

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



“Evaluación de dos niveles de harina de moringa (*Moringa sp.*) en concentrado balanceado, para la alimentación de pollos de engorde de la línea Cobb”.

POR

Br. Espinoza Ortiz, Nancy Catalina
Br. Ocon Ortiz, Cinthya Belginy

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2023

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



“Evaluación de dos niveles de harina de moringa (*Moringa sp.*) en concentrado balanceado, para la alimentación de pollos de engorde de la línea Cobb”.

POR

Br. Espinoza Ortiz, Nancy Catalina
Br. Ocon Ortiz, Cinthya Belginy

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

Lic. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

MAECE. NELSON BERNABE GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

Ing. Agr. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

M.Sc. JULIO CESAR ORTIZ PAVÓN

DOCENTES DIRECTORES

M.Sc. RAÚL IRAHETA VILLATORO

M.Sc. ADA YANIRA ARIAS DE LINARES

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

M.Sc. OSCAR ALONSO RODRÍGUEZ GRACIAS

RESUMEN

La investigación se realizó en dos fases, consistió en la recolección de muestras de materia verde (hojas) de *Moringa oleífera*. Este proceso se llevó a cabo en las instalaciones de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (EEP), ubicada en el cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de La Paz, en el periodo de enero a octubre de 2019. Posteriormente se realizó la fase de campo en el módulo avícola, ubicado en el caserío Las Joyitas, jurisdicción de Panchimalco, Departamento de San Salvador en el periodo de noviembre del 2020 a enero del 2021.

El objetivo de la investigación fue evaluar la ganancia de peso con dos niveles de harina de Moringa, consistió en T0 siendo testigo, el cual no contenía ningún nivel de adición de Moringa, T1 contenía un nivel de inclusión de harina de moringa del 5% y T2 contenía un nivel de inclusión de harina de moringa del 10%. En esta investigación se utilizaron 135 pollos de engorde de raza Cobb 500. Se evaluaron las variables siguientes: La ganancia de peso, conversión alimenticia, peso de canal, características organolépticas y costos de producción.

El diseño experimental utilizado para el análisis estadístico fue el de Diseño completamente al azar con un nivel de significancia del 5%. La variable de peso vivo mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos a lo largo de las seis semanas evaluadas. los pesos vivos obtenidos por ave al final de la etapa fueron de T0 = 2589.10, T1= 2454.84g para y T2= 2192.67g. Ganancia de peso diaria promedio los resultados de T0= 363.13g, T1= 344.21g, T2= 306.76g, dichos tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). Conversión alimenticia T0= 1.84, T1 = 1.94 y T2 = 2.17. Esto evidencia que T0 fue el tratamiento más eficiente y T2 el menos eficiente en términos de conversión alimenticia durante el estudio. Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en la conversión alimenticia entre los tratamientos y finalmente en peso en El tratamiento T0 registró el mayor peso en canal con 1903.54g, seguido por T1 con 1872.7g. La diferencia entre ambos es de 30.83g. En contraposición, T₂ obtuvo el menor rendimiento, alcanzando 1679.84g. Estos resultados destacan la superioridad de T₀ y T1 en comparación con T2 en términos de peso en canal. hay evidencia estadísticamente significativa para sugerir que los tratamientos tienen un efecto diferente sobre la variable de respuesta. Dada la variabilidad (C.V. de 1.08%) y el ($P < 0.05$), se confirma la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

La evaluación económica obtuvo que el tratamiento de control (T₀) presentó el mayor beneficio neto con \$37.70 (\$0.84 por ave), seguido del tratamiento T₁ con \$34.57 (\$0.77 por ave). Notablemente, el tratamiento T₂ resultó en una pérdida neta de \$8.13 (-\$0.18 por ave). Desde una perspectiva económica con respecto a la evaluación de adición de harina de moringa, el tratamiento T₁ (5%) resultó ser más rentable, en comparación al T₂ (10%).

Palabras clave: *Moringa, alternativa de alimentación, parámetros productivos, pollos engorde.*

SUMMARY

The research was conducted in two stages, involving the collection of green matter samples (leaves) from *Moringa oleífera*. This process took place at the facilities of the Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (EEP), located in the canton Tecualuya, jurisdiction of San Luis Talpa, department of La Paz, from January to October 2019. Subsequently, the field phase was conducted in the poultry module, located in the hamlet of Las Joyitas, jurisdiction of Panchimalco, Department of San Salvador, from November 2020 to January 2021.

The objective of the research was to evaluate weight gain with two levels of Moringa flour; T0 serving as a control, which contained no level of Moringa addition, T1 containing a 5% inclusion level of Moringa flour, and T2 containing a 10% inclusion level. This research utilized 135 broiler chickens of the Cobb breed. The following variables were evaluated: weight gain, feed conversion, carcass weight, organoleptic characteristics, and production costs.

The experimental design used for statistical analysis was Completely Randomized Design with a significance level of 5%. The live weight variable showed significant differences ($P < 0.05$) among the treatments over the six weeks evaluated. The live weights obtained per bird at the end of the stage were T0 = 2589.10g, T1= 2454.84g, and T2= 2192.67g. Average daily weight gain results were T0= 363.13g, T1= 344.21g, T2= 306.76g, with these treatments showing statistically significant differences ($P < 0.05$). Feed conversion was T0= 1.84, T1 = 1.94, and T2 = 2.17, evidencing that T0 was the most efficient treatment and T2 the least efficient in terms of feed conversion during the study. Statistically significant differences ($P < 0.05$) were evidenced in feed conversion among the treatments and, finally, in carcass weight. Treatment T0 recorded the highest carcass weight with 1903.54g, followed by T1 with 1872.7g. The difference between both is 30.83g. In contrast, T2 achieved the lowest yield, reaching 1679.84g. These results highlight the superiority of T0 and T1 compared to T2 in terms of carcass weight. There is statistically significant evidence to suggest that the treatments have a different effect on the response variable. Given the variability (C.V. of 1.08%) and the ($P < 0.05$), the existence of significant differences between treatments is confirmed.

The economic evaluation found that the control treatment (T0) presented the highest net benefit with \$37.70 (\$0.84 per bird), followed by treatment T1 with \$34.57 (\$0.77 per bird). Notably, treatment T2 resulted in a net loss of \$8.13 (-\$0.18 per bird). From an economic perspective regarding the evaluation of adding Moringa flour, treatment T1 (5%) proved to be more profitable compared to T2 (10%).

Keywords: *Moringa, feeding alternative, productive parameters, broiler chickens.*

DEDICATORIA

A Dios, la fuerza suprema que nos acompañó con amor infinito y consuelo en este desafiante caminar. A todos aquellos cuyo apoyo y aliento fueron fundamentales en la realización de este trabajo de investigación, queremos expresar nuestra profunda gratitud. Este viaje no habría sido posible sin el respaldo incondicional de seres queridos, amigos y mentores que han iluminado nuestro camino.

En particular, dedicamos este trabajo a aquellos que comparten la misma pasión por la medicina veterinaria, un campo donde el compromiso con el bienestar de los animales se entrelaza con la dedicación y bondad. La inspiración impregnada del firme propósito de justicia nos ha guiado en cada paso de esta travesía académica, recordándonos constantemente la importancia de abogar por aquellos que no tienen voz.

Además, queremos rendir homenaje a todas las mujeres que, con valentía y determinación, han forjado su camino en el ámbito de la medicina veterinaria. Su contribución es fundamental, y nuestra esperanza es que este trabajo sirva como un pequeño tributo a la fuerza y la inteligencia que aportan a nuestra profesión.

A cada uno de ustedes, gracias por ser nuestra fuente de inspiración y por creer en nosotras. Este logro es tan suyo como nuestro, y celebramos este momento con profundo agradecimiento.

Con aprecio

Cintha Ocón y Nancy Espinoza

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 2 |
| 2.1. Generalidades de la Avicultura en El Salvador | 2 |
| 2.2. Anatomía y Fisiología del sistema digestivo de las aves | 2 |
| 2.3. Digestión y metabolismo en aves | 3 |
| 2.4. Principales enzimas digestivas en aves..... | 3 |
| 2.5. Manejo y nutrición de la alimentación en pollos de engorde | 4 |
| 2.6. Características que se buscan en la línea de carne (Engorde)..... | 5 |
| 2.6.1. Características de la raza Cobb | 5 |
| 2.7. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde..... | 5 |
| 2.8. Materias primas utilizadas en la elaboración de alimentación..... | 6 |
| 2.9. Calidad de la carne de pollo mediante la descripción organoléptica | 6 |
| 2.10. Origen de la Moringa Oleífera | 7 |
| 2.10.1. Nombres comunes | 7 |
| 2.10.2. Taxonomía | 7 |
| 2.10.3. Manejo agronómico de la <i>Moringa Oleífera</i> | 7 |
| 2.10.4. Características nutricionales y toxicidad de la <i>Moringa Oleífera</i> | 7 |
| 2.11. La <i>Moringa oleífera</i> como alternativa nutricional..... | 8 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 9 |
| 3.1. Ubicación de la investigación | 9 |
| 3.2. Metodología de campo | 9 |
| 3.2.1. Instalaciones y equipo..... | 9 |
| 3.2.2. Preparación de la galera antes de la llegada de los pollitos | 10 |
| 3.2.3. Fuente de calor e iluminación | 10 |
| 3.2.4. Distribución de comederos y bebederos | 10 |
| 3.2.5. Recibimiento de los pollos | 11 |
| 3.2.6. Descripción de unidades experimentales y su distribución en galera | 11 |
| 3.2.7. Pesaje de aves | 11 |
| 3.2.8. Formulación de las dietas | 11 |
| 3.2.9. Procesamiento de la materia prima (harina de moringa) para su incorporación en el concentrado balanceado | 12 |
| 3.2.10. Elaboración del concentrado para la alimentación de aves | 13 |
| 3.2.11. Horarios y suministro de alimentación de aves | 13 |
| 3.2.12. Consumo de agua..... | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.13. Plan de vacunación..... | 14 |
| 3.2.14. Sacrificio de las aves | 14 |
| 3.3. Metodología de análisis sensorial de la carne de pollo | 14 |
| 3.4. Metodología de Laboratorio..... | 15 |
| 3.4.1. Preparación de la muestra de moringa para el análisis bromatológico..... | 15 |
| 3.4.2. Determinación humedad parcial..... | 15 |
| 3.4.3. Determinación humedad total | 15 |
| 3.4.4. Determinación de cenizas | 15 |
| 3.4.5. Solución de cenizas | 16 |
| 3.4.6. Determinación de extracto etéreo | 16 |
| 3.4.7. Determinación de nitrógeno | 16 |
| 3.4.8. Determinación de fibra cruda | 17 |
| 3.4.9. Determinación de carbohidratos | 17 |
| 3.5. Metodología estadística..... | 17 |
| 3.5.1. Diseño estadístico..... | 17 |
| 3.5.2. Análisis estadístico | 17 |
| 3.5.3. Modelo estadístico | 18 |
| 3.5.4. Toma de datos | 18 |
| 3.5.5. Descripción de variables | 18 |
| 3.6. Metodología socioeconómica | 20 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 21 |
| 4.1. Análisis sobre rendimiento productivo de pollos de engorde | 21 |
| 4.1.1. Peso vivo | 21 |
| 4.1.2. Ganancia de peso diaria promedio..... | 23 |
| 4.1.3. Conversión alimenticia | 25 |
| 4.1.4. Peso en canal | 27 |
| 4.2. Resultados del análisis sensorial..... | 29 |
| 4.2.1. Resultados de análisis organoléptico | 29 |
| 4.3. Resultados de análisis bromatológico de <i>Moringa oleífera</i> | 32 |
| 4.4. Análisis económico..... | 33 |
| 5. CONCLUSIONES | 34 |
| 6. RECOMENDACIONES..... | 35 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 36 |
| 8. ANEXOS | 42 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Composición de la dieta testigo y los tratamientos usando harina de Moringa. | 12 |
| Cuadro 2. Diseño de los tratamientos | 18 |
| Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza para el peso vivo en gramos..... | 22 |
| Cuadro 4. Resumen de las pruebas de Tukey para el peso vivo en gramos..... | 22 |
| Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza para la ganancia de peso promedio..... | 24 |
| Cuadro 6. Resumen de las pruebas de Tukey para la ganancia de peso diaria..... | 24 |
| Cuadro 7. Resumen del análisis de varianza para la conversión alimenticia..... | 26 |
| Cuadro 8. Resumen de las pruebas de Tukey para la conversión alimenticia..... | 26 |
| Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza para el peso en canal | 28 |
| Cuadro 10. Resumen de las pruebas de Tukey para el peso en canal | 28 |
| Cuadro 11. Análisis Bromatológico Moringa sp..... | 32 |
| Cuadro 12. Datos de costos y beneficios netos. | 33 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Comportamiento del peso vivo por semana y tratamiento..... | 21 |
| Figura 2. Comportamiento de la ganancia de peso promedio por semana y tratamiento . | 23 |
| Figura 3. Comportamiento de la conversión alimenticia por semana y tratamiento. | 25 |
| Figura 4. Comportamiento del peso en canal por semana y tratamiento..... | 27 |
| Figura 5. Parámetro dureza | 29 |
| Figura 6. Parámetro jugosidad..... | 29 |
| Figura 7. Parámetro pastosidad..... | 30 |
| Figura 8. Parámetro fibrosidad..... | 30 |
| Figura 9. Parámetro sabor | 30 |
| Figura 10. Comparación de costos e ingresos | 33 |

1. INTRODUCCION

La avicultura ha desempeñado un papel significativo en el desarrollo económico y la nutrición de la población salvadoreña a lo largo de los años. La carne de pollo es un producto de alta demanda y fácil acceso, siendo parte importante de la canasta básica. En el año 2021, la producción de carne de pollo en el país alcanzó las 341.8 millones de libras, con un consumo per cápita de 48.3 libras (AVES, 2021). Sin embargo, el precio de los granos básicos utilizados en la alimentación animal, como la harina de maíz, la harina de soya y los aditivos, están sujetos a variaciones en el mercado. Estas materias primas son importadas y sus precios varían semanalmente.

La alimentación balanceada en la producción avícola desempeña un papel fundamental y representa entre el 60% y el 70% de los costos totales. Aunque el sector avícola ha experimentado avances significativos en términos de genética, nutrición, manejo, alojamiento y bienestar animal; tanto pequeños como medianos productores enfrentan desafíos al buscar nuevas alternativas de alimentación animal mediante el uso de forrajes promisorios. (Cuca *et al.* 2009).

La *Moringa oleífera* se ubica como un suplemento que se puede utilizar si es debidamente balanceado en la dieta bovina, porcina, aves, peces etc.; además en la elaboración de harina proteica y materia prima para fábricas de concentrados balanceados, para animales de alta conversión y bajo costo. Mediante el proceso de deshidratación, molienda, acondicionamiento, extruido o peletizado. (Garavito, 2008). La harina de Moringa puede ser incluida en forma segura hasta un 8 % de las dietas para pollos sin producir efectos adversos sobre el rendimiento de la carcasa y cortes de valor comercial; además se ha observado un aumento en el consumo de alimento en aves cuyas dietas incluyen moringa. (Gómez *et al.* 2016).

Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar dos niveles de harina de moringa en concentrado balanceado para la alimentación de pollos de engorde de la línea Cobb 500, durante un periodo de 6 semanas implementando tres tratamientos al 5%, 10% de inclusión de harina de moringa y un tratamiento testigo sin inclusión, para medir el efecto sobre los parámetros productivos: peso vivo, ganancia de peso diaria promedio, conversión alimenticia, peso en canal y características organolépticas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades de la Avicultura en El Salvador

A principios de la década de los cincuenta, la avicultura en El Salvador tenía vigencia prácticamente como actividad doméstica, con un campo de operación reducido al rancho campesino y al patio de la casa en las comunidades urbanas, con producciones de huevos que solo abastecía a un reducido sector de la población; en esa época por lo que en 1956 se crea una ley de fomento avícola generando el interés de los avicultores y organizando a través de ello una asociación de avicultores de El Salvador (AVES) la cual ha brindado importante apoyo a pequeños y grandes productores proporcionando recursos para el desarrollo del rubro avícola. (Crespín *et al.* 2010).

La avicultura representa para El Salvador una de las principales fuentes de alimentación de más bajo costo y potencial motor del crecimiento agropecuario, contribuyendo al desarrollo económico del país por medio de la producción de huevo y carne; según datos de la Asociación de Avicultores de El Salvador (AVES) más del 70% de la producción nacional de carnes de origen avícola, siendo superior a la producción de frijol y arroz que se consideran la primordial fuente de alimentación del país. (AVES, 2003). En la actualidad, la producción de carne de pollo ha incrementado debido a su alta demanda, para el año 2021 la producción de carne de pollo fue de 341.8 millones de libras, representando el 0.79% del producto interno bruto (PIB) del sector avícola, con un consumo per cápita de 48.3 libras. (Aves, 2021).

2.2. Anatomía y Fisiología del sistema digestivo de las aves

El sistema digestivo funciona como protector del individuo al actuar como barrera inmunológica contra los agentes patógenos externos que pudieran ingresar a través de la vía oral (Scanes, 2015). El estómago de las aves domésticas se divide en dos partes: el estómago glandular o proventrículo su función glandular esencial es conducir y almacenar el alimento antes de la llegada a la molleja; el estómago muscular o mecánico, actúa como un órgano de masticación a través de mecanismos de contracción que ejercen presión sobre el alimento transformándolo en partículas pequeñas y mezclándolo con los jugos gástricos. (Vaca, 2003).

El intestino delgado se divide en: duodeno, donde se lleva la mayor absorción de nutrientes (Cañedo, 2017). El yeyuno es la parte más larga del intestino y se encuentra dispuesto en varias asas, termina en donde se encuentra el divertículo de Meckel o divertículo vitelino, el cual es el vestigio del tallo del saco vitelino y funciona como órgano linfóide, su función es la absorción de algunas sustancias (Vaca, 2003); y en la última porción está el íleon su función principal es la absorción de nutrientes ya digeridos (Álvarez, 2007). Por otra parte, el intestino grueso está comprendido por el ciego, sitio donde se produce la fermentación microbiana de la fibra, está directamente relacionado a la alimentación. (Godoy, 2014). La función del recto es la de acumular las heces y en el colon la absorción de agua. (Jaramillo, 2011). La cloaca, es el conducto final donde desemboca el contenido residual del aparato digestivo (heces) junto con la orina. (Ángulo, 2009).

Los órganos accesorios son aquellos que facilitan el proceso de digestión, están compuestos por: el hígado que ayuda al mantenimiento de la salud de las aves, su función es la digestión, eliminación de toxinas y metabolismo de proteínas, grasas e hidratos de carbono, esto lo hace gracias a que contiene ácidos biliares que degradan las grasas, conteniendo la bilis. (Vargas, 2015). El páncreas es una glándula con dos componentes: un exocrino y un endocrino; el primero transporta las secreciones en forma inactivas de enzimas proteolíticas, así como amilasa, lipasa nucleasa y electrolitos en particular HCO₃- (Bicarbonato) y segundo es el componente endocrino que está aislado en los islotes de Langerhans, que segregan varias hormonas polipeptídicas y proteicas que regulan el metabolismo de la glucosa en los demás tejidos del organismo (Osorio *et al.* 2016).

2.3. Digestión y metabolismo en aves

Los alimentos ingeridos por las aves son procesados mediante la digestión y transformación, a elementos más simples que pasan a convertirse en fuente de energía o bien en la generación de tejido, grasa o plumas, necesarios para el crecimiento del ave que da como resultado, la producción de carne o huevos. Los carbohidratos y los lípidos son la principal fuente de energía, mientras que las proteínas y los minerales son los principales proveedores de material de construcción de los tejidos. La digestión comprende procesos físicos y químicos por los cuales un alimento es transformado en el aparato digestivo, quedando en condiciones de ser absorbido por el organismo. (Vaca, 2003).

El proceso de digestión comienza en cavidad oral con la secreción de la saliva, aunque es secretada en poca cantidad, esta tiene acción sobre el alimento por medio de la ptialina, responsable de desdoblar el almidón en azúcares simples; seguidamente el bolo alimenticio pasa al buche donde es almacenado mientras esta enzima sigue actuando, al llegar al proventrículo el alimento tiene contacto con los jugos gástricos que ejercen su efecto sobre las proteínas transformándolas en productos nitrogenados intermedios de fácil absorción (Masaquiza, 2012). La digestión de los carbohidratos tiene lugar en el ciego con la intervención de agentes bacterianos, por medio de la fermentación pasan por diferentes fases donde se producen diversos ácidos, especialmente el propiónico y el butírico. (Almirón, 2010). De igual manera en el ciego se da el proceso de digestión de la fibra y la síntesis de vitaminas del grupo B (Franceschi, 2018).

2.4. Principales enzimas digestivas en aves

Las enzimas digestivas se desarrollan por primera vez durante la etapa de incubación, y se cree que sus niveles de concentración aumentan después del nacimiento, especialmente en la primera semana de vida, en el caso de la lipasa, la amilasa y las proteasas. Aunque aún no se ha determinado con certeza si la disponibilidad de enzimas digestivas limita el crecimiento, es evidente que al afectar la capacidad digestiva y de absorción, esto puede tener repercusiones en el desarrollo somático de los animales. La lipasa, secretada por el páncreas en el intestino delgado, descompone las grasas en ácidos grasos para facilitar su absorción por el cuerpo. La amilasa, por su parte, es una enzima que ayuda a digerir los carbohidratos, y la proteasa aumenta la digestibilidad de las proteínas consumidas. (Álvarez, 2007).

