

**EVALUACIÓN DEL EFECTO NUTRICIONAL DE LA HARINA DE FOLLAJE DE MORERA (*Morus alba*) EN PONEDORAS SEMIPESADAS**



**ALDAIR SANTIAGO MAZABUEL PIZO  
JUAN CARLOS VALLEJO JACOME**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN**

**2023**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO NUTRICIONAL DE LA HARINA DE FOLLAJE DE MORERA (*Morus alba*) EN PONEDORAS SEMIPESADAS**



**ALDAIR SANTIAGO MAZABUEL PIZO**

**JUAN CARLOS VALLEJO JACOME**

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación como requisito para optar al título de Ingeniero Agropecuario.**

**Director:**

**M.V. Z; M. Sc FREDY JAVIER LOPÉZ MOLINA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN**

**2023**

## **Nota de aceptación**

El director y los jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

---

**FREDY JAVIER LOPEZ MOLINA**  
Director

---

**JULIANA ISABEL CARVAJAL TAPIA**  
Jurado

---

**CARLOS AUGUSTO MARTINEZ MAMIAN**  
Jurado

## **DEDICATORIA**

Este trabajo representa una parte importante en mi vida, es símbolo del esfuerzo para sacar adelante esta carrera, por lo cual está dedicado principalmente a Dios por brindarme sabiduría y concederme salud para disfrutar de la vida en este trayecto. A mi madre, Mariela Pizo por su inmenso amor, apoyo incondicional y moral, por ser mi ejemplo de superación, humildad y sacrificio que me forjo para ser mejor cada día. A mis hermanos y sobrinos por sus consejos, por alentarme durante toda mi carrera, por siempre creer en mí y por ser parte fundamental en mi formación como persona.

**Aldair Santiago Mazabuel Pizo**

A Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y la constancia que me han permitido alcanzar este logro y culminarlo con éxito y que a pesar de todas las dificultades presentadas me mantuvo firme.

A mis padres Álvaro Vallejo y Aura Jácome, por ser ese apoyo incondicional durante este proceso, por todos los sacrificios que han hecho para permitir la culminación de mi carrera profesional, que junto a mis hermanas; Katherine, Ingrid y Lizbeth, a mis sobrinas; Sarita, María José y Victoria Guadalupe y mi Cuñado Javier, que han sido mi apoyo y motivación.

En especial a la memoria de mi abuelito Servio Jácome, que aun ya no estando presente, sé que su amor y sus bendiciones siempre me acompañan.

**Juan Carlos Vallejo Jácome**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por concedernos la fortaleza y sabiduría que permitieron realizar este logro y mantenernos en pie durante todo este proceso y poder culminarlo con éxito.

A nuestro director de tesis M.V.Z; M.Sc Fredy Javier López Molina por su dedicación y acompañamiento para la culminación de este trabajo, además por su aporte en conocimiento.

Al personal de la finca La Sultana por su atención prestada, ya que gracias a su colaboración la parte práctica del trabajo de investigación se llevó a cabo con éxito.

A la Universidad del Cauca en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias; a todo el personal administrativo y docente por hacer parte de nuestra formación profesional durante el paso por el Alma Mater.

A cada una de nuestras familias por su apoyo incondicional durante nuestro proceso académico.

A Natalia Muñoz y Sofía Calderón quienes nos han acompañado durante esta etapa y nos han brindado todo su apoyo.

A nuestros amigos y compañeros de carrera por todas las experiencias y gratos momentos compartidos.

Gracias a todos.

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
1. MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. Panorama avícola en Colombia y en el departamento del Cauca- .....	15
1.2. Descripción general de la gallina ponedora ( <i>Gallus domesticus</i> ).....	16
1.3. Sistema digestivo de la gallina .....	16
1.4. Línea Babcock Brown .....	18
1.4.1. Características de la línea Babcock Brown.....	18
1.4.2. Requerimientos para la gallina Babcock Brown.....	19
1.5. Manejo de la gallina ponedora .....	19
1.6. Aspectos generales de la morera ( <i>Morus alba</i> ).....	21
1.6.1. Clasificación taxonómica .....	21
1.6.2. Descripción botánica.....	22
1.6.3. Origen y distribución .....	22
1.6.4. Condiciones agroclimáticas del cultivo de morera ( <i>Morus alba</i> ).....	23
1.6.5. Rendimientos del cultivo de morera ( <i>Morus alba</i> ).....	23
1.6.6. Aporte nutricional de la morera ( <i>Morus alba</i> ).....	24
1.7. Antecedentes .....	24
2. METODOLOGÍA.....	28
2.1. Localización .....	28
2.2. Materiales y métodos .....	28
2.3. Materiales y suministros.....	29
2.4. Procedimiento .....	30
2.4.1. Dietas experimentales .....	30
2.4.2. Adecuación del galpón.....	33
2.4.3. Labores durante la práctica .....	34
2.4.4. Modelo estadístico .....	34
2.4.5. Tratamientos.....	35
2.4.6. Balances nutricionales .....	36
2.4.7. Variables de respuesta .....	37

2.5. Análisis económico .....	38
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
3.1. Consumo de alimento. ....	40
3.2. Porcentaje de postura. ....	42
3.3. Conversión alimenticia. ....	44
3.4. Huevo ave alojada. ....	46
3.5. Peso huevo promedio. ....	48
3.6. Colorimetría de la yema. ....	49
3.7. Análisis económico .....	52
3.7.1. Costos variables por tratamiento. ....	52
3.7.2. Beneficio bruto de campo. ....	53
3.7.3. Beneficio neto de campo o balance final. ....	53
4. CONCLUSIONES.....	55
5. RECOMENDACIONES.....	56
6. BIBLIOGRAFÍA.....	57

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 Taxonomía de la gallina ponedora .....	16
Cuadro 2 Requerimientos nutricionales para la gallina Babcock Brown.....	19
Cuadro 3 Clasificación taxonómica de la morera ( <i>Morus alba</i> ) .....	21
Cuadro 4 Materiales y suministros utilizados en el desarrollo del trabajo de investigación.....	29
Cuadro 5 Cantidad de materias primas y composición nutricional. ....	36
Cuadro 6 Costos variables para los tratamientos evaluados. ....	52
Cuadro 7 Interpretación en porcentaje .....	52
Cuadro 8 Beneficio bruto de campo .....	53
Cuadro 9 Beneficio neto de campo.....	54



## LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Sistema digestivo de la gallina.....	17
Figura 2. Ubicación geográfica (Colombia, Cauca, Timbío, Urubamba II). .....	28
Figura 3. a). Galpón; b). divisiones .....	29
Figura 4. a). Corte del material vegetal de morera; b). Secado .....	30
Figura 5. Mezcla de materias primas; b). Almacenamiento .....	32
Figura 6. Elaboración de divisiones (Repeticiones por tratamiento), al interior del galpón.....	33
Figura 7. a). Cálculo y suministro de raciones; b). Pesaje y clasificación de huevos; c). Prueba de colorimetría.....	34
Figura 8. Distribución de tratamientos del diseño experimental .....	35
Figura 9. Valores medios obtenidos para consumo promedio de alimento en g/ave/día.....	40
Figura 10. Valores medio obtenidos para porcentaje de postura, en la etapa de evaluación.....	42
Figura 11. Valores medios obtenidos para conversión alimenticia .....	45
Figura 12. Valores medios obtenidos para huevo ave alojada.....	47
Figura 13. Valores medios obtenidos para peso huevo promedio .....	48
Figura 14. Coloración promedio.....	50

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>Anexo A.</b> Composición de las dietas.....	65
<b>Anexo B.</b> Análisis próximo de materias primas.....	66
<b>Anexo C.</b> Análisis próximo de las dietas evaluadas.....	67
<b>Anexo D.</b> Análisis de varianza.....	69

## RESUMEN

La avicultura es un renglón económico de importancia para el país, por la generación de empleo en diferentes eslabones de la cadena y por ser el huevo, la proteína con un consumo per cápita relevante (334). Sin embargo, los altos costos de producción que ascienden a un 71%, son debidos a la alimentación mediada, por el uso de materias primas importadas (Maíz y Torta de Soya).

Durante años, la morera (*Morus alba*) ha sido utilizada como fuente alimenticia para varias especies de animales domésticos de importancia económica en muchas partes del mundo, ya que posee características como elevados niveles de proteína y energía (Milera, 2008). En este sentido, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto nutricional de la harina de follaje de morera (*Morus alba*), en la alimentación de aves de postura comerciales, como una alternativa alimenticia no convencional, para lo cual se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (T0: 0%, T1: 5%, T2: 10%, T3: 15% de harina de follaje de morera), cuatro repeticiones por tratamiento y cinco unidades experimentales por repetición, durante un periodo de cuatro semanas en etapa de postura, teniendo variables productivas y de calidad de producto, como respuesta.

Los resultados obtenidos, evidenciaron diferencias estadísticas significativas en todas las variables, lo que permitió concluir que el tratamiento con 5% de inclusión, genera una ventaja competitiva en términos de costo beneficio.

**Palabras clave:** Harina de morera, *Morus alba*, alimentación no convencional.

## ABSTRACT

Poultry farming is an important economic sector for the country, because it generates employment in different links of the chain and because eggs are the protein with the highest per capita consumption (285). However, the high production costs, which amount to 70%, are due to the feed mediated by the use of imported raw materials (corn and soybean cake).

For years, mulberry (*Morus alba*) has been used as a food source for several species of domestic animals of economic importance in many parts of the world, since it has characteristics such as high levels of protein and energy (Milera, 2008). In this sense, the objective of the research was to evaluate the nutritional effect of mulberry (*Morus alba*) foliage meal in commercial poultry feed, as a non-conventional feed alternative, for which a completely randomized design was used, with four treatments (T0: 0%, T1: 5%, T2: 10%, T3: 15% mulberry foliage meal), four replicates per treatment and five experimental units per replicate, during a period of four weeks in the laying stage, having productive and product quality variables, as a response.

The results obtained showed significant statistical differences in all variables, which allowed concluding that the treatment with 5% inclusion generates a competitive advantage in terms of cost-benefit.

**Key words:** Mulberry meal, *Morus alba*, non-conventional feed.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento del sector avícola para el año 2021 fue de 3,5%, en cuanto a la producción del huevo se evidencio un crecimiento del 4% debido a que se registró la producción más alta de la historia reciente con 17.029 millones de unidades y un aumento en el consumo per cápita, incrementando en 42 unidades frente a años anteriores pasando a 334 unidades (Fenavi, 2022) La avicultura es uno de los renglones productivos más formales del sector agropecuario, representa en mayor cantidad el valor de la producción de sectores como la floricultura, cultivo de palma de aceite, cría de ganado porcino, entre otros, se puede prever que el crecimiento de este sector seguirá su rumbo gracias a su desarrollo sostenido (Fenavi, 2022), sin embargo, existen retos que la industria avícola tiene que afrontar, entre ellos los altos costos de producción, este último es un factor que afecta directamente la rentabilidad de la actividad avícola en general, siendo las avícolas menos tecnificadas las más sensibles a cambios en los costos de las materias primas, utilizadas para la elaboración de concentrados.

Dentro de la estructura de costos de producción del sector avícola, específicamente en aves de postura, la alimentación constituye el 71% del total de los costos (MADR, 2021), este porcentaje se puede ver afectado debido a variaciones en el precio de los alimentos concentrados que son fuente principal de alimentación para esta industria, esto sujeto a la incremento de los precios de las materias primas esenciales para su elaboración como lo son el maíz, soya (frijol y torta) generado por un panorama global representado por: demanda de grandes consumidores como China o la India, impacto de la industria del etanol y la volatilidad cambiaria (Ocampo & Sánchez, 2020). Estos factores afectan directamente a Colombia, debido a que es un país netamente importador de estos granos que provienen principalmente de Estados Unidos, Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y Comunidad Andina (CAN) (ANDI, 2021).

En este sentido, la búsqueda de alternativas alimenticias para la producción en animales monogástricos, surge como una necesidad de reducir la dependencia de materias primas importadas y por ende minimizar los costos de producción, haciendo uso de la variedad de recursos vegetales que se encuentran en las zonas tropicales, destacándose el cultivo de morera, el cual se encuentra ampliamente adaptado a nuestras condiciones, además por su aporte nutricional y su uso en la alimentación de animales domésticos, lo convierten en un material de origen vegetal susceptible a ser investigado para su inclusión en la formulación de dietas.

Por lo anterior, el estudio evaluó la inclusión de harina de Morera (*Morus alba*) en la alimentación de aves de postura en niveles del 5, 10 y 15%,

teniendo como variables de respuesta, consumo, conversión alimenticia, porcentaje de postura, peso del huevo, H.A.A, coloración de yema, y determinar su viabilidad en términos de costo – beneficio.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Panorama avícola en Colombia y en el departamento del Cauca

La avicultura pertenece al sector agropecuario, constituida a su vez por las actividades de la producción de huevos y carne de aves. El sector avícola registró en el año 2021 una tasa de crecimiento del 3,5 %, ya que logró el récord de producción más alta del sector, con 1,7 millones de toneladas en carne de pollo, y, 17.029 millones de huevos (Fenavi, 2022). Para el año 2020 el censo aviar reportó una población de aves distribuida en 457.532 predios, de los cuales el 98,7% son predios de traspatio y los restantes 1,3 % corresponden a predios tecnificados. el número total de animales censados ascendió a 222.130.788 aves, 5,5 % mayor respecto al año 2020, del total de la población aviar del país, el 71,6% está concentrada en cinco departamentos: Santander 24,9 %, Valle del Cauca 20,6 %, Cundinamarca 17,5 %, Quindío 6,6 % y Antioquia 4,9 % (ICA, 2021).

El sector avícola en Colombia se ha posicionado como uno de los eslabones de producción más importantes de la economía, para el 2021 tuvo una participación del 0,54 % en el PIB Nacional, 6,41 % en el PIB Agropecuario y un 29,6 % en el PIB Pecuario (Fenavi, 2022). Según datos del ministerio de agricultura y desarrollo rural (2021), el sector avícola genera aproximadamente 350.000 empleos directos e indirectos distribuidos entre cuatro frentes de la cadena avícola: fabricación de alimento concentrado, genética, cría y procesamiento de pollo y producción de huevo de mesa.

En cuanto al departamento del Cauca, este ocupa el décimo segundo lugar, con 1.6% de participación en el PIB para 2014. Al clasificar el PIB avícola la línea de producción se observa para ese mismo año, que, en el caso del huevo, el liderazgo lo tiene Cundinamarca, con 24.6 % del valor de la producción, a precios constantes del 2005, seguido por Santander (20.5 %). Cauca ocupa el quinto puesto, con 6.5 %. En cuanto a la línea de pollo, nuevamente las dos primeras posiciones se invierten, y ahora Santander ocupa el primer lugar, con 24.1 % de participación, mientras que Cundinamarca es segundo, con 23 %. Cauca, por su parte, se desplaza al décimo séptimo puesto, con 0.6 % (Fenavi, 2018). Lo anterior demuestra que el departamento del Cauca presenta un mejor comportamiento en el sector de producción de huevo.

De acuerdo con datos de Fenavi, en el Cauca se tiene el registro de 155 granjas avícolas, de las cuales 133 se dedican al engorde de pollo, 20 a la producción de

huevo, y los 2 restantes a la reproducción. Los municipios con mayor número de granjas son: Santander de Quilichao, 46; Caloto, 26; Timbío, 24; Caldone, 19; Popayán, 11, y Cajibío, 7. Se considera que el sector avícola del Cauca genera 3.956 empleos directos entre: administradores, operarios especializados, como los veterinarios, y personal de apoyo en labores varias y en la logística de comercialización de los productos (Fenavi, 2018).

## 1.2. Descripción general de la gallina ponedora (*Gallus domesticus*)

Se denomina gallina a un ave que hace parte del orden de las especies galliformes, caracterizadas por su pico corto y algo curvado, sus alas también cortas y sus patas algo robustas. Las gallinas cuyas plumas son lustrosas, tienen una cresta carnosa de color rojizo (Delgado & Gil, 2020). En el cuadro 1 se describe la taxonomía de la gallina.

