoja de moringa posee un 34.4% de proteína y que es rica en calcio, hierro y vitamina C, sin embargo, en uno de sus tratamientos la ganancia de peso disminuyó, también se determinó que este alimento no genera ningún daño a nivel hepático y de riñón. Se describe que la moringa puede ser un factor que ayudará a agilizar en las pollitas el proceso de postura, mediante dos experimentos donde se incluyó harina de forraje de moringa en pollitas de reemplazo y otras en producción mediante tratamientos al azar, al principio no se mostraba diferencia alguna entre los dos tratamientos, finalmente se observó que la pigmentación de la yema había aumentado y que el consumo al final del experimento fue de un 20% de harina de moringa, tampoco mostró afectaciones en ganancia de peso, consumo y crecimiento en las pollitas antes del tiempo del proceso de postura.

Caracterización de Parámetros Productivos para Líneas Genéticas de Ponedoras, Ubicadas en Zona de Trópico Alto

Según Estrada & Restrepo, (2015), las casas genéticas de las diferentes líneas de ponedoras han logrado avances en los parámetros cuantitativos y brindan guías de manejo que sugieren al productor técnicas, sistemas de crianza y producción acordes a las necesidades de las aves. El objetivo de esta investigación es caracterizar los parámetros productivos de las diferentes líneas de ponedoras de la Hacienda La Montaña de la Universidad de Antioquia, comparándolos con los datos de las casas genéticas. Para llevar a cabo la investigación se recolectaron los datos de lotes de aves durante el período comprendido entre los años 2002 al 2008, teniendo en cuenta, en cría-levante las variables: peso del ave, cantidad de alimento acumulado, porcentaje de viabilidad y duración del periodo; para la etapa de producción las

variables: cantidad de alimento acumulado, porcentaje promedio de producción, huevo ave alojada, edad a la madurez sexual, porcentaje de viabilidad, persistencia en la producción. A los datos colectados se les realizaron análisis exploratorios descriptivos unidimensionales para las variables evaluadas, además se realizaron análisis de correlación y análisis multivariado de la varianza MANOVA. Se obtuvieron los siguientes resultados. Para la etapa cría-levante las líneas que lograron el peso objetivo fueron ISA Brown, Babcock Brown y Lohmann LSL. Para la etapa postura, las líneas ISA Brown y Babcock Brown obtuvieron mejores resultados para los principales parámetros de rendimiento. En conclusión, una buena ponedora es el resultado de una pollita de alta calidad, por lo que las pollas con peso y composición corporal correctos al finalizar el levante e iniciar la etapa de postura, tendrán más capacidad de maximizar el potencial genético.

Medición de los Parámetros Productivos y Económicos de Gallinas en Postura de la Línea Babcock Brown de la Semana 43 a la Semana 50 de la Granja Avícola el Silencio en Ocaña, Norte De Santander

Torrado, (2012), realizó esta investigación por el interés de conocer la importancia de implementar parámetros productivos y económicos para el desarrollo de una empresa avícola, ya que en la avicultura se hace necesario una toma periódica de información (registros) que reflejen la realidad, para así poder tomar decisiones en caso tal de presentar desmejoramiento en la producción que afecte la economía del negocio, esto con el fin de buscar estirpes que den el mayor rendimiento con los menores costos de producción y adaptación a las condiciones locales. Se ejecutó la medición de los parámetros productivos y económicos de gallinas en postura de la línea Babcock Brown de la semana 43 a la semana 50 de la granja avícola El Silencio en Ocaña, Norte de Santander. La investigación es experimental-descriptiva ya que se realizó una medición

de los parámetros productivos y económicos, (consumo de alimento y porcentaje de postura) en gallinas de la línea Babcock Brown, para ser comparados con la casa matriz. El comparativo que se muestra en este proyecto refleja un buen manejo del lote que resalta un aumento en la producción con respecto a los datos de la casa matriz, a tal punto de superar las expectativas económicas del proyecto, esto sin tener en cuenta que en la realidad las aves pueden presentar algún tipo de sintomatología viral que es lo más común en este tipo de explotaciones, y que afecta de manera directa la producción.

Calidad del Huevo

El huevo es uno de los alimentos más utilizados en el mundo, y que se distribuye a nivel mundial (Ortega, 2002), presentándose como un producto de excelente calidad – precio (Gil et al. 2016); cuando el consumidor va a adquirir huevos, va a tener en cuenta el precio, la calidad y el tamaño, los consumidores asocian la mejor calidad en el siguiente orden de importancia para las características externas: al tamaño, estado de la cascara, color de la cascara, precio, limpieza de la cascara; para las características internas toman en consideración el color de la yema, olor, manchas de yema o clara, consistencia de la clara y por último la dureza de la cascara, mientras que la frescura lo asocian al olor del huevo (Araneda, 2006).

Ensayos Realizados en Animales con Harina de Moringa

Estudios de la Moringa en la Producción Avícola

Bayona (2021), describe que la moringa puede ser un factor que ayudará a agilizar en las pollitas el proceso de postura, realizó dos experimentos donde incluyó harina de forraje de Moringa en pollitas de reemplazo y otras en producción mediante tratamientos al azar al principio no se mostraba diferencia alguna entre los dos tratamientos, al final se observó que la pigmentación de la yema había aumentado y que el consumo al final del experimento fue de un

20% de harina de moringa, tampoco mostró afectaciones en ganancia de peso, consumo y crecimiento, en las pollitas la moringa logro alcanzar antes del tiempo el proceso de postura.

Según Mesa et al. (2020), para incluir niveles de harina de forraje de *Moringa oleifera* en las dietas de reemplazo destinadas a gallinas ponedoras (9 a 18 semanas de edad) y gallinas ponedoras White Leghorn L33 (19 a 26 semanas de edad), se realizaron dos experimentos. En el experimento 1 se utilizó 0, 10, 15 y 20 % de harina de forraje de moringa en la dieta para reemplazo de ponedoras. Las aves se distribuyeron al azar, según diseño completamente aleatorizado en cuatro tratamientos con seis repeticiones cada uno. Recibieron el alimento y agua ad libitum. El consumo de alimento, conversión alimentaria, largo del tarso, peso vivo y de los órganos (ovario, oviducto e hígado) de 9 a 18 semanas de edad no mostraron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos. La deposición de grasa abdominal se redujo en los tratamientos con 15 y 20 %. En el experimento 2, se usaron las aves del experimento 1 de los grupos control y 20 %. En la semana 26, las gallinas que consumieron 20 % de moringa presentaron indicadores productivos similares al tratamiento control, con incremento en la pigmentación de la yema de los huevos. Para las aves de reemplazo L33, desde las 9 hasta las 18 semanas de edad, la utilización de hasta 20 % de harina de forraje de *Moringa oleifera* en las dietas no afectó el crecimiento, el comportamiento productivo ni el desarrollo de ovarios y oviducto. En gallinas ponedoras L33, de 19 semanas de edad, la utilización de 20 % de harina de forraje de *Moringa oleifera* en las dietas permitió alcanzar el pico de puesta a las 26 semanas de edad.

Abou-Elezz et al. (2011), realizó un estudio en Mérida, Yucatán, México, en el que se centró en investigar el impacto de la inclusión dietética de harina de hojas de *Leucaena leucocephala* (HLL) y *Moringa olifera* (HHMO) en la producción y calidad de huevos de gallinas Rhode Island Red (RIR). Se llevaron a cabo dos experimentos, cada uno utilizando uno

de los dos tipos de harina mencionados. En el primer experimento, se distribuyeron aleatoriamente treinta y seis gallinas RIR en cuatro grupos, alojados en jaulas individuales, y se asignaron diferentes tratamientos dietéticos con niveles de inclusión de HLL (0%, 5%, 10%, y 15%). El segundo experimento siguió un diseño similar, pero utilizando HHMO en lugar de HLL. Ambos experimentos se realizaron durante cinco semanas, tras una semana de adaptación, y se evaluaron diversos rasgos de producción y calidad de los huevos. Los resultados mostraron efectos cuadráticos en la tasa de puesta de huevos y la masa de huevos debido a los tratamientos con HLL, mientras que los tratamientos con HHMO provocaron una disminución lineal en la tasa de puesta de huevo y la masa de huevos, además de un efecto cuadrático en el consumo alimentario. El color de la yema se incrementó linealmente con el aumento de los niveles de HHMO y HLL, y se observaron cambios en las proporciones de albúmina y yema, así como en el coeficiente de la yema. Sin embargo, no se encontraron efectos adversos en los rasgos de calidad del huevo debido a los tratamientos con HLL y HHMO. En conclusión, se sugiere que tanto la HHMO como la HLL pueden ser aceptables como recurso alimenticio sostenible hasta un nivel de inclusión del 10% en las dietas de gallinas ponedoras, según los resultados obtenidos en este estudio. Esto ofrece nuevas perspectivas sobre el uso de estas harinas como alternativas nutricionales para mejorar la producción y calidad de huevos en la avicultura.

Según Guerrero & Estrada, (2016) la evaluación de color de la yema de huevo se hizo con base en una escala de color denominada Abanico de Roche. La evaluación se hizo empleando una escala numérica cuya interpretación es fácil y que se relaciona con las condiciones de mercado del producto. En el caso del Abanico de Roche la escala numérica presenta valores del 1 al 15. En la investigación realizada se lograron resultados positivos en pigmentación, con la utilización del producto de harina de moringa ya que tiene un alto porcentaje de pigmentación.

La harina de moringa tiene una alta aceptación utilizando el 5% y 10%. El suministro de la harina de moringa aumento el porcentaje promedio de postura. El consumo promedio fue constante para cada uno de los tratamientos.

Sánchez et al. (2016), realizaron una investigación cuyo objetivo fue estudiar el impacto que genera la utilización de moringa oleifera en la producción de pollo, identificando las propiedades de los animales después de consumirla en cuanto a proteínas, resistencia a enfermedades, crecimiento y peso. Para demostrar las consecuencias del consumo de moringa en los pollos se creó una granja piloto con 120 pollos que se dividieron en dos grupos: uno que se alimentaba con purina (grupo control) y consumía agua potable, el grupo otro con alimento y agua mezclado con 20% de moringa; se mantuvo en observación por 6 semanas de crecimiento del animal para posteriormente realizar los exámenes de laboratorio y contrastar el peso y la altura de los pollos. La investigación reveló que los pollos que consumieron alimento y agua mezclados con Moringa mostraron niveles más altos de proteínas totales, albumina, heterofilias, leucocitos y hematocritos en comparación con los que consumieron purina. Además, se observó un mayor desarrollo y peso, hasta un 40% más, en el grupo alimentado con Moringa. El grupo que consumió Moringa también mostró una menor susceptibilidad a enfermedades, con solo 1 muerte en comparación con las 8 muertes en el grupo control. En resumen, se concluyó que la Moringa produce efectos positivos en los pollos, acelerando su crecimiento, aumentando su peso y mejorando sus propiedades para el consumo, lo que permite una producción de pollo más rápido y natural.

En el estudio elaborado por Sánchez et al. (2016), se evaluó el impacto de la harina de hoja de Moringa como promotor del crecimiento en pollos de engorde y determinar los costos de producción asociados. Se utilizaron 60 pollos Cobb divididos en tres grupos: uno recibió solo

concentrado comercial (grupo A), otro recibió concentrado más Moringa (grupo B), y el tercero recibió concentrado más un antibiótico (grupo C). Tras un periodo de adaptación de dos semanas, se llevó a cabo la fase experimental durante 25 días. Se evaluaron los parámetros productivos y se estimaron los costos de producción para cada tratamiento. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros productivos, las aves alimentadas con concentrado comercial y harina de hoja de Moringa mostraron mejores resultados tanto a nivel productivo como económico. Por lo tanto, se sugiere que la inclusión de Moringa en la dieta de los pollos puede tener efectos beneficiosos en la ganancia de peso, la conversión alimenticia y el retorno económico.