Las enzimas se encuentran presentes en las células, la sangre y el líquido intersticial, siendo más concentradas en órganos con alta actividad metabólica como el hígado, los riñones, el miocardio y el tejido muscular. Estas enzimas desempeñan un papel crucial en el metabolismo al participar en todas las reacciones químicas que ocurren en el organismo, y son sintetizadas por las células vivas (Abarca, 2021). En relación con las enzimas digestivas en pollos, se ha observado que la inclusión de hojas de Moringa en la alimentación puede estimular la producción y actividad de enzimas digestivas, especialmente las proteolíticas y amilolíticas. Algunos estudios han demostrado que la Moringa puede aumentar la producción de enzimas digestivas en el tracto gastrointestinal de las aves de corral. No obstante, es importante tener en cuenta que los efectos específicos de las hojas de Moringa en las enzimas digestivas de los pollos pueden variar dependiendo de factores como la cantidad y forma de administración de la Moringa, la dieta base utilizada y las condiciones de crianza de las aves. (Olugbemi *et al.* 2010).

2.5. Manejo y nutrición de la alimentación en pollos de engorde

El alimento para pollos de engorde debe proporcionar el equilibrio adecuado de energía, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales y agua para garantizar su salud y rendimiento. La calidad de los ingredientes, la forma de los alimentos y la higiene son factores importantes que afectan los niveles de estos nutrientes vitales. El deterioro de la calidad de los ingredientes o de los procesos de molienda, así como los desequilibrios nutricionales, pueden afectar el desempeño animal. La selección del alimento óptimo se basa en factores como la disponibilidad y el costo de las materias primas, el peso vivo requerido por el mercado y el valor de la carne. (Ocón *et al.* 2017)

Según Sarmiento *et al.* (2014), el consumo está directamente relacionado con la calidad de la miga, gránulos (dureza y vida útil) o harina (tamaño de partícula y uniformidad) en el comedero; Por lo tanto, es necesario proporcionar a las aves alimentos consistentes y de alta calidad, adaptados a sus habilidades para comer y tragar, con el fin de reducir los tiempos de alimentación y el consumo de energía. La harina en la alimentación de pollos de engorde ofrece beneficios como mejor digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes, menor selección de ingredientes y homogeneidad en la mezcla. Además, su facilidad de consumo y reducción del estrés favorecen una ingesta equilibrada de nutrientes. La elección de la presentación del alimento depende de la edad de las aves, el sistema de alimentación y las condiciones de la granja avícola. (Chen, 2020)

Durante el crecimiento del pollo de engorde, se distinguen tres fases: inicio, desarrollo y engorde, también existe un pienso específico para cada una de estas fases. Durante el período de crianza, desde el primer día de nacimiento hasta las 3-4 semanas de edad, el ave consume 1100-1300 gramos de concentrado rico en proteínas al menos el 21% (ver cuadro A-49). En la fase de finalización, de la cuarta a la sexta semana, el pollo consume de 2.600 a 2.700 gramos de concentrados formulados con mayor contenido energético; Considerando un consumo medio total de concentrados de 3.900 gramos (1.200 gramos en la fase inicial y 2.700 gramos en la fase de engorde), se puede determinar el balance nutricional necesario para garantizar un crecimiento óptimo de los pollos de engorde. (Aguirre *et al.* 2021). Las aves consumen alimento para satisfacer sus necesidades de

energía, por lo que se deduce que las dietas formuladas para la alimentación de las aves deberán cubrir los requerimientos mínimos energéticos, ya que de lo contrario la porción proteica será utilizada como fuente de energía, por lo que esta se verá severamente reflejada en el crecimiento y la producción de tejido, así como en el consumo del alimento. (Jiménez, 2008)

Está claro que el nivel de nutrientes utilizados en la alimentación animal está aumentando constantemente. En los últimos años, la energía, la proteína cruda y los aminoácidos esenciales, como la metionina + cisteína y lisina, han aumentado un 10,7 %, 8,0 %, 21,3 % y 5,9 %, respectivamente. Los niveles de metionina aumentaron de manera más significativa, ya que este aminoácido esencial es el más importante en los pollos de engorde, ya que está involucrado en el crecimiento y el mantenimiento. Dado que el contenido de metionina de las materias primas es bastante bajo y no cubre las necesidades de los pollos, el pienso se complementa con metionina libre. El desarrollo de una tecnología para producir grandes cantidades de aminoácidos libres fue uno de los requisitos básicos para mejorar el rendimiento de crecimiento de las razas de pollos. (Grashorn *et al.* 2017).

2.6. Características que se buscan en la línea de carne (Engorde)

Toda línea de pollo dedicada a la producción de carne tiene que reunir ciertas características que permitan obtener altos rendimientos en la producción. Entre estas características están: Elevada supervivencia, crecimiento rápido y uniforme, excelente conversión de alimentos, buen desarrollo corporal, buen rendimiento en canal. (Arias *et al.* 2010).

2.6.1. Características de la raza Cobb

Algunas de las características de la raza de engorde Cobb son: menor costo de peso vivo producido, rendimiento superior en raciones de alimentación de menor costo, la alimentación más eficiente, excelente tasa de crecimiento, mejor uniformidad de pollos para el procesamiento, criador competitivo. Cabe recalcar que la eficiencia de la raza alcanzara resultados favorables dependiendo de diferentes factores del manejo zootécnico. (Colaves 2020)

2.7. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde

Los factores que afectan el consumo de alimento en pollos incluyen la genética, la temperatura ambiente, la calidad del alimento, la disponibilidad de agua, la salud y manejo sanitario, el diseño del comedero, el estrés y el manejo de las aves. La genética influye en la capacidad de consumo de las aves. La temperatura puede alterar el apetito de los pollos. La calidad del alimento, incluyendo su sabor y textura, impacta en el consumo. El acceso adecuado al agua, la salud de las aves y un buen manejo influyen en la ingesta. El diseño del comedero y el manejo del estrés también son factores importantes. (Belay, 2021)

2.8. Materias primas utilizadas en la elaboración de alimentación

Para crear una dieta, es necesario conocer la composición química de cada ingrediente utilizado para equilibrar adecuadamente la dieta. El uso de algunos ingredientes está limitado debido a su alto precio de mercado. (Cuca *et al.* 2012).

En la fabricación de piensos para pollos, se utilizan diferentes ingredientes para proporcionarles los nutrientes necesarios. El maíz es un cereal comúnmente utilizado como fuente de energía debido a su palatabilidad, aunque su contenido proteico y mineral es moderado. El sorgo, otro cereal, puede reemplazar al maíz debido a su similitud en contenido energético y bajo contenido de taninos. La harina de soya es una fuente vegetal de proteína ampliamente utilizada en los alimentos balanceados para pollos. También se emplean ingredientes de alta calidad como la harina de carne y pescado, que aportan proteínas de origen animal. Los micronutrientes (vitaminas y minerales) desempeñan un papel crucial en la regulación y absorción de carbohidratos, grasas y proteínas en el organismo. Sin embargo, es importante destacar que solo se pueden obtener a través de una dieta equilibrada y variada. (Parra, 2018)

2.9. Calidad de la carne de pollo mediante la descripción organoléptica

La evaluación sensorial se dedica a medir y cuantificar las características de un producto o ingrediente que son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar: apariencia, olor, color, gusto, textura. Las características organolépticas son un factor crucial en la evaluación y la aceptabilidad de un producto por parte de los consumidores el sabor, el aroma, la textura y la apariencia visual son importantes porque pueden influir en la elección de compra y la satisfacción del consumidor. (Stone *et al.* 2013).

El color, la textura y el sabor son atributos importantes que influyen en la calidad percibida de la carne de pollo, esta puede variar debido a factores como la edad, sexo, estirpe, alimentación, contenido de humedad y condiciones previas al sacrificio. Los pigmentos musculares, como la mioglobina y la hemoglobina, también afectan el color de la carne. La textura de la carne de pollo está influenciada por la formación del rigor mortis y procesos posteriores, y factores como la agitación, el estrés, el escaldado prolongado y el deshuesado pueden afectar la suavidad de la carne. (Severiano *et al.* 2018).

El sabor de la carne de pollo se desarrolla durante la cocción debido a la interacción de azúcares, aminoácidos y lípidos, y las aves tienen una combinación única de lípidos y grasas que contribuyen a su aroma característico. En el caso de los alimentos de origen animal, las características organolépticas son importantes por varias razones: como indicador de la calidad del alimento, frescura, seguridad de consumo, diferenciación del producto según su origen entre otras. (Esquivel, 2018)

Evaluar el análisis organoléptico en pollos de engorde alimentados con dietas en las que se implementan adiciones de harinas de tipo vegetal, puede ayudar a identificar posibles mejoras en la formulación de dietas avícolas. Se pueden realizar ajustes en las proporciones o combinaciones de harinas vegetales para lograr perfiles sensoriales

deseados, maximizar la aceptación de los alimentos y optimizar el rendimiento productivo de los pollos de engorde. (Mahfuz *et al.* 2019)

2.10. Origen de la Moringa Oleífera

La moringa, perteneciente a la familia Moringaceae, es un árbol originario del sur del Himalaya y el noroeste de la India (Olson *et al.* 2011). Su adaptación al entorno tropical y subtropical lo ha llevado a tener una amplia distribución en diversas regiones, ingresando a Centroamérica en 1920. (Castro, 2013)

2.10.1. Nombres comunes

En el salvador actualmente se le conoce como: teberinto, moringa y Arango. (Concyt, 2008)

2.10.2. Taxonomía

La Moringa pertenece a la familia del mono género *Moringaceae*, la clasificación taxonómica del 2009 realizada por el Grupo de Filogenia de Angiospermas (APG III) incluye 13 especies conocidas de árboles y arbustos; se presenta en la siguiente tabla ver (cuadro A-47) (Godino, 2016).

2.10.3. Manejo agronómico de la Moringa Oleífera

Al ser una planta de origen tropical se adapta fácilmente a todo tipo de clima, creciendo de manera favorable en alturas y temperaturas altas entre 24-32 °C; por otra parte, tolera todo tipo de suelos duros o pesados, con poca capacidad de retención de humedad, pero no, en suelos con encharcamientos prolongados y con pH ácidos o alcalinos. (Reyes, 2004). Una buena preparación del suelo y hacer la siembra en el tiempo indicado en época seca e iniciando la época lluviosa, ayuda al desarrollo de la planta; la reproducción es por material vegetativo o semilla, el proceso de floración depende de cada región una o dos veces al año iniciando en agosto a enero. La producción de biomasa se puede estimular mediante la poda de la parcela cada 35 a 40 días; en condiciones de manejo idóneo del cultivo tanto climáticas y nutricionales se obtienen mejores resultados. (Montesinos, 2010).

Según Foidl *et al.* (2002), indica que, en altas densidades de siembra, se puede obtener de 8 a 10 toneladas de proteína bruta por hectárea al año, con 4 a 6 cortes anuales siendo superior a cualquier otro tipo de forraje; la densidad optima considerada por una alta producción de biomasa, es de un millón de plantas por hectárea obteniendo 78 toneladas de materia fresca con 8 cortes al año, densidades mayores a un millón genera una competencia entre las plantas y mayor pérdida; en el siguiente cuadro se muestra la productividad de biomasa en base seca y fresca en diferentes densidades de siembra de un cultivo de Moringa de 45 días de edad. (ver cuadro A-48).

2.10.4. Características nutricionales y toxicidad de la Moringa Oleífera

La Moringa presenta en sus hojas un alto contenido de nutrientes, reflejados en los análisis proteínicos realizados en hojas secas, los cuales muestran que su peso se encuentra formado por proteínas hasta en un 30% y la mayor parte de está es directamente asimilable; además las hojas cuentan con todos los aminoácidos esenciales en un perfil alto y balanceado. Varios estudios indican que las hojas de Moringa son una fuente valiosa de

vitamina A ya sea que se encuentren frescas o secas; además contienen altos niveles de calcio (Olson *et al.* 2011); en cuanto a la toxicidad es muy baja, contiene como principios tóxicos benzil, ácido morínico y ácido cianhídrico, la corteza fresca contiene beta sistosterol y pequeñas trazas de alcaloides; las hojas de *Moringa oleífera* son la parte anatómica de la planta cuyo consumo representa menor riesgo para la salud. (Pino, 2013).

En cuanto a los factores anti nutricionales (FAN) son compuestos que se absorben mal o no se absorben por el aparato digestivo de los no rumiantes, secuestran minerales y nutrientes, inhiben la acción de las proteasas del estómago. (Araújo, 2013). Los FAN más comunes son taninos, saponinas, oxalatos y fitatos, si bien estos factores se destruyen con el proceso de cocinado, en cantidades controladas, el efecto negativo en la digestión no produce efectos adversos; las hojas frescas, contienen una cantidad no despreciable de oxalatos y fitatos (Leone *et al.* 2015), similares al amaranto, aunque en valores menores que la espinaca y cebolla (Nouman *et al.* 2014).

2.11. La *Moringa oleífera* como alternativa nutricional

Montesinos (2010), describe que la *Moringa* puede suministrarse en forma fresca para consumo inmediato, liofilizada para almacenamiento prolongado, combinada con otros componentes de un alimento elaborado. Mientras que Garavito (2008) lo ubica como un importante suplemento ofrecido en forma de harina proteica en dietas balanceadas en aves y otras especies de producción pecuaria. Con la creciente demanda de carne de pollo de calidad a un menor costo, se han realizado diferentes estudios para mejorar la eficiencia en la productividad de pollos de engorde; los alimentos alternativos pasaron de ser incluidos en las raciones para minimizar costos, aunque los resultados del desarrollo de las aves eran muy variables, especialmente cuando se utilizaba en grandes cantidades en las dietas de los pollos de líneas de alta productividad. (Rostagno *et al.* 2005).

La *Moringa oleífera* es conocida por su valor nutricional y se ha utilizado en la avicultura debido a sus propiedades beneficiosas para las aves; algunas de las características nutricionales favorables de la *Moringa* es el aporte de proteína de calidad, la cual juega un papel fundamental para el crecimiento y desarrollo de las aves, así como para su producción de huevo o carne. Por otra parte, el contenido de vitaminas y minerales, como: vitamina A, C, E, calcio, hierro, zinc, son nutrientes esenciales para el desarrollo inmunológico. Se ha observado que la inclusión de *Moringa*, en la dieta de las aves mejora la digestibilidad de los nutrientes, lo que puede resultar en una mejor utilización de los alimentos y un crecimiento más eficiente, esto puede verse afectado por diferentes factores tales como a cantidad de inclusión, forma de presentación, administración, la dieta base utilizada y las condiciones de crianza de las aves. (Kamran *et al.* 2018)

Mendiola *et al.* (2015) indica que algunos estudios en los que se suministró *Moringa* mezclada con alimento balanceado a pollos de engorde, se aumentó la inmunidad ante las enfermedades por su actividad metabólica, debido a que en las primeras etapas de vida el ave se concentra en el desarrollo del sistema digestivo por lo que hay un incremento lento de peso, pero al ser alimentado con *Moringa* se tiene un animal más fuerte sin menos riesgo de enfermedades, pero con poco peso.

La implementación de la Moringa como alternativa alimenticia en la crianza de pollos de engorde está siendo cada vez más adoptado por los países de América debido a su valor nutricional ya que aporta minerales, vitaminas y carotenoides que le dan pigmento a la piel del pollo y a la yema de huevo (Sebola *et al.* 2015). Las hojas de Moringa deben ser molidas y pulverizadas hasta convertirse en harina no muy fina para la aceptabilidad, la inclusión de este polvo debe ofrecerse hasta un 8% y mezcladas a un 20% del peso del concentrado para evitar efectos adversos sobre el rendimiento de la carcasa y otros cortes de valor comercial tampoco alterar el metabolismo y el riesgo de causar infarto. (Gómez *et al.* 2016)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en dos fases, la primera se llevó a cabo en la parcela de *Moringa oleífera*, de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador (EEP), ubicada en el cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz con coordenadas de Latitud Norte y Longitud Oeste de 13°28' y 89°06' respectivamente. La Altitud de la Estación oscila entre los 31 y 77 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de la costa de 8 km. (Mapa en Anexo Figura A-1), la temperatura mínima promedio es de 23.8°C y la máxima de 39.5°C, con una humedad relativa que varía entre el 68% y el 80% (Paredes, 2011). El módulo avícola se estableció en el caserío Las Joyitas, jurisdicción de Panchimalco, Departamento de San Salvador, a una latitud 13°37'28" Norte 89°10'15" Oeste. Con una elevación 824 msnm, con una temperatura para el periodo de noviembre a enero de 29.9°C y humedad relativa promedio de 70% para ese trimestre. (Tutiempo Network, 2021). (Ver mapa en Anexos Figura A-2)

3.2. Metodología de campo

3.2.1. Instalaciones y equipo

Se realizó una selección y modificación de una galera existente la cual fue adaptada a las necesidades del estudio. La estructura resultante obtuvo dimensiones totales de 6.0 metros de largo, 4.0 metros de ancho y 3.0 metros de alto. El piso fue construido de cemento, mientras que el petril fue hecho de bloques de concreto. Las paredes fueron compuestas por malla ciclón galvanizada #14, la cual permitió una ventilación natural, en estas mismas estructuras se colocaron plásticos negros de polietileno, ajustable para abrir de día y cerrar de noche, para bloquear corrientes de aire en las temperaturas bajas de la madrugada y proteger a las aves de posibles depredadores, en cada espacio el cual tenía contacto externo. El techo fue cubierto con lámina de aluminio y zinc, lo que ayudó a aislar el calor solar y proteger de las lluvias intermitentes de la época.

En el interior de la estructura se construyeron 3 corrales, de 8 metros cuadrados cada uno. Estos corrales están separados entre sí mediante sacos sostenidos con malla de gallinero, alambre y reglas de madera. Es importante destacar que el galpón estaba orientado en un eje este-oeste, lo que permitió reducir la cantidad de luz solar directa que ingresa al interior. Además, la presencia de árboles en el perímetro cerca de 5 metros de distancia también contribuyó a la disminución de la exposición directa a la luz solar.

3.2.2. Preparación de la galera antes de la llegada de los pollitos

Con anticipación de 15 días a la llegada de las aves, se llevó a cabo una limpieza exhaustiva en la galera. Esta limpieza incluyó la eliminación de telarañas y polvo. Posteriormente, se procedió a lavar minuciosamente los restos de material, polvo y suciedad utilizando detergentes y abundante agua. Para lograr una desinfección completa y homogénea del piso y las paredes, se aplicó una mezcla de cal hidratada y sal, con proporción de 3 partes de cal hidratada por 1 parte de sal para la desinfección de galpones avícolas.

Después de esta desinfección, se permitió que la galera se secase por completo antes de recibir a los pollitos; además, se implementó un pediluvio en la entrada de la galera. Este pediluvio tenía dimensiones de 1.5 centímetros de largo, 50 centímetros de ancho y 20 centímetros de profundidad, se utilizó una solución antibacterial a base de amonio cuaternario en una proporción de 1:200, es decir, se emplearon 50 gramos del producto en 10 litros de agua. Cada semana se realizó el cambio de esta solución para mantener un ambiente higiénico y libre de agentes patógenos. Estas medidas de limpieza y desinfección fueron fundamentales para crear un entorno saludable y libre de contaminantes para los pollitos al momento de su llegada a la galera.

Finalmente, para el cuarto de cría cada tratamiento de la galera fue utilizada como sala de cría, donde se acondicionaron espacios para alojar 45 pollos, utilizando cartón para cerrar las esquinas. Se colocó papel kraft en el suelo para evitar que los pollitos ingirieran la granza por confusión y crear termorregulación con el suelo. Se utilizaron de tres a cuatro pliegos de papel kraft por sala de cría, y este papel fue retirado diariamente. Después de ocho días, se retiró el papel kraft para agregar la granza con un grosor de 5 a 7 cm como sustrato hasta el día de sacrificio.

3.2.3. Fuente de calor e iluminación

Durante las primeras dos semanas de vida se les brindó a las aves una fuente de calor con foco incandescente (criadora) usando relación de 1 watts por pollo, a una altura de 1 metro, de manera continua durante las primeras 24 horas ya que la temperatura era baja durante esa época (14°C a 16°C.) Posterior esta se modificó elevando el foco (criadora) cada semana para brindar el calor adecuado a cada tratamiento, según fue el comportamiento de los pollitos y de las condiciones ambientales. La iluminación se brindó 24 horas continuas para facilitarle al pollo en su fase de adaptación entrar en contacto con la comida, posteriormente se utilizó por 20 horas hasta el sacrificio.

3.2.4. Distribución de comederos y bebederos

Durante la primera semana de crianza, se utilizaron bebederos caseros rectos (2 bebederos por tratamiento) compuestos por una botella de plástico de 31.5 cm de altura y un plato de plástico con un diámetro de 25.0 cm. Estos bebederos fueron fabricados con materiales resistentes y de fácil limpieza, y se ubicaron a nivel del suelo. Cada bebedero tenía una capacidad de 2.0 litros de agua. En cuanto a los comederos, se utilizaron dos comederos abiertos con platos de plástico de 2.0 cm de altura y 25.0 cm de diámetro.

Estos comederos fueron diseñados para proporcionar un fácil acceso a los pollitos. Esta disposición se empleó durante la primera semana de crianza.

A partir de la segunda semana y hasta el final del ciclo, se utilizaron comederos tipo tolva de plástico (2 comederos por tratamiento). Estos comederos tenían unas dimensiones de 37.0 cm de altura y un plato con un diámetro de 37.0 cm. Además, eran ajustables en 3 niveles y tenían una capacidad de 11 kg de alimento. Estos comederos eran adecuados para pollitos a partir de los 10 días de edad. La relación fue de 25 pollos por comedero. Además, estos comederos eran fáciles de desinfectar. En cuanto a los bebederos, se utilizaron bebederos con sistema manual de agua tipo cubeta de boca ancha giratoria. Cada bebedero tenía una capacidad de 1.5 galones, con un plato de 30 cm de diámetro y una altura de 28 cm. Se utilizó una relación de 1 bebedero por cada 25 pollos.