**Cuadro 1** Taxonomía de la gallina ponedora

Tipo	Cordado
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves
Orden	Gallinacea
Suborden	Galli
Familia	Phasianidae
Género	Gallus
Especie	<i>Gallus domesticus</i>

**Fuente.** Ochoa (2014).

## 1.3. Sistema digestivo de la gallina

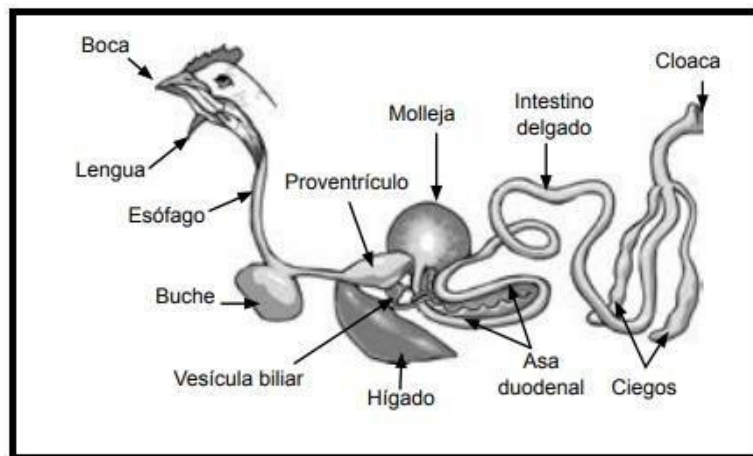
El sistema digestivo de la gallina en comparación con los mamíferos posee un tracto digestivo más corto, con un tránsito rápido (3-4 horas). Su digestión es fundamentalmente enzimática, con reducida tasa de fermentación bacteriana por



ello su alimentación se basa principalmente, en almidón, proteína, grasa, vitaminas, minerales y contiene cantidades moderadas de fibra y alimentos voluminosos.

Las aves tienen pico, órgano de aprehensión de los alimentos, en la boca, la lengua presenta pocas papilas gustativas (350) pero en cambio tiene importantes receptores táctiles, una vez el ave traga el alimento, pasa por el esófago y es almacenado en el buche, donde el alimento es remojado luego de mezclarse con la saliva y el mucus, la digestión del alimento se produce principalmente entre el proventrículo y la molleja, en el proventrículo o estómago glandular se secreta el jugo gástrico y en la molleja o estómago muscular la cual normalmente contiene piedras o grits, se reduce el tamaño de las partículas, así el alimento es triturado, mediante movimientos retro peristálticos entre duodeno, proventrículo, molleja y buche se facilita la mezcla y acción de las enzimas digestivas sobre el alimento, en el intestino delgado se encuentran tres compartimentos: duodeno, yeyuno e íleon. Es en el duodeno donde las diferentes enzimas pancreáticas van reduciendo el tamaño de la partícula de los distintos componentes del alimento para que los nutrientes sean absorbidos por las células epiteliales en los tramos del yeyuno e íleon, los nutrientes no absorbidos podrán ser usados por las bacterias de los ciegos, el intestino grueso o colon va a parar a la cloaca donde confluyen los aparatos urinarios, reproductor y digestivo (Barroeta et al., 2020). El sistema digestivo se representa en la siguiente figura:

**Figura 1.** Sistema digestivo de la gallina



**Fuente.** INATEC (2016).

Debido a las particularidades del aparato digestivo de las aves, se han observado ciertas diferencias en el tracto gastrointestinal respecto a la inclusión de fibra en la nutrición de aves, específicamente en la molleja (estomago mecánico de las aves), demostrando relación entre nivel y tipo de fibra suministrado en las dietas con respecto a su tamaño (Bosse & Pietsch, 2016). Además, la presencia de fibra en la molleja disminuye la velocidad de tránsito del alimento hacia el duodeno y se incrementa la secreción de ácido clorhídrico disminuyendo el pH. Este último fenómeno tiene consecuencias beneficiosas, debido a que mejora la solubilidad de minerales, de proteínas y ayuda a proteger a las aves contra infecciones entéricas (González *et al.*, 2006).

Por otra parte, aunque la fibra no sufre digestión en el intestino delgado, posteriormente en el intestino grueso experimenta una parcial o total fermentación por parte de la flora colónica, liberando diversos compuestos químicos como gases y ácidos grasos de cadena corta (AGCC), los que pueden cumplir funciones importantes en el organismo de animales no rumiantes. En animales monogástricos, la fibra dietaria a través de sus componentes solubles e insolubles tiene múltiples efectos en el tracto gastrointestinal (TGI). La magnitud de la presentación de dichos efectos tendrá que ver con la forma física y naturaleza química, procesamiento previo, además de la adaptación y características del animal como la edad y peso vivo (Cano *et al.*, 2009).

#### **1.4. Línea Babcock Brown**

Es una línea de gallinas ponedoras semipesadas de color marrón, robusta y productiva, una raza equilibrada, capaz de rendir bien en diferentes climas y sistemas de manejo. Se caracteriza por su rusticidad, fácil manejo y huevos de color marrón.

##### **1.4.1. Características de la línea Babcock Brown**

La gallina Babcock Brown es una ponedora con un peso corporal promedio de 2.025 g y altamente productiva (462 huevos ave alojada). Es una línea equilibrada, presenta una viabilidad del 93%, llegando a un pico de postura del 96%, demostrando así una excelente persistencia de puesta, capaz de rendir bien en diferentes climas y sistemas de manejo. Esta línea genética produce huevos de cascara fuerte y de gran tamaño con peso promedio de huevo de 64 g (Babcock, 2021).

#### 1.4.2. Requerimientos para la gallina Babcock Brown

Los requerimientos presentados en el cuadro 2, están adaptados para un consumo promedio de 118 g/ave/día, en etapa de postura.

**Cuadro 2** Requerimientos nutricionales para la gallina Babcock Brown

<b>Periodo de administración</b>	<b>semana (25 - 50)</b>
PC %	16.9
Energía metabolizable kcal/kg	2.900
<b>Aminoácidos totales %</b>	
Lisina	0.83
Metionina	0.40
Metionina + Cisteína	0.63
Triptófano	0.18
Treonina	0.57
Isoleucina	0.69
Valina	0.74
<b>Minerales totales %</b>	
Fósforo	0.33
Calcio	3.6 - 3.8
Sodio mínimo	0.16

**Fuente.** ISA (2009).

#### 1.5. Manejo de la gallina ponedora

En cualquiera de las formas de producción se debe procurar rodear a las aves de todos los cuidados posibles, brindándoles el mejor estado sanitario y óptimas

condiciones de manejo e higiene, con el fin de lograr un rendimiento apropiado en producción de huevos.

Dentro de los principales factores se encuentran: mantener agua fresca y abundante, comederos a la altura del dorso de las aves, lotes de aves homogéneos, mantenimiento de la cama seca, suministro adecuado de alimento de acuerdo a la edad, suministro de calcio adicional, uso de registros diarios, implementación de plan de vacunación de acuerdo a la zona entre otros.

*Alimentación.* La alimentación es una herramienta fundamental para mantener el estado de salud y bienestar de las gallinas ponedoras, así como para la formación de un huevo de calidad. Los programas de alimentación deben estar enfocados de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las aves que están dados por su genética, peso, edad, fase fisiológica y calidad del huevo (Barroeta et al., 2020).

*Requerimientos de energía y nutrientes de la gallina.* Según Barroeta et al. (2020) el alimento suministrado a las gallinas debe cubrir sus necesidades en cuanto a energía y nutrientes para un buen funcionamiento y producción. Así pues, describe los principales factores a tener en cuenta al momento de balancear dietas.

*Energía.* Las necesidades energéticas de las aves se suelen expresar en energía metabolizable (EM), por lo tanto, las gallinas extraen del alimento la energía necesaria para cubrir sus requerimientos energéticos, que fundamentalmente son para mantenimiento (65%) y para la producción de huevos (30%).

*Proteína y aminoácidos esenciales.* La proteína es un compuesto que contiene nitrógeno importante para el mantenimiento y crecimiento de la gallina (músculo, plumas, enzimas u hormonas, entre otros). Al momento de suministrar el alimento se debe asegurar el cubrir los requerimientos de aminoácidos como: metionina, cistina, lisina, treonina, triptófano, isoleucina y valina; ya que el consumo de estos aminoácidos esenciales, en articular la metionina está directamente relacionado con el número y tamaño de los huevos (ISA, 2009).

*Carbohidratos.* Son sustancias importantes que se consumen como energía aportados principalmente por cereales, los carbohidratos en las plantas se presentan en forma de monosacáridos, disacáridos, almidones, celulosa y lignina (INATEC, 2016)

*Lípidos.* Constituyen una fuente de energía y además aportan ácidos grasos esenciales necesarios para el normal funcionamiento del organismo, en el cual se destaca la importancia del ácido linoleico por su papel en el desarrollo de la yema y el tamaño del huevo.

*Calcio y fósforo.* Son macrominerales imprescindibles para el desarrollo en la formación y mantenimiento del esqueleto, así como para la formación de la cáscara.

*Vitaminas.* Necesarias en pequeñas cantidades indispensables para el normal funcionamiento del organismo, ya que intervienen en procesos metabólicos y su deficiencia provoca graves problemas de salud y bienestar.

## 1.6. Aspectos generales de la morera (*Morus alba*)

La morera es una leñosa forrajera, no leguminosa, utilizada en sistemas de corte y acarreo por más de 5000 años para alimentar el gusano de seda (*Bombyx mori*), y a través de los estudios realizados en diferentes países, se conoce que posee excelentes características para la alimentación animal, por sus elevados valores de proteína y energía (Milera, 2008).

**1.6.1. Clasificación taxonómica.** A continuación, en el cuadro 3 se muestra la clasificación de la morera (*Morus alba*)

**Cuadro 3** Clasificación taxonómica de la morera (*Morus alba*)

División	Espermatofita
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Urticales
Familia	Moráceas
Género	Morus
Especie	<i>Morus alba</i>
Nombre común	Morera

**Fuente.** Leyva (2012).

### 1.6.2. Descripción botánica.

La morera (*Morus alba*) es un árbol leñoso perenne, puede alcanzar una altura de 10 a 25 m de altura.

*Raíces.* El sistema radicular de la morera consiste de una raíz principal, raíces laterales y raíces fibrosas o absorbentes. La forma del sistema radicular varía con el método de propagación utilizado, diferenciándose entre semilla, injerto y acodo. Si la propagación es por semilla sexual se desarrolla una raíz pivotante de la cual se desprenden raíces secundarias y pelos absorbentes. La propagación vegetativa se forman raíces adventicias, en este caso no existe una raíz principal y el arreglo del sistema radicular es irregular (Milera, 2008).

*Tallo.* El tronco, tallos y ramas de la morera suelen llamarse en su conjunto tallos, la planta de morera en cultivo puede ser condicionada para mostrar un tronco principal con varias ramas laterales, las cuales se dividen de nuevo y se categorizan en: primarias, secundarias, etc. Los tallos y ramas en la morera tienen tres posiciones de crecimiento: erectas, abiertas o esparcidas y colgadas o pendulantes (Milera, 2008).

*Hojas.* Presenta hojas alternas, ovales, enteras o lobuladas (en los árboles jóvenes más lobuladas que en los adultos) y de márgenes dentados. De color verde brillante y lustrosas por el haz, más claras por el envés (Leyva, 2012).

*Flor, fruto y semilla.* Posee pequeñas flores que crecen formando espigas apretadas y alargadas. De frutos compuestos formados por pequeñas drupas estrechamente agrupadas, entre 2-3 cm de largo, llamadas moras de color blanco a rojizo (Leyva, 2012). Semilla color café amarillentas o amarillo brillante, carnosas y ovaladas en forma, compuestas de una cubierta, el embrión y el endospermo (Milera, 2008).

### 1.6.3. Origen y distribución

Según Sánchez (2006) la mayor parte de las especies de morera proceden de su centro de origen en China, Japón y las montañas del Himalaya; *Morus alba* es

originaria de China. Hay especies que tienen su origen en otros países de climas templados y se les considera "cosmopolitas" por su capacidad de adaptación a diferentes climas y altitudes.

#### **1.6.4. Condiciones agroclimáticas del cultivo de morera (*Morus alba*)**

El desarrollo natural de la morera presenta una estrecha relación con las condiciones ambientales como temperatura, luz, aire, agua y el suelo (López, 2020), para su desarrollo temperaturas óptimas entre 24 y 28°C; precipitación entre 600 y 2500 mm; fotoperiodo de 9 a 13 horas/día; humedad relativa de 65 a 80% y una altitud desde el nivel del mar hasta 4000 msnm. La morera florece bien en suelos planos, profundos, fértiles, bien drenados, francos a arcillosos, porosos con buena capacidad de retención de humedad. El rango ideal de pH del suelo es de 6.2 a 6.8. El pH óptimo requerido para la morera es de 6.5 a 6.8 aunque es tolerante a la acidez y la salinidad (Datta, 2002).

#### **1.6.5. Rendimientos del cultivo de morera (*Morus alba*)**

La producción anual de biomasa está relacionada con los siguientes aspectos según Boschini et al (1998) la producción se incrementa a medida que se aumenta la densidad de siembra o de población; la altura de corte al momento de cosecha presenta influencia sobre el rendimiento de biomasa; la frecuencia de poda incide en el rendimiento, es decir, a mayor intervalo de corte se obtienen mayores producciones. En este experimento se encontró la mayor producción de biomasa de 35 ton/ha/año (hojas y tallos), con siembras de 60 cm y frecuencias de corte de 112 días.

En cuanto al potencial productivo para el trópico y bajo condiciones intensivas de producción (20.000 pantas/ha), la morera para el primer año de desarrollo rinde al 30% de su potencial, para el segundo año llega a un 60% y alcanza el 100% de su rendimiento al tercer año (CIDAP, 2005).

Una investigación realizada en las fincas La Sultana y El Madroño de los municipios de Timbío y El Tambo respectivamente, se calcularon los mejores resultados en rendimiento de 3.3 ton/ha/corte de hoja de morera, bajo condiciones de fertilización alterna edáfica/foiar, cada 15 días de A.L.O.F.A en concentración de 5% en un cultivo de primer año de producción. Para la finca el Madroño, en un cultivo de

segundo año de producción se calculó un rendimiento de 8,6 ton/ha/corte, bajo condiciones de fertilización alterna edáfica/foliar, cada 15 días de A.L.O.F.A en concentración de 5% e inoculación con la mezcla de 4 kg de IM (mezcla de micorrizas) + 1,5 L de coadyuvante diluidos en 1000 L de agua al suelo (Camayo et al. 2020).

#### **1.6.6. Aporte nutricional de la morera (*Morus alba*)**

El follaje de la morera tiene un excelente valor nutricional debido a sus altos niveles de proteína (20 a 24%) y de digestibilidad (75 a 85%), su contenido de materia seca varía entre 19 y 25% (FAO, 1995).

Según Esquivel citado Hualpa (2019) datos de América Central, indican contenidos de PC entre 15 y 25% y de DIVMS entre 75 y 90%, para el tallo no lignificado (tallo tierno) también tiene una buena calidad bromatológica, con valores entre 7 y 14% para PC y entre 56 y 70% para la DIVMS. La PC de la hoja de Morera tiene una digestibilidad in vivo de 90%. Los contenidos de nitrógeno, potasio y calcio son altos, alcanzando las hojas valores de 3,35; 2,0 y 2,5% para cada mineral, respectivamente.

Análisis bromatológicos realizado al material vegetal de morera en la finca la Sultana se obtuvieron los siguientes resultados expresado en porcentajes, así: MS (38,1); EE (2,28); FC (14,9); PC (19,9); ENN (51); Cenizas (11,9); P (0,33); Ca (2,08); (Camayo et al. 2020).