En el estudio realizado por Araneda, (2006), denominado “Percepción de calidad de huevo vista por un grupo de consumidores del Gran Santiago”, se investigó el efecto del consumo de harina de forraje de Moringa oleifera en comparación con una dieta control en pollos de ceba colostomizados. Se emplearon 24 pollos de ceba colostomizados, machos, de 47 días de edad y 1.95 kg de peso vivo en promedio, alojados individualmente para su análisis metabólico. El diseño del estudio fue completamente aleatorizado con tres tratamientos y ocho repeticiones. Los tratamientos consistieron en una dieta control (soya-maíz) y la inclusión de 10 % y 20 % de harina de forraje de moringa. Se encontró que las aves que consumieron 10 % y 20 % de harina de forraje de moringa mostraron un aumento significativo en el consumo de materia seca ($P < 0.001$) y nitrógeno ($P < 0.05$) en comparación con las aves que consumieron la dieta control. Al analizar la digestibilidad aparente de los nutrientes, se observó una disminución en la digestibilidad de la materia seca, nitrógeno y componentes de la pared celular (FND, FAD y celulosa) con el consumo del 20 % de la fuente fibrosa. Sin embargo, el consumo del 10 % de harina de forraje de moringa no mostró diferencias significativas en comparación con la dieta

control. En términos de morfometría del tracto gastrointestinal, se encontró que el consumo de harina de forraje de moringa incrementó el peso de la molleja en comparación con la dieta control ($P < 0.0001$), y los ciegos alcanzaron las máximas longitudes con una inclusión del 20 %. Además, el consumo del 10 % de harina de forraje de moringa no afectó la digestibilidad de los nutrientes y propició una mayor actividad digestiva al provocar modificaciones morfológicas. Estos hallazgos sugieren que el consumo de harina de forraje de moringa, especialmente a una inclusión del 10 %, puede tener efectos beneficiosos en la fisiología digestiva del pollo de ceba, promoviendo un mayor consumo de materia seca y nitrógeno, así como una actividad digestiva mejorada.

Según Fuentes et al. (2019), es necesario explorar fuentes de proteína alterna para adicionar a la alimentación de aves en regiones rurales. Son contados los estudios realizados en moringa para este propósito. Se determinó el análisis proximal, el contenido de Fe, Ca y taninos a la harina de hoja de moringa. Se evaluó el efecto del consumo de una dieta con 10 % de harina sobre cuatro parámetros productivos y seis serológicos (dos proteínas y cuatro enzimas) en pollos de engorda Ross-308. También se realizaron estudios histopatológicos del hígado y riñón de los pollos. La hoja de moringa presentó 33.4 % de proteína y un alto contenido de hierro (19.7 mg/100 g) y calcio (2593.3 mg/100 g) así como bajo contenido de taninos (24.4 mg EC/100 g). Se observó una reducción del 12 y 20 % en la ganancia en peso y en el índice de productividad, respectivamente, en los pollos a los que se les adicionó moringa. No se observaron diferencias entre el grupo control y el adicionado con moringa en el contenido de proteínas y la actividad de la alanina aminotransferasa y la aspartato aminotransferasa, pero sí en la albúmina, la fosfatasa alcalina y la gama galutamil transpeptidasa, que sugiere cierto daño hepático y renal. Estos resultados no se observaron en los estudios histológicos. Se sugiere seguir realizando estudios

con niveles de complementación menor con la harina de moringa para comparar los efectos encontrados en el presente estudio y así poder definir su uso potencial.

Conforme a lo expuesto por Rugel y Emén, (2020), el propósito de la inclusión de la harina de *M. oleifera* en dietas para pollos de engorde fue determinar su efecto en relación a la ganancia de peso. Se utilizaron 15 pollos Boiler Cobb 500 con un peso promedio inicial de 45 g. La metodología empleada fue un diseño experimental completamente al azar (DCA), distribuido en tres tratamientos con cinco repeticiones. Los tratamientos fueron T1: balanceado comercial, T2: balanceado con harina de moringa al 7%, y T3: balanceado con harina de moringa al 15%. Se registraron los pesos semanales de cada grupo, hasta los 42 días. Los resultados evidenciaron que la adición de *M. oleifera* al 7% constituye una materia prima viable para implementarla en dietas basadas en balanceados comerciales, siendo bien tolerado y logrando un incremento significativo en el peso final de las aves.

El estudio realizado por Gakuya et al. (2014), tuvo como propósito evaluar el efecto de la suplementación con harina de hojas de *Moringa oleifera* (MOLM) en diferentes niveles en pollos de engorde. Se formularon dietas de iniciación y finalización para pollos de engorde utilizando materias primas obtenidas de fabricantes de alimentos locales. Primero se analizó MOLM para la proteína cruda y luego se agregó a las dietas a niveles de 0 % (T1), 7,5 % (T2), 7,5 % (T3) (sin metionina y lisina), 15 (T4) y 30 % (T5). Doscientos (200) pollos de engorde de un día de edad se asignaron aleatoriamente a los 5 grupos de tratamiento con 4 réplicas de 10 aves cada una y se introdujeron las dietas. Se determinó el consumo de alimento, índice de conversión alimenticia (FCR), ganancia de peso, perfil de lípidos, almohadilla de grasa abdominal y digestibilidad del alimento. El MOLM el nivel de proteína bruta fue del 23,33%. La ganancia de peso fue significativamente diferente entre las diversas dietas, con la ganancia de peso más alta en T1 con

1464 y la más baja en la dieta T5 con 500. La suplementación con MOLM a niveles superiores al 7,5 % disminuyó el consumo de alimento y la digestibilidad de la materia seca. La almohadilla de grasa abdominal (AFP) fue significativamente mayor en T1 en comparación con T2, T4 y T5. Los machos tenían niveles significativamente más altos de lípidos de alta densidad (HDL) que las hembras en T2, T3 y T4 ($p < 0,05$). El color amarillo de la canal aumentó con el aumento de los niveles de MOLM. Se concluyó que *Moringa oleifera* la harina de hojas (MOLM) fue bien tolerada y solo puede incluirse en el alimento en niveles de hasta un 7,5 %, ya que los niveles más altos afectaron la ganancia de peso, el consumo de alimento y la digestibilidad. Se necesitan más estudios sobre la amarilla miento de la canal, su calidad y aceptabilidad por parte de los consumidores.

Metodología

Investigación

La investigación se llevó a cabo durante ocho (8) semanas, en la vereda El Carbonal, municipio de Río de Oro, departamento del Cesar, el cual se encuentra ubicado a 1150 metros de altura sobre el nivel del mar, una temperatura promedio 24°C, humedad relativa del 70% y una precipitación anual de 1216mm.

Figura 1

Granja avícola de la vereda El Carbona, Río de Oro, Cesar



Fuente. Autoría propia

Población

La población es de 160 gallinas ponedoras de la línea Babcock Brown, pertenecientes a la granja avícola de la vereda El Carbonal.

Tamaño de la Muestra

Se utilizan las aves del galpón de manipulación en jaula, por la facilidad en el manejo. Para todos los grupos experimentales se utiliza 160 gallinas ponedoras de la línea Babcock

Brown 28 semanas de edad. A los cuatro tratamientos se les proporciona la misma cantidad de alimento y agua por medio de bebederos.

Las unidades se ubican de la siguiente manera:

Tratamiento 0 *10	Tratamiento 1 *10	Tratamiento 2 *10	Tratamiento 3 *10
Tratamiento 1 *10	Tratamiento 2 *10	Tratamiento 3 *10	Tratamiento 0 *10
Tratamiento 2 *10	Tratamiento 3 *10	Tratamiento 0 *10	Tratamiento 1 *10
Tratamiento 3 *10	Tratamiento 0 *10	Tratamiento 1 *10	Tratamiento 2 *10

La primera semana se toma como semana de acostumbramiento a la harina de moringa con el concentrado.

Técnicas de Recolección de Información

La recolección de la información en campo, para evaluar el uso del suministro de harina de moringa en cuatro niveles 0%, 10%, 20%, 30%, se realiza mediante registros diarios relacionados con consumo de alimento, producción de huevos.

La recolección de postura se realiza dos veces al día, en las horas de la mañana a las 6 am y en las horas de la tarde a las 4 pm, estos huevos son clasificados por tratamiento.

Se realiza un diseño experimental completamente al azar, conformado por 4 tratamientos con 4 réplicas, 10 aves cada una de ellas, las cuales se alojan de forma aleatoria en las respectivas celdas. Las aves tienen una edad de 28 semanas de edad, se busca un peso homogéneo entre ellas en el momento del *encasetamiento* para iniciar la fase experimental. Los resultados se someten a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de confianza del 95%, con margen de error del 5%.

Variables

Las variables que se evalúan en el estudio son: consumo de alimento, producción de huevos, porcentaje de mortalidad y calidad del huevo.

Resultados

Los registros obtenidos durante las ocho (8) semanas de investigación, se observan en la Tabla 1.

Consumo de Concentrado por Tratamiento Días

Se suministró el concentrado diario para cada uno de los tratamientos, el caso del tratamiento 1 (testigo), se alimentó a las gallinas con Concentrado Comercial (CC), el consumo día por ave fue de 115 gramos; en el tratamiento 2, se suministró 103.5 gramos de concentrado comercial más 11.5 gramos moringa por ave; en el tratamiento 3, se proveyeron 92 gramos de concentrado por ave/día; y, en el tratamiento 4, se administraron 80.5 gramos de concentrado día por ave. Cabe resaltar que el consumo de alimento comercial en los tratamientos 2, 3 y 4 fue de esta forma por el manejo con harina de moringa al 10, 20 y 30%.

Tabla 1

Consumo por día por tratamientos

N ^o	Tratamiento 1 (testigo)	Tratamiento 2 (CC+10% moringa)	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
2	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
3	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
4	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
5	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
6	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
7	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
8	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
9	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
10	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
11	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
12	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
13	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
14	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
15	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
16	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
17	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos

Día	Tratamiento 1 (testigo)	Tratamiento 2 (CC+10% moringa)	Tratamiento 3	Tratamiento 4
18	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
19	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
20	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
21	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
22	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
23	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
24	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
25	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
26	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
27	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
28	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
29	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
30	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
31	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
32	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
33	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
34	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
35	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
36	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
37	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
38	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
39	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
40	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
41	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
42	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
43	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
44	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
45	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
46	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
47	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
48	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
49	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
50	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
51	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
52	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
53	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
54	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
55	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
56	4600 gramos	4140 gramos	3680 gramos	3220 gramos
Consumo total	257600 gramos	231840 gramos	206080 gramos	180320 gramos

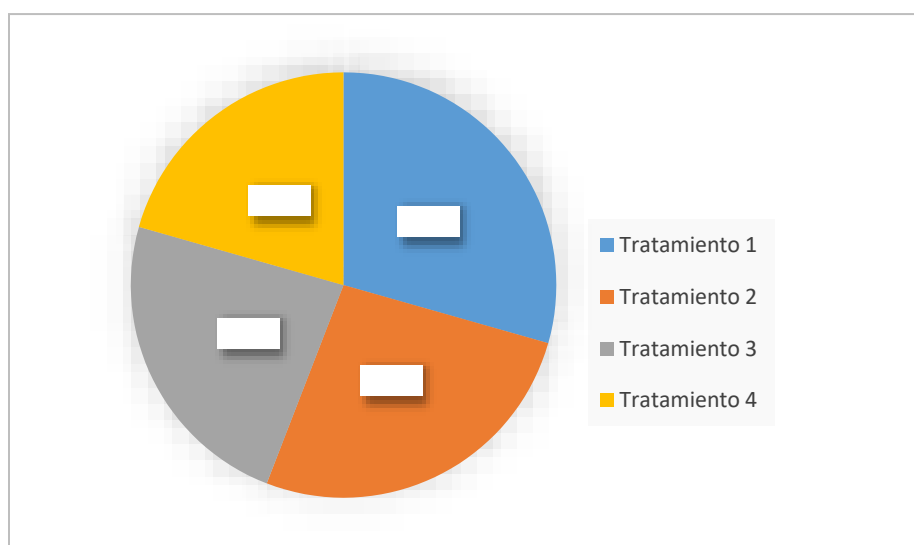
Fuente. Autoría propia

De acuerdo con la Tabla 1 se determinó que el consumo global para el tratamiento 1 fue de 257.600 gramos de concentrado por los 56 días, para el tratamiento 2 fue 231.840 gramos de concentrado por los 56 días, para el tratamiento 3 fue 206.080 gramos de concentrado por los 56 días y el tratamiento 4 fue 180.320 gramos de concentrado por los 56 días.