3.2.5. Recibimiento de los pollos

El traslado de los pollitos hacia la galera fue en el transcurso de la mañana, para una condición climática favorable, con temperatura fresca y que este factor no propicie estrés. Con anticipación a la llegada de los pollitos se activó la fuente de calor en la galera para tener una temperatura óptima de aproximadamente 33°C. Al momento del recibimiento se tomó el peso inicial y se colocaron en su cuarto de cría cada grupo según el tratamiento correspondiente, se suministraron electrolitos de vitaminas y minerales en el agua de bebida, diluyendo 0.5 gramos en 1 litro de agua en su llegada por el estrés de su movilización y 3 horas después el alimento de inicio.

3.2.6. Descripción de unidades experimentales y su distribución en galera

Las unidades experimentales se formaron con 5 repeticiones, y se realizaron 9 tomas de peso completamente al azar en cada una de ellas. Cada repetición consistió en un total de 45 pollos por tratamiento, lo que sumó un total de 135 pollos de la línea Cobb adquiridos en CRIAVES. Estos pollos no fueron sexados y tenían un día de nacidos, con un peso inicial de 45.36 gramos.

3.2.7. Pesaje de aves

Se registraron datos utilizando tablas con diferentes variables productivas, lo que nos permitió obtener la información necesaria sobre la productividad de los tratamientos para su posterior análisis. Se tomaron datos de peso al inicio y al final de la investigación con una frecuencia de cada siete días. En el día de recibimiento se tomaron los datos de peso como referencia; seguidamente, se realizaron cortes a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días, respectivamente.

3.2.8. Formulación de las dietas

Las dietas se balancearon utilizando el programa "Feed formulation software". Para ello se consideraron los requerimientos nutricionales recomendados por la línea Cobb. Las dietas se elaboraron y balancearon de manera isoproteica para todos los tratamientos, con el objetivo de mantener un equilibrio adecuado de proteínas con relación a otros nutrientes.

Debido a la falta de disponibilidad de un núcleo prefabricado en el mercado minorista, se diseñó un núcleo propio. Los ingredientes utilizados en la formulación incluyeron fosfato dicálcico, sal común, premix vitaminas minerales LBV, secuestrante, pigmentante, lisina y metionina. Cabe destacar que la presentación del alimento ofrecido fue en harina. Se adoptaron estas medidas para mantener la uniformidad entre los tratamientos y poder determinar el efecto de la moringa sobre los parámetros productivos de los pollos, considerando los factores mencionados anteriormente. (ver figura A-8, A-9)

La distribución de las dietas se realizó de la siguiente manera: el tratamiento testigo (T0) consistió en una dieta sin inclusión de harina de Moringa, el tratamiento T1 incluyó una dieta balanceada con un 5% de harina de Moringa, y el tratamiento T2 incluyó una dieta balanceada con un 10% de harina de Moringa. En cuanto a la edad cronológica de los pollos, se utilizó un concentrado de inicio durante las primeras tres semanas. Los niveles de proteína en el concentrado fueron de 22% para el T0, 21.99% para el T1 y 21.99% para el T2. Posteriormente, se realizó una transición durante tres días para cambiar de las formulaciones de concentrado de inicio a concentrado de final de engorde, el cual tenía un nivel de proteína de 19% para todos los tratamientos.

Cuadro 1. Composición de la dieta testigo y los tratamientos usando harina de Moringa.

| Materias primas | T0 | | T1 | | T2 | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final |
| Harina de moringa | 0.00% | 0.00% | 5.00% | 5.00% | 10.00% | 10.00% |
| Harina de maíz | 49.23% | 54.38% | 46.71% | 51.91% | 43.83% | 49.53% |
| Harina de soya | 39.70% | 33.50% | 36.60% | 30.50% | 33.80% | 27.40% |
| Melaza de caña | 2.00% | 2.00% | 2.00% | 2.00% | 2.00% | 2.00% |
| Aceite vegetal | 5.30% | 6.80% | 6.00% | 7.50% | 6.80% | 8.00% |
| Carbonato de calcio | 1.50% | 1.40% | 1.50% | 1.20% | 1.50% | 1.20% |
| Fosfato dicálcico | 1.20% | 1.20% | 1.25% | 1.25% | 1.25% | 1.25% |
| Sal común | 0.30% | 0.30% | 0.30% | 0.30% | 0.30% | 0.30% |
| Premix Vit min LVB | 0.20% | 0.20% | 0.20% | 0.20% | 0.20% | 0.20% |
| Secuestrante | 0.02% | 0.02% | 0.02% | 0.02% | 0.02% | 0.02% |
| Pigmentante | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Lisina | 0.30% | 0.05% | 0.20% | 0.00% | 0.10% | 0.00% |
| Metionina | 0.25% | 0.15% | 0.22% | 0.12% | 0.20% | 0.1% |
| Total | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

3.2.9. Procesamiento de la materia prima (harina de moringa) para su incorporación en el concentrado balanceado

El material utilizado para elaborar la harina de Moringa se obtuvo de una parcela establecida en la EEP. Los árboles utilizados tenían una edad de tres años. Para recolectar la Moringa de manera periódica, se realizaba una poda manual de las ramas cada 45 días. Las ramas eran almacenadas en sacos de nylon para su transporte al laboratorio de química agrícola

de la Universidad de El Salvador. Se tuvo una relación de materia seca de 1 quintal por cada 4 quintales de materia verde.

El proceso de preparación para la deshidratación consistió en el deshojado, limpieza y colocación de las hojas extendidas en bandejas de aluminio que luego fueron colocadas dentro de la estufa de aire circulante a una temperatura de 70°C durante 24 horas. Después de deshidratar las hojas de Moringa, se procedió a molerlas utilizando un molino de martillo, lo que resultó en la obtención de harina. Esta fue pesada cuidadosamente en una balanza analítica y luego almacenada en bolsas tipo ziploc, las cuales fueron previamente etiquetadas. Estas bolsas se colocaron en cajas herméticas para su adecuado almacenamiento.

3.2.10. Elaboración del concentrado para la alimentación de aves

Se adquirieron las materias primas para la preparación del alimento concentrado en la cooperativa MACOGA S.A. de C.V., ubicada en el departamento de Sonsonate.

La preparación de las materias primas totales para la mezcla por los tres tratamientos para la fase de inicio y final engorde se llevó a cabo mediante el pesaje de los ingredientes: 18.93lb de carbonato de calcio, 17.58lb de fosfato dicálcico, 4.28lb de sal común, 2.85lb de premix vit min, 131.54g de secuestrante, 421.84g de lisina y 2.13 lb de metionina. Para el resto de las materias primas que se implementaron en mayor cantidad, se utilizó una báscula industrial con capacidad de 1,200 libras. Las proporciones pesadas fueron: 720lb de harina de maíz, 457.53 lb de harina de soya, 71.25lb de harina de moringa, 28.50 lb de melaza de caña y 100.68 lb de aceite vegetal. La unificación de todas las materias primas se realizó mediante el uso de una mezcladora industrial con capacidad de 500 libras, la cual fue facilitada por la Granja Avícola Sosa. Después del proceso de mezclado, el concentrado se recibió en sacos de nylon, los cuales fueron identificados y tratados adecuadamente para su almacenamiento.

3.2.11. Horarios y suministro de alimentación de aves

La provisión de alimento se llevó a cabo siguiendo las directrices de manejo de Cobb 2019. Se tomó nota del peso diario de la ración suministrada, comenzando con 40 gramos de concentrado por pollito en la primera semana, aumentando a 80 gramos en la segunda, 125 gramos en la tercera, 165 gramos en la cuarta, 194 gramos en la quinta y, finalmente, 220 gramos en la sexta semana. Esta cantidad se dividía en dos porciones y se administraba dos veces al día, a las 8:00 a. m. y a las 3:00 p. m. Se calculó el consumo semanal considerando tanto la cantidad de alimento proporcionado como la cantidad rechazada durante cada semana a lo largo de las seis semanas de la fase de campo.

3.2.12. Consumo de agua

A la llegada de las aves a la galera, se recibieron con electrolitos y vitaminas con una dosis de 2 gramos por galón de agua durante los primeros 4 días y se les ofreció alimento dos horas después de su llegada.

3.2.13. Plan de vacunación

En CRIAVES se nos entregaron con la primera dosis para la prevención de la Viruela Aviar y de la Influenza Aviar. Al cumplir 7 días se aplicó New castle cepa Lasota + Bronquitis cepa Massachusetts, vía ocular, una gota en cada ave. Finalmente, al día 21 se aplicó New castle cepa Lasota+ Bronquitis cepa Massachusetts+ Gumboro cepa Lukert, vía ocular, una gota en cada ave.

3.2.14. Sacrificio de las aves

Al cumplirse seis semanas del ciclo de producción, se llevó a cabo esta actividad en la que se sacrificaron 15 aves por tratamiento. Previamente, las aves fueron sometidas a un ayuno de 12 horas. El proceso comenzó con el aturdimiento manual, el cual provocó la pérdida de consciencia y sensibilidad al dislocar las vértebras del cuello, utilizando un cuchillo afilado, se procedió a degollar las aves, realizando un corte en la vena yugular, lo que ocasionó la muerte del animal y el drenaje de la sangre.

Una vez realizado el aturdimiento y desangrado, se verificó la muerte del ave mediante la ausencia de signos clínicos. El proceso de desplumado se llevó a cabo sumergiendo cada ave en agua a punto de ebullición durante 3 minutos, esto se hizo en un recipiente grande de aluminio para dilatar los folículos de la piel facilitando la extracción manual de las plumas. Seguidamente, se procedió a extraer el paquete visceral con sumo cuidado de forma manual. Los órganos comestibles, como la molleja, hígado y corazón, se limpiaron y lavaron meticulosamente para ser empacados junto con toda la canal. Posteriormente, se registró el peso en canal por cada tratamiento y se lavó con agua limpia para ser empaquetados en bolsas plásticas de cinco libras y almacenados en hieleras.

3.3. Metodología de análisis sensorial de la carne de pollo

Es el conjunto de técnicas de medida y de evaluación por uno o más de los cinco sentidos de las sensaciones experimentadas por humanos, como respuesta a determinadas características o propiedades de los alimentos. Parámetros contribuyen a establecer la calidad de un alimento u otros productos. (Esquivel, 2008).

Este análisis se realizó de una manera descriptiva, midiendo la aceptación del consumidor, se seleccionaron 10 personas aleatorias sin ningún entrenamiento previo para la degustación. La muestra utilizada fueron 3 libras de pechuga y muslos previamente limpias y listas para su preparación, cocidas al vapor sin añadirle condimentos o especias para no interferir en los parámetros a evaluar. Una vez lista la muestra para la degustación se evaluó la prueba de aceptación del consumidor de la carne de pollo, se dieron las indicaciones antes de realizar la degustación explicando los parámetros a medir y la manera de calificación, seguidamente se entregó 2 onzas de carne de pollo a cada persona por tratamiento.

VARIABLES evaluadas fueron: Olor, sabor, pastosidad, fibrosidad, dureza y jugosidad, utilizando escalas hedónicas para evaluar intensidad y agrado de las variables. Con el resultado de la encuesta, se recopilaron y se agregaron por tratamiento, obteniendo las medias, para realizar el análisis mediante graficas de barra.

3.4. Metodología de Laboratorio

3.4.1. Preparación de la muestra de moringa para el análisis bromatológico

El material verde se recolectó a partir de la parcela establecida en la Estación experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas; realizando la poda de las ramas, almacenándolas en sacos de nylon para transportarlas al laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Universidad de El Salvador para su procesamiento. Para la preparación de la muestra se colocaron las ramas en bandejas de aluminio para deshojarlas de forma manual separando las hojas y tallos. Seguidamente se lavaron con agua de grifo y se secaron para luego pesar las muestras haciendo uso de la balanza analítica para determinar los siguientes análisis: humedad parcial, humedad total, cenizas, extracto etéreo, proteína, fibra cruda, carbohidratos, minerales calcio, potasio, magnesio y zinc. (resultados de los cálculos en anexos)

3.4.2. Determinación humedad parcial

Se inició, con la determinación de humedad parcial utilizando una muestra de 500 gramos distribuidos de la siguiente manera: 350 gramos de hoja de Moringa, repartidos en quince bolsas de papel manila con 23.3 g cada una y 150 gramos de tallo repartidos en diez bolsas con 15 g cada una. Se tomó el peso bolsa vacía, peso de muestra, peso de bolsa más muestra, se rotularon con un número correlativo y se colocaron en una estufa de aire circulante a una temperatura de 70°C durante 24 horas, posteriormente se sacaron las muestras de la estufa, se dejaron enfriar para luego tomar el peso. (Bonilla *et al.* 2012).

3.4.3. Determinación humedad total

Debido a que para la formulación de las dietas solo se utilizaría la hoja de Moringa para los siguientes análisis solo se procesó la hoja y se trabajó la muestra por duplicado para mayor seguridad. A partir de la muestra a la que se le determinó la humedad parcial, se procede a realizar la humedad total, que consiste en la eliminación de toda la humedad de la muestra esto representa la masa de agua que ésta contiene, la cual se determina usando una estufa de aire circulante a una temperatura de 105°C por un tiempo de 6 horas.

Luego de tener la muestra seca, se procesó en el molino de martillo para obtener partículas pequeñas, se prepararon dos cajas de aluminio tomando el peso inicial de la caja vacía, peso de muestra de 10 gramos por caja, peso de caja más muestra, se identificaron y se colocaron las cajas tapadas en la estufa a temperatura de 105°C durante 6 horas. (Bonilla *et al.* 2012).

3.4.4. Determinación de cenizas

Permite estimar la cantidad total de material inorgánico es decir los minerales presentes en una muestra, por medio de un proceso de calcinación de esta en un horno de mufla a temperatura de 550°C por un periodo de dos horas, quemando todo el material orgánico reduciéndolo a cenizas.

Se identificaron y pesaron dos crisoles de porcelana vacíos, utilizando 2 gramos de muestra por cada crisol, luego se colocaron en el horno mufla a temperatura de 550°C durante 2 horas, posteriormente se retiraron con pinzas metálicas y se dejó durante 30 minutos en el desecador para después pesarlo. (Bonilla *et al.* 2012).

3.4.5. Solución de cenizas

En el producto obtenido de la calcinación, la ceniza se trató con ácido clorhídrico concentrado, agua destilada, se agitó y calentó cerca del punto de ebullición, después se filtró a través de un papel filtro libre de cenizas quedando en el filtrado los minerales; y la sílice en el papel filtro. (Bonilla *et al.* 2012).

Utilizando los dos crisoles calcinados con la ceniza, se agregó primero el ácido clorhídrico concentrado, luego se agregó el agua destilada y se colocó el crisol en un Hot plate a una temperatura de ebullición cerca de 100 °C y permitiendo la evaporación de la mayor parte de la solución, se dejó enfriar para posteriormente filtrar el contenido de los lavados que se realizaron con agua destilada hasta que no quedaran residuos en el crisol, esta solución se depositó en balones volumétricos identificados y almacenados para la determinación de minerales, calcio, potasio, magnesio y zinc estos elementos fueron posteriormente fueron determinados en el espectrofotómetro de absorción atómica y fotometría de llama.

3.4.6. Determinación de extracto etéreo

Por medio del método de Soxhlet que tiene como principio: El éter se evapora y se condensa continuamente y al pasar a la muestra, extrae materiales solubles, el extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el beaker, se seca y se pesa. (Bonilla *et al.* 2012). Se pesó una muestra de 2 gramos de harina de hoja de Moringa y se colocó en dedales limpios y se tomó el peso.

La muestra se cubrió con papel filtro y se colocó el dedal dentro de la corneta y se fijó bajo el condensador del equipo de extracción. Luego se pesó un balón volumétrico previamente secado, se añadió el éter, se colocó sobre el condensador y se enciende el equipo completo el proceso dura alrededor de 8 horas, posteriormente se apagó el equipo, se removieron las muestras (dedales), el contenido de los balones, se tomó el peso de los balones y se calculó el extracto etéreo por medio de una fórmula.

3.4.7. Determinación de nitrógeno

En la determinación química de las proteínas, los datos son expresados como Nitrógeno proteico total utilizando el método de micro KJELDAHL que tiene como principio:

La destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente. Este actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos que actúan como catalizadores.

El amoniaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio, que es estable en las condiciones de trabajo. Cuando el amoniaco es liberado, se recoge en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio. El borato de amonio éste se titula con ácido clorhídrico empleando como indicador una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo. (Bonilla *et al.* 2012).

3.4.8. Determinación de fibra cruda

El producto que queda luego de la digestión de la grasa es el que se utiliza para la determinación de la fibra cruda este método consiste en digerir la muestra desengrasada primero con ácido sulfúrico 1.25% y luego con hidróxido de sodio 1.25%, lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta eliminación de ácido o álcali del material, la muestra se lava después con alcohol, se seca y calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación. (Bonilla *et al.* 2012).

3.4.9. Determinación de carbohidratos

Para calcular el contenido de carbohidratos presentes en una muestra se necesita primero determinar: extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda y cenizas. Con los datos obtenidos se emplea una fórmula y el resultado se expresa en porcentaje. (Bonilla *et al.* 2012)

3.5. Metodología estadística

3.5.1. Diseño estadístico

Para el procesamiento de los datos se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y cinco repeticiones con un nivel de significancia estadística α del 5% debido a la naturaleza de las unidades experimentales, distribuidas en tres tratamientos con cinco repeticiones, conformado por 9 unidades experimentales cada una, haciendo un total de 135 aves.

3.5.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se realizaron las siguientes pruebas: análisis de varianza (ANOVA), comparación múltiple de medias utilizando la prueba diferencia mínima significativa honesta (DMSH) o método de Tukey, para todas las variables y los muestreos realizados. Los datos obtenidos en campo fueron organizados en hojas de cálculo de Excel® y procesados por medio del software Infostat®.

Tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos descritos de la siguiente manera:

T0= testigo dieta balanceada sin inclusión de harina de Moringa.

T1= dieta balanceada con inclusión del 5% de harina de Moringa.

T2= dieta balanceada con inclusión del 10% de harina de Moringa.

Tres tratamientos de 45 aves cada uno, con 5 repeticiones cada uno.

Cuadro 2. Diseño de los tratamientos

| Tratamientos | Repeticiones | | | | |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| T0 | T0R ₁ | T0R ₂ | T0R ₃ | T0R ₄ | T0R ₅ |
| T1 | T1R ₁ | T1R ₂ | T1R ₃ | T1R ₄ | T1R ₅ |
| T2 | T2R ₁ | T2R ₂ | T2R ₃ | T2R ₄ | T2R ₅ |

3.5.3. Modelo estadístico

Este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales y se representa de la siguiente manera:

Fórmula

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

\hat{Y}_{ij} = es la observación del i-ésimo tratamiento

μ = es la media experimental

T_i = efecto medio del i-ésimo tratamientos.

E_{ij} = error experimental.

i = número de tratamiento.

j = número de repetición.

3.5.4. Toma de datos

Se registraron datos utilizando tablas con diferentes variables productivas, lo que nos permitió obtener la información necesaria sobre la productividad de los tratamientos para su posterior análisis. Se tomaron datos de peso al inicio y al final de la investigación con una frecuencia de cada siete días. En el día de recibimiento se tomaron los datos de peso como referencia, seguidamente se realizaron cortes a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días.

3.5.5. Descripción de variables

Se elaboró un registro digital con las variables: Peso vivo (g), consumo de alimento acumulado, ganancia de peso (g), conversión alimenticia (C.A), peso en canal (g); la medición, análisis e interpretación de estos parámetros permitió determinar el efecto de la inclusión de harina de moringa en diferentes porcentajes a la dieta.

Variables cuantitativas

- **Peso vivo (PV)**

Se llevó a cabo tomando el peso vivo al final del corte semanal, pesando a las 45 aves por tratamiento, llevando un registro digital del peso expresado en gramos de cada semana y al final del ciclo de producción.

- **Ganancia de peso diaria promedio (GP)**

En el primer día de vida, se registró el peso inicial de cada pollo. Posteriormente, se determinó la ganancia de peso diaria, que se obtuvo a partir del peso vivo final de la semana, del cual se restó el peso inicial, y el resultado se dividió entre la cantidad de días vividos por el ave. Esto se puede expresar de la siguiente manera:

Ganancia de peso diaria = (Peso vivo al final de la semana - Peso inicial) / Edad del ave en días.

- **Conversión alimenticia (C.A.)**

Se midió la relación entre el alimento consumido y el peso ganado, esto se llevó a cabo de forma semanal utilizando la siguiente fórmula:

Conversión alimenticia= alimento consumido/ peso vivo

- **Peso en canal (P.C.)**

El peso de la canal se determinó al final de las 6 semanas en donde se pesó el ave sacrificada sin plumas y vísceras. El registro de peso en canal se expresó en gramos. Además, para determinar el peso en canal, se tomaron mediciones del peso vivo en pie y después del proceso de sacrificio.

Variables cualitativas

Por medio de un cuestionario tipo encuesta se midieron los parámetros de las características organolépticas tomando una muestra de 10 personas que degustaron el producto final de la carne de pollo, los resultados obtenidos se procesaron mediante estadística descriptiva generando gráficos de barra.

- **Características organolépticas**

Se evaluaron los parámetros organolépticos con el fin de determinar si los diferentes tipos de alimentación afectaron las características de la carne de pollo como: olor, sabor, dureza, pastosidad, jugosidad y fibrosidad.

3.6. Metodología socioeconómica

Para determinar la metodología socioeconómica y ambiental se utilizaron los parámetros de CIMMYT (Centro de Investigación de Mejoramiento del Maíz y Trigo), en el cual se evaluó rendimiento promedio por tratamiento, rendimiento ajustado, beneficios brutos de campo, total de costos que varían y beneficio neto.