#### **1.7. Antecedentes**

Mendoza (2020), determinó el efecto de la harina de hojas de *Moringa oleífera* en la alimentación de gallinas de postura Hy Line Brown, sobre características productivas como: consumo de alimento, peso vivo, conversión alimenticia, peso de huevo, calidad y producción de huevos, durante 60 días con tres tratamientos (0; 2.5 Y 4.5% inclusión de harina de hojas de moringa). Se encontró que la adición de la harina de hojas de moringa mejora el peso vivo, conversión alimenticia, peso de cascara, clara y producción de huevos en gallinas ponedoras



En un estudio realizado por Rada (2019) en la granja experimental Villa Marina, evaluó la inclusión de harina de morera en la alimentación de gallinas ponedoras de la línea Babcock Brown, el estudio consto de 3 tratamientos: T0 (testigo 100% alimento balanceado), T1 (10 % inclusión harina de morera), T2 (20 % inclusión harina de morera) se utilizaron 30 aves, 10 aves para cada tratamiento las cuales fueron dispuestas en jaulas individuales durante siete semanas de evaluación, como resultados se obtuvo que para la variable porcentaje de postura el tratamiento testigo fue superior con 80% sobre os tratamientos T1 y T2 con un 70 y 50% respectivamente. En cuanto a la pigmentación de la yema se evidencio que a más alto nivel de inclusión de harina de morera la coloración mejora, finalmente el análisis económico realizado en el estudio demuestra que a mayor inclusión de harina de morera en la dieta de aves de postura se reduce considerablemente los costos en la alimentación.

Holguín (2011), comparó los efectos de la harina de morera (*Morus alba*) como suplemento en la alimentación de gallinas de campo en pastoreo, se evaluaron 96 aves de 22 semanas de edad, durante ocho semanas, las variables evaluadas fueron ganancia de peso, consumo de alimento, producción, peso y porcentaje de producción, conversión por docena de huevos, tamaño, forma y pigmentación de huevos, los tratamientos evaluados fueron: 10, 20 y 30 gramos de inclusión de harina de morera, frente a una dieta testigo. El tratamiento testigo alcanzó las mejores respuestas en las variables productivas, seguido por el tratamiento 2 (10g Hmo). En general las dietas experimentales mejoraron la pigmentación de yemas de huevos y canal, así como reducir la grasa. Los tratamientos T2; T3 y T4 redujeron el costo del alimento frente al testigo, sin embargo, en el análisis económico la mejor rentabilidad la obtuvo el tratamiento testigo.

Martínez et al. (2020) evaluaron parámetros productivos y económicos en aves ponedoras de la línea Lohmann Brown Classic de 60 semanas de edad, mediante dos tratamientos siendo: T1, 100% alimento balanceado comercial y el T2 (modificado) 50% de la dieta compuesto de harina de forrajes que contenían: 16% inclusión de botón de oro, 16% inclusión de morera y 18% harina de maíz y el 50% restante de la dieta fue alimento balanceado comercial. Durante 12 semanas se evaluó el porcentaje de postura, peso del huevo, conversión alimenticia y mortalidad. Los resultados que se obtuvieron dieron a conocer que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en porcentaje de postura y conversión alimenticia, no se registró mortalidad y en cuanto a relación costo-beneficio, la dieta alternativa fue la de menor costo.

Ávila et al. (2019) evaluaron el efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* (HTD) sobre variables productivas en gallinas de postura Bovans blancas de 30 semanas de edad, se usaron cuatro tratamientos así (testigo; 5; 10 y 15% inclusión HTD) durante diez semanas de ensayo, donde se obtuvo que no hubo diferencia para peso de huevo, conversión alimentaria, porcentaje de huevo roto en fáfara y sucio; en cuanto a porcentaje de postura y masa de huevo las dietas con HTD presentaron valores inferiores al testigo, respecto al consumo en 5 y 10% de inclusión de HTD fueron mayores al testigo. Se concluye que la HTD puede considerarse una alternativa en la alimentación de gallinas ponedoras, hasta un nivel del 10% de inclusión sin afectar las variables productivas.

Herrera et al. (2018) evaluaron harina de forraje de *Tithonia diversifolia* (HTD) en cuanto a comportamiento productivo y calidad del huevo en la alimentación de 192 gallinas ponedoras White Leghorn durante 20 semanas, se realizó mediante cuatro tratamientos: una dieta control (maíz-soya) y la inclusión en la dieta de 10; 15 y 20% de HTD, donde se obtuvo que las gallinas alimentadas con el 10 y 15% de HTD tuvieron un comportamiento productivo similar al grupo control, sin embargo, con el 20% de HTD hubo afectación de los indicadores productivos, la calidad interna del huevo no sufrió modificaciones, solamente el color de la yema se incrementó con los niveles de *Tithonia*.

En un estudio realizado por García et al. (2019) en la ciudad de México, evaluó la inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* (HTD) en dietas para gallinas ponedoras sobre variables productivas como: porcentaje de postura, peso huevo, consumo alimento, conversión alimenticia, masa de huevo y coloración de la yema, el estudio consto con 240 gallinas dispuestas en 5 tratamientos: testigo; 1,77; 5; 10 y 15% de HTD. El peso de huevo y la conversión alimenticia no mostraron diferencia entre tratamientos, para el porcentaje de postura y masa de huevo (10 Y 15% HTD) y consumo de alimento (15% HTD) fueron menores al testigo. Finalmente, en la coloración de la yema (10 y 15% HTD) obtuvieron una mayor coloración.

Rodríguez et al. (2022) realizaron un estudio en el municipio de Cómbita – Boyacá el cual evaluó el efecto de consumo de forrajes verdes de alfalfa (*Medicago sativa*), morera (*Morus alba*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en parámetros productivos y calidad de huevo, se usaron 200 aves de la línea Babcock Brown distribuidas aleatoriamente en 4 grupos, cada uno con 50 aves sometidas a 4 tratamientos: T1 (suplementación con alfalfa); T2 (suplementación con morera); T3 (suplementación con botón de oro) y T4 (concentrado comercial). El estudio demostró que las aves del T2 mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,005$ ) en el peso corporal y en la pigmentación de la yema, se demostró a su vez que la

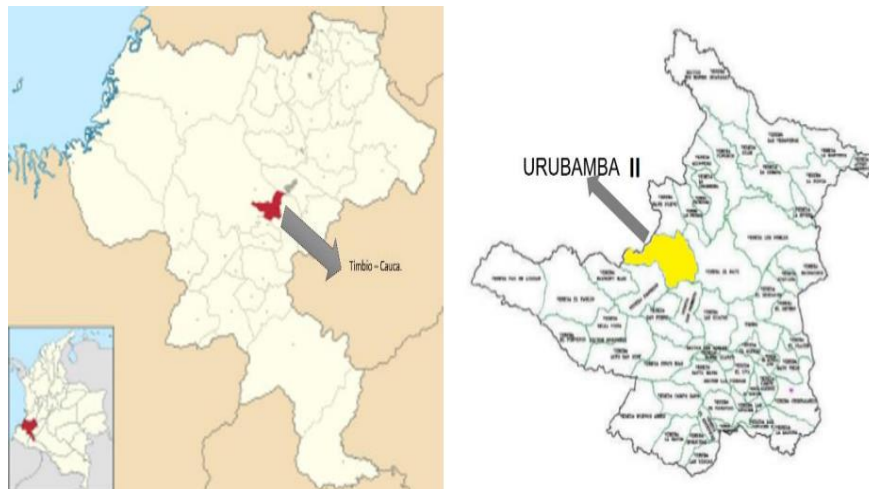
suplementación con morera mejoro significativamente la pigmentación de la yema sin afectar negativamente los parámetros productivos.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Localización

La investigación se realizó en el Centro Académico y experimental La Sultana perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, ubicado en la vereda Urubamba II, municipio de Timbío, departamento del Cauca, a una altitud de 1790 msnm con precipitación anual promedio de 2.000 mm, temperatura promedio de 18°C y humedad relativa del 73% (López y Ramos, 2018) (ver Figura 2). La ubicación del área de investigación se define con las coordenadas 2°22'35.2" N y 76°43'17.4" W y según el IGAC (2009). A 13 km al sur de la ciudad de Popayán.

**Figura 2.** Ubicación geográfica (Colombia, Cauca, Timbío, Urubamba II).



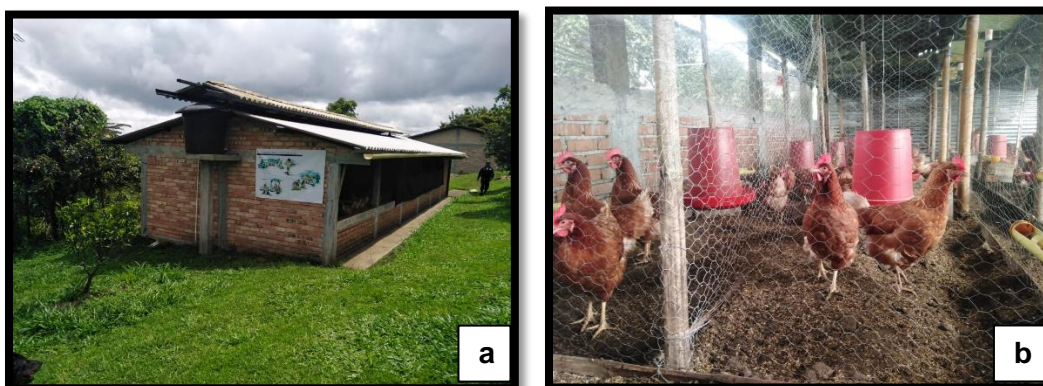
**Fuente.** Plan de Desarrollo Municipal de Timbío (2016).

### 2.2. Materiales y métodos

Se utilizó un galpón de piso en tierra, paredes en ladrillo y techo en Eternit, para el manejo de ventilación y recambio de gases, se contó con cortinas de polipropileno, al igual que un caballete central. El área del galpón es de 72 m<sup>2</sup> incluyendo el área de bodega, la zona de estudio se dividió en 16 compartimentos de 1,5 m<sup>2</sup>, las divisiones del galpón se realizaron con material de guadua y malla de angeo. (ver Figura 3). Para el suministro de alimento se usó comederos tipo tolva y bebederos

lineales de PVC. Otros equipos usados en el ensayo fueron: balanza digital, la cual fue usada para la toma del peso diario de los huevos y raciones diarias de alimento, molino de tornillo adaptado para el proceso de triturado de materias primas y mezcladora vertical.

**Figura 3.** a). Galpón; b). divisiones



**Fuente.** Propia, 2022.

### 2.3. Materiales y suministros

A continuación, se detallan los materiales e insumos necesarios para el desarrollo de la investigación.

**Cuadro 4** Materiales y suministros utilizados en el desarrollo del trabajo de investigación.

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Gallinas línea Babcock Brown	Unidad	80
Harina de follaje de morera	Kg	19.8
Maíz	Kg	99.7
Torta de soya	Kg	35
Harina de yuca	Kg	10
Tilapia 45	Kg	7.9
Aceite vegetal	Kg	8
Premezcla de vitaminas y minerales	Kg	4.8

Fosfato di cálcico	Kg	12
DL –Metionina	g	0.39
Núcleo ponedoras	g	0.78
Carbonato de calcio (piedras)	Kg	8.9
Concentrado comercial	Kg	66
Comederos	Unidad	16
Bebederos	Unidad	16
Balanza	Unidad	1
Molino de tornillo	Unidad	1
Pica pasto	Unidad	1
Zaranda	Unidad	1
Machete	Unidad	2
Pala	Unidad	1
Abanico de Roche	Unidad	1
Materiales para división del galpón	Metros	
Panales	Unidad	75

**Fuente:** Propia, 2021.

## 2.4. Procedimiento

A continuación, se detalla las labores realizadas antes y durante la investigación.

### 2.4.1. Dietas experimentales

Para la elaboración de la harina de follaje de morera, se inició con la obtención del follaje de un lote de cultivo de morera que cumplía las condiciones de 90 días de rebrote, el material vegetal se adquirió del Centro de Investigación para el Manejo de Recursos Vegetales y Biodiversidad Asociada - La Rejoya; posteriormente el material fue trasladado al Centro Académico y Experimental – La Sultana donde el material fue reducido en su tamaño a través del uso de una pica pasto, el material fue expuesto a deshidratación directa (radiación solar), por un tiempo de 5 días, luego se hizo una separación del material mediante el uso de una zaranda, finalmente se realizó la molienda para la obtención de la harina.

**Figura 4.** a). Corte del material vegetal de morera; b). Secado



**Fuente.** Propia, 2022.

Las materias primas convencionales (ver cuadro 4) utilizadas en la formulación de dietas fueron adquiridas en casas agrícolas, algunas materias primas como: maíz y mancha de yuca se homogeneizaron usando un molino de tornillo lo que permitió obtener material de textura harinosa, el resto de las materias primas fueron incluidas directamente a la mezcla.

La formulación de las dietas se hizo mediante el uso de una plantilla de Excel (PLEZOOTEC) lo que permitió obtener raciones balanceadas cumpliendo con los requerimientos nutricionales de las gallinas en etapa de postura; en las cuales se incluyó HFM como aporte proteico en niveles de 5, 10 y 15%, (ver Anexo A).

Para esta investigación fue necesario realizar análisis próximo de las materias primas: maíz, torta de soya, mancha de yuca y harina de morera, determinando humedad y proteína cruda (ver Anexo B). Posteriormente se llevó a cabo análisis próximo a las raciones balanceadas con inclusión de HFM, precisando: proteína, humedad, fibra, extracto etéreo y energía bruta (ver Anexo C), empleando métodos AOAC descritos a continuación.

**Humedad.** Deshidratación a 100 – 105°C en estufa a presión constante (600 mmHg- Popayán) hasta peso constante según la norma AOAC 950.43.

**Proteína bruta.** Kjeldahl: digestión acida y destilación de nitrógeno ( $N \times 6,25$ ), según AOAC 968.06.

**Extracto etéreo.** Extracción Soxhlet por 4 horas según AOAC 991.36.

**Fibra cruda.** Método Weende: digestión acido-base y calcinación según AOAC 962.09.

**Energía bruta.** Método bomba calorimétrica de chaqueta CAL2K®.

a). *Mezcla de materias primas.* Las materias de mayor volumen se homogeneizaron en una mezcladora industrial. A parte, en un recipiente plástico se realizó la mezcla de las materias de menor volumen de manera manual, para posteriormente incorporarlas a la mezcladora, para la total uniformidad del concentrado.

b). *Almacenamiento.* Una vez terminado el proceso de mezclado se procedió al almacenamiento, utilizando para ello canecas plásticas con tapa hermética y su respectiva rotulación, las canecas fueron almacenadas en un lugar con ventilación, aisladas del suelo por estibas para evitar contaminación exógena y presencia de roedores.

**Figura 5.** Mezcla de materias primas; b). Almacenamiento



**Fuente.** Propia, 2022.



## 2.4.2. Adecuación del galpón

Previo al inicio de la investigación se verificó el estado de la cama en cuanto a la humedad y profundidad de la misma, posteriormente se realizaron 16 divisiones con un área de 1,5 m<sup>2</sup>, usando una estructura en guadua y un enmallado con angeo para demarcar las divisiones, seguido a esto, se realizó el alistamiento y distribución de comederos, bebederos y adicionalmente la ubicación de un nidal por cada división.

Se utilizaron 80 gallinas de la línea Babcock Brown las cuales se sometieron a una valoración de calidad teniendo en cuenta diversos factores como: aspecto de la cresta, color de patas, tamaño del ave, amplitud abdominal, picos adecuados para toma del alimento; esto se realizó para lograr una mayor homogeneidad entre los tratamientos. Finalmente se ubicó el número correspondiente de gallinas para cada tratamiento y repetición

**Figura 6.** Elaboración de divisiones (Repeticiones por tratamiento), al interior del galpón



**Fuente.** Propia, 2022.

### 2.4.3. Labores durante la práctica

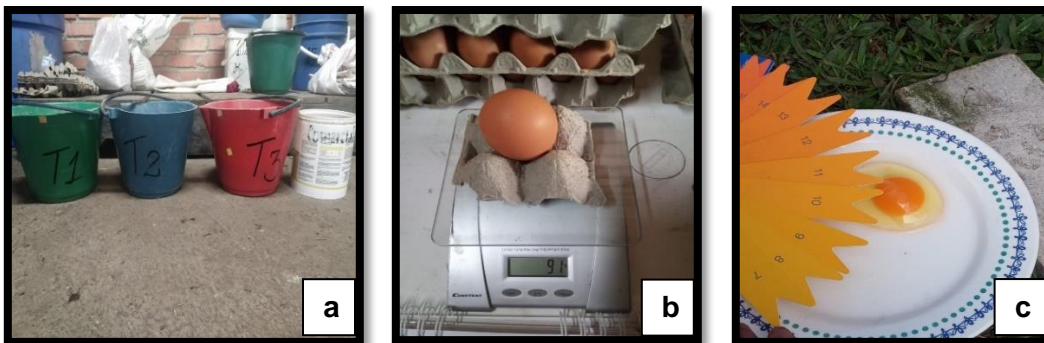
Se evaluaron 4 semanas, correspondientes al pico de postura (Entre semana 34 a 37), para lo cual se realizaron una serie de actividades que se describen a continuación:

**a).** *Labores y registros diarios.* La primera actividad consistía en la revisión de comederos y toma de registro del alimento consumido y no consumido, posteriormente el suministro de la alimentación y agua se realizaba en tres momentos del día; en la mañana, medio día y tarde, seguido a esto se efectuaron recolecciones periódicas de huevos durante la jornada con su respectivo pesaje y clasificación.