En la siguiente figura se evidencian los porcentajes de consumo total de cada tratamiento.

Figura 2

Consumo total de concentrado por tratamiento



Fuente. Autoría propia

El consumo en porcentaje para el tratamiento 1 o testigo, fue de 29% en concentrado, para el tratamiento 2, con el 10% de harina de moringa el porcentaje fue de 26%, para el tratamiento 3, con el 20% de harina de moringa el porcentaje de consumo de concentrado fue de 24% y para el tratamiento 4, con el 30% de harina de moringa, fue de 21% de consumo de concentrado.

Peso Ave por Tratamientos

Los gallinas se pesaron los 56 días, sus pesos se seleccionaron al azar para cada tratamiento, diariamente se seleccionó un ave. De esta manera, se obtiene una gran cantidad de

muestras por confirmación realizada durante las semanas de investigación, se utilizó la respectiva báscula para los pesajes.

Tabla 2

Peso por ave registrado

Día	Replica seleccionada	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	1	1900 gramos	1942 gramos	1908 gramos	1900 gramos
2	2	1897 gramos	1942 gramos	1910 gramos	1900 gramos
3	3	1934 gramos	1942 gramos	1910 gramos	1900 gramos
4	4	1966 gramos	1942 gramos	1915 gramos	1908 gramos
5	1	1964 gramos	1942 gramos	1915 gramos	1907 gramos
6	2	1969 gramos	1944 gramos	1915 gramos	1900 gramos
7	3	1972 gramos	1944 gramos	1915 gramos	1900 gramos
8	4	1970 gramos	1945 gramos	1915 gramos	1900 gramos
9	1	1974 gramos	1945 gramos	1915 gramos	1900 gramos
10	2	1974 gramos	1944 gramos	1922 gramos	1900 gramos
11	3	1974 gramos	1944 gramos	1924 gramos	1900 gramos
12	4	1973 gramos	1948 gramos	1924 gramos	1900 gramos
13	1	1976 gramos	1948 gramos	1925 gramos	1912 gramos
14	2	1980 gramos	1950 gramos	1927 gramos	1925 gramos
15	3	2000 gramos	1950 gramos	1928 gramos	1928 gramos
16	4	2000 gramos	1950 gramos	1928 gramos	1928 gramos
17	1	2000 gramos	1950 gramos	1930 gramos	1930 gramos
18	2	2000 gramos	1950 gramos	1930 gramos	1930 gramos
19	3	2000 gramos	1950 gramos	1935 gramos	1930 gramos
20	4	2000 gramos	1955 gramos	1935 gramos	1930 gramos
21	1	2000 gramos	1955 gramos	1938 gramos	1930 gramos
22	2	2000 gramos	1955 gramos	1940 gramos	1935 gramos
23	3	2000 gramos	1958 gramos	1940 gramos	1935 gramos
24	4	2000 gramos	1958 gramos	1940 gramos	1935 gramos
25	1	2000 gramos	1961 gramos	1941 gramos	1935 gramos
26	2	2000 gramos	1961 gramos	1941 gramos	1935 gramos
27	3	2000 gramos	1962 gramos	1941 gramos	1935 gramos
28	4	2000 gramos	1962 gramos	1945 gramos	1935 gramos
29	1	2000 gramos	1964 gramos	1945 gramos	1935 gramos
30	2	2000 gramos	1964 gramos	1945 gramos	1935 gramos
31	3	2000 gramos	1964 gramos	1950 gramos	1935 gramos
32	4	2000 gramos	1965 gramos	1950 gramos	1935 gramos
33	1	2000 gramos	1965 gramos	1950 gramos	1935 gramos

Día	Replica seleccionada	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
34	2	2000 gramos	1968 gramos	1950 gramos	1935 gramos
35	3	2000 gramos	1969 gramos	1950 gramos	1938 gramos
36	4	2000 gramos	1969 gramos	1954 gramos	1939 gramos
37	1	2000 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1939 gramos
38	2	2000 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1939 gramos
39	3	2000 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1939 gramos
40	4	2000 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1940 gramos
41	1	2000 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1940 gramos
42	2	2000 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1940 gramos
43	3	2002 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1940 gramos
44	4	2002 gramos	1972 gramos	1955 gramos	1940 gramos
45	1	2002 gramos	1975 gramos	1955 gramos	1940 gramos
46	2	2005 gramos	1975 gramos	1955 gramos	1940 gramos
47	3	2005 gramos	1978 gramos	1955 gramos	1945 gramos
48	4	2010 gramos	1980 gramos	1958 gramos	1945 gramos
49	1	2010 gramos	1980 gramos	1958 gramos	1945 gramos
50	2	2015 gramos	1980 gramos	1962 gramos	1948 gramos
51	3	2015 gramos	1982 gramos	1965 gramos	1950 gramos
52	4	2015 gramos	1985 gramos	1967 gramos	1952 gramos
53	1	2018 gramos	1985 gramos	1967 gramos	1955 gramos
54	2	2018 gramos	1985 gramos	1970 gramos	1955 gramos
55	3	2025 gramos	1985 gramos	1970 gramos	1958 gramos
56	4	2025 gramos	1985 gramos	1971 gramos	1958 gramos
	Peso promedio/ave	2020	1800		

Fuente. Autoría propia

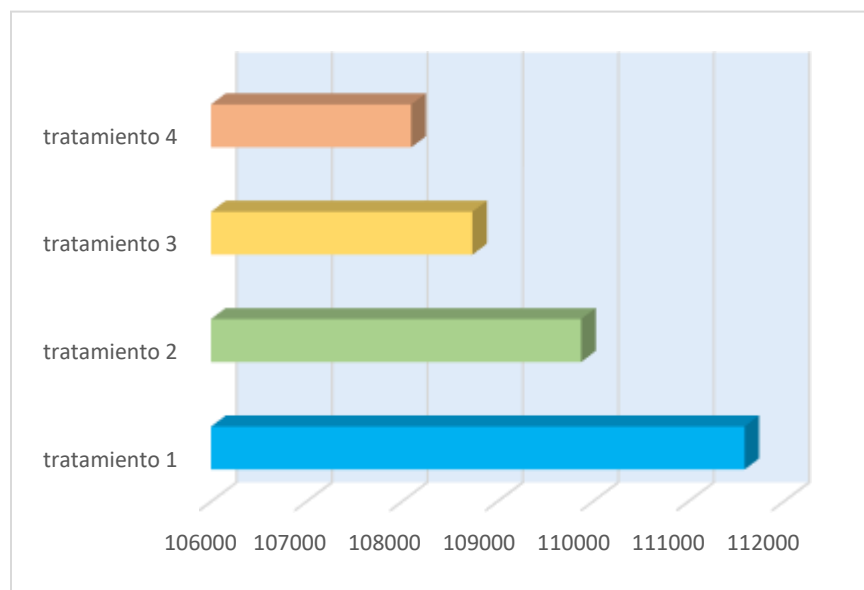
De acuerdo con la información de la Tabla 2, se observó que el peso fue diferente en cada tratamiento, estadísticamente significativos. El peso de las aves hasta el día 14 de la investigación según la réplica pesada, fue de 1900 a 1980 gramos, se evidencia que el tratamiento 1, solo concentrado comercial, logró elevar el peso de las aves hasta 2025 gramos, de igual manera, el máximo peso obtenido para el tratamiento 2, con el 90% de concentrado y 10% de harina de moringa, logró alcanzar un peso cercano a los 2000 gramos, en este caso fue de 1985 gramos; para el caso del tratamiento 3, con el 80% de concentrado y 20% de harina de moringa,

el peso máximo obtenido fue de 1971 gramos y, finalmente, para el tratamiento 4, con el 70% de concentrado y 30% de harina de moringa, el peso máximo obtenido fue de 1958 gramos.

A continuación, se evidencia la ganancia de peso de las aves conforme al tratamiento suministrado.

Figura 3

Ganancia de peso obtenido al azar en los diferentes tratamientos



Fuente. Autoría propia

Se aprecia que en el tratamiento 1 fue donde las aves Babcock Brown tuvieron mayor ganancia de peso, de igual manera, los tratamientos donde se les adicionó harina de moringa, obtuvieron un peso considerable, es decir, sin alteraciones por el uso de este suplemento.

Postura Huevos por Día

Se ejecutó el análisis y obtención de datos de postura por porcentaje por cada tratamiento en las 160 aves de la investigación, se llevó a cabo un registro por tratamientos según sus réplicas, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 3*Postura huevos por día*

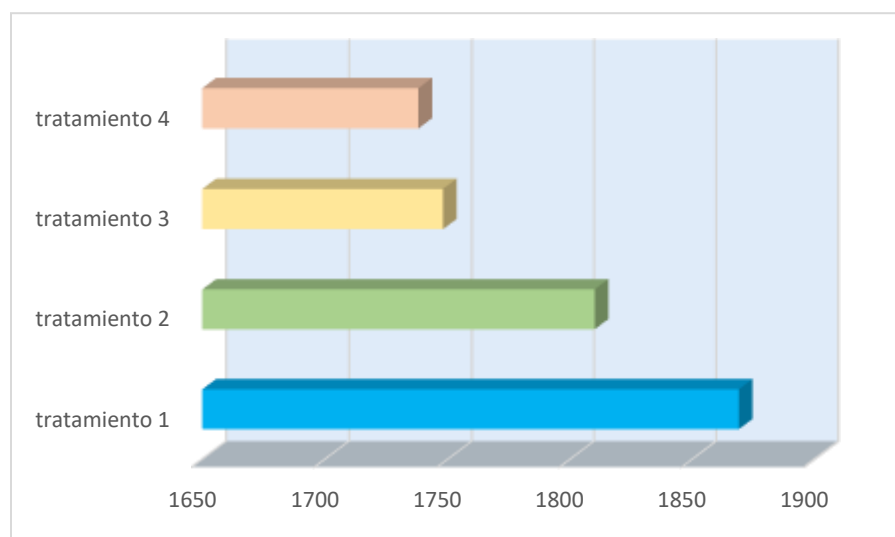
Días	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Total
1	29 huevos	27 huevos	27 huevos	27 huevos	110
2	30 huevos	29 huevos	30 huevos	29 huevos	118
3	30 huevos	28 huevos	27 huevos	28 huevos	113
4	28 huevos	27 huevos	27 huevos	26 huevos	108
5	30 huevos	28 huevos	27 huevos	28 huevos	113
6	29 huevos	30 huevos	27 huevos	27 huevos	113
7	30 huevos	28 huevos	27 huevos	28 huevos	113
8	30 huevos	29 huevos	29 huevos	27 huevos	115
9	29 huevos	30 huevos	27 huevos	29 huevos	115
10	30 huevos	30 huevos	28 huevos	28 huevos	116
11	29 huevos	29 huevos	29 huevos	29 huevos	116
12	30 huevos	30 huevos	27 huevos	29 huevos	116
13	32 huevos	30 huevos	27 huevos	29 huevos	118
14	31 huevos	27 huevos	31 huevos	29 huevos	118
15	32 huevos	30 huevos	30 huevos	28 huevos	120
16	32 huevos	29 huevos	30 huevos	29 huevos	120
17	32 huevos	30 huevos	29 huevos	29 huevos	120
18	33 huevos	31 huevos	31 huevos	29 huevos	124
19	34 huevos	32 huevos	29 huevos	29 huevos	124
20	34 huevos	32 huevos	29 huevos	29 huevos	124
21	34 huevos	32 huevos	29 huevos	29 huevos	124
22	32 huevos	32 huevos	30 huevos	30 huevos	124
23	32 huevos	32 huevos	31 huevos	30 huevos	125
24	32 huevos	32 huevos	30 huevos	30 huevos	124
25	32 huevos	32 huevos	31 huevos	30 huevos	125
26	32 huevos	32 huevos	30 huevos	30 huevos	124
27	33 huevos	32 huevos	32 huevos	31 huevos	128
28	33 huevos	32 huevos	32 huevos	31 huevos	128
29	34 huevos	34 huevos	32 huevos	32 huevos	132
30	34 huevos	34 huevos	32 huevos	32 huevos	132
31	34 huevos	34 huevos	32 huevos	32 huevos	132
32	34 huevos	34 huevos	32 huevos	32 huevos	132
33	34 huevos	34 huevos	32 huevos	32 huevos	132
34	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135
35	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135
36	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135
37	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135
38	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135