Los datos procesados para el análisis económico se obtuvieron de la siguiente manera:

- **Rendimiento en canal por tratamiento:** Es el resultado del peso promedio de la canal en libras multiplicada por el número de aves del tratamiento (45 aves).

*Rendimiento en canal por tratamiento = (peso promedio de la canal * total de aves por tratamiento).*

- **Rendimiento Ajustado:** Se calculó multiplicando el rendimiento promedio por tratamiento por el ajuste de 0.15. (15%) para poder obtener resultados significativos en el ensayo.

Rendimiento ajustado = (rendimiento en canal por tratamiento) x 0.15.

- **Beneficio Bruto de Campo (BBC):** Este se calculó por cada uno de los tratamientos multiplicado el precio de mercado de la libra de carne de pollo en el mercado (\$1.99) por el valor del rendimiento ajustado.

Beneficio bruto de campo = precio de mercado de libra de pollo x rendimiento ajustado.

- **Costo de Concentrado:** Este se obtuvo del costo del quintal de concentrado producido por la cantidad de alimento consumido por cada tratamiento en las seis semanas de vida productiva.
- **Material y Equipo:** Este resultado del total del presupuesto parcial dividido entre los 3 tratamientos.
- **Costos que Varían:** Es la sumatoria del costo del concentrado más material y equipo.
- **Beneficio Neto:** Es la resta del beneficio bruto de campo menos los costos que varían dando como resultado la ganancia total.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis sobre rendimiento productivo de pollos de engorde

4.1.1. Peso vivo

Según los resultados obtenidos en esta investigación, los mayores pesos vivos al finalizar el periodo de seis semanas se obtuvieron en el tratamiento T0 con una media de 2589.10 gramos. Le sigue el tratamiento T1 con un promedio de 2454.84 gramos, y finalmente, el tratamiento T2 con un peso medio de 2192.67 gramos (ver figura 1).

Bucardo *et al.* (2015) resaltan que al añadir un 5% de harina de Moringa oleífera a la dieta de pollos de engorde línea Cobb 500 por 42 días, se alcanzó un peso promedio de 2347.50 g, sin observar diferencias significativas ($P > 0.05$). Por otro lado, en nuestro estudio, el tratamiento T1 logró un peso medio de 2,454.84 g, resultado que fue estadísticamente significativo ($P < 0.05$, Ver Cuadro 4) al compararlo con nuestro grupo control (T0). A su vez, Garavito (2008) reportó un peso inferior, de 2,108 g, mientras que Esparza *et al.* (2019) registraron un peso de 2,086 g al añadir un 10% de harina de Moringa oleífera, observando diferencias significativas ($P < 0.05$). De manera similar, en nuestro tratamiento T2 se alcanzaron 2192.67g, resultado que también fue estadísticamente significativo ($P < 0.05$, Ver cuadro 4), lo cual sugiere que existe una tendencia que indica que a medida que aumenta la inclusión de harina de Moringa en la dieta, el peso vivo de los pollos puede verse adversamente afectado. Así, se podría concluir que una dieta con Moringa impacta en el peso vivo y, específicamente, una adición del 10% podría acelerar el tránsito intestinal, resultando en un paso más rápido del alimento a través del sistema digestivo y, potencialmente, en un menor aumento de peso en los pollos.

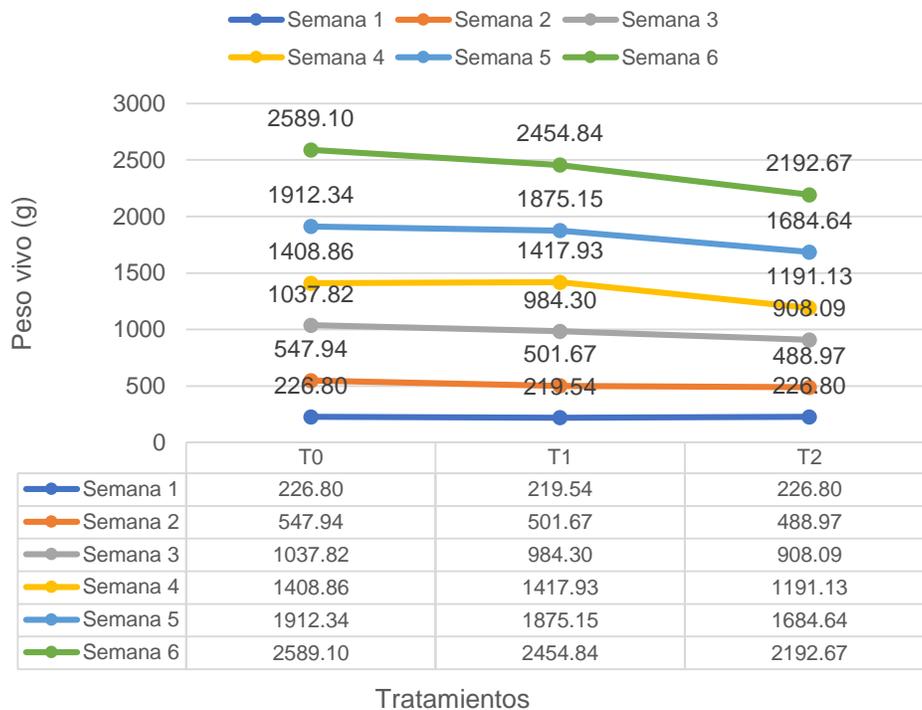


Figura 1. Comportamiento del peso vivo por semana y tratamiento

El análisis de varianza para el peso vivo de las aves durante las seis semanas, con coeficientes de variación que varían desde 0.55% hasta 1.46%, evidenció diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos (T0, T1 y T2). Estos resultados sugieren que cada tratamiento influyó de manera distintiva sobre el peso de las aves a lo largo del periodo evaluado (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza para el peso vivo en gramos.

| Semana | C.V. (%) | S.C. | G.L. | C.M. | p-valor |
|--------|----------|-----------|------|-----------|---------|
| 1 | 1.04 | 175.79 | 14 | 87.89 | 0.0004 |
| 2 | 1.46 | 9631.37 | 14 | 4815.68 | <0.0001 |
| 3 | 1.32 | 42500.97 | 14 | 21250.48 | <0.0001 |
| 4 | 0.55 | 164870.78 | 14 | 82435.39 | <0.0001 |
| 5 | 0.75 | 149206.39 | 14 | 74603.19 | <0.0001 |
| 6 | 0.86 | 406541.86 | 14 | 203270.93 | <0.0001 |

Dónde: C.V. = coeficiente de variación, S.C. = suma de cuadrados, G.L. = grados de libertad totales, C.M. = Cuadrados medios, p-valor = valor de probabilidad.

Las pruebas de Tukey (ver cuadro 4) mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el peso vivo entre los tratamientos a lo largo de las seis semanas evaluadas. Durante la primera semana, T0 y T2 presentaron medias de peso prácticamente idénticas y superiores a T1. No obstante, a partir de la segunda semana, se observaron divergencias más notables entre los tratamientos. T0 mantuvo regularmente un peso superior en las aves, alcanzando 2589.1 gr en la sexta semana, aunque es importante mencionar que en la cuarta semana T1 mostró un peso ligeramente mayor que T0. En contraposición, T2 presentó el menor rendimiento en términos de peso vivo en cada semana, con un valor de 2192.67 g en la última evaluación.

Estos resultados resaltan la ventaja constante de T0 en la mayoría de las semanas, mientras que T2 se manifestó como el tratamiento menos eficaz en relación con el peso vivo de las aves.

Cuadro 4. Resumen de las pruebas de Tukey para el peso vivo en gramos

| Semana | T0 (Media \pm E.E.) | T1 (Media \pm E.E.) | T2 (Media \pm E.E.) | p-valor |
|--------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|
| 1 | 226.8 \pm 1.05 (A) | 219.54 \pm 1.05 (B) | 226.8 \pm 1.05 (A) | 0.0004 |
| 2 | 547.94 \pm 3.35 (A) | 501.67 \pm 3.35 (B) | 488.97 \pm 3.35 (C) | <0.0001 |
| 3 | 1037.82 \pm 5.79 (A) | 984.3 \pm 5.79 (B) | 908.09 \pm 5.79 (C) | <0.0001 |
| 4 | 1408.86 \pm 3.29 (A) | 1417.93 \pm 3.29 (A) | 1191.13 \pm 3.29 (B) | <0.0001 |
| 5 | 1912.34 \pm 6.13 (A) | 1875.15 \pm 6.13 (B) | 1684.64 \pm 6.13 (C) | <0.0001 |
| 6 | 2589.10 \pm 9.24 (A) | 2454.84 \pm 9.24 (B) | 2192.67 \pm 9.24 (C) | <0.0001 |

Dónde: E.E = Error estándar, T0 = Testigo, T1 = 5% moringa y T2 = 10% moringa. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.1.2. Ganancia de peso diaria promedio

A lo largo de un periodo de seis semanas, el tratamiento T0 destacó con la ganancia de peso más pronunciada, alcanzando 363.13 gramos al finalizar. Por su parte, el tratamiento T1 registró 344.21 gramos, y T2 culminó con 306.76 gramos. A pesar de que T1 y T2 iniciaron con valores cercanos en la semana uno, con el tiempo, sus ganancias se diferenciaron de forma clara. En esencia, T0 demostró ser el tratamiento más eficiente en términos de ganancia de peso durante la investigación (ver figura 2).

Los grupos T0 y T1 exhibieron comportamientos similares, corroborado por Emén *et al.* (2020), quienes observaron tendencias comparables en pollos Cobb con inclusión de harina de moringa. En su estudio, la ganancia de peso fue de 524.5 g en el grupo control y de 619.16 g con una inclusión del 7%, pero disminuyó a 478.5 g con el 15% de inclusión, siendo esta reducción estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Esparza *et al.* (2019), indicaron que con dosis mayores del 10% de harina de *Moringa oleífera* en la dieta de los pollos de engorde, la ganancia de peso disminuye con diferencias significativas ($P < 0.05$) coincidiendo con nuestro estudio el tratamiento T2 presento la menor ganancia de peso 306.76 g siendo esta estadísticamente significativa ($P < 0.05$, ver Cuadro 6) al compararla con el tratamiento control (T0). Por lo cual el efecto que pueda generar la inclusión de harina de hoja de moringa dentro la dieta de pollos de engorde va a variar dependiendo del porcentaje que se incluya en la dieta, debido a que esta actúa directamente en el crecimiento y desarrollo inmunológico del ave en las primeras etapas de vida por lo que se concentra en su actividad metabólica disminuyendo la ganancia de peso significativamente. (Mendiola *et al.* 2015).

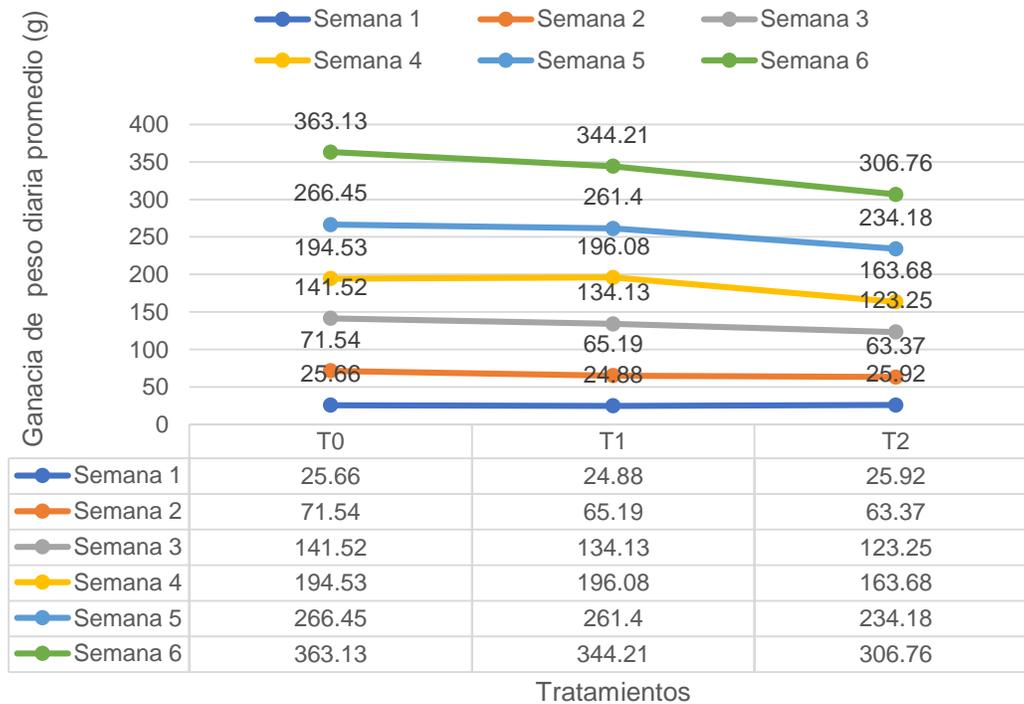


Figura 2. Comportamiento de la ganancia de peso promedio por semana y tratamiento

El análisis de varianza (ver cuadro 5), con un coeficiente de variación de 1.54% en la primera semana, demostró que la ganancia de peso en los tratamientos T0, T1 y T2 presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) (ver cuadro). A medida que transcurrían las semanas, el coeficiente de variación osciló entre 0.63% y 1.62%, indicando diferencias altamente significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos. Estos resultados reflejan el impacto diferenciado de cada tratamiento en la ganancia de peso de las aves durante el estudio.

Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza para la ganancia de peso promedio.

| Semana | C.V. (%) | S.C. | G.L. | C.M. | p-valor |
|--------|----------|---------|------|---------|---------|
| 1 | 1.54 | 2.92 | 14 | 1.46 | 0.0034 |
| 2 | 1.62 | 183.84 | 14 | 91.92 | <0.0001 |
| 3 | 1.42 | 844.85 | 14 | 422.42 | <0.0001 |
| 4 | 0.63 | 3339 | 14 | 1669.5 | <0.0001 |
| 5 | 0.78 | 3012.28 | 14 | 1506.14 | <0.0001 |
| 6 | 0.88 | 8231.83 | 14 | 4115.91 | <0.0001 |

Dónde: C.V. = coeficiente de variación, S.C. = suma de cuadrados, G.L. = grados de libertad totales, C.M. = Cuadrados medios, p-valor = valor de probabilidad.

Las pruebas de Tukey (ver cuadro 6) señalaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las ganancias de peso entre los tratamientos a lo largo de las seis semanas. En la primera semana, T0 (25.66 g) y T2 (25.92 g) mostraron ganancias similares y superiores a T1 (24.88 g). Desde la segunda semana en adelante, T0 consistentemente registró las mayores ganancias, siendo particularmente notable en la sexta semana con un valor medio de 363.13 g. Por otro lado, T2 consistentemente mostró los valores más bajos, culminando con una media de 306.76 g en la sexta semana.

Este análisis subraya la superioridad constante del tratamiento T0 en términos de ganancia de peso, mientras que T2 se destaca como el tratamiento menos eficaz a lo largo del periodo estudiado.

Cuadro 6. Resumen de las pruebas de Tukey para la ganancia de peso diaria.

| Semana | T0 (Media \pm E.E.) | T1 (Media \pm E.E.) | T2 (Media \pm E.E.) | p-valor |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| 1 | 25.66 \pm 0.18 (A) | 24.88 \pm 0.18 (B) | 25.92 \pm 0.18 (A) | 0.0034 |
| 2 | 71.54 \pm 0.48 (A) | 65.19 \pm 0.48 (B) | 63.37 \pm 0.48 (B) | <0.0001 |
| 3 | 141.52 \pm 0.85 (A) | 134.13 \pm 0.85 (B) | 123.25 \pm 0.85 (C) | <0.0001 |
| 4 | 194.53 \pm 0.52 (A) | 196.08 \pm 0.52 (A) | 163.68 \pm 0.52 (B) | <0.0001 |
| 5 | 266.45 \pm 0.89 (A) | 261.4 \pm 0.89 (B) | 234.18 \pm 0.89 (C) | <0.0001 |
| 6 | 363.13 \pm 1.33 (A) | 344.21 \pm 1.33 (B) | 306.76 \pm 1.33 (C) | <0.0001 |

Dónde: E.E = Error estándar, T0 = Testigo, T1 = 5% moringa y T2 = 10% moringa. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

4.1.3. Conversión alimenticia

En cuanto esta variable se obtuvieron los siguientes resultados: T0 mostró la mejor eficiencia en conversión alimenticia, iniciando con 0.64 y terminando en 1.84 mientras que el T1 comenzó con 0.66 y culminó en 1.94, finalmente el T2 finalizó con la menor eficiencia, alcanzando 2.17. (Ver figura 3). En estudios realizados por Al-Bahouh *et al.* (2017), quienes analizaron el efecto de la moringa en niveles de 10%, 20% y 40% en aves demuestran que, a mayor inclusión de moringa, la conversión alimenticia resulta menos eficiente, arrojando valores de 1.72 (T0), 2.10 (T1), 2.60 (T2) y 3.79 (T3). Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación, ya que los tratamientos: control y 10% de moringa presentaron comportamientos análogos en la conversión, con 1.84 y 2.17, respectivamente.

Así mismo, Bucardo *et al.* (2015) reportaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en sus tratamientos, observando conversiones de 1.6 para el control, 1.64 para el 5% de moringa y 1.79 para el 10% de moringa, resaltando así una mínima diferencia entre el control y el 5% de moringa. Al comparar ambos estudios, se observa que la eficiencia alimenticia disminuye menos con un 5% de moringa en comparación con un 10%. No obstante, en ambos casos, el tratamiento control sigue posicionándose como el más eficiente. Esto puede deberse a factores que competen al tipo de dieta, su elaboración y presentación al animal que van a influir directamente en el consumo de alimento, por otra parte, considerar la composición nutricional de las materias primas en este caso los factores antinutricionales que posee la hoja de moringa que pueden afectar la asimilación y el metabolismo del alimento provocando un aumento en la conversión alimenticia.

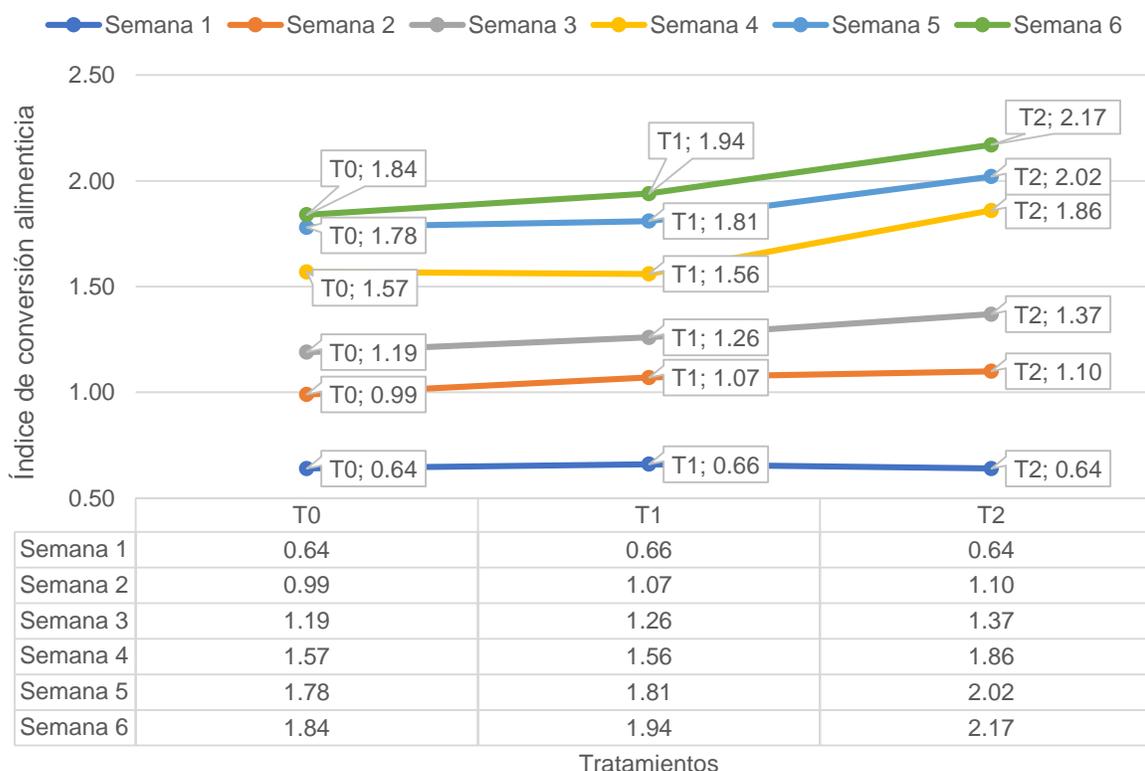


Figura 3. Comportamiento de la conversión alimenticia por semana y tratamiento.

El análisis de varianza para la conversión alimenticia (ver cuadro 7) reveló diferencias significativas entre los tratamientos a lo largo de las seis semanas estudiadas. En la primera semana, con un coeficiente de variación del 1.26%, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en la conversión alimenticia entre los tratamientos T0, T1 y T2 (ver cuadro). A medida que avanzaban las semanas, el coeficiente de variación fluctuó entre 0.57% y 1.68%, lo que indica diferencias significativas ($P < 0.05$) en la conversión alimenticia entre los diferentes tratamientos. Estos resultados sugieren un efecto marcado de cada tratamiento en la eficiencia con la que las aves convierten el alimento en peso corporal durante el período de estudio.