**b).** *Labores semanales.* Al término de la semana se realizaba la prueba de colorimetría y adicional se calculaban variables productivas.

En la figura 7 se evidencian actividades diarias y semanales realizadas durante la práctica.

**Figura 7.** a). Cálculo y suministro de raciones; b). Pesaje y clasificación de huevos; c). Prueba de colorimetría

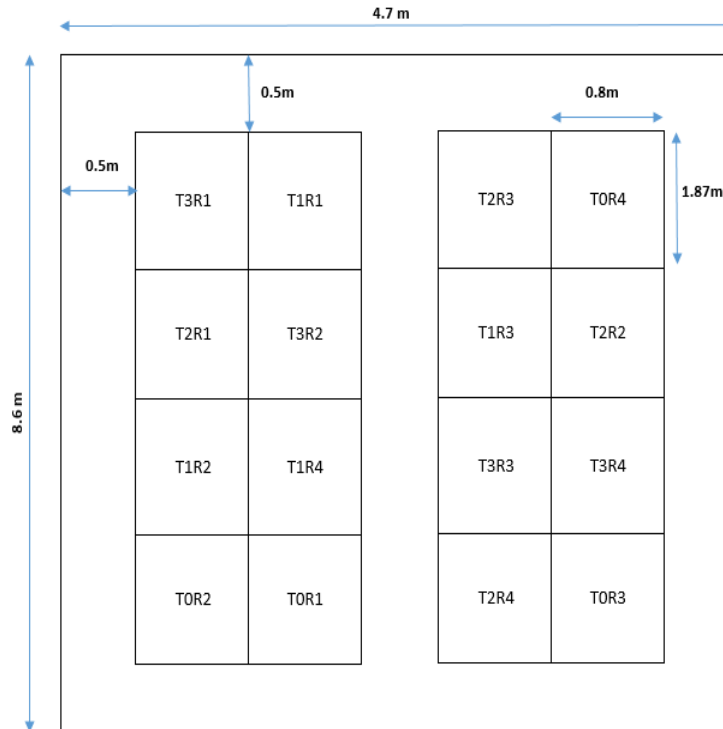


**Fuente.** Propia, 2022.

### 2.4.4. Modelo estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y cinco unidades experimentales por repetición, para un total de 80 gallinas de la línea Babcock Brown (ver Figura 8). Los tratamientos evaluados se diferencian en los niveles de inclusión de la harina de follaje de morera (*Morus alba*) y fueron distribuidos al azar.

**Figura 8.** Distribución de tratamientos del diseño experimental



**Fuente.** Propia, 2022.

#### 2.4.5. Tratamientos

Se evaluaron 4 tratamientos, utilizando como tratamiento control, un concentrado convencional comercial.

T0= 100% concentrado comercial

T1= 5% inclusión de harina de follaje de morera (*Morus alba*).

T2= 10% inclusión de harina de follaje de morera (*Morus alba*).

T3= 15% inclusión de harina de follaje de morera (*Morus alba*).

Los datos obtenidos en campo fueron sometidos a un análisis de varianza y una prueba de promedios, con el fin de analizar los resultados de la investigación, utilizando para ello el programa estadístico SPSS versión 2.21 (ver Anexo D).

#### 2.4.6. Balances nutricionales

En el cuadro 5, se dan a conocer los balances nutricionales por tratamiento evaluados, donde se registra cada materia prima y su aporte en kilogramos, teniendo en cuenta la composición nutricional, reportada por los análisis de laboratorio (ver Anexo C).

**Cuadro 5** Cantidad de materias primas y composición nutricional por tratamiento.

<b>Materias Primas</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz	55	50	46
Torta de Soya	18	18	17
Harina de morera	5	10	15
Harina de yuca	5	5	5
Tilapia 45	4	4	4
Aceite Vegetal	4	4	4
Fosfato di cálcico	6	6	6
PVM	2,4	2,4	2,4
DL- metionina	0,2	0,2	0,2
Núcleo ponedoras	0,4	0,4	0,4
<b>Composición Nutricional</b>			
Proteína cruda (%)	16,29	16,04	16,26
E. Metabolizable (Kcal/Kg)	3296,1	3223,2	3150,4
Fibra Cruda (%)	8,86	9,43	14,7
Extracto Etéreo (%)	6,03	5,65	5,18
Calcio (%)	2,06	2,21	2,36
Fosforo Disponible (%)	1,56	1,57	1,57
Lisina (%)	0,72	0,75	0,75
Metionina (%)	0,44	0,44	0,44

Fuente. Propia, 2021.

#### 2.4.7. Variables de respuesta

Los datos obtenidos fueron organizados en registros, los cuales sirvieron para calcular las variables productivas como son:

**Fórmula 1. Consumo de alimento.** Se determinó el consumo promedio en g/ave/día, teniendo en cuenta el suministro de la ración diaria menos el residuo al día siguiente

Ca= Consumo de alimento

Rs= Ración suministrada

Ra= Residuo alimento

$$Ca = Rs - Ra$$

**Fórmula 2. Conversión alimenticia.** Se determinó teniendo en cuenta el alimento suministrado durante la semana en relación a la cantidad de huevos producidos (docena) durante el mismo periodo.

CA= Conversión alimenticia

As= Alimento suministrado kg/aves/semana

P= Producción en docenas de huevos

$$CA = \frac{As}{P}$$

**Fórmula 3. Porcentaje de postura.** Se estableció en relación a la cantidad de huevos producidos en el día, dividido el total de aves evaluadas por repetición. Al finalizar la semana se promediaron los porcentajes.

Pp= Porcentaje de postura

Ph= Producción de huevos

Na= Número de aves

$$Pp = \frac{Ph}{Na} * 100$$

**Fórmula 4. Peso promedio de huevo.** Se obtuvo mediante el pesaje de cada unidad producida, se sumaron todos los pesos para finalmente dividirlos entre la totalidad de huevos pesados por repetición.

Px= Peso promedio de huevo  
Σp= Sumatoria de pesos de huevos  
Th= Total huevos pesados

$$PX = \frac{\sum p}{Th}$$

**Fórmula 5. Huevo ave alojada (HAA).** Se calculo la totalidad de huevos producidos por semana en relación a el número de aves encasetadas por repetición, para obtener en promedio la cantidad de huevos que produjo una gallina en la semana.

HAA= Huevo ave alojada  
Tp= Total producción de la semana  
Ta= Total aves alojadas por repetición

$$HAA = \frac{Tp}{Ta}$$

**Coloración de la yema.** Se realizo la medición de la intensidad del color amarillo que va en una escala de 1 a 16 mediante el abanico de Roche (ver figura 7c)

## 2.5. Análisis económico

Para determinar la viabilidad económica de las dietas evaluadas, se utilizó la metodología de presupuestos parciales que permite interpretar los resultados obtenidos, comparando al tratamiento control con los demás tratamientos y determinar su viabilidad en términos de costo beneficio (Campo et al., 2017). Para ello se tuvo en cuenta los siguientes conceptos.

**2.5.1. Costo variable.** Se determinó mediante la sumatoria del precio del kilogramo del concentrado experimental, por la cantidad consumida y el huevo producido.

**2.5.2. Beneficio en bruto de campo.** Equivale al precio promedio del huevo producido durante el experimento, multiplicado por el número de huevos al momento del análisis.

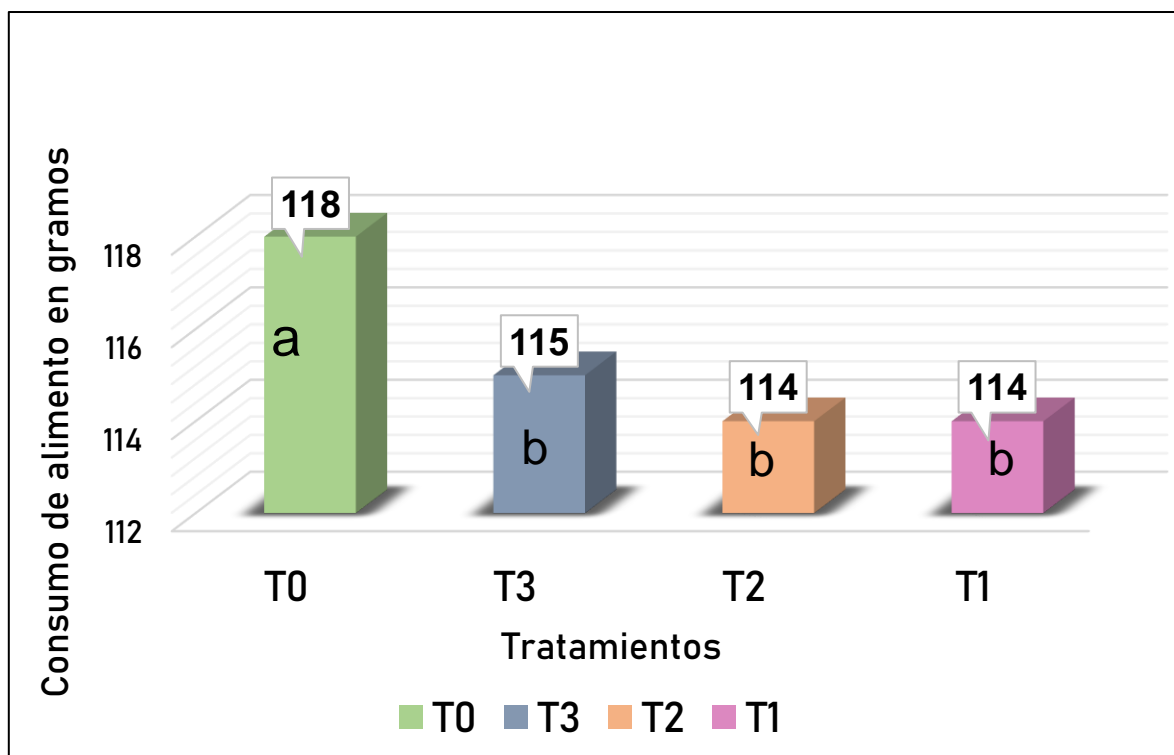
**2.5.3. Beneficio neto de campo.** Se constituye en la diferencia entre el valor del beneficio bruto de campo y el valor de los costos variables.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Consumo de alimento.

Para la presente variable se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ( $P < 0,05$ ), como se evidencia: T0 presentó el mayor valor con 118 g/ave/día, siendo el tratamiento testigo superior sobre los tratamientos T3; T1 y T2 con valores de 115; 114 y 114 g/ave/día respectivamente. Respecto a los tratamientos con inclusión de HFM no se presentó diferencia estadística significativa en los promedios (ver Figura 9).

**Figura 9.** Valores medios obtenidos para consumo promedio de alimento en g/ave/día



**Fuente.** Propia, 2022.

El consumo del alimento se puede ver afectado por varios aspectos, entre ellos: factores ambientales, fisiológicos, enfermedades, composición del alimento, entre



otros (Quishpe, 2006). Debido a que todos los tratamientos evaluados contaron con las mismas condiciones ambientales, de manejo y sanitarias, se puede atribuir las diferencias en consumo de alimento, a la calidad composicional de las dietas evaluadas.

La formulación estuvo enfocado a cumplir los requerimientos nutricionales específicos para la línea genética Babcock Brown en etapa de postura, sin embargo, al incrementar el nivel de inclusión de harina de morera por tratamiento, se observó un incremento considerable de fibra; siendo el tratamiento 3 el de mayor contenido con (14,7 %) seguido por T2, T1 y T0 los de menor concentración con: 9.4; 8.8 y 6 % respectivamente. En este sentido, el T0 demostró un consumo óptimo de alimento en comparación a los demás tratamientos, esta diferencia se pudo deber a el contenido de fibra presente en las dietas.

Entre los especialistas en nutrición, el uso de la fibra cruda, es objeto de controversia en la formulación de alimento para aves de corral, por el hecho de que diferentes tipos de fibra tienen efectos diferentes en el sistema digestivo y algunos otros parámetros (Bosse & Pietsch, 2016). Las principales propiedades de la fibra dietética con repercusiones nutricionales están asociadas en gran medida con su estructura física, su composición química y sus relaciones intermoleculares. Las propiedades de hidratación definen la solubilidad, la capacidad de hinchamiento y la capacidad de retención de agua, atribuyéndole a este último la voluminosidad de la fibra. Dentro de las paredes celulares de la fibra existen espacios vacíos que son responsables de la gran voluminosidad y que en presencia de agua los espacios vacíos son ocupados por el líquido (Gonzales et al., 2006). Determinando así, que aves alimentadas con raciones altas en fibra se ven afectadas, ya que se trastornan los estímulos que regulan el consumo de alimento (Savón, s. f). debido a la voluminosidad de las dietas fibrosas, se produce distensión del buche y la molleja, que conduce a la disminución del consumo ya que en estos órganos se encuentran receptores sensibles a la presión a que son sujetos y envían señales al cerebro, donde se produce el efecto de saciedad disminuyendo el consumo (Flórez & Romero, 2018).

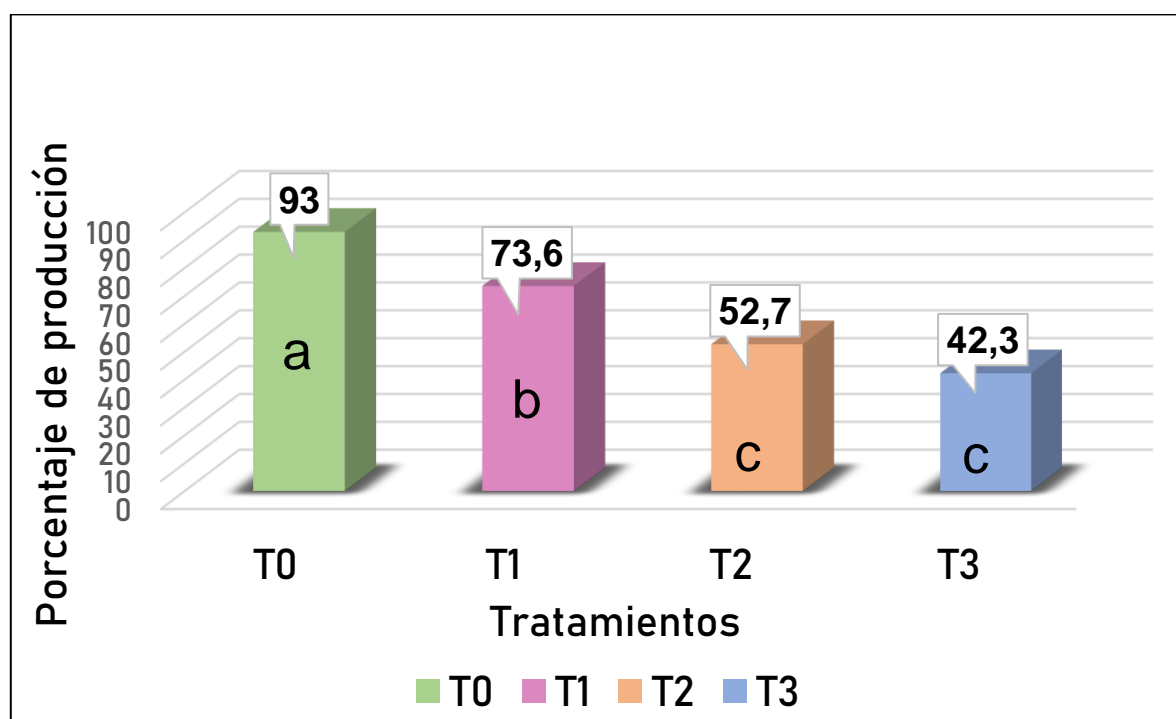
Los resultados obtenidos en este estudio para la variable consumo de alimento, son similares a los obtenidos por Holguín (2011) en el que se usó la harina de morera como suplemento alimenticio en gallinas de campo en pastoreo en niveles del 0; 7; 15 y 25 %, demostrando que el tratamiento control tuvo el mejor consumo, además, evidencio que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los

tratamientos con inclusión de harina de morera. Asimismo, Rada (2019) quien evaluó la inclusión de dos niveles de harina de morera sobre parámetros productivos de aves de postura Babcock Brown reportó un menor consumo de alimento con inclusión de harina de morera respecto al tratamiento control; y difieren de los resultados de Ávila et al. (2019) al evaluar la inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* en raciones para gallinas ponedoras, determinando que la ración de mejor consumo, fue la que incluía 5 % de esta materia prima, con respecto del tratamiento control.