Días	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Total
39	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135
40	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135
41	35 huevos	34 huevos	33 huevos	33 huevos	135
42	35 huevos	35 huevos	33 huevos	33 huevos	136
43	35 huevos	33 huevos	33 huevos	33 huevos	136
44	35 huevos	35 huevos	33 huevos	33 huevos	136
45	35 huevos	34 huevos	33 huevos	34 huevos	136
46	35 huevos	34 huevos	33 huevos	34 huevos	136
47	36 huevos	35 huevos	34 huevos	33 huevos	138
48	36 huevos	35 huevos	34 huevos	33 huevos	138
49	36 huevos	35 huevos	34 huevos	33 huevos	138
50	37 huevos	35 huevos	34 huevos	34 huevos	140
51	37 huevos	35 huevos	34 huevos	34 huevos	140
52	37 huevos	35 huevos	34 huevos	34 huevos	140
53	37 huevos	35 huevos	34 huevos	34 huevos	140
54	38 huevos	36 huevos	36 huevos	35 huevos	145
55	38 huevos	36 huevos	36 huevos	35 huevos	145
56	38 huevos	36 huevos	36 huevos	35 huevos	145
TOTAL	1869	1810	1748	1738	7165
Prop. por días	83.43%	80.80%	78.03%	77.58%	

Fuente. Autoría propia

Con la información de la tabla anterior, se evidencia que el total de producción de huevos fue de 7165 unidades, para el caso del tratamiento 1 se obtuvo el mejor registro en los 56 días de investigación para un total de 1869 unidades, en el tratamiento 2, se obtuvo 1810 unidades, en el tratamiento 3, obtuvo un total de 1748 unidades y en el tratamiento 4, un total de 1738 unidades. Así pues, se obtiene la proporción de postura de huevos por cada tratamiento en los 56 días evaluados: T1 o testigo, 83.43%, T2 80.80%, T3 un 78.03% y para el T4 un 77.58%.

A continuación, en la Figura 4 se presenta el porcentaje de postura de huevos diarios.

Figura 4*Postura huevos por día**Fuente. Autoría propia*

De conformidad con la figura anterior, el tratamiento 1, registró 26% de postura para el total de días, el tratamiento 2 y 3 registraron un 25% de postura y el tratamiento 4, registró un 24% de postura.

Peso del Huevo por Día y Clasificación de los Huevos

Para calcular el peso del huevo diario se tomó al azar un huevo de cada réplica del tratamiento y se determinó con el respectivo peso. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4*Peso del huevo por día y clasificación de huevo*

Día	Réplicas	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Clasificación huevos
1	1	57	55	55	53	Tipo A
2	2	57	55	55	52	Tipo A
3	3	57	56	56	53	Tipo A

Día	Réplicas	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Clasificación huevos
4	4	57	56	56	53	Tipo A
5	1	57	56	57	55	Tipo A
6	2	58	56	57	54	Tipo A
7	3	58	55	56	53	Tipo A
8	4	58	55	57	54	Tipo A
9	1	58	55	56	53	Tipo A
10	2	58	55	56	53	Tipo A
11	3	58	55	56	53	Tipo A
12	4	58	56	56	53	Tipo A
13	1	58	55	56	54	Tipo A
14	2	58	55	57	54	Tipo A
15	3	59	55	57	54	Tipo A
16	4	59	56	56	54	Tipo A
17	1	59	57	56	55	Tipo A
18	2	59	56	57	52	Tipo A
19	3	59	56	56	55	Tipo A
20	4	59	57	56	53	Tipo A
21	1	59	57	56	53	Tipo A
22	2	59	57	56	53	Tipo A
23	3	59	57	56	54	Tipo A
24	4	59	57	56	54	Tipo A
25	1	59	57	56	55	Tipo A
26	2	59	57	56	55	Tipo A
27	3	59	56	56	55	Tipo A
28	4	59	57	56	55	Tipo A
29	1	59	57	56	56	Tipo A
30	2	59	57	57	56	Tipo A
31	3	59	57	56	57	Tipo A
32	4	59	57	55	55	Tipo A
33	1	59	58	56	57	Tipo A
34	2	59	58	55	57	Tipo A
35	3	59	58	58	58	Tipo A
36	4	59	59	58	57	Tipo A
37	1	59	59	58	57	Tipo A
38	2	59	59	58	57	Tipo A
39	3	59	59	58	57	Tipo A
40	4	59	59	58	58	Tipo A

Día	Réplicas	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Clasificación huevos
41	1	61	60	60	60	Tipo AA
42	2	62	60	60	59	Tipo AA
43	3	63	60	60	59	Tipo AA
44	4	63	60	60	59	Tipo AA
45	1	63	60	60	60	Tipo AA
46	2	63	60	59	59	Tipo AA
47	3	63	60	60	60	Tipo AA
48	4	63	60	60	60	Tipo AA
49	1	63	60	60	60	Tipo AA
50	2	63	60	60	59	Tipo AA
51	3	63	60	59	60	Tipo AA
52	4	63	60	59	59	Tipo AA
53	1	63	61	60	60	Tipo AA
54	2	63	61	60	60	Tipo AA
55	3	63	61	60	60	Tipo AA
56	4	63	61	61	60	Tipo AA
Total		3346	3228	3213	3140	

Fuente. Autoría propia

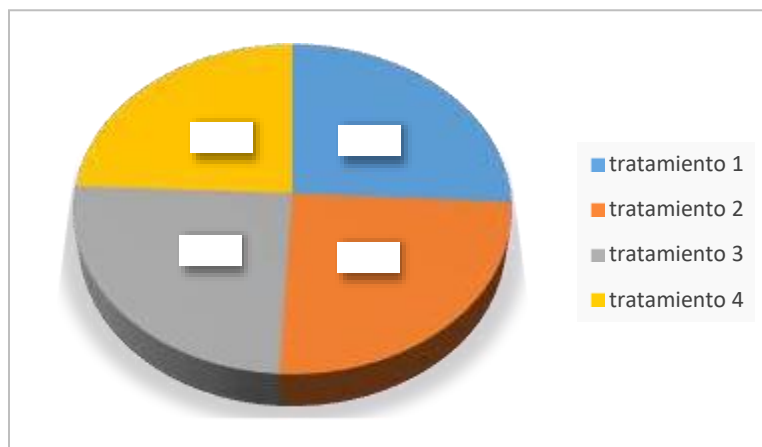
Según la Tabla 4, para el tratamiento 1, se obtuvo el mejor peso/huevo de los cuatro tratamientos, oscilando entre 57 gramos a 63 gramos peso/huevo durante los 56 días de investigación, de igual modo, para el tratamiento 2, el peso de huevo fue de 55 a 61 gramos, en el tratamiento 3, el peso huevo fue de 55 a 61 gramos igual que el tratamiento 2, finalmente, en el tratamiento 4, el peso huevo oscilo entre los 53 a 60 gramos, registrando el menor peso/huevo de los cuatro tratamientos.

En cuanto a la clasificación de los huevos durante el día 1 de investigación hasta el día 40 la clasificación fue tipo A y del día 41 al día 56 de la clasificación por peso fue tipo AA. El total de peso en gramos por peso/huevo seleccionado al azar fue de 3.346 gramos para el tratamiento 1 o testigo, para el tratamiento 2, fue de 3.228 gramos, para el tratamiento 3, fue de 3.213 y para el tratamiento 4, fue de 3.140 gramos.

Se hace visible, a continuación, la figura de peso/huevo de las gallinas Babcock Brown seleccionados al azar durante los 56 días de investigación.

Figura 5

Peso/huevo por tratamiento



Fuente. Autoría propia

El peso global en gramos obtenido para todas las unidades pesadas fue de 12.927 gramos, equivalentes al peso en los tratamientos 1, 2, 3 y 4. Así mismo, se obtuvo una proporción del 26% en peso para el tratamiento 1, con base al total de la muestra mencionada anteriormente es decir 100%. Se reveló igualdad entre el porcentaje del tratamiento 2 y 3 con un 25% y para el tratamiento 4 un porcentaje del 24%.

Análisis Global de Parámetros

A continuación, se relaciona en la Tabla 5 el análisis global de los parámetros evaluados.

Tabla 5

Registros globales del proyecto ejecutado

Día	Consumo alimento (g)	Postura huevos/día (unid)	Clasificación huevos
1	15640	110	Tipo A
2	15640	118	Tipo A
3	15640	113	Tipo A

Día	Consumo alimento (g)	Postura huevos/día (unid)	Clasificación huevos
4	15640	108	Tipo A
5	15640	113	Tipo A
6	15640	113	Tipo A
7	15640	113	Tipo A
8	15640	115	Tipo A
9	15640	115	Tipo A
10	15640	116	Tipo A
11	15640	116	Tipo A
12	15640	116	Tipo A
13	15640	118	Tipo A
14	15640	118	Tipo A
15	15640	120	Tipo A
16	15640	120	Tipo A
17	15640	120	Tipo A
18	15640	124	Tipo A
19	15640	124	Tipo A
20	15640	124	Tipo A
21	15640	124	Tipo A
22	15640	124	Tipo A
23	15640	125	Tipo A
24	15640	124	Tipo A
25	15640	125	Tipo A
26	15640	124	Tipo A
27	15640	128	Tipo A
28	15640	128	Tipo A
29	15640	132	Tipo A
30	15640	132	Tipo A
31	15640	132	Tipo A
32	15640	132	Tipo A
33	15640	132	Tipo A
34	15640	135	Tipo A
35	15640	135	Tipo A
36	15640	135	Tipo A
37	15640	135	Tipo A
38	15640	135	Tipo A
39	15640	135	Tipo A
40	15640	135	Tipo A
41	15640	135	Tipo AA
42	15640	136	Tipo AA
43	15640	136	Tipo AA

Día	Consumo alimento (g)	Postura huevos/día (unid)	Clasificación huevos
44	15640	136	Tipo AA
45	15640	136	Tipo AA
46	15640	136	Tipo AA
47	15640	138	Tipo AA
48	15640	138	Tipo AA
49	15640	138	Tipo AA
50	15640	140	Tipo AA
51	15640	140	Tipo AA
52	15640	140	Tipo AA
53	15640	140	Tipo AA
54	15640	145	Tipo AA
55	15640	145	Tipo AA
56	15640	145	Tipo AA
Total	875.840	7165	

Fuente. Autoría propia

Se obtiene un consumo total en gramos de 875.840 por todos los tratamientos y réplicas, además, el peso máximo alcanzado en la semana ocho de la investigación en los tratamientos fue de 2.025 gramos correspondiente al tratamiento 1 o testigo, el cual es solo con concentrado. Mientras que la postura en huevos fue de 7.165 huevos durante el proceso, los tipos de huevo variaron de tipo A y tipo AA con un peso promedio entre 53 a 63 gramos huevo por día.

Análisis de Consumo Concentrado

En la Tabla 6, se evidencia el estudio estadístico descriptivo, de acuerdo con la variable *consumo global* obtenido en los cuatro tratamientos y 16 réplicas del proyecto completo.

Tabla 6

Consumo total

Variables estadísticas	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Media	4600	4140	3680	3220
Error típico	0	0	0	0
Mediana	4600	4140	3680	3220
Moda	4600	4140	3680	3220
Mínimo	4600	4140	3680	3220

Variables estadísticas	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Máximo	4600	4140	3680	3220
Suma	257600	231840	206080	180320
Cuenta	56	56	56	56
Nivel de confianza (95,0%)	0	0	0	0

Fuente. Autoría propia

De acuerdo con la Tabla 6, el consumo de concentrado por los cuatro tratamientos es de 875.840 gramos, donde el mínimo de consumo a partir del día 1 fue de 3.220 gramos, correspondiente al tratamiento 4. El máximo de consumo fue de 4.600 gramos, que corresponde al tratamiento 1 o testigo, lo que significa, que el rango de consumo estuvo entre 3.220 gramos a 4.600 gramos. Igualmente, el total de consumo de concentrado por día fue de 15.640 gramos para los 4 tratamientos.