Cuadro 7. Resumen del análisis de varianza para la conversión alimenticia

| Semana | C.V. (%) | S.C. | G.L. | C.M. | p-valor |
|--------|----------|----------|------|----------|---------|
| 1 | 1.26 | 1.30E-03 | 14 | 6.70E-04 | 0.0028 |
| 2 | 1.68 | 0.04 | 14 | 0.02 | <0.0001 |
| 3 | 1.48 | 0.08 | 14 | 0.04 | <0.0001 |
| 4 | 0.57 | 0.29 | 14 | 0.14 | <0.0001 |
| 5 | 0.7 | 0.17 | 14 | 0.09 | <0.0001 |
| 6 | 0.82 | 0.29 | 14 | 0.14 | <0.0001 |

Dónde: C.V. = coeficiente de variación, S.C. = suma de cuadrados, G.L. = grados de libertad totales, C.M. = Cuadrados medios, p-valor = valor de probabilidad.

Durante las seis semanas, las pruebas de Tukey (ver cuadro 8) mostraron diferencias en la conversión alimenticia entre tratamientos. En la primera semana, tanto T0 (0.64) como T2 (0.64) presentaron similar eficiencia, mientras que T1 (0.66) fue ligeramente inferior. En la segunda semana, T0, T1 y T2 se diferenciaron con designaciones (A), (B) y (C), siendo T0 el más eficiente y T2 el menos. En las siguientes semanas, T0 mantuvo su eficiencia, T2 tuvo la menor, y T1 varió entre ambos. En conjunto, T0 tuvo la eficiencia más alta, T2 la más baja, y T1 resultados intermedios.

En resumen, durante el período de estudio, el tratamiento testigo (T0) demostró una eficiencia alimenticia consistentemente alta, mientras que el tratamiento con 10% de moringa (T2) resultó ser menos eficiente. El tratamiento con 5% de moringa (T1) se comportó de manera intermedia, con su eficiencia variando entre las de T0 y T2 según la semana.

Cuadro 8. Resumen de las pruebas de Tukey para la conversión alimenticia

| Semana | T0 (Media \pm E.E.) | T1 (Media \pm E.E.) | T2 (Media \pm E.E.) | p-valor |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| 1 | 0.64 \pm 3.70E-03 (A) | 0.66 \pm 3.70E-03 (B) | 0.64 \pm 3.70E-03 (A) | 0.0028 |
| 2 | 0.99 \pm 0.01 (A) | 1.07 \pm 0.01 (B) | 1.1 \pm 0.01 (C) | <0.0001 |
| 3 | 1.19 \pm 0.01 (A) | 1.26 \pm 0.01 (B) | 1.37 \pm 0.01 (C) | <0.0001 |
| 4 | 1.57 \pm 4.20E-03 (A) | 1.56 \pm 4.20E-03 (A) | 1.86 \pm 4.20E-03 (B) | <0.0001 |
| 5 | 1.78 \pm 0.01 (A) | 1.81 \pm 0.01 (B) | 2.02 \pm 0.01 (C) | <0.0001 |
| 6 | 1.84 \pm 0.01 (A) | 1.94 \pm 0.01 (B) | 2.17 \pm 0.01 (C) | <0.0001 |

Dónde: E.E = Error estándar, T0 = Testigo, T1 = 5% moringa y T2 = 10% moringa. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.1.4. Peso en canal

El tratamiento T0 registró el mayor peso en canal con 1903.54 gramos, seguido por T1 con 1872.71 gramos. La diferencia entre ambos es de 30.83 gramos. En contraposición, T2 obtuvo el menor rendimiento, alcanzando 1679.84 gramos (ver figura 4). Estos resultados destacan la superioridad de T0 y T1 en comparación con T2 en términos de peso en canal.

En el estudio realizado por Bucardo *et al*, (2015), se concluye que no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en lo que respecta a la variable "peso en canal" entre los distintos tratamientos (T0: 0%, T1: 5% y T2: 10%). Los valores de peso en canal registrados fueron de 1,657.20 g, 1,685.80 g y 1,559.90 g para T0, T1 y T2, respectivamente. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), es relevante señalar que los resultados numéricos indican un comportamiento similar a la investigación actual teniendo mejores resultados el tratamiento control, seguido del T1 5% y coincidiendo particularmente en el grupo T2 (10%), que registró un peso de 1,679.84 g (Ver cuadro 10).

Por tanto, se observa que los tratamientos que incluyen un 10% de moringa muestran un comportamiento parecido en términos de la disminución del peso en canal. Esta similitud puede atribuirse al hecho de que, aunque la moringa tiene un alto contenido proteico, también posee un nivel significativo de fibra. Esto puede llevar a un aumento en el consumo de alimento, pero al mismo tiempo puede obstaculizar la asimilación y su aprovechamiento. El uso de dietas equilibradas con moringa puede mejorar la pigmentación de la carne y la consistencia de la canal en pollos de engorde, según Mendiola *et al*. (2015). De igual manera Gómez *et al*. (2016), afirma que se puede incorporar de manera segura harina de moringa en las dietas de pollos de engorde hasta un 8% sin afectar el rendimiento de la carcasa y los cortes comerciales. Esto indica que la moringa proporciona nutrientes adecuados para las necesidades nutricionales de los pollos parrilleros y aumenta su consumo de dietas que la incluyen.

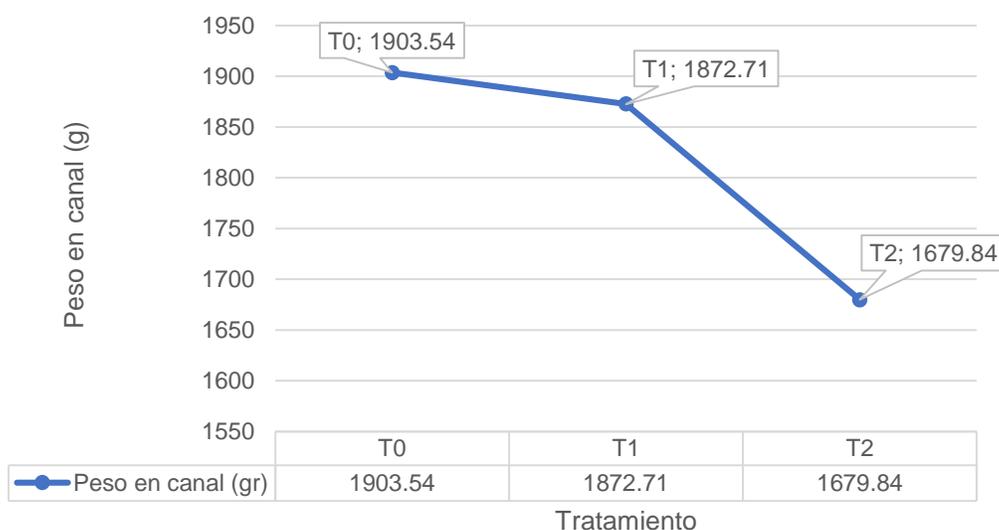


Figura 4. Comportamiento del peso en canal por semana y tratamiento.

Basándonos en el análisis de varianza (ver cuadro 9), hay evidencia estadísticamente significativa para sugerir que los tratamientos tienen un efecto diferente sobre la variable de respuesta. Dada la variabilidad (C.V. de 1.08%) y el ($P < 0.05$), se confirma la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza para el peso en canal

| C.V. (%) | S.C. | G. L | C.M. | p-valor |
|----------|-----------|------|---------|---------|
| 1.08 | 389415.61 | 14 | 64902.6 | <0.0001 |

Dónde: C.V. = coeficiente de variación, S.C. = suma de cuadrados, G.L. = grados de libertad totales, C.M. = Cuadrados medios, p-valor = valor de probabilidad.

Durante el estudio, las pruebas de Tukey (ver cuadro 10) evidenciaron diferencias significativas en los pesos en canal entre los tratamientos. T0 (1903.54 g) registró el mayor peso, y, junto con T1 (1872.71 g), pertenecieron al grupo A, lo que indica que no hubo diferencia significativa entre ellos en cuanto a peso en canal. En contraste, T2 (1679.84 g) mostró un peso en canal notablemente menor, posicionándose en el grupo B, lo que indica una diferencia significativa con respecto a los tratamientos T0 y T1.

En resumen, durante el período del estudio, T0 presentó el peso en canal más alto, y no mostró diferencias significativas con T1 ($P > 0.05$). Por otro lado, T2 evidenció el menor peso en canal de manera significativa ($P < 0.05$), distinguiéndose claramente de T0 y T1.

Cuadro 10. Resumen de las pruebas de Tukey para el peso en canal

| Tratamiento | Medias | E.E. | Grupo |
|-------------|---------|------|-------|
| T0 | 1903.54 | 8.8 | A |
| T1 | 1872.71 | 8.8 | A |
| T2 | 1679.84 | 8.8 | B |

Dónde: E.E = Error estándar, T0 = Testigo, T1 = 5% moringa y T2 = 10% moringa. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2. Resultados del análisis sensorial

4.2.1. Resultados de análisis organoléptico

Se tomaron 10 personas, sin entrenamiento previo, en la cual degustaron una muestra de 2 onzas de cada tratamiento, sometidas a un proceso de cocción (pechugas y muslos) sin especias ni condimentos. A la vez se les proporcionó un instrumento escrito (ver encuesta en Anexos Figura A-16) para evaluar los parámetros sensoriales, obteniendo los siguientes resultados:

Dureza: Facilidad con que se deforma la carne aplicando presión con los molares categorizado en orden de dureza como: *Muy firme (mayor)*, *Firme (intermedia)* y *Poco firme (baja)*. Liderando T0 y T2 con un 60% como firmes (intermedia), seguido con un 30% para T0, T1 y T2 como muy firmes (mayor) y con un 10% para T0 y T2 como poco firme (baja).

Estos hallazgos son coherentes con la afirmación de Peña *et al.* (2018) sobre la influencia de la textura en el consumo de carne. La textura, en este caso, representada por la dureza, es un factor clave para la percepción de calidad de la carne por parte de los consumidores. Los resultados muestran que una proporción significativa de las muestras de T0 y T2 se considera "Firme" en términos de dureza, lo que podría indicar una percepción favorable de la calidad de la carne en estas categorías. Por otro lado, la presencia de muestras "Poco firmes" en T0 y T2 podría señalar áreas de mejora en términos de textura y frescura.

Jugosidad: Percepción de la cantidad de agua liberada por el producto categorizado en orden de jugosidad como: *Muy jugoso (mayor)*, *Jugoso (intermedia)* y *Seco (baja)*. Liderando T1 y T2 con un 70% como muy jugoso (mayor), seguido de T0 y T2 como jugosos (intermedio) con un 20% y con un 10% para T1 como seco (baja).

Estos hallazgos son consistentes con la conclusión de Miller (2020), sobre la influencia de la jugosidad en la aceptación de productos cárnicos por parte de los consumidores. La jugosidad es un atributo crucial que afecta positivamente la percepción de calidad de la carne.

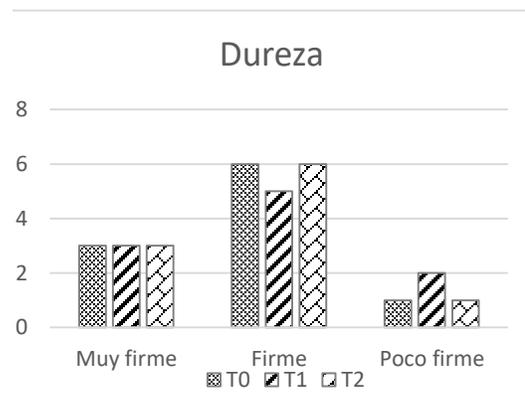


Figura 5. Parámetro dureza

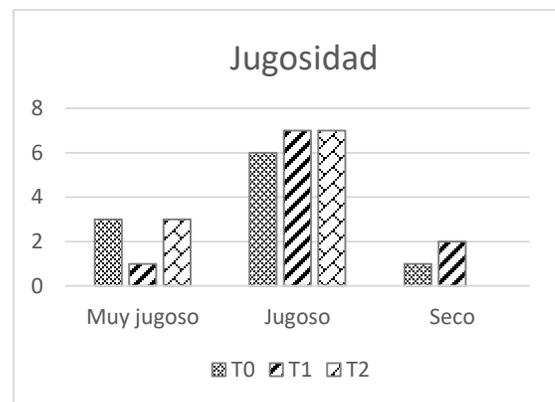


Figura 6. Parámetro jugosidad

En este contexto, los datos indican que T1 y T2 destacan en términos de jugosidad, lo que podría contribuir a una mayor aceptación por parte de los consumidores. Si bien Miller (2020), señala que la terneza y el sabor también son atributos importantes, la jugosidad parece ser un factor determinante en la satisfacción global del consumidor. Por lo tanto, los resultados sugieren que T1 y T2 pueden tener una ventaja en términos de aceptación del producto debido a su mayor jugosidad en comparación con T0 y T2.

Pastosidad: Sensación de pasta en la boca producida durante la masticación similar a la producida por una masa de harina en agua. Liderando T₀ y T₁ con 70% como pastoso (intermedio), con un 20% para T₂ como muy pastoso (mayor) y un 10% para T₁ como acuoso (bajo).

Fibrosidad: Percepción de estructuras de fibras musculares en la carne de pollo. Liderando T₀ con 60% como fibroso (intermedio), un 30% para T₁ como muy fibroso y un 10% para T₂ como acuoso (baja).

Sabor: Percepción a partir del sentido del gusto, opinión de carne de pollo sobre el paladar. Liderando T₁ y T₂ con un 90% como me gusta (mayor) y con un 10% como me es indiferente (intermedio).

Es interesante notar que, según la investigación de Rumiche *et al.* (2018), la inclusión de orégano en la alimentación de los pollos no parece influir significativamente en el sabor de la carne de pollo, lo que sugiere que otros factores, como el tipo de alimento o el contenido de grasa en la carne, pueden tener un papel más destacado en la percepción del sabor.

En resumen, estos resultados destacan la importancia de la textura (pastosidad y fibrosidad) y el sabor en la percepción de la calidad organoléptica de la carne de pollo. Además, sugieren que factores específicos, como la inclusión de ciertos ingredientes en la alimentación de las aves, pueden no tener un impacto significativo en el sabor de la carne. Estos hallazgos pueden ser útiles para la industria avícola en la mejora de la calidad de sus productos.

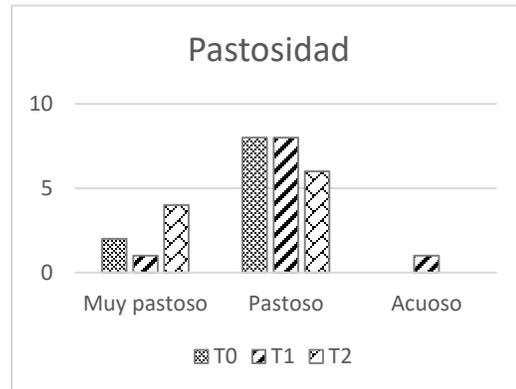


Figura 7. Parámetro pastosidad.

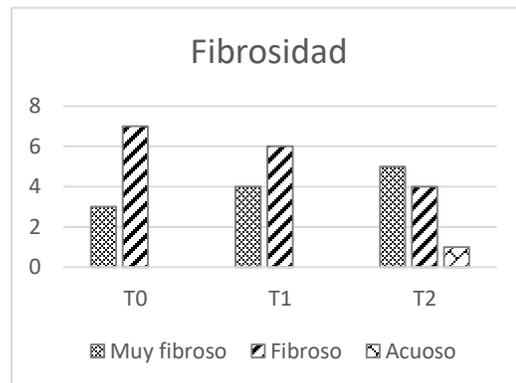


Figura 8. Parámetro fibrosidad.



Figura 9. Parámetro sabor.

Olor: Determinar percepción de olor de la carne de pollo a partir de la apreciación del sentido del olfato. Liderando con un 70% para T₁ y T₂ como agradable (mayor) y un 30% para T₀, T₁ como normal (intermedio).

Es interesante observar que estudios similares, como el de Sánchez *et al.* (2016), que incluyen harinas de orégano en la alimentación de los pollos, no han encontrado diferencias significativas en la calidad sensorial de la carne en relación con el olor. Esto sugiere que la adición de ingredientes como harinas de orégano no parece influir en la percepción del olor de la carne de pollo.

Sin embargo, es importante destacar que, en algunos casos, como señala Valenzuela *et al.* (2016), el uso de aceites esenciales en la dieta de los pollos puede generar mínimas variaciones en las propiedades de olor y sabor de la carne. Esto sugiere que la elección de los ingredientes en la alimentación de las aves puede desempeñar un papel en la percepción sensorial de la carne, aunque estas variaciones pueden ser sutiles.

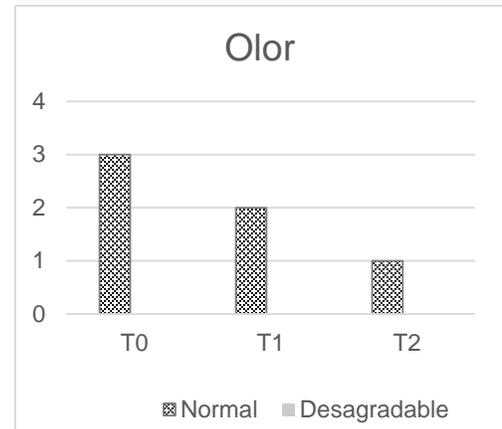


Figura 10. Parámetro olor.

4.3. Resultados de análisis bromatológico de *Moringa oleífera*.

Realizar un análisis bromatológico en el ámbito de la producción animal es crucial para obtener información precisa sobre el contenido nutricional del material forrajero utilizado. Es importante destacar que los valores obtenidos en el análisis bromatológico de la *Moringa oleífera* pueden verse afectados por diversos factores, como la edad del árbol, la variedad de la especie, las condiciones ambientales y el manejo del cultivo, entre otros. En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de una muestra de 350 g de hojas y 150 g de tallo de moringa, el análisis completo solo se realizó para la hoja de moringa debido a la orientación del estudio.

Cuadro 11. Análisis Bromatológico Moringa sp.

| Análisis Bromatológico | |
|------------------------|---------------------------|
| Determinación | Resultados (%) |
| Humedad parcial | 51.15 Hoja 55.73 Tallo |
| Humedad total | 4.93 |
| Ceniza | 10.25 |
| Extracto etéreo | 9.50 |
| Proteína | 29.20 |
| Fibra cruda | 12.20 |
| Carbohidratos | 38.85 |
| Calcio | 1.38 |
| Potasio | 3.1 |
| Magnesio | 0.15 |
| Zinc | 0.16 |

Las humedad promedio para la hoja fue de 4.93% este es un parámetro útil ya que nos permite establecer las condiciones de preservación, almacenamiento y métodos de transformación agroindustrial del mismo, teniendo en cuenta que este porcentaje está por debajo a lo establecido por Contreras *et al.* (2012) que indica que todo alimento que posea en sus moléculas una humedad mayor a 12.5% y no esté debidamente preservada, es propenso al crecimiento bacteriano y micótico, produciendo la descomposición parcial o total del producto. El extracto etéreo fue de 9.5%, según Anwar *et al.* (2007) en general las hojas de Moringa contienen entre el 5% y 9% de grasa. Por otra parte, el contenido de proteína fue de 29.20%, un dato bastante similar como el resultado descrito por Borges *et al.* (2014) el cual fue de 28.65%.

Otro aporte importante de mencionar es la fibra cruda ya que esta nos indica que tan digestible puede ser un alimento para el organismo, el resultado de fibra en la muestra de hojas de Moringa fue de 12.20% rango dentro de lo descrito por Ghebremichael *et al.* (2005), describe que el contenido de fibra puede oscilar entre 6,5% y el 17,8%, dependiendo de la variedad de la Moringa y la parte de la planta analizada.

4.4. Análisis económico

Al final del ensayo se obtuvo un rendimiento del canal por tratamiento, al cual se le realizó un ajuste del 15% (ver cuadro 12), resultando con el mayor beneficio bruto de campo por tratamiento T0 con \$319.43 seguido por T1 y T2 con beneficios brutos de campo de \$314.26, \$281.89; se tomó como referencia el peso en canal a \$1.99 un precio promedio de venta en supermercados.

Considerando los costos del concentrado (ver cuadro A-44, A45 y A-46) y el material y equipo (ver cuadro A-43), los costos que varían se distribuyeron de la siguiente manera: T0 tuvo el más alto con \$281.73, seguido de T1 con \$279.69 y T2 con \$290.02.

Cuadro 12. Datos de costos y beneficios netos.

| Concepto | Control (T0) | 5% moringa (T1) | 10% moringa (T2) |
|-----------------------------|--------------|-----------------|------------------|
| Rendimiento en canal por TX | 188.85 | 185.79 | 166.65 |
| Rendimiento ajustado 15% | 160.52 | 157.92 | 141.66 |
| BBC (\$) | 319.43 | 314.26 | 281.89 |
| Costo concentrado (\$) | 166.56 | 164.52 | 174.85 |
| Material y equipo (\$) | 115.17 | 115.17 | 115.17 |
| Costos que varían (\$) | 281.73 | 279.69 | 290.02 |
| Beneficio neto (\$) | 37.70 | 34.57 | -8.13 |

Finalmente, al calcular el beneficio neto, restando el BBC y los costos que varían (ver figura 10), se obtuvo que el tratamiento de control (T0) presentó el mayor beneficio neto con \$37.70 (\$0.84 por ave), seguido del tratamiento T1 con \$34.57 (\$0.77 por ave). Notablemente, el tratamiento T2 resultó en una pérdida neta de \$8.13 (-\$0.18 por ave).