### 3.2. Porcentaje de postura.

Para el análisis de esta variable durante el periodo de evaluación se pudo determinar que existe diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ) donde T0 obtuvo el mejor resultado con un 93.0 % de postura, seguido por el T1 con un 73.6 %. Por otra parte, T2 y T3 presentaron los menores porcentajes de postura con 52.7 y 42.3 % respectivamente (ver Figura 10).

**Figura 10.** Valores medio obtenidos para porcentaje de postura, en la etapa de evaluación



**Fuente.** Propia, 2022.

El porcentaje de postura representa uno de los parámetros productivos más importantes en esta actividad pecuaria. Las gallinas ponedoras actuales tienen un altísimo potencial genético para producir huevos y si reciben condiciones ambientales, de sanidad y nutrición adecuadas, pueden mantenerse sobre el 90% de postura por un largo período del ciclo productivo (Zaviezo, 2022). Para el caso de la línea genética Babcock Brown la guía de manejo indica que el máximo porcentaje de postura es de 96 %, el cual se alcanza entre el periodo de la semana 25 a la semana 29, respecto al periodo de evaluación comprendido entre la semana 34 a la semana 37 de este trabajo, el porcentaje de postura es alrededor del 95 %.

Los tratamientos fueron manejados bajo las mismas condiciones: edad del lote, condiciones sanitarias y plan de manejo, teniendo en cuenta lo anterior, los resultados obtenidos para esta investigación podrían deducir que las diferencias presentadas en cuanto a la variable porcentaje de postura, se atribuyen a la composición y calidad nutricional de las dietas evaluadas, ya que el tratamiento testigo T0 evidenció un comportamiento similar a lo reportado por la guía de manejo de Babcock Brown, con un porcentaje promedio de postura del 93.0 %. Por el contrario, los tratamientos con harina de morera (T1; T2 y T3), no lograron demostrar resultados óptimos, representados en 73.6; 52.7 y 42.3 % respectivamente.

Se observa que la inclusión de la harina de follaje de morera tiene un efecto directo sobre el comportamiento productivo de la gallina ponedora, ya que a medida que se incrementa el porcentaje de inclusión de esta harina es menor el porcentaje de postura, este comportamiento se puede deber a dos factores: a los altos contenidos de fibra presente en las dietas evaluadas, teniendo en cuenta que la fibra se puede clasificar en dos tipos: fibra soluble (gomas, pectinas y mucilagos) e insoluble (hemicelulosa, celulosa y lignina), siendo esta última la que aporta mayores beneficios a las aves como: estimulación de vellosidades intestinales, prevención de canibalismo y mejora de la digestibilidad del almidón (Bosse & Pietsch, 2016) conjuntamente, de una mejora en la digestión de nutrientes cuando se adicionan en rangos del 3 – 5 %. Sin embargo, la suplementación extrema puede interrumpir el metabolismo de la digestión normal mediante la formación de estructuras de recubrimiento que reducen la accesibilidad de las enzimas digestivas a los nutrientes (Tejeda & Kim, 2021) ocasionando una reducción del potencial productivo de la ponedora.

Asimismo, la presencia de metabolitos secundarios en el material vegetal utilizado. Según estudios realizados por Ledesma y Rodríguez (2014) evidencian la presencia de saponinas y tripterpenos y en menor cantidad taninos, lo que coincide con lo reportado por García et al. (2003), quienes concluyen que *Morus alba* contiene tanto en las hojas como en los tallos tiernos, la presencia de los metabolitos anteriormente descritos. Los metabolitos secundarios son elementos naturales que condicionan el valor nutricional de ciertos alimentos de origen vegetal, ya que inhiben la absorción de nutrientes en el proceso digestivo, ejercer un efecto tóxico o pueden producir trastornos fisiológicos a nivel intestinal (Chaparro et al. 2009).

Específicamente la presencia de saponinas generan efectos adversos dependiendo de la cantidad de consumo, produciendo una inflamación de la mucosa intestinal que disminuye la absorción de nutrientes, inactivación de enzimas que participan en la digestión y metabolismo dietético como proteasa, lipasa y amilasa; además, la presencia de taninos representa acciones anti nutricionales que por su acción al ligarse a proteínas, carbohidratos y ciertos polímeros del almidón forman complejos resistentes a la degradación enzimática ocasionando una insuficiente absorción de estos nutrientes, afectan a las membranas mucosas produciendo pérdidas de proteína endógena (Aragadva et al., 2017).

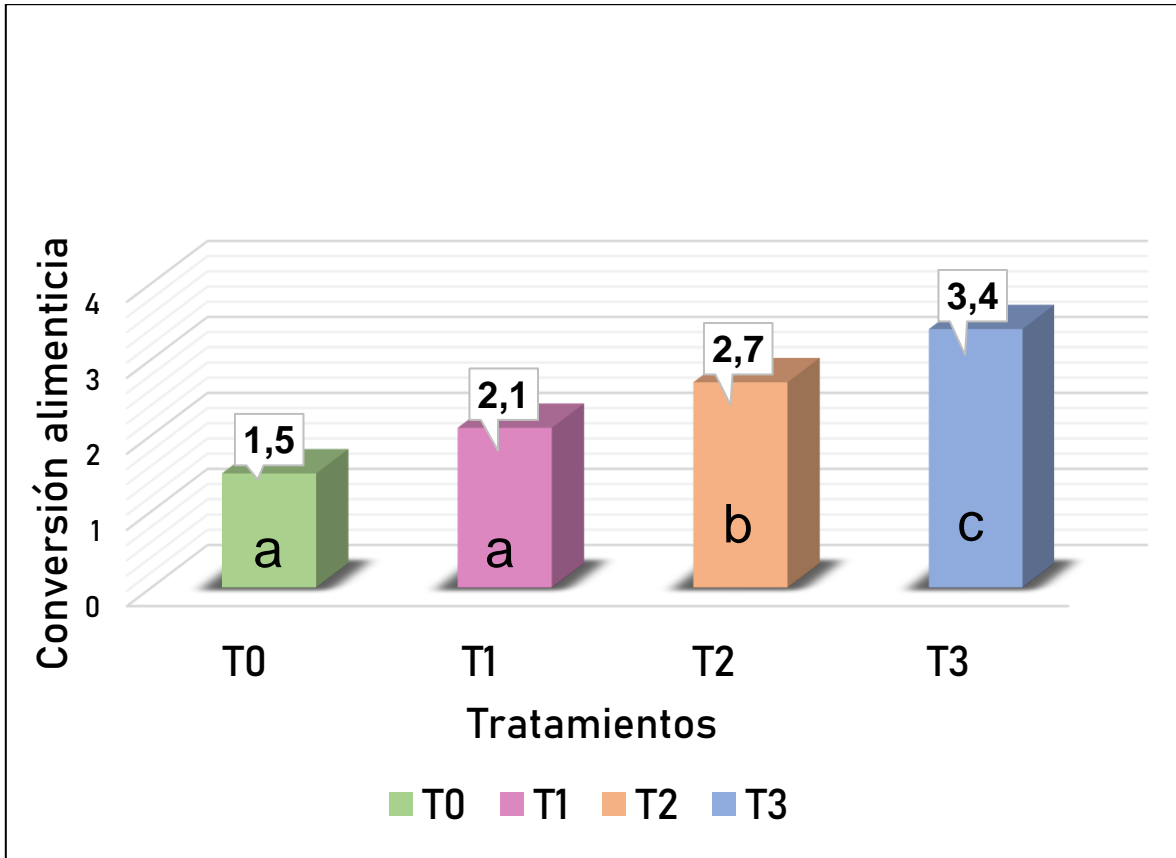
Los resultados obtenidos en esta investigación, son inferiores a lo reportado por Rada (2019) quien evaluó la inclusión de dos niveles harina de morera en un 10 y 20 % para aves de postura Babcock Brown, obteniendo un 70 y 50 % de postura respectivamente, también a lo descrito por Holguín (2011) quien evaluó la harina de morera como suplemento alimenticio en gallinas de campo al suministrar una base de alimento comercial más 7; 15 y 25 % de HFM, donde se obtuvo 76.62; 71.35 y 69.61 % de postura respectivamente. Asimismo, a lo descrito por Zamora (2016) quien evaluó el efecto de la harina de *Leucaena leucocephala* en la calidad y producción de huevos en gallinas ponedoras Hisex marrón en niveles del 2.5; 5 y 7.5 %, obteniendo 94.5; 91.2; 90.7; 85.8 respectivamente.

### **3.3. Conversión alimenticia.**

Los resultados obtenidos en el presente estudio, presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ) siendo los de

mejores resultados el T0 y T1 con un 1.5 y 2.1 respectivamente, seguido por el T2 con 2.7 y finalmente, T3 presentó el valor menos favorable con 3.4 (ver Figura 11).

**Figura 11.** Valores medios obtenidos para conversión alimenticia



**Fuente.** Propia, 2022.

La conversión alimenticia de una parvada de ponedoras es función de dos factores, la cantidad de alimento consumido y la producción de huevos. De tal forma, que esta variable se expresa para el caso de las ponedoras por los kilogramos de alimento necesarios para producir una docena de huevos, por tanto, cuanto más baja sea la cifra resultante, mejor es su comportamiento productivo (Savage, 1988).

De acuerdo con la guía de manejo de la Babcock Brown, el índice de conversión alimenticia comprendido entre las semanas 34 a 37 es de 1.95, la conversión obtenida por el tratamiento control y el T1, muestran índices cercanos de eficiencia.

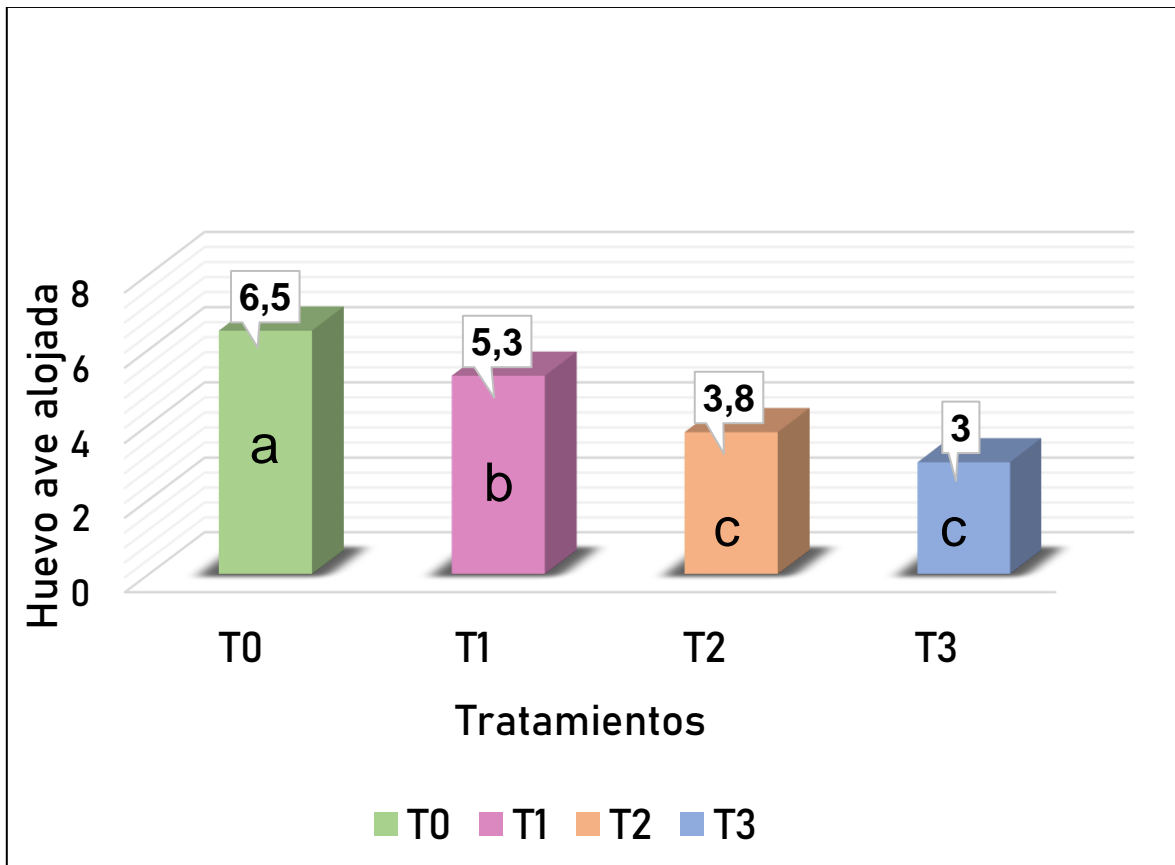
Se puede evidenciar, que a mayor nivel de inclusión de harina de morera en las dietas evaluadas el índice de conversión se ve afectado, como es conocido, mientras menor es el valor de la CA es mayor el aprovechamiento del alimento consumido y, por lo tanto, mayor es la eficiencia alimenticia expresada en la posterior producción de huevos. En este sentido, se puede inferir que la calidad del alimento tuvo influencia directa en los resultados obtenidos para este parámetro. Como se mencionó anteriormente los altos contenidos de fibra insoluble interrumpen en el metabolismo de la digestión normal y reducen la accesibilidad de las enzimas digestivas a los nutrientes, también, la presencia de metabolitos secundarios en la harina de morera como saponinas y taninos, llegando a formar complejos con proteínas, almidón y enzimas digestivas, reducen el valor nutritivo de los alimentos, influyendo en crecimiento, digestibilidad y disponibilidad de proteínas y aminoácidos (Ávila *et al.*, 2019) generando así un menor aprovechamiento de nutrientes, reflejando bajos índices productivos como la conversión alimenticia.

Por otra parte, los resultados obtenidos para esta variable, fueron inferiores a lo registrado por (Holgúin, 2011) quien evaluó la harina de morera como suplemento alimenticio en gallinas de campo, al suministrar una base de alimento comercial más 7; 15 y 25 % de HFM; obteniendo conversiones del: 1.29; 1.47 y 1.37 respectivamente, de igual forma, lo reportado por Ávila *et al.*, (2019) el cual evaluaron el efecto de *Thithonia diversifolia* sobre variables productivas en gallinas ponedoras en niveles del 5; 10 y 15 %, encontrando conversiones de: 1.94; 1.93 y 1.95 respectivamente, asimismo a los reportados por Zamora (2016) quien evaluó el efecto de la harina de *Leucaena leucocephala* en la calidad y producción de huevos en gallinas ponedoras Hisex marrón en niveles del 2.5; 5 y 7.5 %, obteniendo conversiones de: 2.25; 2.20 y 2.37 respectivamente.