A continuación, se expone en la Tabla 7 la distribución de frecuencias acumuladas del consumo de las gallinas ponedoras de la línea Babcock Brown, durante los 56 días de investigación, suministrando los respectivos porcentajes de harina de moringa.

Tabla 7

Distribución de frecuencia del consumo de alimento de las gallinas Babcock Brown

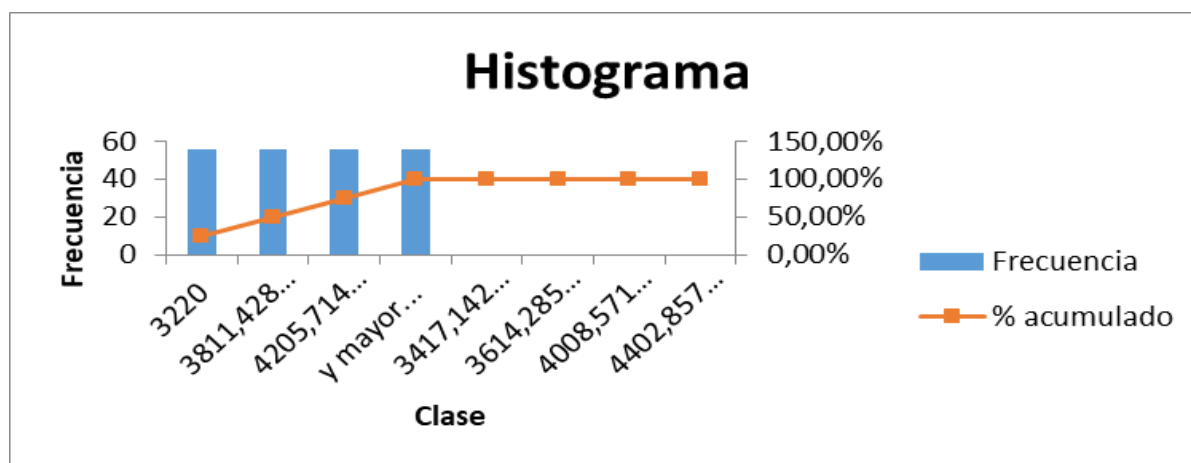
Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
3220	56	25,00%	3220	56	25,00%
3417,142857	0	25,00%	3811,428571	56	50,00%
3614,285714	0	25,00%	4205,714286	56	75,00%
3811,428571	56	50,00%	Y mayor...	56	100,00%
4008,571429	0	50,00%	3417,142857	0	100,00%
4205,714286	56	75,00%	3614,285714	0	100,00%
4402,857143	0	75,00%	4008,571429	0	100,00%
Y mayor...	56	100,00%	4402,857143	0	100,00%

Fuente. Autoría propia

Se obtuvo una frecuencia de consumo entre los 3.220 a 4.600 gramos, en todos los tratamientos. Así mismo, se evidencia que el consumo de cada uno de los cuatro tratamientos es de 25%, lo cual genera el 100% de consumo en 875.840 gramos de concentrado.

Figura 6

Frecuencia de consumo por tratamientos



Fuente. Autoría propia

Análisis de Peso/Gramos por Unidad Global

Se realiza un estudio descriptivo de corte transversal de la variable peso global, obtenido en los cuatro tratamientos y en las 16 réplicas, los resultados se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Peso en gramos global

Variable	T1 o testigo	T2	T3	T4
Media	1993 gramos	1962 gramos	1942 gramos	1930 gramos
Mediana	2000	1963	1945	1935
Moda	2000	1972	1955	1935
Rango	128	43	63	58
Mínimo	1897	1942	1908 gramos	1900
Máximo	2025 gramos	1985 gramos	1971 gramos	1958 gramos
Suma	111590 gramos	109978 gramos	108739 gramos	108098 gramos

Fuente. Autoría propia

Según la Tabla 8, los pesos promedio por animal: para el tratamiento 1 es de 1.993 gramos, en el caso del tratamiento 2 es de 1.962 gramos, en el tratamiento 3 es de 1.942 gramos y, por último, para el tratamiento 4 es de 1.930 gramos. El peso total en gramos de las réplicas fue de 438.305 de 224 aves pesadas al azar. Se señala que con el paso de las semanas el peso de cada ave fue incrementando y no hubo variación con respecto al suministro de harina de moringa al 10%, 20% y 30%.

En la Tabla 9, se observa la distribución de frecuencias para la variable peso, en las gallinas ponedoras de la línea Babcock Brown durante los 56 días de investigación, suministrando los respectivos porcentajes de harina de moringa.

Tabla 9

Distribución de frecuencias del peso de las gallinas Babcock Brown

Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
1897	1	0,45%	1951,85714	67	29,91%
1915,285714	23	10,71%	1970,14286	46	50,45%
1933,571429	17	18,30%	2006,71429	33	65,18%
1951,857143	67	48,21%	1988,42857	28	77,68%
1970,142857	46	68,75%	1915,28571	23	87,95%
1988,428571	28	81,25%	1933,57143	17	95,54%
2006,714286	33	95,98%	y mayor...	9	99,55%
y mayor...	9	100,00%	1897	1	100,00%

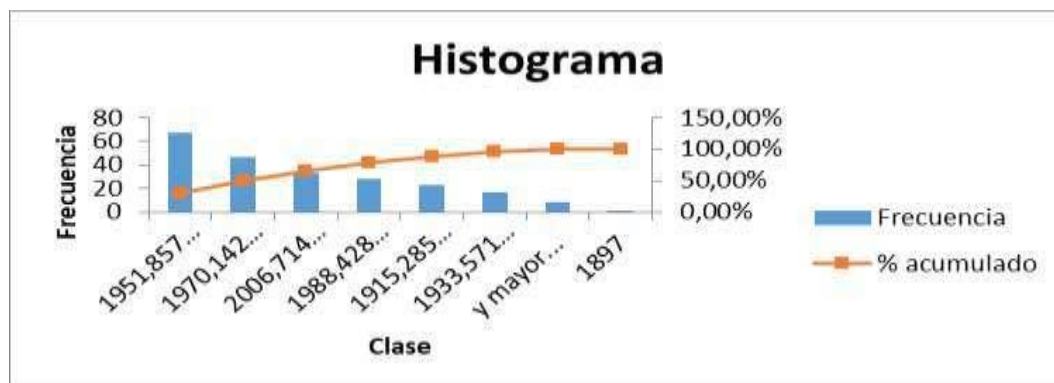
Fuente. Autoría propia

Conforme a lo expuesto en la Tabla 9, se obtuvo una frecuencia de 0.45% para el intervalo de peso de 1.897 a 1.915 gramos equivalente a una gallina Babcock Brown seleccionada al azar, el 10.71% corresponde a la frecuencia del intervalo de peso 1.915 a 1.932 gramos equivalente a 23 gallinas, así mismo, el 95.98% se registró aves con un intervalo de peso entre 1.987 a 2.006 gramos equivalentes a 215 aves, y, finalmente, el 4.02% corresponde a aves

que lograron obtener un peso por encima de 2.007 gramos, correspondiente a 7 gallinas Babcock Brown.

Figura 7

Distribución de frecuencias de peso de las gallinas Babcock Brown



Fuente. Autoría propia

Análisis de Postura Global

Se ejecutó el análisis estadístico a la postura de huevos de las 160 aves Babcock de los tratamientos y replicas, conforme a lo obtenido durante las ocho semanas de investigación.

Tabla 10

Postura global de las gallinas Babcock Brown

Variable	T1 o testigo	T2	T3	T4
Media	33 huevos	32 huevos	31 huevos	31 huevos
Mediana	34 huevos	32 huevos	32 huevos	31 huevos
Moda	35	34	33	33
Rango	10	9	9	9
Mínimo	28 huevos	27 huevos	27 huevos	26 huevos
Máximo	38 huevos	36 huevos	36 huevos	35 huevos
Total	1869 huevos	1808 huevos	1748 huevos	1738 huevos

Fuente. Autoría propia

Conforme a los 56 días de investigación correspondiente a las 8 semanas, se obtuvo, como se muestra en la Tabla 10, que el promedio de postura del tratamiento 1 fue de 33 huevos por día en las 40 unidades experimentales por tratamiento, en el caso del tratamiento 2, el promedio de postura fue de 32 huevos por día, en el tratamiento 3 el promedio de postura fue de 31 huevos por día y en el tratamiento 4 el promedio de postura diario fue de 31 huevos.

Tabla 11

Distribución de frecuencias de la postura de huevos de las gallinas Babcock Brown.

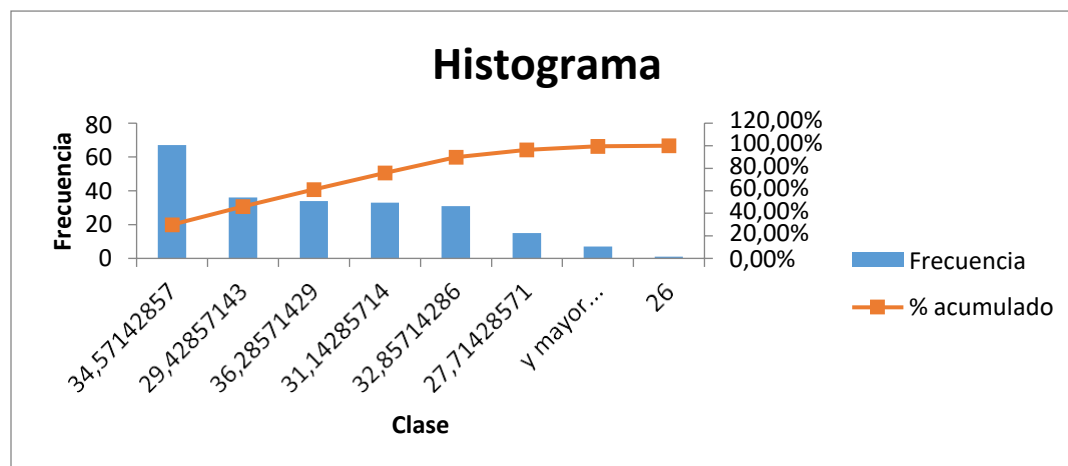
Clase	Frecuencia	% acumulado	Clase	Frecuencia	% acumulado
26	1	0,45%	34,5714286	67	29,91%
27,7142857	15	7,14%	29,4285714	36	45,98%
29,4285714	36	23,21%	36,2857143	34	61,16%
31,1428571	33	37,95%	31,1428571	33	75,89%
32,8571429	31	51,79%	32,8571429	31	89,73%
34,5714286	67	81,70%	27,7142857	15	96,43%
36,2857143	34	96,88%	Y mayor...	7	99,55%
Y mayor...	7	100,00%	26	1	100,00%

Fuente. Autoría propia

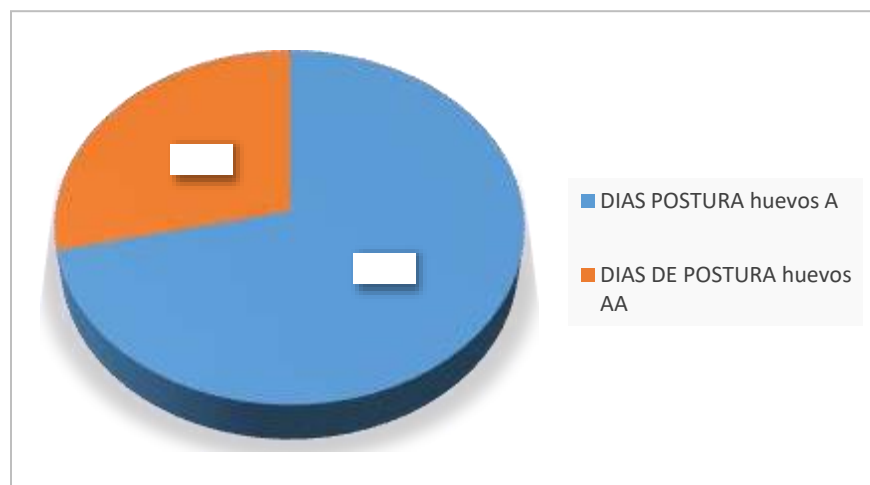
El registro de postura para el tratamiento 1 se da en un rango entre 28 a 38 huevos, en el caso del tratamiento 2, el registro de postura fue entre 27 a 36 huevos, en el tratamiento 3, el registro de postura fue de 27 a 36 huevos, igual que el tratamiento 2 y en el tratamiento 4 el registro de postura fue de 26 a 35 huevos.