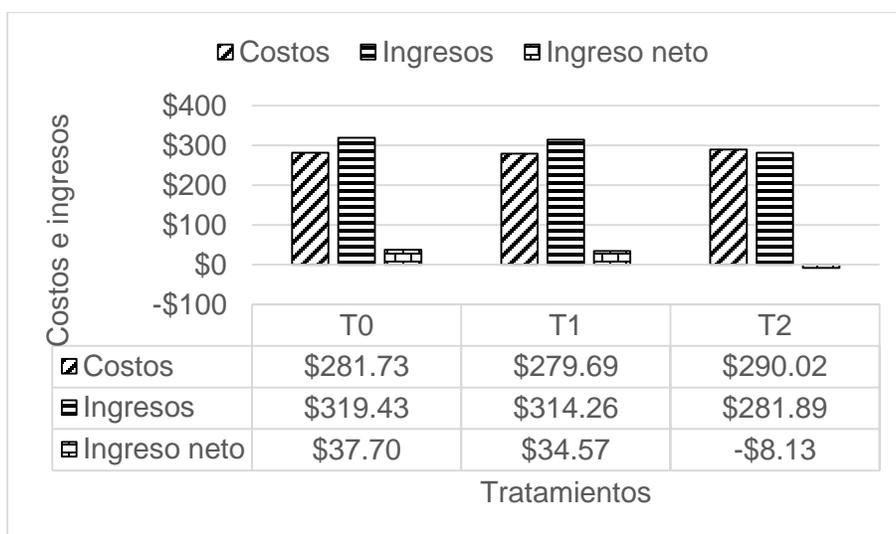


Figura 10. Comparación de costos e ingresos

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos, con inclusión de moringa a la dieta balanceada de pollos de engorde Cobb mostraron, resultados estadísticamente significativos entre las medias, teniendo un comportamiento desfavorable sobre los parámetros productivos.

El tratamiento del 10% obtuvo un índice de conversión alimenticia de 2.17, por lo que, a mayor inclusión de harina de moringa, menor eficiencia en conversión alimenticia.

El tratamiento que obtuvo mejores resultados, en peso en canal fue el tratamiento testigo con 1903.54 g seguido del tratamiento del 5% de moringa con 1872.71g.

El tratamiento que demostró un mejor desempeño en términos de la relación beneficio-costos fue el tratamiento T0, seguido por el T1 con un 5% de harina de moringa. Este último tratamiento redujo ligeramente los costos de alimentación al disminuir la necesidad de utilizar otras fuentes de proteína en la dieta. Sin embargo, también implicó un trabajo adicional en la preparación de la materia prima principal.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las condiciones en que se realizó la investigación se recomienda lo siguiente:

Se recomienda considerar, el uso de moringa en la alimentación de las aves teniendo en cuenta las condiciones de manejo de cada producción.

Se recomienda evaluar diferentes porcentajes de inclusión de harina de moringa en la dieta balanceada y sus formas de ofrecimiento, en diversos sistemas de producción avícola.

Se recomienda el uso de moringa para mejorar las características organolépticas de la carne de pollo que favorecen su comercialización.

Se recomienda, realizar estudios sobre el contenido nutricional de la moringa en diferentes edades y sistemas de manejo agronómico.

7. BIBLIOGRAFIA

- Abarca, L. 2021.** Escuela superior politécnica de Chimborazo facultad de ciencias pecuarias "efectos de las enzimas digestivas en la ingeniera. Consultado 22 agosto 2019. Disponible en línea: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15644>
- Aguirre, J., Herrera, C., & Molina, S. 2021.** Efecto de la suplementación con Microorganismos de Montaña como probiótico en la alimentación de pollos de engorde de la línea Hubbard en parámetros productivos. (Universidad de El Salvador) Consultado 23 julio 2019. Disponible en línea: <https://ri.ues.eduv/id/eprint/23794/1/13101739.pdf>
- Almirón, E. 2010.** Bioquímica de la digestión de las aves. Obtenido de Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE.
- Al-Bahouh, M., Al-Nasser, A., Khalil, F., Ragheb, G., & Boareki, M. N. (2017).** Effect of varying levels of Moringa as replacement for Soya-bean meal in broiler ration. Kuwait Journal of Science, 44(3).
- Álvarez, C. 2007.** Enzimas digestivas en pollos de engorde. Revista Electrónica de Veterinaria, 8(10), 1695-7504. Disponible en línea: <https://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101007.html>.
- Ángulo, E. 2009.** Sistema Digestivo de las Aves. Universidad de Córdoba. (En línea). Consultado el 23 de junio 2022. Disponible en: https://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/13_15.pdf
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. 2007.** *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. Phytotherapy Research, 21(1), 17-25.
- Arias, C. 2014.** Estudio de las posibles zonas de introducción de la *Moringa oleifera* Lam. en la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias. Proyecto Fin de Carrera/Grado ed. Forestal I, editor. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Araújo, L.C.C. 2013.** "Avaliação da citotoxicidade e atividade anti-inflamatória de extratos e lectinas isoladas de sementes de *Moringa oleifera*" (En línea) Consultado el 27 de abril 2022. Disponible en: <http://www.repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/13314/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Larissa%20Ara%C3%BAjo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- AVES, 2021.** (Asociación de avicultores de El Salvador). Datos estadísticos de la avicultura en El Salvador, consultado en línea 29 de septiembre 2022, disponible en: <https://aves.com.sv/datos-estadisticos/>
- Belay, T., & Tegegne, A. 2021.** Factors affecting feed intake and performance of chickens. In Poultry Production and Management (pp. 99-115)
- Bonilla de Torres, L.; Carranza, E., F.; Flores, T., M. 2012.** Manual de Laboratorio de Análisis Bromatológico, Universidad Nacional de El Salvador (UES), Facultad de Ciencias Agronómicas.

- Borges, E., Carvalho, M., Neves, V., Apareci. M., Arantes, L. 2014.** Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. Food Chemistry, 147 (15), pag 51–54.
- Bucardo, E, J. Pérez. 2015.** Inclusión de harina de hojas de Marango (*Moringa oleifera*) en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo, Universidad Nacional Agraria, UNA, Nicaragua.
- Castro, A. G. 2013.** El árbol de moringa una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicas y ambientales de Colombia. Colombia.
- Cañedo, C. I. B. 2017.** Evaluación de las propiedades nutraceuticas de *Ulva rígida* en pollo de engorde (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz. Baja California Sur. México.
- Crespín, J.Y, Gonzales, M.B, Quintanilla, A.J.2010.** Diseño de un plan de negocios para la creación de una granja avícola de la especie gallina india autosostenible en la asociación cooperativa zapotepeque de r. l. caserío milagro de la roca cantón primavera municipio de Quezaltepeque departamento de la libertad. Licenciatura en administración de empresa. San Salvador. El Salvador. Universidad Nacional de El Salvador.
- Chen, Y., Cheng, Y., Qu, M., Yu, X., & Wang, H. 2020.** Effects of feed particle size on growth performance, nutrient digestibility, and digestive tract development of broiler chickens. Poultry Science, 99(10), 5019-5026.
- Contreras, N., Santos, O. 2012.** Determinación del análisis bromatológico, proximal, fotoquímico preliminar de los extractos acuosos y etanolicos de inflorescencia de *Calathea allouia* Lindl, frutos de *Bromelia karatas* y flor de *Cucurbita pepo* L. Tesis. Universidad del Salvador Centro América.
- Concyt. 2008.** Uso potencial de la Moringa (*Moringa oleifera* LAM) para la producción de alimentos nutricionales y mejorados. (En línea) Consultado el 28 de septiembre de 2022. Disponible en: www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=libr...3.
- Colaves.2020.** Pollos Cobb 500. (en línea). Consultado 21 de febrero 2020. Disponible en: <https://colaves.com/project/pollos-cobb-de-engorde/>.
- Cobb-Vantress Inc. 2018.** Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. (en línea). Consultado 27 mayo 2020. Disponible en: <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>
- Cobb-Vantress Inc. 2019.** Pollo de engorde guía de manejo (en línea). Consultado 27 mayo 2020. Disponible en: https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf
- Cuca, M. 2012.** La alimentación en aves de corral. México D.F. centro Nacional de investigaciones Pecuarias, p53-56

- Emen, M., Rugel, D. (2020).** Inclusión de harina de Moringa oleífera en dietas para pollos de engorde. Ecuador: Revista Veterinaria.
- Esquivel, O. 2018.** "Evaluación sensorial de la carne de pollo de engorde bajo pastoreo utilizando un asocio de Pennisetum clandestinum Y Arachis pintoi". Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria, consultado 20 de junio 2022. Disponible en línea: <https://core.ac.uk/download/pdf/84773758.pdf>
- Esparza, et. all. (2019).** Effect of Moringa oleífera intake on productive and toxicological parameters in broiler chickens. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Franceshi, D. M. 2018.** Composición y manejo de la flora intestinal. Consultado el 25 mayo 2023. Disponible en línea: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/composicion-manejo-flora-intestinal-t42208.htm>
- Foidl, N., Makkar, H. P., Becker, K. 2002.** The potential of Moringa oleífera for agricultural and industrial uses. Pages 45-76 in The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa, edited by Lowell J. Fuglie. CTA, Wageningen, The Netherlands.
- Foidl, N. 1999.** Utilización del marango (Moringa oleífera) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica".
- Garavito, U. 2008.** Moringa Oleífera, Alimento Ecológico para Ganado Vacuno, Porcino, Equino, Aves y Peces, para Alimentación Humana, también para Producción de Etanol y Biodiesel, Corporación Ecológica Agroganadera S.A., Colombia.
- Godino, M. G. 2016.** Moringa Oleífera, Árbol multiusos de interés forestal para el sur de la península Ibérica. Ficha de transferencia Cajamar Negocio agroalimentario y cooperativo.
- Godoy, M. F. 2014.** El sistema digestivo en diferentes especies de aves. Obtenido de Nutrición: <https://bionotas.files.wordpress.com/2014/09/sist-dig-diferentes-especies-aves.pdf>
- Gómez, N.I; Rébak G, Fernández; Sindik, M, Sanz P. 2016.** Comportamiento productivo de pollos parrilleros alimentados con Moringa oleífera, Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE, Argentina. Revista Veterinaria 27(1): 7-10.
- Grashorn, M. A., Witzig, M., Rodehutscord, M. 2017.** The importance of nutrient digestion and absorption in farm animals—a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(15), 4853-4860.
- Ghebremichael, K. A., Gunaratna, K. R., Henriksson, H., Brumer, H., & Dalhammar, G. 2005.** A simple purification and activity assay of the coagulant protein from Moringa oleífera seed. Water Research, 39(11), 2338-2344.
- Jaramillo, A. H. B. 2011.** Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. (Tesis de maestría).

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira - Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Tolima- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ibagué.

Jiménez, A. 2008. Evaluación del comportamiento productivo de pollos de engorda alimentados con diferentes porcentajes de chícharo como fuente de proteína. (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro) Consultado 21 agosto 2019. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6070/T16938%20JIMENEZ%20FABIAN,%20%C1NGEL%20AMBROCIO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Kamran, Z., Nisa, M., & Khan, S. A. 2018. Nutritional and therapeutic perspectives of Moringa oleifera leaves in poultry diets: a comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(4), 989-999.

Leone, A.; Spada, A.; Battezzati, A.; Schiraldi, A.; Aristil, J.; Bertoli, S. 2015. "Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of Moringa oleifera leaves: An overview". *International Journal of Molecular Science* 16: 12791-12835.

Mahfuz, S; Piao, XS. 2019. Application of moringa (moringa oleifera) as natural feed supplement in poultry diets. U.S. National Library of Medicine. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6680523/> (Animals : an open access journal from MDPI).

Masaquiza, M. D. A. 2012. Evaluación de cuatro atrapadores de micotoxinas en dietas para pollos parrilleros en crecimiento y engorde (Tesis de Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootecnia. Riobamba, Ecuador.

Mendiola, J., Aguirre, R. 2015. Evaluación preliminar de la adición de Moringa (Moringa oleifera) en la alimentación de pollos parrilleros. Obtenido de Universidad Cristiana de Bolivia UCEBOL. pdf publicado por Revistas Bolivianas. P. 55-62: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/ucs/n14/n14_a09.pdf

Miller, R. (2020). Drivers of Consumer Liking for beef, pork and lamb: A review. *Foods*, 9(4), 428.

Montesinos, S. 2010. Moringa oleífera. Un Árbol Promisorio para la Ganadería., ACPA (Asociación Cubana de Producción Animal). (En línea) Cuba. Consultado el 15 de abril de 2019 disponible en: <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2010/REVISTA%2002/22%20MORINGA.pdf>

Nouman, W.; Basra, M.A.; Siddiqui, M.T.; Yasmenn, A.; Gull. T.; Cervantes, M.A. (2014). "Potential of Moringa oleifera Lam. as livestock fodder crop." *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38: 1-14.

- Ocón, P., O., Rodríguez, G., S. M., & Solís, B. F. A. 2017.** Evaluación del efecto productivo en pollos de engorde (Broiler) con alimentos comerciales vs artesanal, en El Rancho “El Carmen” en el II semestre del 2016, Juigalpa, Chontales. (UNAN Managua FAREM Chontales) Consultado 23 julio 2019. Disponible en línea: <https://repositorio.unan.edu.ni/11329/1/11162.pdf>
- Olson M.E., Fahey J.W. 2011.** Moringa oleífera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1071-1082.
- Olugbemi, T. S., Mutayoba, S. K., & Lekule, F. P. 2010.** Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) inclusion in cassava-based diets fed to broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 9(4), 363–367. Consultado 11 mayo 2021. Disponible en línea: <https://doi.org/10.3923/IJPS.2010.363.367>
- Osorio, H. J; Quenán, Y. E. y Ramírez G. F. 2016.** Concentraciones de glucemia e insulinemia en pollos machos y hembras de cuatro semanas de edad y su relación con el peso. *Rev.* (32): 21-28.
- Paredes P, S.G. 2011.** Anteproyecto Urbano para la Facultad de Ciencias Agronómicas de la universidad de El Salvador, en su estación experimental y de prácticas. Consultado 10 ago. 2023. Disponible en <https://ri.ues.edu.sv/2475/> (Repositorio Institucional de la Universidad de El Salvador).
- Parra, Y. 2018.** Alimento Balanceado Para Pollos. Aliméntalos Así y explota Su Potencial Productivo. *Agronomaster*. (En línea). Consultado el 23 de julio de 2019. Disponible en: <https://agronomaster.com/alimento-balanceado-para-pollos>.
- Peña, P., Villarreal, P., Moreno, M., & Moreno, A. (2018).** Factores que influyen en la calidad y decisión de compra de carne res en Chiapas, México. *Nacameh*, 12(1), 1-14. Disponible en línea: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6455291>
- Pino, J.A. 2013.** “Floral scent composition of *Moringa oleifera* Lam.” *Journal of Essential Oil-Bearing Plants* 16(3): 315-317.
- Reyes, S.N. 2004.** Marango cultivo y utilización en la alimentación animal, Universidad nacional Agraria, Suecia.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T; Donzele, J.L. et al.2015.** Tablas brasileñas para aves y suínos: composición de alimentos exigencias nutricionales. Viçosa, MG: Universidad de Federal de Viçosa 186p.
- Rumiche, O., Ramos, C., y Colca, C. (2018).** Suplementación alimenticia con orégano (*Origanum vulgare*) y complejo enzimático en pollos de carne: I. Indicadores Productivos. *UCV-HACER: Revista de Investigación y Cultura*, 7(1), 31-44. Disponible en línea: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6317321>
- Sánchez, G., Hernández, S., Ramos, Á., Rodríguez, G., Montejo, U., Osorio, O., y Ríos, G. (2016).** La suplementación con aceite de orégano no afecta la calidad sensorial de

la carne de pollo. Revista Nacameh, 10(1), 1-16. Disponible en línea: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6015224>

Sarmiento, M., Vargas, P. 2014. Comedero automatizado para pollos de engorde. Universidad Tecnológica de Pereira. Consultado 23 agosto 2022. Disponible en línea: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/ce80ce5d-f69b-4690-93f3-9d7a2cd39573/content>

Sebola, et. all. 2015. Growth performance and carcass characteristics of three chicken strains in response to incremental levels of dietary Moringa oleifera leaf meal. Estados Unidos: Livestock Sci.

Severiano, P. P., Cadena, A. A. A., Vargas, Ch, D. y Guevara, G. R. 2018. Questionnaire on Mexican's familiarity with odor names. Journal of Sensory Studies, 277-285, Consultado en línea disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004

Scanes, C. G. 2015. Sturkie's Avian Physiology. 6a ed. London, UK: Academic Press. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/sturkies-avianphysiology/scanes/978-0-12-407160-5>.

Stone, H., Sidel, J.L. 2013. Sensory Evaluation Practices (4th ed.). Academic Press.

Tutiempo Network, SL. 2023. El Tiempo en Panchimalco (El Salvador). Consultado 14 oct. 2023. Disponible en <https://www.tutiempo.net/panchimalco.html>

Vaca, A. L., 2003. Aves de corral, producción, Editorial EUNED, primera edición, Costa Rica.

Valenzuela, C., Pérez, P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. Revista chilena de nutrición, 43(2), 188-195. Disponible en línea: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>

Vargas, O. N. 2015. Avicultura. Machala: D.R. © 2015, Ediciones UTMACH

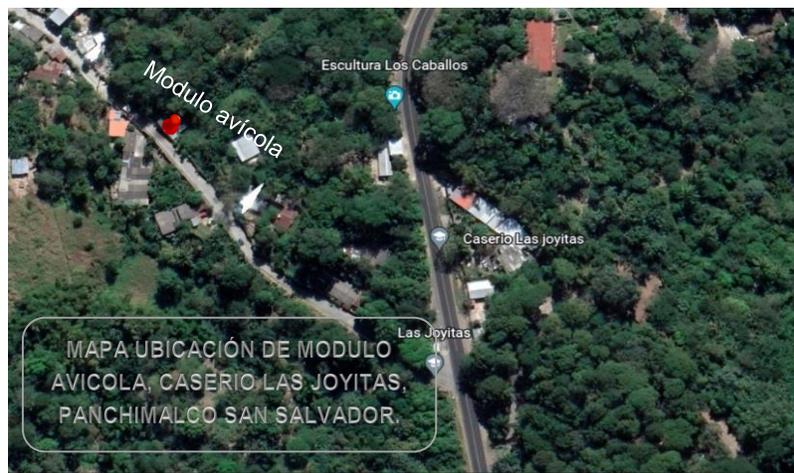
8. ANEXOS

Figura A-1. Ubicación de la Estación Experimental y de Practicas.



Fuente: Google Earth.

Figura A-2. Ubicación del módulo avícola en el Caserío las Joyitas.



Fuente: Google Earth.



Figura A-3. Procesamiento del material forrajero para la preparación de la harina de moringa. A) cosecha, B) deshojado, C) deshidratado, D) molido, E) pesado, F) almacenado.



Figura A-4. Determinación de extracto etéreo, de hoja de moringa.



Figura A-5. Titulación de muestras para la determinación de nitrógeno proteico por el método de micro Kjeldahl.



Figura A-6. Determinación de fibra cruda con el equipo de análisis de fibra Ankom.

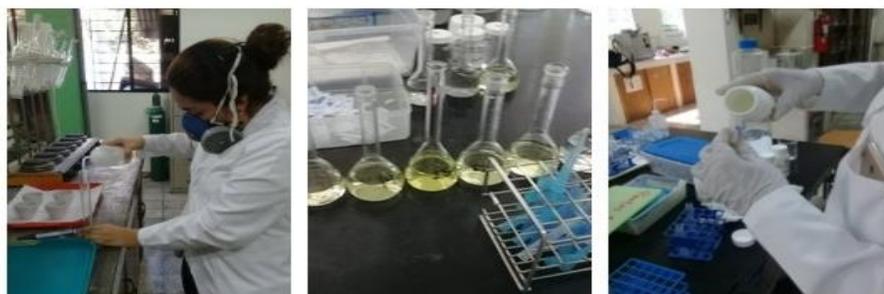


Figura A-7. Preparación de solución de cenizas y determinación de minerales Mg, Ca, K, Zn.

Preparación del alimento concentrado.



Figura A-8. Pesaje de materias primas para las premezclas por cada tratamiento.



Figura A-9. Mezclado y almacenado del alimento concentrado.

Figura A-10. Preparación de la galera



Figura A-11. Recibimiento, cuarto de calor y alimentación de los pollitos



Figura A-12. Vacunación

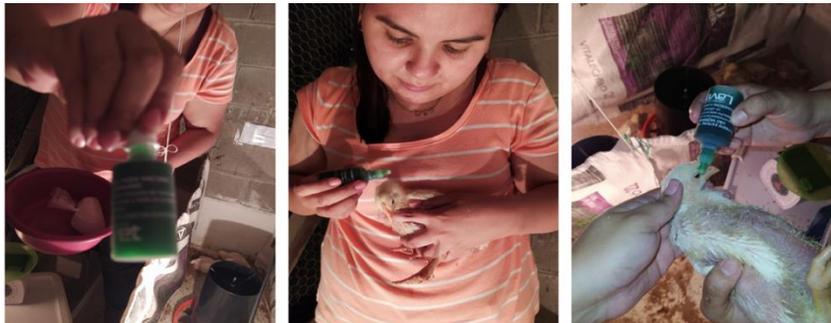


Figura A-13. Sacrificio de las aves



Figura A-14. Descripción general del material utilizado *Moringa Oleífera* y sus estructuras. Hojas, b) ramas, c) flor, d) fruto, e) corteza, f) raíz y g) semilla.