### **3.4. Huevo ave alojada.**

Para el parámetro productivo huevo ave alojada (HAA) se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ( $P < 0,05$ ), como se observa (ver Figura 12), el T0 presento los valores más altos con 6.5, seguido del T1 con un valor de 5.3. Respecto a los tratamientos T2 y T3 se presentaron los valores más bajos con 3.8 y 3 respectivamente.

**Figura 12.** Valores medios obtenidos para huevo ave alojada



**Fuente.** Propia, 2022.

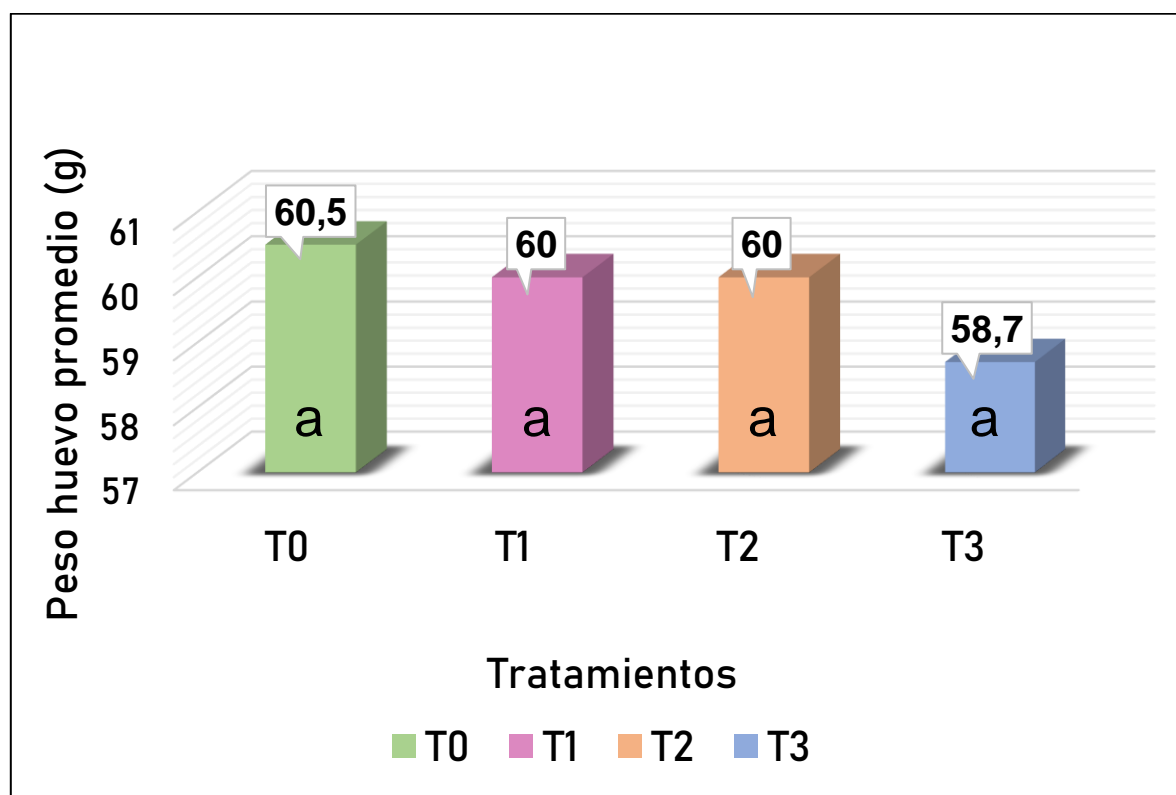
El parámetro productivo huevo ave alojada representa los huevos que en promedio ha puesto una gallina que entra en postura hasta cierto momento (Acosta y Jaramillo, 2015). En las producciones avícolas destinadas para huevo comercial se enfatiza esencialmente en este factor, el cual es uno de los principales parámetros zootécnicos a evaluar, ya que en estas producciones la retribución económica es la que marca en mayor significancia, puesto que en las primeras semanas de vida de las aves la inversión es mayor y se espera ser recuperada en periodo de postura o producción (Salazar, 2019). En esta investigación se utilizó este parámetro para conocer el acumulado promedio de huevos por ave en una semana productiva, según la guía de manejo, indica que para el periodo comprendido entre las semanas 34 a 37 se encuentra en un promedio de 6.75 por semana, así el T0 se acerca a lo descrito, ya que bajo un plan de alimentación convencional se esperan los resultados mencionados. Respecto a los tratamientos que contienen inclusión de HFM se evidencia una baja en los índices de este parámetro a medida que se

aumenta la inclusión de HFM en la dieta suministrada. Teniendo en cuenta, que esta variable presenta correlación con porcentaje de postura se puede inferir que los resultados obtenidos se le atribuyen a la calidad nutricional de las dietas, debido a la posible presencia de metabolitos secundarios y su efecto en la restricción y absorción de nutrientes y a los niveles de fibra, afectando índices productivos.

### 3.5. Peso huevo promedio.

Mediante el análisis de varianza, se observó que los valores para la variable peso huevo promedio no presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos (ver Figura 13).

**Figura 13.** Valores medios obtenidos para peso huevo promedio



**Fuente.** Propia, 2022.



El peso del huevo se ve influenciado por la genética, el peso corporal, la nutrición y factores ambientales (Zaviezzo, 2019), destacando la importancia de este parámetro al momento de su clasificación y posterior comercialización.

En cuanto a la nutrición y su efecto en el peso del huevo (Hy line, 2018) resalta la importancia de la energía, grasa, ácido linoleico y aminoácidos; manteniendo una relación ideal de metionina/lisina y metionina/cistina. Además, estudios realizados por Bregendahl *et al.*, (2008) midieron las respuestas en ponedoras de 28 a 34 semanas a un alimento bajo en proteínas (12,3 %) con variaciones en el contenido de aminoácidos (lisina, isoleucina, metionina, treonina, triptófano y valina). El aminoácido que tuvo el mayor efecto sobre el peso del huevo cuando fue limitante fue la metionina, seguida de treonina, valina y finalmente lisina. El triptófano no tuvo ningún efecto.

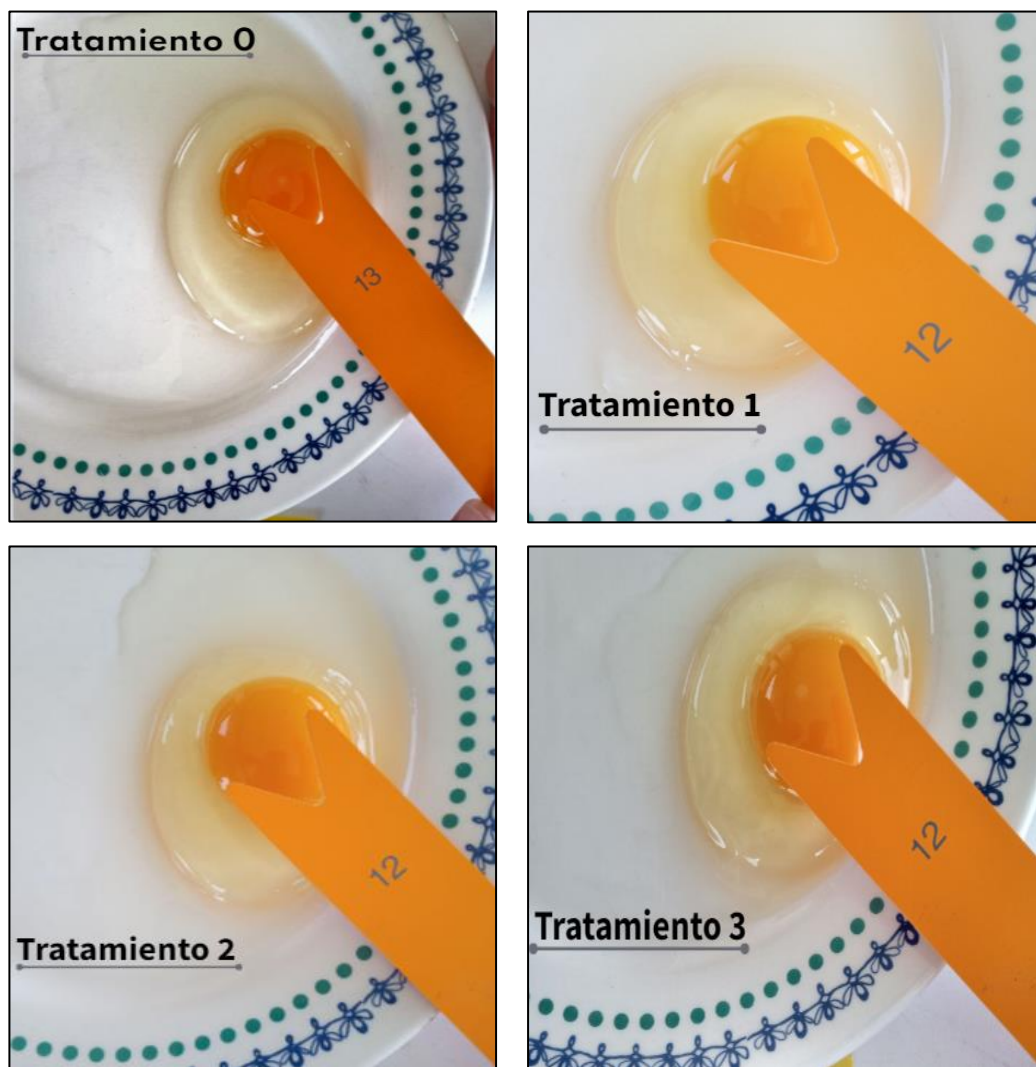
De acuerdo a lo anterior, al no presentarse diferencias significativas entre los tratamientos y siendo objeto la evaluación del efecto nutricional de la harina de follaje de morera, se puede deducir que el peso del huevo no se ve influenciado por la inclusión de HFM, y que componentes nutricionales de importancia como aminoácidos limitantes, especialmente metionina y lisina estuvieron en los niveles suficientes, lo que permite evidenciar la no afectación en el peso del huevo.

Por otra parte, los resultados obtenidos para la variable peso promedio de huevo fueron similares a los reportados por Zamora (2016) quien evaluó el efecto de la harina de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en la calidad de huevos en gallinas Hissex marrón en niveles del: 2.5; 5 y 7.5 %; obteniendo pesos promedio en gramos de 60.85; 61.34 y 61.62 respectivamente, afirmando que este parámetro no fue afectado en relación a la inclusión de harina de hojas de leucaena. De igual forma, Ávila *et al.*, (2019) quienes evaluaron el efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre variables productivas en gallinas ponedoras, incluyendo niveles del 5; 10 y 15 %, obteniendo resultados en peso promedio en gramos del: 59.5; 60.2 y 59.5 respectivamente, concluyendo que no se presentaron diferencias con la inclusión de harina de botón de oro, y superiores a lo reportado por Holguín (2011) quien evaluó la harina de morera como suplemento alimenticio en gallinas de campo en niveles del: 7; 15 y 25 %, obteniendo pesos promedio en gramos: 59; 57 y 55 respectivamente.

### **3.6. Colorimetría de la yema.**

Para esta variable, se obtuvieron los valores promedios en el cual se evidencia que el T0 (testigo) tuvo los mayores valores en la escala de colorimetría de Roche, sin embargo, los tratamientos con diferentes niveles de inclusión de HFM, se encuentran en valores muy cercanos respecto al testigo (ver Figura 14)

**Figura 14.** Coloración promedio



**Fuente.** Propia, 2022.

Una de las cualidades más importantes para los consumidores que compran huevos al por menor es el color de la yema (Rose, 2005), específicamente el consumidor colombiano en su gran mayoría asocia el color amarillo de la yema de huevo con un producto natural, fresco y de alto valor nutritivo (Solla, s. f.).

La coloración de la yema está determinada por su contenido en pigmentos carotenoides. De este tipo de pigmento, destacan por su importancia en los huevos las xantofilas: luteína y zeaxantina (Ruíz, 2016).

El alimento suministrado para el tratamiento testigo fue un concentrado comercial, teniendo como base para la pigmentación la cantaxantina y el Éster apocarotenoico que son obtenidos de manera natural o artificial, confiriéndole a la yema de huevo coloración amarillenta hasta rojiza, la coloración para este tratamiento se situó en 13 en la escala de Roche (ver Figura 8). Por otra parte, los tratamientos con inclusión de HFM evidenciaron valores 1 punto por debajo del tratamiento control en la escala de colorimetría (ver Figura 8), teniendo en cuenta que el aporte de pigmentos para estos tratamientos esta dado principalmente por el maíz por su aporte de carotenoides, además como lo afirma Lokaewmanee et al. (2009) la morera por la presencia de xantofilas en las hojas, mejora la pigmentación de la yema del huevo, evidenciando una coloración aceptable de los tratamientos en respuesta a la inclusión de HFM.

Los resultados obtenidos en la variable colorimetría de la yema, son inferiores a lo reportado por García et al., (2022) donde se evaluó el efecto de suplementación de concentrado comercial en cuatro tratamientos con forrajes verdes: alfalfa, morera y botón de oro, obteniendo valores en la escala de color de: 12.27; 12.86; 12.69 respectivamente, indicando que el tratamiento con suplementación de morera tuvo los mejores resultados y superiores a lo reportado por Holguín (2011), el cual evaluó la harina de morera como suplemento alimenticio en gallinas de campo en niveles del: 7; 15 y 25 %, alcanzando valores en la escala de colorimetría de: 6.75; 8.5 y 11.25 respectivamente, afirmando que a medida que se incluye mayor cantidad de harina de morera en las dietas incrementa la pigmentación de la yema, de igual forma, a lo reportado por Zamora (2016) quien evaluó el efecto de la harina de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en la calidad de huevos en gallinas Hisex marrón en niveles del: 0; 2.5; 5 y 7.5 %; obteniendo valores en la escala de Roche de: 8.24; 8.82; 9.17; 10 respectivamente, concluyendo que la coloración de la yema incrementa a medida que el nivel de inclusión de harina de hojas de leucaena aumenta, asimismo, lo reportado por García et al., (2019) quienes evaluaron el efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre variables productivas en gallinas ponedoras, incluyendo niveles del 1.77; 5; 10 y 15 %, logrando valores en la escala de color del: 8; 9; 10 y 10 respectivamente.

A continuación, se ilustra la coloración promedio obtenida por cada uno de los tratamientos:

### 3.7. Análisis económico

Los costos de producción de las aves de postura se determinaron en función del costo de cada ración suministrada, haciendo uso de la metodología de presupuestos parciales, donde se compararon los resultados del T0 respecto a los demás tratamientos. En este sentido, se determinó que la dieta más económica fue el T3, mientras que la más costosa fue el T1, debido a que a menor inclusión de harina de morera hay mayor cantidad de maíz en la dieta formulada, siendo esta materia prima, la que incrementó sustancialmente el valor por kilogramo.

**3.7.1. Costos variables por tratamiento.** Para la obtención de los costos variables, fue necesario cuantificar el costo del concentrado por kilogramo de cada dieta evaluada, con lo cual se determinó la diferencia con respecto al tratamiento control.

**Cuadro 6** Costos variables para los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Costo concentrado en \$	Cantidad consumida	Total
T0	2475	66.1	163.597
T1	2525	63.9	161.347
T2	2488	64	159.232
T3	2437	64.5	157.186

**Fuente.** Propia, 2022.

A continuación, se relaciona el aumento o reducción del costo por cada tratamiento con respecto al tratamiento control.

**Cuadro 7** Interpretación en porcentaje

Ítem	Total costo	Porcentaje	Reducción de costo
<b>T0</b>	163.597	100	0

<b>T1</b>	161.347	98.625	-1.375
<b>T2</b>	159.232	97.332	-2.668
<b>T3</b>	157.186	96.081	-3.919

Fuente. Propia, 2022.

Se puede observar que todos los tratamientos con inclusión de HFM demuestran una reducción de costo, sin embargo, el T3 es el que presenta una mayor reducción, debido a la sustitución del maíz que fue una de las materias primas, de mayor volumen y costo en la elaboración de las dietas.

**3.7.2. Beneficio bruto de campo.** Equivale al precio del huevo producido durante el experimento, multiplicado por la cantidad de huevos producidos en el periodo de evaluación.