El T1 mostro los mejores valores de postura, que corresponde a 96% del total aproximadamente, el T2 por su parte, mostró una postura equivalente al 90%, el T3 y el T4 tuvieron una postura inferior al 90%, aunque la coloración de la yema si presentó diferencias significativas respecto a los otros 2 tratamientos.

A continuación, se observa la distribución de frecuencias de la postura de huevos en el histograma de la Figura 8, obtenida durante la investigación.

Figura 8*Distribución de frecuencia de postura**Fuente. Autoría propia***Clasificación de los Huevos**

Durante 40 días la postura de los huevos fue de tipo A, durante los siguientes 16 días los huevos fueron de mejor tamaño con una clasificación tipo AA, no hubo registro tipo AAA en los 56 días de investigación, donde se adicionó harina de moringa.

Figura 9*Clasificación de huevos por día**Fuente. Autoría propia*

De acuerdo con información dispuesta en la figura anterior, el 71% de postura de huevos fue de tipo A, mientras que el 29% corresponde a huevos tipo AA y no se obtuvieron huevos tipo AAA.

Consumo de Moringa por Tratamientos

Se llevó a cabo el suministro de harina de moringa a 3 tratamientos en este caso el T2 con 10% de harina de moringa, el T3 con 20% de harina de moringa y el T4 con 30% de harina de moringa. En el T1 o testigo, el alimento suministrado fue únicamente concentrado. En la siguiente tabla, se expone el total de harina de moringa suministrada a las aves Babcock Brown diariamente.

Tabla 12

Consumo de concentrado con harina de moringa

Tratamientos	Consumo de concentrado diario	Consumo de concentrado de moringa
	por ave	por ave
T2	103.5 gr	11,5 gr
T3	92 gr	23 gr
T4	80,5 gr	34,5 gr

Fuente. Autoría propia

Se observa que el consumo diario de harina de moringa de cada ave para el T2 fue de 11,5 gramos, para el T3 el consumo de cada ave de harina de moringa fue de 23 gramos y para el T4 el consumo de harina de moringa por día de cada ave fue de 34,5 gramos.

En la Tabla 13 se aprecia el consumo de harina de moringa clasificado por tratamiento.

Tabla 13*Consumo total harina de moringa por tratamiento durante la fase experimental*

Día	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	460	920	1380
2	460	920	1380
3	460	920	1380
4	460	920	1380
5	460	920	1380
6	460	920	1380
7	460	920	1380
8	460	920	1380
9	460	920	1380
10	460	920	1380
11	460	920	1380
12	460	920	1380
13	460	920	1380
14	460	920	1380
15	460	920	1380
16	460	920	1380
17	460	920	1380
18	460	920	1380
19	460	920	1380
20	460	920	1380
21	460	920	1380
22	460	920	1380
23	460	920	1380
24	460	920	1380
25	460	920	1380
26	460	920	1380
27	460	920	1380
28	460	920	1380
29	460	920	1380
30	460	920	1380
31	460	920	1380
32	460	920	1380
33	460	920	1380
34	460	920	1380
35	460	920	1380

Día	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
36	460	920	1380
37	460	920	1380
38	460	920	1380
39	460	920	1380
40	460	920	1380
41	460	920	1380
42	460	920	1380
43	460	920	1380
44	460	920	1380
45	460	920	1380
46	460	920	1380
47	460	920	1380
48	460	920	1380
49	460	920	1380
50	460	920	1380
51	460	920	1380
52	460	920	1380
53	460	920	1380
54	460	920	1380
55	460	920	1380
56	460	920	1380
Total	25760	51520	77280
Consumo total		154560	

Fuente. Autoría propia

En la Tabla 13, se comprueba que el consumo de moringa del T4 fue de 77.280 gramos durante los 56 días de investigación, para el T3 el consumo total de moringa fue de 51.520 gramos, para el T2 el consumo total de moringa fue de 25.760 gramos. El consumo total de harina de moringa para los tres tratamientos en los que se adicionó este suplemento, fue de 154.560 gramos. De este modo, se utilizaron 154.56 kilos de harina de moringa, como cada bulto contiene 40 kilos, se concluye que se utilizaron 4 bultos de harina de moringa durante el estudio.

Mortalidad

Es importante resaltar que durante el estudio no se presentaron aves muertas, razón por la cual, el porcentaje de mortalidad fue de 0%.

Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia, es la relación entre la cantidad de alimento consumido en kilos por docena de huevos, a continuación, se muestra el cálculo de este parámetro:

$$\frac{976 \text{ kg de alimento}}{597 \text{ docenas de huevos}} = 1,46 \text{ kg}$$

Lo anterior significa que, para producir una docena de huevos, se requiere suministrar 1,46kg de alimento, el cual se administró de forma diaria y constante.

Evaluación de Pigmentación en los Tratamientos con la Inclusión de Tres Niveles de Harina de Moringa

La pigmentación de la yema de huevo es un factor que incide sustancialmente en el consumidor, por tal motivo, se analizó la pigmentación en cada uno de los tratamientos experimentales, para lo cual se selección al azar un huevo por replica y por tratamiento, desde la semana 1 hasta la semana 8 (tiempo del experimento), utilizando la Escala Roche (para clasificar la pigmentación de la yema), la cual relaciona un tono determinado de yema con un valor numérico en una escala de 1-15, donde 1 significa un tono claro de la yema y 15 un tono de coloración rojiza de la yema de huevo.

En la Tabla 14 se ponen en evidencia las valoraciones obtenidas para los cuatros tratamientos ejecutados en la línea de gallinas Babcock Brown.

Tabla 14*Análisis de pigmentación de los huevos en los tratamientos suministrados*

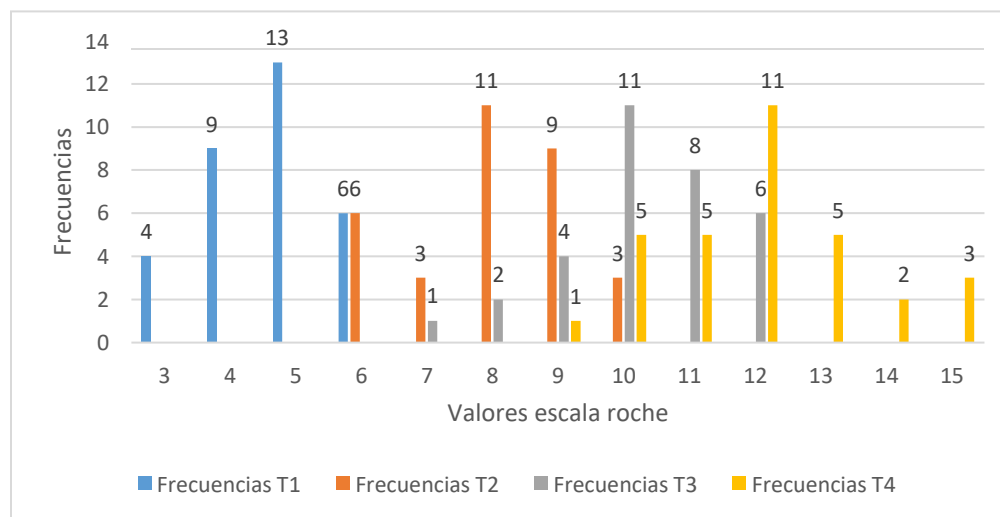
	T 1	T 2	T 3	T 4
	4	7	9	11
	4	7	9	10
	6	6	7	9
	3	7	8	10
	5	8	10	12
	3	6	10	11
	5	6	9	10
	4	6	8	12
	5	8	10	11
	4	8	10	12
	5	8	10	10
	5	6	10	12
	3	8	10	13
	5	9	12	12
	5	8	10	10
	6	8	11	12
	4	9	9	11
	4	8	11	13
	6	8	11	13
	4	9	11	11
	6	10	11	13
	5	9	11	15
	6	9	10	13
	5	9	12	12
	4	9	10	12
	6	10	10	14
	4	9	12	12
	5	8	11	14
	5	9	11	12
	3	10	12	12
	5	9	12	15
	5	8	12	15
Sum	149	259	329	384
Average	4.656	8.094	10.281	12
$\sum_i X_{ij}^2 = \sum_i X_{ij}^2$	721	2141	3433	4682
St. Dev.	0.937	1.201	1.276	1.545
SS	27.219	44.719	50.469	74
n	32	32	32	32

Fuente. Autoría propia

Ahora bien, en la Tabla 15, se muestra la distribución de frecuencias de la pigmentación de la yema de los huevos producidos por las aves suplementadas con harina de moringa.

Tabla 15*Distribución de frecuencias en pigmentación de la yema*

V/roche	Frecuencias			
	T1	T2	T3	T4
3	4			
4	9			
5	13			
6	6	6		
7		3	1	
8		11	2	
9		9	4	1
10		3	11	5
11			8	5
12			6	11
13				5
14				2
15				3

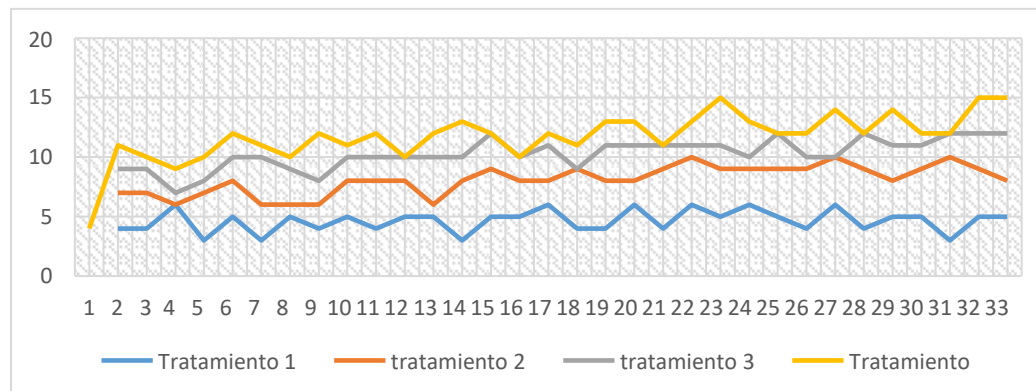
*Fuente. Autoría propia***Figura 10** *Distribución de Frecuencia de la pigmentación de la yema en la Escala Roche**Fuente. Autoría propia*

Como se muestra en la Tabla 15 y en la Figura 10 el tratamiento 4, suplementado con harina de moringa 30%, presentó una pigmentación con una variación de 10 a 15 en la escala de roche, esto es, yema en tonos rojizos, se deduce que esto se debe a la presencia de betacarotenos

en la moringa. Los tratamientos 2 y 3, igualmente presentaron una buena pigmentación, con frecuencias entre 8 y 11 en la Escala Roche y el tratamiento 1, que corresponde a suministro de concentrado comercial, no evidenció una tonalidad buena en la Escala de Roche.

Figura 11

Tendencia de pigmentación de las yemas de huevo por tratamiento



Fuente. Autoría propia

Se observa en la Figura 11, que el tratamiento numero 4 presentó los mejores resultados de la investigación con el suministro de harina de moringa al 30%, de igual modo, el tratamiento 3 con concentrado con 20% de harina de moringa, mantuvo también buenas referencias en la Escala de Roche. Aunque el tratamiento 2 con el 10% de harina de moringa, arrojó coloraciones buenas en algunas semanas en otras no lo hizo, lo que evidencia la influencia del porcentaje de harina de moringa dentro del concentrado en la coloración de la yema de huevo. El tratamiento 1 o testigo presentó una baja pigmentación.