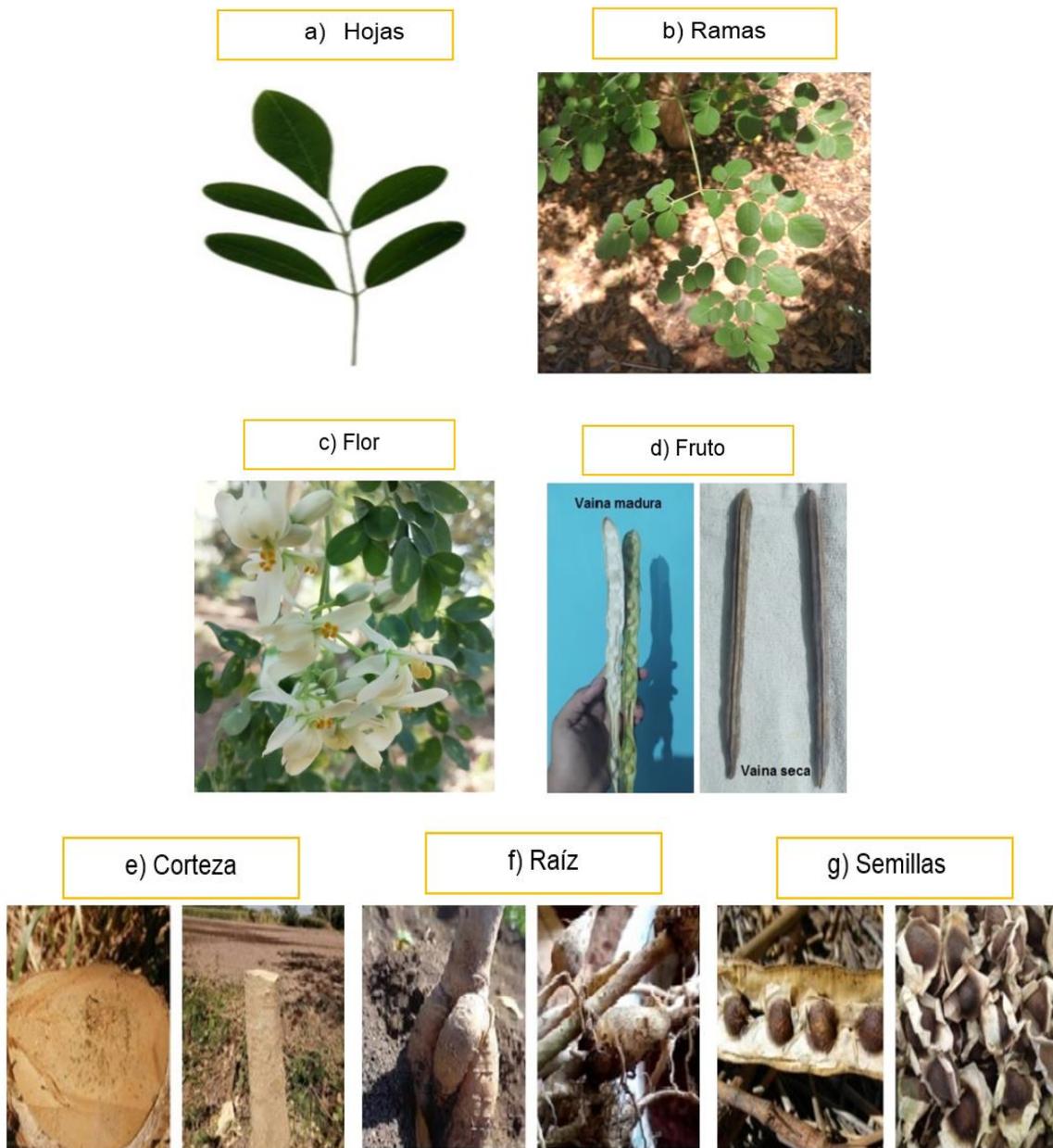


Figura A-15. Resultados de análisis bromatológico de concentrado con adición de harina de Moringa de T₀, T₁ y T₂.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha de Emisión : Ciudad Universitaria, 23 de febrero de 2021

Tipos de Muestras: concentrado.

Análisis solicitado: Humedad, Cenizas, Proteína, Extracto etero, fibra Cruda, Carbohidratos, Ca, Zn.

Usuario: Nancy Catalina Espinoza Ortiz.

| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PROXIMAL | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|----------------|---------------|---------|-----------------|------------------|--------------|----------------|----------|----------|--------|
| Muestra | | Metodología | | | | | | | | | |
| | | Gravimétrico | | | micro-Kjedahl | Soxhlet | AnKom | Diferencia | AA-Llama | AA-Llama | |
| ID interno | ID Usuario | %Humedad Total | %Materia Seca | %Ceniza | %Proteína Cruda | %Extracto Etéreo | %Fibra Cruda | %Carbohidratos | ppm Ca | ppm Zn | |
| MXU01 | 2021 | T0 inicio | 11.72 | 88.28 | 7.22 | 14.36 | 8.04 | 1.47 | 68.91 | 13732.06 | 111.89 |
| MXU02 | 2021 | T1 inicio | 11.25 | 88.75 | 7.43 | 20.66 | 10.41 | 1.93 | 59.56 | 13986.71 | 189.15 |
| MXU03 | 2021 | T2 inicio | 11.44 | 88.56 | 8.90 | 24.67 | 9.48 | 2.25 | 54.70 | 17969.18 | 125.02 |
| MXU04 | 2021 | T0 final | 11.90 | 88.10 | 7.16 | 22.25 | 10.34 | 1.92 | 58.33 | 12816.38 | 112.66 |
| MXU05 | 2021 | T1 final | 11.31 | 88.69 | 7.31 | 22.56 | 8.39 | 1.89 | 59.85 | 11482.63 | 99.27 |
| MXU06 | 2021 | T1 final | 11.64 | 88.36 | 6.83 | 20.39 | 8.95 | 2.14 | 61.70 | 11893.37 | 102.85 |
| Resultados expresados en Base Seca. | | | | | | | | | | | |

Analista: Lic. Guillermo Jacob Pineda Magaña

“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”



Lic.M.Sc. Freddy Alexander Carranza Estrada
Jefe del Departamento de Química Agrícola

Figura A-16. Encuesta características organolépticas

Evaluación sensorial de carne de pollo de engorde adicionando en alimentación harina de moringa.

A continuación, se presentan muestras de diferentes partes de carne de pollo (pechuga y muslo) con cocción al vapor sin adición de especias ni sazón, para degustar y determinar la calidad cárnica.

Instrucciones:

Marcar con X cada aspecto de su elección basado en su opinión a cerca de la carne de pollo presentada a continuación.

1. Dureza

Facilidad con que se deforma la carne aplicando presión con los molares.

| | Muy firme | Firme | Poco firme |
|-----------|-----------|-------|------------|
| Muestra 1 | | | |
| Muestra 2 | | | |
| Muestra 3 | | | |

2. Jugosidad

Percepción de la cantidad de agua liberada por el producto.

| | Muy jugosa | Jugosa | Seco |
|-----------|------------|--------|------|
| Muestra 1 | | | |
| Muestra 2 | | | |
| Muestra 3 | | | |

3. Pastosidad

Sensación de pasta en la boca producida durante la masticación similar a la producida por una masa de harina en agua.

| | Muy pastoso | Pastoso | Acuoso |
|-----------|-------------|---------|--------|
| Muestra 1 | | | |
| Muestra 2 | | | |
| Muestra 3 | | | |

4. Fibrosidad

Percepción de estructuras de fibras musculares en la carne de pollo

| | Muy fibroso | Fibroso | Acuoso |
|-----------|-------------|---------|--------|
| Muestra 1 | | | |
| Muestra 2 | | | |
| Muestra 3 | | | |

5. Olor

Determinar percepción de olor de la carne de pollo a partir de la apreciación del sentido del olfato.

| | Agradable | Normal | Desagradable |
|-----------|-----------|--------|--------------|
| Muestra 1 | | | |
| Muestra 2 | | | |
| Muestra 3 | | | |

6. Sabor

Percepción a partir del sentido del gusto, opinión de carne de pollo sobre el paladar.

| | Me gusta | Me es indiferente | No me gusta |
|-----------|----------|-------------------|-------------|
| Muestra 1 | | | |
| Muestra 2 | | | |
| Muestra 3 | | | |

Cuadro A-1. Muestreos de pesos vivos por tratamiento, repetición y semana en gramos.

| Tratamiento | Repetición | Pesos vivos en gramos por semana | | | | | |
|-------------|------------|----------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| T0 | 1 | 226.80 | 553.38 | 1029.65 | 1406.14 | 1909.62 | 2571.87 |
| T0 | 2 | 226.80 | 544.31 | 1038.73 | 1397.06 | 1909.62 | 2599.08 |
| T0 | 3 | 226.80 | 544.31 | 1043.26 | 1419.74 | 1932.30 | 2558.26 |
| T0 | 4 | 226.80 | 553.38 | 1034.19 | 1415.21 | 1905.09 | 2576.40 |
| T0 | 5 | 226.80 | 544.31 | 1043.26 | 1406.14 | 1905.09 | 2639.91 |
| T1 | 1 | 222.26 | 498.95 | 984.30 | 1424.28 | 1846.12 | 2472.08 |
| T1 | 2 | 213.19 | 508.02 | 993.37 | 1415.21 | 1891.48 | 2453.93 |
| T1 | 3 | 222.26 | 498.95 | 984.30 | 1424.28 | 1873.34 | 2458.47 |
| T1 | 4 | 222.26 | 498.95 | 988.83 | 1415.21 | 1891.48 | 2444.86 |
| T1 | 5 | 217.72 | 503.49 | 970.69 | 1410.67 | 1873.34 | 2444.86 |
| T2 | 1 | 226.80 | 498.95 | 902.65 | 1188.41 | 1682.83 | 2181.78 |
| T2 | 2 | 226.80 | 485.34 | 916.26 | 1183.88 | 1696.44 | 2208.99 |
| T2 | 3 | 226.80 | 498.95 | 934.40 | 1192.95 | 1678.29 | 2195.39 |
| T2 | 4 | 226.80 | 489.88 | 879.97 | 1188.41 | 1691.90 | 2195.39 |
| T2 | 5 | 226.80 | 471.74 | 907.18 | 1202.02 | 1673.76 | 2181.78 |

Cuadro A-2. Análisis de la varianza de la variable peso vivo (g) semana 1

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| 1 | Peso vivo (g) | 15 | 0.73 | 0.68 | 1.04 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | | |
|---|--------|----|-------|-------|---------|--|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
| Modelo | 175.79 | 2 | 87.89 | 16.02 | 0.0004 | |
| Tratamiento | 175.79 | 2 | 87.89 | 16.02 | 0.0004 | |
| Error | 65.83 | 12 | 5.49 | | | |
| Total | 241.62 | 14 | | | | |

Cuadro A-3. Prueba de Tukey para variable peso vivo (g) semana 1

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.95198 | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|--|--|
| Error: 5.4858 gl: 12 | | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | | |
| T0 | 226.8 | 5 | 1.05 | A | | |
| T2 | 226.8 | 5 | 1.05 | A | | |
| T1 | 219.54 | 5 | 1.05 | B | | |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0.05)

Cuadro A-4. Análisis de la varianza de la variable peso vivo (g) semana 2

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| 2 | Peso vivo (g) | 15 | 0.93 | 0.92 | 1.46 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|---------|----|---------|-------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 9631.37 | 2 | 4815.68 | 85.66 | <0.0001 |
| Tratamiento | 9631.37 | 2 | 4815.68 | 85.66 | <0.0001 |
| Error | 674.63 | 12 | 56.22 | | |
| Total | 10306 | 14 | | | |

Cuadro A-5. Prueba de Tukey para variable peso vivo (g) semana 2

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=12.65129 | | | | | |
|------------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 56.2189 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 547.94 | 5 | 3.35 | A | |
| T1 | 501.67 | 5 | 3.35 | | B |
| T2 | 488.97 | 5 | 3.35 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-6. Análisis de la varianza de la variable peso vivo (g) semana 3

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| 3 | Peso vivo (g) | 15 | 0.95 | 0.95 | 1.32 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|----------|----|----------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 42500.97 | 2 | 21250.48 | 126.99 | <0.0001 |
| Tratamiento | 42500.97 | 2 | 21250.48 | 126.99 | <0.0001 |
| Error | 2008.08 | 12 | 167.34 | | |
| Total | 44509.05 | 14 | | | |

Cuadro A-7. Prueba de Tukey para variable peso vivo (g) semana 3

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=21.82697 | | | | | |
|------------------------------------|---------|---|------|---|---|
| Error: 167.3400 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 1037.82 | 5 | 5.79 | A | |
| T1 | 984.3 | 5 | 5.79 | | B |
| T2 | 908.09 | 5 | 5.79 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-8. Análisis de la varianza de la variable peso vivo (g) semana 4

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| 4 | Peso vivo (g) | 15 | 1 | 1 | 0.55 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|-----------|----|----------|---------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 164870.78 | 2 | 82435.39 | 1521.54 | <0.0001 |
| Tratamiento | 164870.78 | 2 | 82435.39 | 1521.54 | <0.0001 |
| Error | 650.15 | 12 | 54.18 | | |
| Total | 165520.93 | 14 | | | |

Cuadro A-9. Prueba de Tukey para variable peso vivo (g) semana 4

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=12.41963 | | | | | |
|------------------------------------|---------|---|------|---|---|
| Error: 54.1789 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T1 | 1417.93 | 5 | 3.29 | A | |
| T0 | 1408.86 | 5 | 3.29 | A | |
| T2 | 1191.13 | 5 | 3.29 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-10. Análisis de la varianza de la variable peso vivo (g) semana 5

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| 5 | Peso vivo (g) | 15 | 0.99 | 0.98 | 0.75 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|-----------|----|----------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 149206.39 | 2 | 74603.19 | 397.02 | <0.0001 |
| Tratamiento | 149206.39 | 2 | 74603.19 | 397.02 | <0.0001 |
| Error | 2254.87 | 12 | 187.91 | | |
| Total | 151461.26 | 14 | | | |

Cuadro A-11. Prueba de Tukey para variable peso vivo (g) semana 5

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| 5 | Peso vivo (g) | 15 | 0.99 | 0.98 | 0.75 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|-----------|----|----------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 149206.39 | 2 | 74603.19 | 397.02 | <0.0001 |
| Tratamiento | 149206.39 | 2 | 74603.19 | 397.02 | <0.0001 |
| Error | 2254.87 | 12 | 187.91 | | |
| Total | 151461.26 | 14 | | | |

Cuadro A-12. Análisis de la varianza de la variable peso vivo (g) semana 6

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| 6 | Peso vivo (g) | 15 | 0.99 | 0.99 | 0.86 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|-----------|----|-----------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 406541.86 | 2 | 203270.93 | 476.48 | <0.0001 |
| Tratamiento | 406541.86 | 2 | 203270.93 | 476.48 | <0.0001 |
| Error | 5119.27 | 12 | 426.61 | | |
| Total | 411661.13 | 14 | | | |

Cuadro A-13. Prueba de Tukey para variable peso vivo (g) semana 6

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=34.85035 | | | | | |
|------------------------------------|---------|---|------|---|---|
| Error: 426.6060 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 2589.1 | 5 | 9.24 | A | |
| T1 | 2454.84 | 5 | 9.24 | | B |
| T2 | 2192.67 | 5 | 9.24 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-14. Muestreos de la ganancia de peso promedio por tratamiento, repetición y semana en gramos.

| Ganancia peso diaria promedio (g) por semana | | | | | | | |
|--|------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Tratamiento | Repetición | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| T0 | 1 | 25.27 | 71.93 | 139.96 | 193.75 | 265.67 | 360.28 |
| T0 | 2 | 25.27 | 70.63 | 141.26 | 192.45 | 265.67 | 364.17 |
| T0 | 3 | 25.92 | 71.28 | 142.56 | 196.34 | 269.56 | 358.99 |
| T0 | 4 | 25.92 | 72.57 | 141.26 | 195.69 | 265.68 | 361.58 |
| T0 | 5 | 25.92 | 71.28 | 142.56 | 194.40 | 265.68 | 370.65 |
| T1 | 1 | 25.27 | 64.80 | 134.13 | 196.99 | 257.25 | 346.67 |
| T1 | 2 | 23.98 | 66.09 | 135.43 | 195.69 | 263.73 | 344.08 |
| T1 | 3 | 25.27 | 64.80 | 134.13 | 196.99 | 261.14 | 344.73 |
| T1 | 4 | 25.27 | 64.80 | 134.78 | 195.69 | 263.73 | 342.79 |
| T1 | 5 | 24.62 | 65.45 | 132.19 | 195.04 | 261.14 | 342.79 |
| T2 | 1 | 25.92 | 64.80 | 122.47 | 163.29 | 233.92 | 305.20 |
| T2 | 2 | 25.92 | 62.85 | 124.41 | 162.65 | 235.87 | 309.09 |
| T2 | 3 | 25.92 | 64.80 | 127.01 | 163.94 | 233.28 | 307.15 |
| T2 | 4 | 25.92 | 63.50 | 119.23 | 163.29 | 235.22 | 307.15 |
| T2 | 5 | 25.92 | 60.91 | 123.12 | 165.24 | 232.63 | 305.20 |

Cuadro A-15. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso promedio (g) semana 1

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 1 | Ganancia diaria promedio | 15 | 0.61 | 0.55 | 1.54 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|------|----|------|------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 2.92 | 2 | 1.46 | 9.51 | 0.0034 |
| Tratamiento | 2.92 | 2 | 1.46 | 9.51 | 0.0034 |
| Error | 1.84 | 12 | 0.15 | | |
| Total | 4.76 | 14 | | | |

Cuadro A-16. Prueba de Tukey para variable ganancia de peso promedio (g) semana 1

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.66087 | | | |
|-----------------------------------|--------|---|--------|
| Error: 0.1534 gl: 12 | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. |
| T2 | 25.92 | 5 | 0.18 A |
| T0 | 25.66 | 5 | 0.18 A |
| T1 | 24.88 | 5 | 0.18 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-17. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso promedio (g) semana 2

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 2 | Ganancia diaria promedio | 15 | 0.93 | 0.92 | 1.62 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|--------|----|-------|-------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 183.84 | 2 | 91.92 | 79.13 | <0.0001 |
| Tratamiento | 183.84 | 2 | 91.92 | 79.13 | <0.0001 |
| Error | 13.94 | 12 | 1.16 | | |
| Total | 197.78 | 14 | | | |

Cuadro A-18. Prueba de Tukey para variable ganancia de peso promedio (g) semana 2

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.81851

Error: 1.1616 gl: 12

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| T0 | 71.54 | 5 | 0.48 | A |
| T1 | 65.19 | 5 | 0.48 | B |
| T2 | 63.37 | 5 | 0.48 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-19. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso promedio (g) semana 3

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 3 | Ganancia diaria promedio | 15 | 0.95 | 0.94 | 1.42 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|--------|----|--------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 844.85 | 2 | 422.42 | 118.22 | <0.0001 |
| Tratamiento | 844.85 | 2 | 422.42 | 118.22 | <0.0001 |
| Error | 42.88 | 12 | 3.57 | | |
| Total | 887.73 | 14 | | | |

Cuadro A-20. Prueba de Tukey para variable ganancia de peso promedio (g) semana 3

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.18944 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 3.5731 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 141.52 | 5 | 0.85 | A | |
| T1 | 134.13 | 5 | 0.85 | | B |
| T2 | 123.25 | 5 | 0.85 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-21. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso promedio (g) semana 4

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 4 | Ganancia diaria promedio | 15 | 1 | 0.99 | 0.63 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|---------|----|--------|---------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 3339 | 2 | 1669.5 | 1215.54 | <0.0001 |
| Tratamiento | 3339 | 2 | 1669.5 | 1215.54 | <0.0001 |
| Error | 16.48 | 12 | 1.37 | | |
| Total | 3355.48 | 14 | | | |

Cuadro A-22. Prueba de Tukey para variable ganancia de peso promedio (g) semana 4

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.97744 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 1.3735 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T1 | 196.08 | 5 | 0.52 | A | |
| T0 | 194.53 | 5 | 0.52 | A | |
| T2 | 163.68 | 5 | 0.52 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-23. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso promedio (g) semana 5

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 5 | Ganancia diaria promedio | 15 | 0.98 | 0.98 | 0.78 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|---------|----|---------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 3012.28 | 2 | 1506.14 | 380.44 | <0.0001 |
| Tratamiento | 3012.28 | 2 | 1506.14 | 380.44 | <0.0001 |
| Error | 47.51 | 12 | 3.96 | | |
| Total | 3059.79 | 14 | | | |

Cuadro A-24. Prueba de Tukey para variable ganancia de peso promedio (g) semana 5

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.35727

Error: 3.9590 gl: 12

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| T0 | 266.45 | 5 | 0.89 | A |
| T1 | 261.4 | 5 | 0.89 | B |
| T2 | 234.18 | 5 | 0.89 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-25. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso promedio (g) semana 6

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 6 | Ganancia diaria promedio | 15 | 0.99 | 0.99 | 0.88 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|---------|----|---------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 8231.83 | 2 | 4115.91 | 464.78 | <0.0001 |
| Tratamiento | 8231.83 | 2 | 4115.91 | 464.78 | <0.0001 |
| Error | 106.27 | 12 | 8.86 | | |
| Total | 8338.1 | 14 | | | |

Cuadro A-26. Prueba de Tukey para variable ganancia de peso promedio (g) semana 6

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.02117 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 8.8557 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 363.13 | 5 | 1.33 | A | |
| T1 | 344.21 | 5 | 1.33 | | B |
| T2 | 306.76 | 5 | 1.33 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-27. Muestras de la conversión alimenticia por tratamiento, repetición y semana.