**Cuadro 8** Beneficio bruto de campo

Tratamientos	Huevos B	Huevos A	Huevos AA	Huevos AAA	Precio (\$)	Beneficio bruto de campo	Diferencia en %
	\$433	\$483	\$500	\$533			
<b>T0</b>	2.165	102.396	132.500	19.721	256.782	100	0
<b>T1</b>	5.629	80.178	90.000	17.589	193.396	75.32	24.68
<b>T2</b>	3.031	44.436	75.000	16.523	138.990	54.13	45.87
<b>T3</b>	3.897	46.368	55.500	10.660	116.425	45.34	54.66

Fuente. Propia, 2022.

El beneficio bruto de campo que presentaron los tratamientos en términos de porcentaje, permite inferir que el T0 posee un mayor margen de ingreso, debido que la inclusión de harina de follaje de morera demostró diferencias significativas en variables productivas, específicamente en el porcentaje de postura analizado anteriormente, reflejando un menor ingreso por venta y reduciendo el margen de utilidad a mayor inclusión de esta.

**3.7.3. Beneficio neto de campo o balance final.** Hace referencia al beneficio bruto de campo, menos el costo variable en un momento determinado.

**Cuadro 9** Beneficio neto de campo

<b>Tratamiento</b>	<b>Beneficio bruto</b>	<b>Costos variables</b>	<b>Beneficio neto</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>T0</b>	256.782	163.597	93.185	100
<b>T1</b>	193.396	161.347	32.049	34.39
<b>T2</b>	138.990	159.232	-20.242	-21.72
<b>T3</b>	116.425	157.186	-40.761	-43.74

**Fuente.** Propia, 2022.

Con respecto a este ítem, el tratamiento T0 (\$ 256.782) evidencia el mejor beneficio neto de campo, respecto de los demás tratamientos, al presentar mayor cantidad de huevos producidos puestos en venta (beneficio bruto de campo), a pesar de presentar, los mayores costos variables debido al valor de la alimentación (concentrado comercial).

El tratamiento T1 presenta un beneficio neto positivo, aunque menor con un (34,39 %), respecto al T0. Contrario a los tratamientos T2 y T3 que evidencian un beneficio neto negativo, lo que indica que la inclusión de harina de follaje de morera en dietas balanceadas para ponedoras con 10 y 15 %, no presenta un beneficio económico.

#### 4. CONCLUSIONES

La harina de follaje de morera (*Morus alba*) al emplearla al 5% de inclusión, es una alternativa viable en la alimentación no convencional en gallinas ponedoras comerciales, dado su nivel nutricional y su aporte de pigmentantes naturales.

A pesar de que existieron diferencias significativas en consumo de alimento con respecto al control, la variable peso del huevo no se vio afectada.

Al utilizar la harina de follaje de morera (*Morus alba*) al 5% de inclusión, se obtiene un beneficio neto de campo positivo, a pesar de que productivamente fue inferior al tratamiento control, debido a una disminución en los costos variables.

## 5. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones, evaluar niveles de inclusión de harina de follaje de morera diferentes a los ya evaluados, para determinar niveles adecuados en la alimentación de aves de postura.

Realizar análisis de fibra cruda en diferentes periodos vegetativos de la planta de morera, con el fin de determinar niveles de inclusión máximos, en dietas para aves de postura.

Realizar una caracterización más detallada de los componentes nutricionales de la morera (*Morus alba*) así como de los metabolitos secundarios presentes en el material para enriquecer la información presentada hasta el momento.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

A HENDRIX GENETICS COMPANY (ISA). Babcock Brown. Guía de manejo de la nutrición de ponedoras comerciales, pp. 13-15. 2009. [En línea]. Disponible en: <https://www.avicolatoscana.com/wp-content/uploads/2020/02/guia-de-manejo-de-la-nutricion-babcock-brown-2.pdf> .

ACOSTA, D., & JARAMILLO, A. Manejo de ponedora comercial, pp. 33. 2015. [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4617/Manejo\\_de\\_ponedora\\_comercial.PDF;jsessionid=EEA7BCF6636A7A7BFF41142816BF8CC1?sequence](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4617/Manejo_de_ponedora_comercial.PDF;jsessionid=EEA7BCF6636A7A7BFF41142816BF8CC1?sequence) .

ARAGADVAY, R., LOZADA, E., NUÑEZ, O., ROSERO, M. Effects physiopathological of secondary compounds in monogastric feeding. Journal of the Selva Andina Animal Science, pp. 87. 2017. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n1/v4n1\\_a07.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n1/v4n1_a07.pdf) .

ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA (ANDI). La industria de los alimentos balanceados en Colombia. 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.andi.com.co/Uploads/CABA\\_Info\\_2021.jpg](https://www.andi.com.co/Uploads/CABA_Info_2021.jpg) .

ÁVILA, E., CARRANCO, M., FUENTE, B., SANGUINÉS, L. Effect of Tithonia diversifolia meal on productive variables in laying hens. Abanico Veterinario, vol 9, pp. 1. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.21929/abavet2019.911> .

BABCOCK. Babcock Brown. Una actuación equilibrada. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.babcock-poultry.com/es/products-es/babcock-brown-es/>.

BARROETA, A.; CIRIA, N. y VERGE, G. Alimentación de las gallinas ponedoras, pp. 1-3. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.institutohuevo.com/wp-content/uploads/2020/03/Alimentación-de-las-gallinas-ponedoras-extenso-revision-web-1.0.pdf> .

BOSCHINI, C., DORMOND, H., CASTRO, A. Producción de biomasa de la morera (*Morus alba*) en la meseta central de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana, Vol 9, pp. 31-40. 1998. [En línea]. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v09n02\\_031.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n02_031.pdf).

BOSSE, A., PIETSCH, M. La fibra en la nutrición animal. Una guía práctica para monogástricos, pp. 37-48. 2016. [en línea]. Disponible en: <https://eliasnutri.files.wordpress.com/2021/01/la-fibra-en-la-nutricion.pdf> .

BOUVAREL, I., LESCOAT, P., NYS, Y. Hen nutrition for sustained egg quality, pp. 261-269. 2011. [en línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/284506044\\_Hen\\_nutrition\\_for\\_sustained\\_egg\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/284506044_Hen_nutrition_for_sustained_egg_quality)

CAMAYO, M., MONTES, C., ANAYA, M. Efecto del abono orgánico líquido mineralizado en la producción de biomasa de morera (*Morus alba*). Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, vol 19, pp. 230-243. 2021. [En línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.18684/BSAA\(19\)230-243](https://doi.org/10.18684/BSAA(19)230-243)

CAMPO, J., PAZ, L., LOPEZ, F. Utilización de chontaduro (*Bactris gasipaes*) enriquecida con *Pleurotus ostreatus* en pollos. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, vol 15 (2). pp. 84-92. [En línea]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)84-92](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)84-92)

CANO, I., CAPETILLO, M., CÁRDENAS, M., CARRILLO, R., CORTES, D. Rol de la fibra dietaria en animales no rumiantes. pp. 3-7. 2009. [En línea]. Disponible en: [https://www.ucursos.cl/veterinaria/2009/1/PG062/1/material\\_docente/bajar?id\\_material=552033#:~:text=Las%20fibras%20dietéticas%20promueven%20efectos](https://www.ucursos.cl/veterinaria/2009/1/PG062/1/material_docente/bajar?id_material=552033#:~:text=Las%20fibras%20dietéticas%20promueven%20efectos),

CHAPARRO, D., PORRILLA, Y., ELIZALDE, A. Factores anti nutricionales en semillas. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, vol 7 (1). pp. 47-54. 2009. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/703>

CENTRO INTERAMERICANO DE ARTESANIAS Y ARTES POPULARES (CIDAP). Artesanías de América. pp. 4. 2005. [En línea]. Disponible en: <http://documentacion.cidap.gob.ec:8080/bitstream/cidap/387/2/Revista%2058%20completa.pdf>

DATTA, R. Mulberry cultivation and utilization in India. 2002. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/mulberry/Papers/HTML/Datta.htm>

DELGADO, E. & GIL, J. Proyecto final gallinas ponedoras en el municipio de San Juan de Rioseco Cundinamarca. Programa de Economía. Especialización en formulación y evaluación social y económica de proyectos. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia. pp. 8. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24606/1/TRABAJO%20FINAL%20DE%20GRADO.pdf>

FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE COLOMBIA (FENAVI). Caracterización del sector avícola Cauca. pp. 17-27. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/10/Cauca.pdf>

FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE COLOMBIA (FENAVI). ¿Qué le espera a la avicultura en el 2022? Avicultores, (287). pp. 4-19. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2022/03/revista-287.pdf>

FLÓREZ, D., ROMERO, Y. Evaluación de dos niveles de inclusión de harina de morera (*Morus alba*) sobre los parámetros productivos de pollo de engorde. Mundo FESC, vol. 8(16). 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/293>

GARCÍA, D., OJEDA, F., MONTEJO, I. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). I Análisis cualitativo de metabolitos secundarios, Pastos y Forrajes, Vol 26 (4). pp. 343. 2003. [En línea]. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA146838887&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=08640394&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon~9c0ff33>

GARCÍA, L., GONZALEZ, E., JAUREGUI, M., MARTINEZ, B., RAMIREZ, V. Inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* en raciones para gallinas ponedoras de primer ciclo y su efecto sobre la pigmentación de yema de huevo, Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, vol 11 (2). pp. 355-368. 2019.[En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v11i2.5090>

GONZÁLEZ, J., JIMÉNEZ, E., LÁZARO, R., MATEOS, G., VICENTE, B. Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones. pp. 41-48. 2006. [En línea]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/54-fibra\\_piensos\\_iniciacion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/54-fibra_piensos_iniciacion.pdf)

HERRERA, M., RODRIGUEZ, B., RUIZ, T., SAVÓN, L., VÁSQUEZ, Y. Evaluación de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de gallinas ponedoras, Livestock Research for Rural Development. vol 30 (3). 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd30/3/brod30056.html>

HOLGUÍN, A. Harina de morera (*Morus alba*) como suplemento alimenticio en gallinas de campo en pastoreo. Tesis. Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. pp. 36-56. 2011. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2209/1/T-UTEQ-0249.pdf>

HUALPA, D. Evaluación con bloques multinutricionales basados en morera (*Morus alba*) en crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*) en el cantón Gonzanamá provincia de Loja. Tesis. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. pp. 13. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21633/1/David%20Israel%20Hualpa%20Palacios.pdf>

HY LINE. Mejorando el tamaño del huevo en ponedoras comerciales. Avinews, pp. 45-57. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://avinews.com/download/huevo-produccion.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Censos pecuarios nacional. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Estudio general de suelos y zonificación de Tierras Departamento del Cauca. pp. 558. 2009.[En línea]. disponible en: ISBN 978-958-8323-31-2.

INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC). Manual del protagonista nutrición animal. pp. 3-6. 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>

KIM, W., TEJEDA, O. Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. Animals (Basel), vol. 11(2). 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390%2Fani11020461>

LEYVA, H. Moricultura - Manual Para la Producción y Utilización Forrajera. pp. 7-8. 2012. [En línea]. Disponible en: <https://zootecnia.chapingo.mx/assets/ftmoricultura.pdf>

LOKAEWMANEE, K., MOMPANUON, S., KHUMPEERAWHAT, P. & YAMAUCHI, K. Effects of Dietary Mulberry Leaves (*Morus alba* L.) on Egg Yolk Color. The Journal of Poultry Science, vol 46 (2). pp. 112-115. 2009. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.2141/jpsa.46.112>

LÓPEZ, R. & RAMOS J. Evaluación del establecimiento de un sistema silvopastoril en clima medio municipio de Timbío Cauca. Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria NUTRIFACA. 2018.

LÓPEZ, G., LÓPEZ, F., HOYOS, J. Enraizamiento de estacas de morera (*Morus* sp) empleando auxinas y un sistema de inmersión en agua. p.4. 2020.

MARTINEZ, D., GUERRA, C., GUTIERREZ, J. Evaluación de parámetros productivos y económicos en gallinas Lohmann Brown alimentadas con maíz (*Zea mays*) y harina de plantas forrajeras como morera (*Morus alba*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Revista Universidad Católica de Oriente, vol 31 (46), 97-112. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.uco.edu.co/index.php/uco/article/view/320/398>

MENDOZA AGUILAR, Y. Características productivas en gallinas de postura con adición de harina de hojas de moringa en altura. Tesis. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. pp. 10. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3219277?mode=full>

MILERA, M. Morera: Un nuevo forraje para la alimentación del ganado. pp.3-14. 2008. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/72256691-Morera-un-nuevo-forraje-para-la-alimentacion-del-ganado-estacion-de-pastos-y-forrajes-indio-hatuey.html>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR). Cadena Avícola. pp. 21-23. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Avicola/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

ALCALDIA MUNICIPIO DE TIMBÍO. Únete al progreso 2016-2019. pp. 20. 2016. [En línea]. Disponible en: [https://alcaldia-municipio-de-timbio.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldia-municipio-de-timbio/content/files/000002/62\\_1plan\\_de\\_desarrollounetealprogreso20162019.pdf](https://alcaldia-municipio-de-timbio.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldia-municipio-de-timbio/content/files/000002/62_1plan_de_desarrollounetealprogreso20162019.pdf)

OCAMPO, A. & SÁNCHEZ, M. Industria de alimento balanceado Análisis Contegral S.A.S. Programa de Economía. Especialización en Alta Gerencia. Universidad Libre. Pereira, Colombia. pp. 2. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/22433/MD0056.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OCHOA, T. Determinación morfológica y faneróptica de las gallinas criollas en el cantón Puyango de la provincia de Loja. Tesis. Ingeniería en Producción, Educación y Extensión Agropecuaria. Loja, Ecuador. pp. 4. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11968/1/TANIA%20DEL%20ROSARIO%20OCHOA%20TRELLES.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. pp. 29. 1995. [En línea]. disponible en: <https://www.fao.org/3/x6306s/x6306s.pdf>

QUISHPE, G. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Tesis. Ingeniería Agronómica. Zamorano, Honduras. pp. 11. 2006. [En línea]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content>

RADA, E. Evaluación de la inclusión de dos niveles de harina de morera (*Morus alba*) sobre los parámetros productivos de aves de postura de la línea Babcock Brown en la Granja Experimental Villa Marina. Tesis. Zootecnia. Pamplona, Colombia. pp. 6-53. 2019. [En línea]. Disponible en: [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1905/1/Rada\\_2019\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1905/1/Rada_2019_TG.pdf)

RODRÍGUEZ, C., NIÑO, L., GARCÍA, H. Efecto de suplementación con forrajes verdes sobre parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas. Revista

Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, vol. 21 (1). 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1915/1719>

LEDESMA, Y., RODRIGUEZ, A. Estudio de los factores anti nutricionales de las especies Morus alba Lin (morera), Trichanthera gigantea (H & B), nacedero; Y Erythrina poeppigiana (Walp. O. F), piñón para la alimentación animal. Tlatemoani Revista Académica de Investigación, (17). pp. 7. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7350893>

Rose S. Principles of poultry science. CAB international. UK. pp.135. 2005.