En ese orden de ideas, a continuación, se exponen los cálculos para medir el grado de libertad del estudio:

El tamaño total de la muestra es $N = 128$ muestras analizadas, 32 muestras por tratamiento. Por tanto, los grados totales de libertad son:

$$d f \text{ total} = 128 - 1 = 127$$

Ahora bien, se tiene que, el grado de libertad entre grupos son 3, por lo tanto, el grado de libertad dentro de los grupos son:

$$df_{within} = 127 - 3 = 124$$

Es decir, grados de libertad para el término de error 124.

Deben probarse las siguientes hipótesis nulas y alternativas:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_a : No todos los medios son iguales

Las hipótesis anteriores se probarán utilizando una relación F para un ANOVA de una vía.

Según la información proporcionada, el nivel de significancia es $\alpha = 0.05$, y los grados de libertad son $df_1 = 3$ y $df_2 = 124$, por lo tanto, la región de rechazo para esta prueba F es $R = \{F: F > 2.678\}$.

A continuación, se exhibe el análisis ANOVA de los 4 tratamientos.

Tabla 16

ANOVA unidireccional de los tratamientos independientes

Fuente	Suma de cuadrados ss	Grados de libertad vv	Cuadrado medio ms	Estadística f	Valor p
Tratamiento	963.0859	3	321.0286	202.6797	1.1102e-16
Error	196.4062	124	1.5839		
Total	1,159.4922	127			

Fuente. Autoría propia

El procedimiento HSD (diferencia honestamente significativa) de Tukey facilita las comparaciones por pares dentro de los datos de ANOVA. La estadística F (arriba) indica si existe una diferencia general entre las medias de su muestra. La prueba HSD de Tukey permite determinar en cuál de los diversos pares de medias, si es que hay alguna, existe una diferencia significativa. Así, con el análisis ANOVA de la Tabla 16, el valor p correspondiente a la

estadística F del ANOVA unidireccional es inferior a 0,05, lo que sugiere que uno o más tratamientos son significativamente diferentes. El valor p correspondiente a la estadística F del ANOVA unidireccional es inferior a 0,01, lo que sugiere fuertemente que uno o más pares de tratamientos son significativamente diferentes. Se tienen 4 tratamientos para lo cual se aplica la prueba HSD de Tukey a cada uno de los 6 pares para identificar cuál de ellos tiene una diferencia estadísticamente significativa.

Se establece una estadística de prueba de Tukey a partir de las columnas de muestra para compararla con el valor crítico apropiado de la distribución de rango estudentizada. Se toman los límites de confianza de Tukey y se realiza una transformación algebraica simplificada. Se calcula un parámetro para cada par de columnas comparada. Así la información de que se disponen es:

4 tratamientos

Grados de libertad para el término de error=124

Valores críticos del Rango Estudentizada: 3,68

En la Tabla 17, se presentan los resultados codificados para evaluar todos los pares relevantes de tratamientos. Además, también se presenta la significación (valor p) de los valores.

Tabla 17

Resultados prueba de Tukey

Par de tratamientos	Estadística Tukey HSD Q	Valor p de Tukey HSD	Inferencia de Tukey HSD
1 contra 2	15.4508	0.0010053	**p<0,01
1 contra 3	25.2831	0.0010053	**p<0,01
1 contra 4	33.0085	0.0010053	**p<0,01
2 contra 3	9.8323	0.0010053	**p<0,01
2 contra 4	17.5577	0.0010053	**p<0,01
3 contra 4	7.7254	0.0010053	**p<0,01

Fuente. Autoría propia

Se concluye que existen diferencias estadísticas significativas entre los valores de las medias de los tratamientos, se rechaza la Hipótesis Nula (H_0).

La prueba de Diferencia Significativa Honesta (DSH) de Tukey, se aplica a los valores de las medias de la variable pigmentación de la yema de huevo, puesto que se rechazó la Hipótesis Nula (H_0) al 5% en el análisis de varianza. Se obtuvo en cada tratamiento variables estadísticamente significativas de acuerdo a cada uno de los emparejamientos. Como fue el caso del tratamiento testigo contra el tratamiento número 2 con 10% de utilización de harina de moringa, donde al comparar las medias mediante un análisis de varianza se obtuvo un valor de 15,4508 para dos niveles de significación alfa: 0.05 y 0.01. Por lo cual existe diferencia entre los tratamientos.

Ahora bien, se los valores de las medias de los cuatro tratamientos, para la variable pigmentación de la yema de huevo, son las siguientes:

Media tratamiento 1: 4,65625

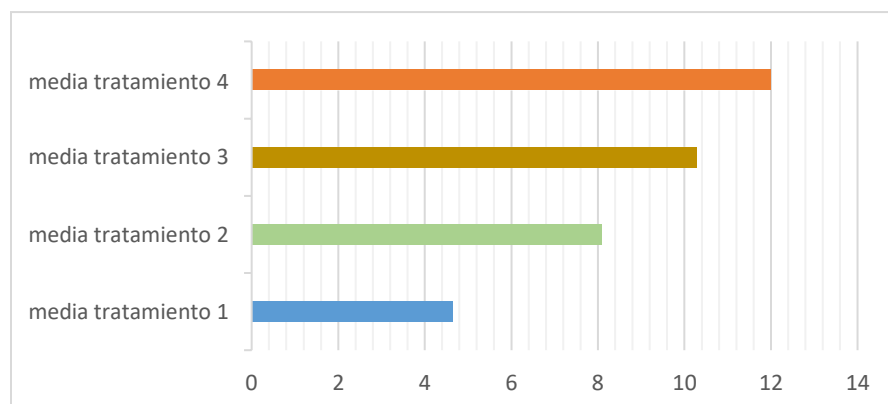
Media tratamiento 2: 8,09375

Media tratamiento 3: 10,28125

Media tratamiento 4: 12

Figura 12

Promedio de pigmentación en los tratamientos



Fuente. Autoría propia

En consecuencia, como se expone en la Figura 12, el promedio para el tratamiento 4, de 12 en la Escala de Roche, durante las ocho semanas, igualmente, para el tratamiento 3 el promedio es de 10 en la Escala de Roche y el promedio en la Escala de Roche de 8 para el tratamiento 2, es de 4.

Costos de la Producción Total para Cada uno de los Tratamientos

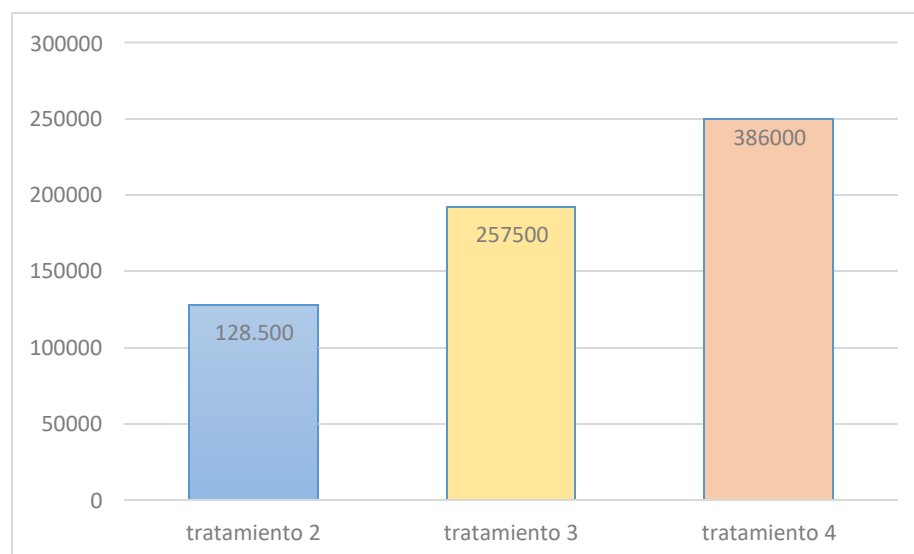
Se realizó la estimación de costos para los cuatro tratamientos, teniendo en cuenta que el tratamiento 1 es solo con concentrado.

Costo de Alimento Concentrado

El costo de un kilogramo del alimento suministrado a las gallinas es de 2000 COP para todos los tratamientos. El consumo total en concentrado fue un total de 875.840 gramos equivalentes a 876 kilogramos en los 56 días de investigación para todos los tratamientos, correspondientes a 22 bultos de concentrado. El valor del bulto de concentrado en la región es de 78.000 COP, esto quiere decir, que el valor total fue de 1.716.000 COP.

Costos del Suplemento Harina de Moringa Oleifera

El costo del kilo de moringa fue de 5000 COP, Para el tratamiento 2 se utilizaron 25.7 kilogramos para las 40 aves correspondientes A las 4 réplicas durante los 56 días de la investigación, por lo que el valor total para el tratamiento 2 fue de 128.500 COP; ahora bien, para el tratamiento 3 se utilizaron 51,5kg de harina de moringa, por lo que el costo total para el tratamiento 3 fue de 257.500 COP. En el caso del tratamiento 4, se utilizaron 77,2 kg de harina de moringa en los 56 días de tratamiento para las 40 aves, así, el valor total del costo para el tratamiento 4 fue de 386.000 COP (ver Figura 13).

Figura 13*Costo de harina de moringa por tratamiento*

Nota. Costo estimado en pesos colombianos. *Fuente.* Autor

De acuerdo con la figura anterior, la inversión realizada para el suministro de los tratamientos 2, 3 y 4, que contienen harina de moringa fue de 772.000 COP.

Ahora bien, en la Tabla 18 se observa el costo de los alimentos suministrados por tipo de tratamiento

Tabla 18*Costos de concentrado y moringa en la investigación.*

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Moringa	0\$	128500\$	257500\$	386.000\$
Concentrado	504706\$	454235\$	403765\$	353294\$
Total	504706\$	582735\$	661265\$	739.294

Fuente. Autoría propia

Se logra evidenciar que el tratamiento T4 tiene el mayor costo con un total de 739.294 COP de inversión, durante la etapa de investigación, a diferencia de los otros tratamientos, como el T3 que costó 661.265 COP, el T2 que costó 587.735 COP y el T1 con 504.706 COP.

Discusión

La pigmentación de yema de huevos de gallinas de la línea Babcock Brown criadas en la vereda El Carbonal, en Rio de Oro, Cesar, es un factor clave para medir la calidad de los mismos, así el mejor color de la yema se obtuvo en los huevos de las gallinas a las que se les administró el T4, pues su valor en la Escala de Roche es de 12 a 15, de la misma forma, el T3, tuvo un valor de 10 a 14 en la Escala de Roche, mientras que, el T2 obtuvo valores que oscilaron entre 8 a 12 y el T1 con valores entre 3 a 9, valores que indican una coloración clara de la yema.

Dicho esto, de acuerdo al análisis estadístico ANOVA y las pruebas de significancia de Tukey, se tuvo una variedad significativa a partir de la segunda semana de la investigación a una probabilidad $p < 0.05$.

Se aclara que se utilizó concentrado sin pigmentante de yema, dado que es más económico y para que el estudio se diera lo más orgánico posible, así al compararlo con los resultados de utilizar harina de moringa en niveles del 10%, 20%, y 30% se obtuvieron resultados completamente acertados y ajustados con la realidad.

La clasificación general de los huevos fue de tipo A durante los primeros 40 días de la investigación y Tipo AA en los últimos 16 días de la investigación, alcanzando en peso los 63 gramos.

En consecuencia, la mayor pigmentación de la yema se consiguió con el T4 y el menor valor para el T1 o testigo. Esta variable unida a la clasificación y el peso de los huevos, que fue aumentando en la medida que se administraban los suplementos con harina de moringa, permite ver el efecto de esta en la coloración de la yema del huevo, contribuyendo positivamente en la mejora de la calidad del huevo. Lo anterior, se debe a las xantofilas contenidas en la moringa cuyo efecto en la suplementación de las gallinas Babcock Brown fue el esperado.

Además, la inclusión de harina de moringa en la dieta de las gallinas no produjo muertes, generando un porcentaje de mortalidad de 0% en todos los tratamientos.