| Conversión alimenticia por semana | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|
| Tratamiento | Repetición | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| T0 | 1 | 0.64 | 0.98 | 1.20 | 1.57 | 1.78 | 1.85 |
| T0 | 2 | 0.64 | 0.99 | 1.19 | 1.58 | 1.78 | 1.83 |
| T0 | 3 | 0.64 | 0.99 | 1.19 | 1.56 | 1.76 | 1.86 |
| T0 | 4 | 0.64 | 0.98 | 1.20 | 1.56 | 1.78 | 1.85 |
| T0 | 5 | 0.64 | 0.99 | 1.19 | 1.57 | 1.78 | 1.80 |
| T1 | 1 | 0.65 | 1.08 | 1.26 | 1.55 | 1.84 | 1.93 |
| T1 | 2 | 0.68 | 1.06 | 1.25 | 1.56 | 1.80 | 1.94 |
| T1 | 3 | 0.65 | 1.08 | 1.26 | 1.55 | 1.81 | 1.94 |
| T1 | 4 | 0.65 | 1.08 | 1.25 | 1.56 | 1.80 | 1.95 |
| T1 | 5 | 0.67 | 1.07 | 1.28 | 1.57 | 1.81 | 1.95 |
| T2 | 1 | 0.64 | 1.08 | 1.37 | 1.86 | 2.02 | 2.18 |
| T2 | 2 | 0.64 | 1.11 | 1.35 | 1.87 | 2.00 | 2.15 |
| T2 | 3 | 0.64 | 1.08 | 1.33 | 1.85 | 2.03 | 2.17 |
| T2 | 4 | 0.64 | 1.10 | 1.41 | 1.86 | 2.01 | 2.17 |
| T2 | 5 | 0.64 | 1.15 | 1.37 | 1.84 | 2.03 | 2.18 |

Cuadro A-28. Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia semana 1

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 1 | Conversión alimenticia | 15 | 0.63 | 0.56 | 1.26 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|----------|----|---------|
| Modelo | 0.0013 | 2 | 0.00067 | 10 | 0.0028 |
| Tratamiento | 0.0013 | 2 | 0.00067 | 10 | 0.0028 |
| Error | 0.0008 | 12 | 0.000067 | | |
| Total | 0.0021 | 14 | | | |

Cuadro A-29. Prueba de Tukey para variable conversión alimenticia semana 1

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01378 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|--------|---|---|
| Error: 0.0001 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 0.64 | 5 | 0.0037 | A | |
| T2 | 0.64 | 5 | 0.0037 | A | |
| T1 | 0.66 | 5 | 0.0037 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-30. Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia semana 2

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 2 | Conversión alimenticia | 15 | 0.91 | 0.89 | 1.68 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|--------|----|---------|-------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 0.04 | 2 | 0.02 | 60.02 | <0.0001 |
| Tratamiento | 0.04 | 2 | 0.02 | 60.02 | <0.0001 |
| Error | 0.0038 | 12 | 0.00031 | | |
| Total | 0.04 | 14 | | | |

Cuadro A-31. Prueba de Tukey para variable conversión alimenticia semana 2

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02987 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 0.0003 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 0.99 | 5 | 0.01 | A | |
| T1 | 1.07 | 5 | 0.01 | | B |
| T2 | 1.1 | 5 | 0.01 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-32. Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia semana 3

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 3 | Conversión alimenticia | 15 | 0.95 | 0.94 | 1.48 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|--------|----|---------|--------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 0.08 | 2 | 0.04 | 106.55 | <0.0001 |
| Tratamiento | 0.08 | 2 | 0.04 | 106.55 | <0.0001 |
| Error | 0.0042 | 12 | 0.00035 | | |
| Total | 0.08 | 14 | | | |

Cuadro A-33. Prueba de Tukey para variable conversión alimenticia semana 3

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03172 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 0.0004 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 1.19 | 5 | 0.01 | A | |
| T1 | 1.26 | 5 | 0.01 | | B |
| T2 | 1.37 | 5 | 0.01 | | C |

Cuadro A-34. Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia semana 4

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 4 | Conversión alimenticia | 15 | 1 | 1 | 0.57 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|--------|----|---------|---------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 0.29 | 2 | 0.14 | 1591.19 | <0.0001 |
| Tratamiento | 0.29 | 2 | 0.14 | 1591.19 | <0.0001 |
| Error | 0.0011 | 12 | 0.00009 | | |
| Total | 0.29 | 14 | | | |

Cuadro A-35. Prueba de Tukey para variable conversión alimenticia semana 4

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01601 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|--------|---|---|
| Error: 0.0001 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T1 | 1.56 | 5 | 0.0042 | A | |
| T0 | 1.57 | 5 | 0.0042 | A | |
| T2 | 1.86 | 5 | 0.0042 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-36. Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia semana 5

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|------------------------|----|----------------|-------------------|-----|
| 5 | Conversión alimenticia | 15 | 0.99 | 0.99 | 0.7 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 0.17 | 2 | 0.09 | 491.81 | <0.0001 |
| Tratamiento | 0.17 | 2 | 0.09 | 491.81 | <0.0001 |
| Error | 0.0021 | 12 | 0.00017 | | |
| Total | 0.17 | 14 | | | |

Cuadro A-37. Prueba de Tukey para variable conversión alimenticia semana 5

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02221 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 0.0002 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 1.78 | 5 | 0.01 | A | |
| T1 | 1.81 | 5 | 0.01 | | B |
| T2 | 2.02 | 5 | 0.01 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-38. Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia semana 6

| Semana | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------|------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| 6 | Conversión alimenticia | 15 | 0.99 | 0.99 | 0.82 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 0.29 | 2 | 0.14 | 547.54 | <0.0001 |
| Tratamiento | 0.29 | 2 | 0.14 | 547.54 | <0.0001 |
| Error | 0.0032 | 12 | 0.00026 | | |
| Total | 0.29 | 14 | | | |

Cuadro A-39. Prueba de Tukey para variable conversión alimenticia semana 6

| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02738 | | | | | |
|-----------------------------------|--------|---|------|---|---|
| Error: 0.0003 gl: 12 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 1.84 | 5 | 0.01 | A | |
| T1 | 1.94 | 5 | 0.01 | | B |
| T2 | 2.17 | 5 | 0.01 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-40. Muestreos de peso en canal (g) por tratamiento y repetición en gramos.

| TX | REP 1 | REP 2 | REP 3 | REP 4 | REP 5 |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| T0 | 1632.93 | 1917.21 | 1957.05 | 1984.57 | 2025.94 |
| T1 | 1645.53 | 1871.42 | 1897.16 | 1923.75 | 2025.66 |
| T2 | 1456.54 | 1682.41 | 1716.64 | 1745.76 | 1797.86 |

Cuadro A-41. Análisis de la varianza de la variable peso en canal (g)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| PESO_CANAL_GR | 15 | 0.99 | 0.99 | 1.08 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|----|----------|--------|---------|
| Modelo | 389415.61 | 6 | 64902.6 | 167.53 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 146982.02 | 2 | 73491.01 | 189.69 | <0.0001 |
| REPETICION | 242433.59 | 4 | 60608.4 | 156.44 | <0.0001 |
| Error | 3099.36 | 8 | 387.42 | | |
| Total | 392514.97 | 14 | | | |

Cuadro A-42. Prueba de Tukey para variable peso en canal (g)

| Test: Tukey Alfa=0.05 | | | | | |
|-----------------------|---------|---|------|---|---|
| DMS=35.57122 | | | | | |
| Error: 387.4200 gl: 8 | | | | | |
| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
| T0 | 1903.54 | 5 | 8.8 | A | |
| T1 | 1872.71 | 5 | 8.8 | A | |
| T2 | 1679.84 | 5 | 8.8 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A-43. Presupuesto de material y equipo

| Materiales | Unidad | Cantidad | Precio | Total |
|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------|------------------|
| Tela de costales | Unidad | 30 | \$ 0.25 | \$ 7.50 |
| Extensión eléctrica 4 pies | Unidad | 1 | \$ 13.75 | \$ 13.75 |
| Escoba | Unidad | 1 | \$ 2.50 | \$ 2.50 |
| Focos de 60 watts | Unidad | 9 | \$ 0.52 | \$ 4.68 |
| Comederos * | Unidad | 9 | \$ 9.33 | \$ 0 |
| Bebederos | Unidad | 9 | \$ 4.75 | \$ 42.75 |
| Bebedero inicio | Unidad | 9 | \$ 1.37 | \$ 12.33 |
| Báscula | Unidad | 1 | \$ 8.00 | \$ 8.00 |
| Escoba de trigo | Unidad | 1 | \$ 3.95 | \$ 3.95 |
| Cuchara medidora | Unidad | 2 | \$ 2.15 | \$ 4.30 |
| Aves | Caja | 2 | \$ 75.50 | \$ 151.00 |
| Vacuna new castle 50 dosis | Unidad | 1 | \$ 4.00 | \$ 4.00 |
| Vacuna doble aviar 50 dosis | Unidad | 1 | \$ 3.80 | \$ 3.80 |
| Vacuna triple aviar 50 dosis | Unidad | 1 | \$ 5.50 | \$ 5.50 |
| Electrolitos y Vitaminas | Quintal | 2 | \$ 2.50 | \$ 5.00 |
| Cal hidratada | Quintal | 1 | \$ 5.45 | \$ 5.45 |
| Granza de arroz | Quintal | 15 | \$ 4.00 | \$ 60.00 |
| Amonio cuaternario | Galón | 4 | \$ 2.50 | \$ 10.00 |
| Detergente | Kilogramo | 1 | \$ 1.00 | \$ 1.00 |
| Total | | | | \$ 345.51 |
| Total, por tratamiento | | | | \$ 115.17 |
| Total, por ave | | | | \$ 2.56 |

* Materiales donados

Cuadro A-44. Costo concentrado tratamiento control (T0)

| Tratamiento control (T0) | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Semana | Alimento ofrecido (g) | Alimento rechazado (g) | Alimento consumido (g) | Costo quintal | Costo alimento consumido | Costo por ave |
| 1 | 35 | 5 | 30 | \$22.39 | \$6.72 | \$0.15 |
| 2 | 80 | 6 | 74 | \$22.39 | \$16.57 | \$0.37 |
| 3 | 125 | 7 | 118 | \$22.39 | \$26.42 | \$0.59 |
| 4 | 165 | 9 | 156 | \$21.52 | \$33.57 | \$0.75 |
| 5 | 194 | 15 | 179 | \$21.52 | \$38.52 | \$0.86 |
| 6 | 220 | 12 | 208 | \$21.52 | \$44.76 | \$0.99 |
| Total | | | | | \$166.56 | \$3.70 |

Cuadro A-45. Costo de concentrado tratamiento 5% moringa (T1)

| Tratamiento 5% moringa (T1) | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Semana | Alimento ofrecido (g) | Alimento rechazado (g) | Alimento consumido (g) | Costo quintal | Costo alimento consumido | Costo por ave |
| 1 | 35 | 5 | 30 | \$22.06 | \$6.62 | \$0.15 |
| 2 | 80 | 6 | 74 | \$22.06 | \$16.32 | \$0.36 |
| 3 | 125 | 7 | 118 | \$22.06 | \$26.03 | \$0.58 |
| 4 | 165 | 9 | 156 | \$21.28 | \$33.20 | \$0.74 |
| 5 | 194 | 15 | 179 | \$21.28 | \$38.09 | \$0.85 |
| 6 | 220 | 12 | 208 | \$21.28 | \$44.26 | \$0.98 |
| Total | | | | | \$164.52 | \$3.66 |

Cuadro A-46. Costo de concentrado tratamiento 10% moringa (T2)

| Tratamiento 10% moringa (T2) | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Semana | Alimento ofrecido (g) | Alimento rechazado (g) | Alimento consumido (g) | Costo quintal | Costo alimento consumido | Costo por ave |
| 1 | 35 | 5 | 30 | \$23.41 | \$7.02 | \$0.16 |
| 2 | 80 | 6 | 74 | \$23.41 | \$17.32 | \$0.38 |
| 3 | 125 | 7 | 118 | \$23.41 | \$27.62 | \$0.61 |
| 4 | 165 | 9 | 156 | \$22.63 | \$35.30 | \$0.78 |
| 5 | 194 | 15 | 179 | \$22.63 | \$40.51 | \$0.90 |
| 6 | 220 | 12 | 208 | \$22.63 | \$47.07 | \$1.05 |
| Total | | | | | \$174.85 | \$3.89 |

Cuadro A-47. Clasificación taxonómica de la Moringa

| Categoría Taxonómica | | Clasificador |
|----------------------|-------------------------|---|
| Clase | <i>Eudicotyledoneae</i> | Doyle y Hotton, 1991 |
| Subclase | <i>Magnoliidae</i> | Novák ex Takht., 1967 |
| Clado | <i>Malvidae</i> | W.S. Judd, D.E. Soltis & P.S. Soltis., 2007 |
| Orden | <i>Brassicales</i> | |
| Familia | <i>Moringaceae</i> | Martinov, 1820 |
| Género | <i>Moringa</i> | Adans., 1763 |
| Especie | <i>Moringa oleífera</i> | Lam., 1785 |

Fuente: Arias, 2014.

Cuadro A-48. Productividad de biomasa fresca de *Moringa Oleífera*.

| Densidad de plantas /ha | Biomasa fresca To/ha/corte | Materia seca Kg/ ha/corte | Proteína total Kg/ha/corte |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 95mil | 19.6 | 2,634 | 368.7 |
| 350 mil | 29.7 | 4,158 | 582.0 |
| 900 mil | 52.6 | 5,067 | 964.2 |
| 1 millón | 78.0 | 8,315 | 1,585.0 |
| 4 millones | 97.4 | 12,662 | 2,405.0 |
| 16 millones | 259.0 | 34,031 | 6,465.0 |

Fuente: Foidl *et al.* 1999.

Cuadro A-49. Forma de alimentación y requerimiento según etapa de vida.

| Etapas | Inicial | Crecimiento | Finalización |
|---|---|--|--|
| Período y caracterización del alimento | Se ofrece durante los primeros 14 días. Se suministra el alimento con una textura de migajas o polvo para facilitar la ingesta del pollito. | En la etapa intermedia se suministra el alimento de los 14 a los 21 días. Se da una transición en la presentación del alimento un cambio de textura. | El alimento de finalización generalmente se suministra a partir de los 22 días de edad hasta los 42 días. En esta etapa el alimento se ofrece en presentación de pellet o harina gruesa. |
| Requerimientos nutricionales | Proteína de 22-23% Grasa de 4-6%. | Proteína de 20% Grasa de 4-7%. | Proteína de 19% Grasa de 5%. |

Fuente: Gómez *et al.* 2016

Cuadro A-50. Parámetros de peso para humedad parcial de muestra de hojas Moringa.

| N# Muestra | Peso de bolsa vacía (g) | P.b.+Mx | Mx (g) | Peso de muestra seca |
|------------|-------------------------|---------|--------|----------------------|
| A1 | 4.9 | 28.2 | 23.3 | 11.5 |
| A2 | 5.1 | 28.5 | 23.3 | 11.2 |
| A3 | 5.6 | 23.2 | 23.3 | 12.3 |
| A4 | 5.5 | 28.8 | 23.3 | 12.6 |
| A5 | 5.5 | 28.8 | 23.3 | 13.2 |
| A6 | 4.8 | 28.1 | 23.3 | 11.9 |
| A7 | 5.0 | 28.3 | 23.3 | 11.7 |
| A8 | 5.5 | 28.8 | 23.3 | 11.5 |
| A9 | 5.3 | 28.6 | 23.3 | 11.4 |
| A10 | 5.4 | 28.7 | 23.3 | 11.9 |
| A11 | 5.6 | 28.9 | 23.3 | 12.2 |
| A12 | 5.4 | 28.7 | 23.3 | 12.0 |
| A13 | 5.5 | 28.8 | 23.3 | 12.5 |
| A14 | 5.4 | 28.7 | 23.3 | 12.1 |
| A15 | 5.7 | 29.0 | 23.3 | 10.8 |

Cuadro A-51. Parámetros de peso para humedad parcial de muestra de tallos Moringa.

| N# Muestra Tallo | Peso de bolsa vacía (g) | P.b.+Mx | Mx (g) | Peso de muestra seca |
|------------------|-------------------------|---------|--------|----------------------|
| B1 | 5.4 | 20.4 | 15.0 | 8.6 |
| B2 | 5.0 | 20.0 | 15.0 | 7.1 |
| B3 | 5.1 | 20.1 | 15.0 | 8.1 |
| B4 | 5.6 | 20.6 | 15.0 | 7.8 |
| B5 | 5.7 | 20.7 | 15.0 | 8.7 |
| B6 | 5.1 | 20.1 | 15.0 | 8.3 |
| B7 | 5.2 | 20.1 | 15.0 | 9.0 |
| B8 | 5.7 | 20.7 | 15.0 | 8.9 |
| B9 | 5.2 | 20.2 | 15.0 | 8.6 |
| B10 | 5.3 | 20.3 | 15.0 | 8.5 |

Cuadro A-52. Resultados humedad parcial muestra de hoja y tallo Moringa.

| N# Muestra Hojas | % H | N# Muestra Tallo | %HP |
|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| A1 | 49.35 | B1 | 57.33 |
| A2 | 48.06 | B2 | 47.33 |
| A3 | 52.78 | B3 | 54.00 |
| A4 | 54.07 | B4 | 52.00 |
| A5 | 56.65 | B5 | 58.00 |
| A6 | 51.07 | B6 | 55.33 |
| A7 | 50.21 | B7 | 60.00 |
| A8 | 49.35 | B8 | 59.33 |
| A9 | 48.92 | B9 | 57.33 |
| A10 | 51.07 | B10 | 56.66 |
| A11 | 52.36 | - | |
| A12 | 51.50 | - | |
| A13 | 53.64 | - | |
| A14 | 51.93 | - | |
| A15 | 46.35 | - | |
| Promedio %H | 51.15 | Promedio %H | 55.73 |

Cuadro A-53. Resultados determinación de humedad total muestra de hojas de Moringa.

| N# Muestra | Peso de caja vacía(g) | P.C+Mx | Peso Mx(g) | Peso de Mx seca(g) | %HT |
|-----------------|-----------------------|--------|------------|--------------------|-------------|
| A1 | 34.822 | 44.822 | 10.0 | 44.316 | 5.06 |
| A2 | 37.412 | 47.412 | 10.0 | 46.933 | 4.79 |
| Promedio | | | | | 4.93 |

Cuadro A-54. Resultados determinación de cenizas muestra de hojas de Moringa.

| N# Muestra | Peso del crisol vacío(g) | P.Cr+Mx | Peso Mx(g) | P.Cr+Mx incinerada. | p. Ceniza | %Cz |
|-----------------|--------------------------|---------|------------|---------------------|-----------|-------|
| A1 | 19.183 | 21.183 | 2.0 | 19.387 | 0.204 | 10.2 |
| A2 | 15.447 | 17.447 | 2.0 | 15.652 | 0.205 | 10.3 |
| Promedio | | | | | | 10.25 |

Cuadro A-55. Resultados determinación de extracto etéreo muestra de hojas Moringa.

| N# Muestra | Peso del Balón(g) | P.B+Mx | Peso Mx(g) | P.B+Mx con grasa. | %EE |
|-----------------|-------------------|--------|------------|-------------------|-------|
| A1 | 159.719 | 161.72 | 2.001 | 159.936 | 10.84 |
| A2 | 159.452 | 161.45 | 2.001 | 159.615 | 8.15 |
| Promedio | | | | | 9.50 |

Cuadro A-56. Resultados determinación de nitrógeno muestra de hojas de Moringa.

| N# Muestra | Peso del Tubo(g) | P.T+Mx | Peso Mx(g) | HCL gastado (ml) | %P |
|-----------------|------------------|--------|------------|------------------|-------|
| A1 | 44.316 | 44.418 | 0.102 | 2.75 | 27.97 |
| A2 | 46.933 | 47.036 | 0.103 | 3.02 | 30.42 |
| Promedio | | | | | 29.20 |

Cuadro A-57. Resultados determinación fibra cruda muestra de hojas de Moringa.

| N# Muestra | Tara de la bolsa | Peso Mx | P.B. post digestión | N# Crisol | Peso crisol | Crisol+ ceniza | Mx digerida | Fibra cruda | % F.C. |
|-----------------|------------------|---------|---------------------|-----------|-------------|----------------|-------------|-------------|--------|
| A1 | 0.506 | 1.006 | 0.634 | L1 | 20.822 | 20.828 | 0.122 | 0.121272366 | 12.13 |
| A2 | 0.542 | 1.003 | 0.666 | F1 | 18.239 | 18.24 | 0.123 | 0.122632104 | 12.26 |
| Promedio | | | | | | | | | 12.20 |

Cuadro A-58. Cálculo determinación de carbohidratos solubles o extracto libre de nitrógeno.

Esta fracción es calculada con base en las otras determinaciones realizadas:

Formula: ELN o CHO's = 100 - (%EE + %PC + %FC + %Ceniza).

ELN o CHO's = 100 - (9.50% + 29.20% + 12.20% + 10.25%) = 38.85%

Cuadro A-59. Resultados determinación de Magnesio muestra de hojas de Moringa.

| Muestra | Resultado % |
|----------|-------------|
| A1 | 0.1293 |
| A2 | 0.1640 |
| B1 | 0.1183 |
| B2 | 0.1892 |
| Promedio | 0.1502 |

Cuadro A-60. Resultados determinación de Calcio muestra de hojas de Moringa.

| # Muestra | Resultado % |
|-----------|-------------|
| 1 | 1.75 |
| 2 | 1.21 |
| 3 | 1.21 |
| 4 | 1.33 |
| Promedio | 1.38 |

Cuadro A-61. Resultados determinación de Potasio en muestra de hojas de Moringa.

| Muestra | Resultado |
|----------|-----------|
| A1 | 4.5 |
| A2 | 4.7 |
| B1 | 3.0 |
| B2 | 3.0 |
| Promedio | 3.1 |

Cuadro A-62. Resultados determinación de Zinc en muestra de hojas de Moringa.

| Muestra | Resultado |
|----------|-----------|
| A1 | 0.0416 |
| A2 | 0.0412 |
| B1 | 0.0402 |
| B2 | 0.0419 |
| Promedio | 0.1649 |