RUIZ, J. Los colores del huevo. pp. 1-3. 2016. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/320244459\\_Los\\_colores\\_del\\_huevo](https://www.researchgate.net/publication/320244459_Los_colores_del_huevo)

SALAZAR, K. Evaluación de parámetros productivos de la línea isa brown y análisis comparativo con las líneas lohmann y hyline en etapa de cría levante y postura en la empresa empollacol. Pasantía. Zootecnia. Cundinamarca, Colombia. pp 44. 2019. [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2324/TR\\_ABAJODEPASANTIASKEVINSANTIAGOSALAZAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2324/TR_ABAJODEPASANTIASKEVINSANTIAGOSALAZAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SANCHEZ, M. Morera: un Forraje Excepcional Disponible Mundialmente. 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/forraje-de-morera-morus-spp-t26663.htm>

SAVAGE, S. Interpretando las conversiones de pienso. pp. 239. 1988. [En línea]. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi\\_a1989m8v31n8/selavi\\_a1989m8v31n8p239.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1989m8v31n8/selavi_a1989m8v31n8p239.pdf)

SAVÓN, L. Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. pp. 30-47. s.f. [En línea]. Disponible en: [http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii\\_encuentro\\_monogastricos/curso\\_alimentacion\\_no\\_convencional/conferencia-4.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/curso_alimentacion_no_convencional/conferencia-4.pdf)

SOLLA S.A. Factores clave en la pigmentación de la yema de huevo. pp. 1-8. s.f. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/21185419-Factores-claves-en-la-pigmentacion-de-la-yema-de-huevo.html>

ZAMORA, S. Efecto de harina de leucaena (Leucaena leucocephala) en la calidad y producción de huevos en gallinas ponedoras hisex marrón. Revista científica UNTRM Ciencias Naturales e Ingeniería, vol 1 (1). 2016. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/321152320\\_Efecto\\_de\\_harina\\_de\\_leuca](https://www.researchgate.net/publication/321152320_Efecto_de_harina_de_leuca)

ena Leucaena leucocephala en la calidad y producción de huevos en gallinas ponedoras hisex marron

ZAVIEZO, D. Calidad del huevo. Como mejorarla. Nutrinews. pp. 2-15. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://nutrinews.com/download/nutriNews-LATAM2019-SpecialNutrients-calidad-del-huevo.pdf>

ZAVIEZO, D. Puntos críticos en la nutrición de gallinas ponedoras. Nutrinews. pp. 108-119. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://nutrinews.com/download/NUTRICIONPONEDORAS-1T-Marzo2022-Nutrinews.pdf>



## ANEXOS

### Anexo A. Composición de las dietas.


T1 (5% Inklusión HFM)			T2 (10% Inklusión HFM)			T3 (15% Inklusión HFM)		
Maíz	55	Proteína cruda 17,15%	Maíz	50	Proteína cruda 17,64%	Maíz	46	Proteína cruda 17,73%
Torta de soya 1	18	Energía met. Aves 2963 Kcal/Kg	Torta de soya 1	18	Energía met. Aves 2939 Kcal/Kg	Torta de soya 1	17	Energía met. Aves 2925 Kcal/Kg
Harna de morera	5	Fibra cruda 2,78%	Harna de morera	10	Fibra cruda 3,40%	Harna de morera	15	Fibra cruda 3,99%
Mancha de yuca	5	Extracto etereo 7,24%	Mancha de yuca	5	Extracto etereo 7,28%	Mancha de yuca	5	Extracto etereo 7,32%
Tilapia 45	4	Calcio 2,06%	Tilapia 45	4	Calcio 2,21%	Tilapia 45	4	Calcio 2,36%
Fosfato dicalcio	6	Fosforo disponible 1,56%	Fosfato dicalcio	6	Fosforo disponible 1,57%	Fosfato dicalcio	6	Fosforo disponible 1,57%
Aceite vegetal	4	Sodio 0,01%	Aceite vegetal	4	Sodio 0,01%	Aceite vegetal	4	Sodio 0,01%
PVM	2,4	Arginina 0,89%	PVM	2,4	Arginina 0,88%	PVM	2,4	Arginina 0,83%
DL - Metionina 99%	0,2	Lisina 0,87%	DL - Metionina 99%	0,2	Lisina 1,06%	DL - Metionina 99%	0,2	Lisina 1,21%
Nucleo ponedoras	0,4	Metionina 0,44%	Nucleo ponedoras	0,4	Metionina 0,44%	Nucleo ponedoras	0,4	Metionina 0,43%
		Met+cis 0,68%			Met+cis 0,68%			Met+cis 0,67%
		Treonina 0,62%			Treonina 0,66%			Treonina 0,68%
		Triptofano 0,18%			Triptofano 0,18%			Triptofano 0,17%
		Materia seca 83,20%			Materia seca 79,71%			Materia seca 76,30%
		Cenizas 3,40%			Cenizas 3,93%			Cenizas 4,41%



## Anexo B. Análisis próximo de materias primas.

		 <b>ASUBAGROIN</b>	
<b>Laboratorio de Biotecnología</b>	<b>Fecha de solicitud de análisis:</b> 15/02/2022	<b>Fecha de realización de análisis:</b> 18/02/2022	<b>Fecha de entrega de análisis:</b> 03/03/2022
<b>Solicitante de la prueba</b>	Freddy López		
<b>Analista</b>	Lina Fernanda Restrepo Buesaquillo		
<b>Prueba</b>	Determinación de humedad, Determinación de proteína		
<b>Método</b>	AOAC 950.43; AOAC 968.06		
<b>Guía número: FQ-1; FQ-3</b>	<b>Consecutivo: No Aplica</b>	<b>Modificado: SI: NO:*</b>	
<b>Modificación</b>	No Aplica		
<b>Identificación de la muestra</b>	Muestras de mancha de yuca, maíz, harina de morera, torta de soja.		
<b>Condición de la muestra</b>	Sólido		
<b>Forma de muestreo</b>	Cuarteo		
<b>Muestreado por</b>	No aplica		
<b>Hora de muestreo</b>	No aplica		
<b>Hora de análisis</b>	No aplica		

Los resultados correspondientes a la cuantificación de humedad y proteína de las diferentes muestras se encuentran en la tabla 1, 2, 3 y 4.



Muestras analizadas

**Tabla 1.** Determinación de humedad y proteína total en Mancha de yuca.

ANÁLISIS	RESULTADO (%)*
<b>Humedad</b>	11,8190±0,0413
<b>Proteína total</b>	8,5977±0,1054

\*Los resultados se realizaron por duplicado y se presentan en base seca

**Tabla 2.** Determinación de humedad y proteína total en Maíz.

ANÁLISIS	RESULTADO (%)*
<b>Humedad</b>	13,4639±0,0031
<b>Proteína total</b>	9,2384±0,1251

\*Los resultados se realizaron por duplicado y se presentan en base seca

**Tabla 3.** Determinación de humedad y proteína total en Harina de morera.

ANÁLISIS	RESULTADO (%)*
<b>Humedad</b>	8,7218±0,0079
<b>Proteína total</b>	19,1233±0,1224

\*Los resultados se realizaron por duplicado y se presentan en base seca

**Tabla 4.** Determinación de humedad y proteína total en Torta de soja.

ANÁLISIS	RESULTADO (%)*
<b>Humedad</b>	12,1588±0,0229
<b>Proteína total</b>	49,6163±0,1519

\*Los resultados se realizaron por duplicado y se presentan en base seca

## Anexo C. Análisis próximo de las dietas evaluadas.

Laboratorio de Biotecnología		Fecha de solicitud de análisis:	Fecha de realización de análisis:	Fecha de entrega de análisis:
		07/03/2022	08/03/2022	22/03/2022
Solicitante de la prueba	Freddy López			
Analista	Lina Fernanda Restrepo Buesaquillo			
Prueba	Determinación de humedad, Determinación de fibra, Determinación de extracto etéreo; Determinación de energía bruta			
Método	AOAC 950.43; AOAC 991.36; AOAC 962.09			
Guía número:	FQ-1; FQ-2; FQ-4; FQ-5	Consecutivo:	No Aplica	Modificado: SI: NO:*
Modificación	No Aplica			
Identificación de la muestra	Tratamientos dietas: TRATAMIENTO 1: Dieta 5% harina morera TRATAMIENTO 2: Dieta 10% harina de morera TRATAMIENTO 3: Dieta 15% harina de morera			
Condición de la muestra	Sólido			
Forma de muestreo	Cuarteo			
Muestreado por	No aplica			
Hora de muestreo	No aplica			
Hora de análisis	No aplica			



### RESULTADOS

Los resultados correspondientes a la cuantificación de humedad, extracto etéreo, fibra y energía de las diferentes muestras se encuentran en la tabla 1, 2 y 3.

**Tabla 1.** Determinación de humedad, fibra, extracto etéreo y energía del tratamiento 1.

ANÁLISIS	RESULTADO*
Humedad (%)	11,8697±0,1002
Fibra (%)	8,8660±0,1501
Extracto etéreo (%)	6,0389±0,1059
Energía (J/g)	13800

\*Los resultados de humedad, fibra y extracto etéreo se realizaron por duplicado y se presentan en base seca. Resultado de energía una repetición y se presenta en base seca.

**Tabla 2.** Determinación de humedad, fibra, extracto etéreo y energía del tratamiento 2.

ANÁLISIS	RESULTADO *
Humedad (%)	11,7465±0,0912
Fibra (%)	9,4389±0,0125
Extracto etéreo (%)	5,6543±0,0311
Energía (J/g)	13485

\*Los resultados de humedad, fibra y extracto etéreo se realizaron por duplicado y se presentan en base seca. Resultado de energía una repetición y se presenta en base seca.

**Tabla 3.** Determinación de humedad, fibra, extracto etéreo y energía del tratamiento 3.

ANÁLISIS	RESULTADO*
Humedad (%)	11,6749±0,0301
Fibra (%)	14,7496±0,0355
Extracto etéreo (%)	5,1847±0,0231
Energía (J/g)	13190

\*Los resultados de humedad, fibra y extracto etéreo se realizaron por duplicado y se presentan en base seca. Resultado de energía una repetición y se presenta en base seca.

INFORME FISIQUÍMICO			
Análisis Químico N° 254-22			
Cliente: Juan Carlos Vallejo Jácome		Remite: cliente.	
Dirección: calle 73 B-N #1-40		Teléfono: 3146364346	
***Muestra: Dieta Animal (T-1)		Lote: NE Fecha vencimiento: NE	
Presentación: Bolsa plástica sellada x 100 g		Análisis químico: Determinación de Proteína	
Fecha de Muestra: 2022-03-11	Fecha de Análisis: 2022-03-14 a 2022-03-28	Fecha de Informe: 2022-03-30	
ANÁLISIS QUÍMICO**	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
*DETERMINACIÓN DE NITROGENO Y PROTEÍNA (g/100g) (F= 6,25)	VW 211-LFD-V-01 Nitrógeno según la ISO 1871 (2009-09-01)	Nitrógeno: 2,01 Proteína: 16,29	Nitrógeno: 0,17 Proteína: 1,0
<p><b>Nota:</b> Los presentes resultados analíticos, son válidos únicamente para la muestra analizada. Los métodos analíticos utilizados corresponden a las normas AOAC e ISO vigentes. * Ensayo Acreditado. Los valores de incertidumbre expandida reportados en la tabla se estimaron con un nivel de confianza del 95% que corresponde a un factor de cobertura K=2. C= Conforme, NC= No conforme, NI= No informa. La declaración de conformidad o No Conformidad se basa en una probabilidad de cobertura del 95% para la incertidumbre expandida, de acuerdo a la IAC-G8 03/2009 **Parámetros analizados en las instalaciones de Microlab SAS. ***Dato suministrado por el cliente. Microlab SAS no es responsable de esta información y su veracidad.</p>			
Aprobado:  Dirección Técnica.			

INFORME FISIQUÍMICO			
Análisis Químico N° 255-22			
Cliente: Juan Carlos Vallejo Jácome		Remite: cliente.	
Dirección: calle 73 B-N #1-40		Teléfono: 3146364346	
***Muestra: Dieta Animal (T-2)		Lote: NE Fecha vencimiento: NE	
Presentación: Bolsa plástica sellada x 100 g		Análisis químico: Determinación de Proteína	
Fecha de Muestra: 2022-03-11	Fecha de Análisis: 2022-03-14 a 2022-03-28	Fecha de Informe: 2022-03-30	
ANÁLISIS QUÍMICO**	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
*DETERMINACIÓN DE NITROGENO Y PROTEÍNA (g/100g) (F= 6,25)	VW 211-LFD-V-01 Nitrógeno según la ISO 1871 (2009-09-01)	Nitrógeno: 2,07 Proteína: 16,04	Nitrógeno: 0,17 Proteína: 1,0
<p><b>Nota:</b> Los presentes resultados analíticos, son válidos únicamente para la muestra analizada. Los métodos analíticos utilizados corresponden a las normas AOAC e ISO vigentes. * Ensayo Acreditado. Los valores de incertidumbre expandida reportados en la tabla se estimaron con un nivel de confianza del 95% que corresponde a un factor de cobertura K=2. C= Conforme, NC= No conforme, NI= No informa. La declaración de conformidad o No Conformidad se basa en una probabilidad de cobertura del 95% para la incertidumbre expandida, de acuerdo a la IAC-G8 03/2009 **Parámetros analizados en las instalaciones de Microlab SAS. ***Dato suministrado por el cliente. Microlab SAS no es responsable de esta información y su veracidad.</p>			
Aprobado:  Dirección Técnica.			

INFORME FISIQUÍMICO			
Análisis Químico N° 256-22			
Cliente: Juan Carlos Vallejo Jácome		Remite: cliente.	
Dirección: calle 73 B-N #1-40		Teléfono: 3146364346	
***Muestra: Dieta Animal (T-3)		Lote: NE Fecha vencimiento: NE	
Presentación: Bolsa plástica sellada x 100 g		Análisis químico: Determinación de Proteína	
Fecha de Muestra: 2022-03-11	Fecha de Análisis: 2022-03-14 a 2022-03-28	Fecha de Informe: 2022-03-30	
ANÁLISIS QUÍMICO**	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
*DETERMINACIÓN DE NITROGENO Y PROTEÍNA (g/100g) (F= 6,25)	VW 211-LFD-V-01 Nitrógeno según la ISO 1871 (2009-09-01)	Nitrógeno: 2,50 Proteína: 16,20	Nitrógeno: 0,17 Proteína: 1,0
<p><b>Nota:</b> Los presentes resultados analíticos, son válidos únicamente para la muestra analizada. Los métodos analíticos utilizados corresponden a las normas AOAC e ISO vigentes. * Ensayo Acreditado. Los valores de incertidumbre expandida reportados en la tabla se estimaron con un nivel de confianza del 95% que corresponde a un factor de cobertura K=2. C= Conforme, NC= No conforme, NI= No informa. La declaración de conformidad o No Conformidad se basa en una probabilidad de cobertura del 95% para la incertidumbre expandida, de acuerdo a la IAC-G8 03/2009 **Parámetros analizados en las instalaciones de Microlab SAS. ***Dato suministrado por el cliente. Microlab SAS no es responsable de esta información y su veracidad.</p>			
Aprobado:  Dirección Técnica.			
Fin de Informe			

**Anexo D. Análisis de varianza.**

<b>ANOVA</b>						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Producción	Entre grupos	6047,188	3	2015,729	38,471	0,000
	Dentro de grupos	628,750	12	52,396		
	Total	6675,938	15			
Consumo	Entre grupos	40,688	3	13,563	34,263	0,000
	Dentro de grupos	4,750	12	0,396		
	Total	45,438	15			
H.A.A	Entre grupos	29,250	3	9,750	26,000	0,000
	Dentro de grupos	4,500	12	0,375		
	Total	33,750	15			
Conversión alimenticia	Entre grupos	8,294	3	2,765	13,983	0,000
	Dentro de grupos	2,373	12	0,198		
	Total	10,666	15			
Peso de huevo	Entre grupos	6,688	3	2,229	0,395	0,759
	Dentro de grupos	67,750	12	5,646		
	Total	74,438	15			

<b>Consumo</b>				
		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamiento	N	b	a	
Duncan	T1	4	114,0000	
	T2	4	114,2500	
	T3	4	115,0000	
	T0	4		118,0000
	Sig.		0,053	1,000

<b>Producción</b>				
		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamiento	N	c	b	a
Duncan	T3	4	42,5000	
	T2	4	52,7500	
	T1	4		73,5000
	T0	4		93,0000
	Sig.		0,068	1,000

<b>Conversión Alimenticia</b>					
Tratamiento		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan	T0	4	1,5225		
	T1	4	2,0525		
	T2	4		2,7425	
	T3	4			3,4350
	Sig.		0,118	1,000	1,000

<b>H.A.A</b>					
Tratamiento		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			c	b	a
Duncan	T3	4	3,0000		
	T2	4	3,7500		
	T1	4		5,2500	
	T0	4			6,5000
	Sig.		0,109	1,000	1,000

<b>Peso de Huevo</b>				
Tratamiento		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			a	
Duncan	T3	4	58,75	
	T1	4	60,00	
	T2	4	60,00	
	T0	4	60,50	
	Sig.		0,353	