Por este motivo, la harina de moringa se considera un suplemento efectivo y con beneficios altamente evidenciables, por lo que se recomienda su uso en las granjas avícolas de la región.

Conclusiones

La pigmentación de la yema de huevo se incrementó a medida que aumentó la concentración de harina de moringa en la suplementación de las aves de la línea Babcock Brown.

El tratamiento cuatro, que contenía 30% de adicción de harina de moringa, fue el que mostró los mejores resultados con tonalidades de la yema de huevo de 10 a 15 en la Escala de Roche.

La mortalidad de gallinas fue del 0% con la utilización de harina de moringa al 10%, 20% y 30%, lo cual indica que es un suplemento seguro para las aves.

Aunque el tratamiento 4 funciona bien, su uso aumenta significativamente el costo en la alimentación de las aves, motivo por el cual, que se recomienda el uso del T3 con un nivel del 20% de harina de moringa, para mantener equilibrado los costos en las granjas avícolas.

Hubo variación en el parámetro pigmentación de la yema entre los cuatro tratamientos, y se sostuvo un equilibrio en las variables peso y postura del huevo.

La prueba de Tukey HSD revela diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos, lo que respalda el rechazo de la Hipótesis Nula (H_0), indicando que las diferencias observadas no son resultados al azar.

El estudio tiene implicaciones prácticas para la industria avícola, ya que sugieren que la inclusión de harina de moringa en la dieta de las aves puede influir positivamente en la pigmentación de las yemas de huevo. Además, aunque se observan diferencias significativas en la pigmentación entre tratamientos, es importante considerar los costos adicionales asociados con la inclusión de este suplemento al evaluar su viabilidad en términos de rentabilidad económica.

Los costos de producción varían notablemente entre los tratamientos debido a la inclusión de harina de moringa en las dietas de las aves. Los tratamientos que incluyen este suplemento

muestran costos adicionales en comparación con el tratamiento testigo que solo utiliza concentrado comercial. Estos costos adicionales están directamente relacionados con la cantidad de harina de moringa utilizada en cada tratamiento, lo que influye en el costo total de producción de los huevos.

Los resultados muestran una variabilidad considerable en la pigmentación de la yema de huevo entre los tratamientos, esto se evidencia en los promedios de pigmentación, donde el tratamiento 4 muestra el valor más alto, seguido por el tratamiento 3, luego el tratamiento 2 y finalmente el tratamiento 1 (testigo). Esta variabilidad sugiere que los distintos niveles de inclusión de harina de moringa en la dieta de las aves afectan directamente la pigmentación de las yemas.

Recomendaciones

Ejecutar investigaciones sobre los beneficios del uso de la *Moringa oleifera* como suplemento en la dieta de otras líneas de gallinas de postura sobre las características y parámetros de calidad del huevo y conversión alimenticia

Realizar investigaciones con la harina de moringa por tiempos más prolongados en la dieta de las aves de postura.

Evaluar la harina de moringa con otros suplementos con el fin de evaluar cual aporta el mayor rendimiento en el parámetro: pigmentación de la yema de huevo.

Es favorable trabajar con el tratamiento T3 ya que presenta una coloración similar al trabajado con el T4 y se tendría una reducción en el capital a invertir.

Dado que el tratamiento con mayor inclusión de harina de moringa (tratamiento 4) mostró la pigmentación más alta en las yemas de huevo, se podría investigar si existe un punto óptimo de dosificación que maximice la pigmentación sin aumentar significativamente los costos de producción. Esto podría implicar realizar pruebas adicionales con diferentes niveles de inclusión de harina de moringa para determinar la dosis más eficaz en términos de calidad del producto y rentabilidad económica.

Es fundamental realizar un análisis detallado de la rentabilidad económica de cada tratamiento, considerando tanto los costos de producción como los ingresos generados por la venta de los huevos. Esto permitirá identificar qué tratamientos son más rentables en función de los costos y beneficios asociados. Además, este análisis puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones sobre la viabilidad comercial de cada tratamiento a largo plazo.

Además de la pigmentación de la yema, sería beneficioso evaluar otras características de calidad de los huevos, como el contenido de nutrientes y la frescura. Esto podría implicar realizar

análisis adicionales de laboratorio para determinar si la inclusión de harina de moringa afecta la composición nutricional de los huevos significativamente. Estos datos complementarios ayudarían a respaldar las conclusiones sobre la eficacia de los tratamientos y su impacto en la calidad del producto final.

Bibliografía

- Abou-Elezz, F., Sarmiento, F., Santos, R., & Solorio, F. (2011). Efectos nutricionales de la inclusión dietética de harina de hojas de *Leucaena leucocephala* y *Moringa*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 163-170.
- Araneda, R. P. (2006). Percepción de calidad de huevo vista por un grupo de consumidores del Gran Santiago. Santiago: Universidad de Chile.
- Bayona, J. C. (2021). Estudio de los efectos moringa (olifera) en la producción avícola. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Bonal, R., Rivera, R. M., & Bolívar, M. E. (2012). *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. *MEDISAN*, 16(10), 1596.
- Estrada, M. M., & Restrepo, L. F. (2015). Caracterización de parámetros productivos para líneas genéticas de ponedoras, ubicadas en zona de trópico alto. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1), 46-57.
- Fuentes, M., Quezada, T., Guzmán, S., Valdivia, A., & Ortíz, R. (2019). Efecto del consumo de *Moringa oleifera* sobre parámetros productivos y toxicológicos en pollos de engorda. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(4), 1013-1026.
- Gakuya, D., Mbugua, P., Kiama, S., & Mwaniki, S. (2014). Effect of supplementation of *Moringa oleifera*(LAM) leaf meal in layer chicken feed. *International Journal of Poultry Science*, 13(7), 379-384.
- Gil, P., Barroeta, A., & Garcés, C. (2016). El huevo como alimento funcional. Buenos Aires: Sitio Argentino de Producción Animal.
- Guerrero, D. A., & Estrada, M. F. (2016). Incorporación de harina de moringa oleífera en 3 niveles 0%, 5%, 10%, como suplemento para dieta alimenticia para gallinas ponedoras

- de la línea Isa Brown en la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Martín, C., Matín, G., Fernández, T., Hernández, E., & Puls, J. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión crítica. *Pastos y follajes*, 36(2), 137-149. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001&lng=es&nrm=iso>. accedido en 04 jul. 2024
- Mesa, O., Valdivié, M., Rodríguez, B., Rabello, B., Berrio, I., & Couso, Z. (2020). Utilización de dietas con harina de forraje de Moringa oleifera para pollitas de reemplazo y gallinas ponedoras White Leghorn L. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2), 219-227.
- Ortega, R. (2002). *El huevo en la alimentación. Importancia nutricional y sanitaria*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., & Reye, F. (2010). Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33(4), 1-16.
- Rugel, D., & Emén, F. (2020). Inclusión de harina de Moringa oleífera en dietas para pollos de engorde. *Revista Veterinaria*, 3(1), 74-77.
- Sánchez, K., Cuadros, A. F., & Peña, M. J. (2016). Impacto que genera la utilización de Moringa Oleifera en la producción de pollo. *Mundo FESC*, 6(2), 98-108.
- Torrado, Y. (2017). *Medición de los parámetros productivos y económicos de gallinas en postura de la línea babcock brown de la semana 43 a la semana 50 de la granja avícola el Silencio en Ocaña, Norte de Santander*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.

WingChing, R., Zamora, R., & Chavarría, S. (2023). Calidad de huevo y comportamiento productivo de gallinas ponedoras ISA Brown con acceso a pastoreo. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2), 1 -16. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51511>

Apéndices

Apéndice A

Identificación de los tratamientos en los huevos



Nota. Recolección e identificación de huevos del T2. *Fuente.* Autor



Nota. Recolección e identificación de huevos con tratamiento. *Fuente.* Autor

Apéndice B

Proceso de pesaje de las gallinas Babcock Brown



Fuente. Autoría propia

Apéndice C

Proceso de pesaje del alimento



Fuente. Autoría propia

Apéndice D

Análisis de pigmentación de la yema de huevo



Nota. Comparación de las yemas del T1 y T2. *Fuente.* Autor



Nota. Comparación de las yemas del T3 y T4. *Fuente.* Autor (2022).

 Pigmentación de la yema de huevo durante las ocho semanas

Semana 1

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
4	7	9	11
4	7	9	10
6	6	7	9
3	7	8	10

Semana 2

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
5	8	10	12
3	6	10	11
5	6	9	10
4	6	8	12

Semana 3

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
5	8	10	11
4	8	10	12
5	8	10	10
5	6	10	12

Semana 4

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
3	8	10	13
5	9	12	12
5	8	10	10
6	8	11	12

Semana 5

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
4	9	9	11
4	8	11	13
6	8	11	13
4	9	11	11

Semana 6

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
6	10	11	13
5	9	11	15
6	9	10	13
5	9	12	12

Semana 7			
Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
4	9	10	12
6	10	10	14
4	9	12	12
5	8	11	14

Semana 8			
Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
5	10	11	12
3	10	12	12
5	9	12	15
5	10	12	15

Apéndice E

Presentación de la harina de moringa



Fuente. Autoría propia

Apéndice F

Registro de vacunación del lote de aves Babcock Brown

Vacuna	Nombre Comercial	Registro ICA	Lote	Dosis	Vía de aplicación	Responsable
Newcastle más bronquitis infecciosa	Newcastle Lasotamás Bron M41	N° 8445 BV	1403700	Una gota	Óculo nasal	Dairon Sánchez
2ª De Gumboro	Bursine 2	N° 8885 BV	021/14	Una gota	Apical	Dairon Sánchez
3ª De Gumboro	Bursine 2	N° 8885 BV	021/14	Una gota	Apical	Dairon Sánchez
4ª De Gumboro	Bursine 2	N° 8885 BV	021/14	Una gota	Apical	Dairon Sánchez
2ª Newcastle más bronquitis infecciosa	Newcastle Lasotamás Bron M41	N° 8445 BV	1403700	Una gota	Óculo nasal	Dairon Sánchez
Viruela aviar	Viruela	N° 1248 DB	1401737	Pinchazo	Intra alar	Dairon Sánchez
3ª Newcastle más bronquitis infecciosa	Newcastle Lasotamás Bron M41	N° 8445 BV	1403700	Una gota	Óculo nasal	Dairon Sánchez
Newcastle oleosa	Newcastle oleo 100	4011-DB	5-12-177 EE	Una gota	Intramuscular	Dairon Sánchez
Cólera y coriza	Mixibac HG	N° 8692-BV	MHG-AK-JJ	0.25 ml	Intramuscular	Dairon Sánchez
Triple viral	Oleovac NC-BI-EDS	N° 9378-BV	1000150814 130	0.50 ml	Intramuscular	Dairon Sánchez

Fuente. Autoría propia

Apéndice G

Presupuesto

Recurso	Descripción	Presupuesto (COP)
Equipo humano	1 investigador principal	1.000.000
Equipos y Software	No aplica	
Viajes y Salidas de Campo	No aplica	350.000
Materiales y suministros	Fotocopias	
	Harina de moringa Concentrado	8.160.000
	Costo de animales	
Bibliografía	Acceso a bases de datos	500.000
	Total	9.660.000

Fuente. Autoría propia

Apéndice H

Cronograma de actividades

Actividad	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Revisión bibliográfica	x	x	x	x	x					
Balance de dietas y alistamiento instalaciones	x	x								
Inicio de la fase experimental	x									
Desarrollo de la fase experimental	x	x								
Recopilación de información y ordenamiento de la misma				x						
Análisis de información y redacción informe final				x	x					
Socialización a la comunidad						x				
Medir la respuesta a la suplementación con harina de moringa en gallinas ponedoras Babcock Brown				x						
Evaluar el consumo diario de alimento y mortalidad de las gallinas ponedoras Babcock Brown por efecto de la harina de moringa.			x	x	x					
Determinar los costos de producción total para el tratamiento con harina de moringa.					x	x				
Procesamiento estadístico de la información						x				
Análisis de resultados						x	x			
Elaboración y presentación del informe final						x	x			
Socialización a la comunidad académica y científica								x	x	

Fuente. Autoría propia