

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DIRECCION DE INVESTIGACION**

Código: AL-2401

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

**TÍTULO A OBTENER:** Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

**AUTORES.**

Nombres y apellidos de los estudiantes

<b>Nombres, apellidos</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono y correo electrónico</b>	<b>Firma</b>
Br. Cinthya Belginy, Ocon Ortiz	Residencial condominio los ángeles, (Paseo Del Prado) polígono C casa 4. Apopa, San Salvador.	7557-49213 oconvet@hotmail.com	
Br. Nancy, Catalina, Espinoza Ortiz.	Col. Jardines de Madre Tierra, Apopa, San Salvador.	7969-9453 scoobycatyc26@gmail.com	

Nombres y apellidos de los Docentes Directores

<b>Nombres, apellidos</b>	<b>Lugar de trabajo</b>	<b>Teléfono y correo electrónico</b>	<b>Firma</b>
Ing. Agr. M.Sc. Raúl Iraheta Villatoro	Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia	6119-9784 raul.iraheta@ues.edu.sv	
Licda. M.Sc. Ada Yanira Arias de Linares	Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola	7860-4900 ada.arias1@ues.edu.sv	
MVZ. Esp. Carlos Ernesto Quezada Fuentes.	LIVISTO S.A. de C.V.	7259-9227 carlosernesto69@hotmail.com	

**Visto bueno**

**Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento de Fitotecnia**

Ing. Agr. M.Sc. Oscar Alonso Rodríguez Gracias      Firma:

**Director General de Procesos de Graduación de la Facultad**

Emerson Gustavo Martínez Hernández      Firma:

**Jefe de Departamento de Fitotecnia**

Ing. Agr. M.Sc. Julio Cesar Pavón Ortiz      Firma:

**Sello:**

**Lugar y fecha:** Ciudad Universitaria 05 de febrero 2024

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

Ocon-Ortiz, C.B<sup>1</sup>, Espinoza-Ortiz, N.C<sup>1</sup>, Iraheta-Villatoro, R.<sup>2</sup>, Arias-Linares, A.Y<sup>2</sup>, Quezada-Fuentes, C.E<sup>2</sup>

## **RESUMEN.**

La investigación consistió en dos fases: la recolección de materia prima de hojas de Moringa en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, seguida de la fase de campo en un módulo avícola en Panchimalco, se llevó a cabo en un período del mes de noviembre de 2020 a enero de 2021. El objetivo fue evaluar la ganancia de peso en pollos de engorde con diferentes niveles de harina de Moringa (T0: testigo, T1: 5%, T2: 10%). Utilizando 135 pollos de la raza Cobb, se analizaron variables claves como: ganancia de peso, conversión alimenticia, peso de canal, y costos de producción. El diseño experimental fue completamente al azar (DCA), con un nivel de significancia del 5%.

Los resultados revelaron diferencias significativas entre los tratamientos. El T0 demostró una ganancia de peso diaria promedio de 363.13g y una eficiente conversión alimenticia de 1.84, destacándose como el tratamiento más eficiente. En contraste, el T2 mostró una menor eficiencia con 306.76g y una conversión alimenticia de 2.17. En peso de canal, T0 y T1 superaron a T2, demostrando mejores resultados que la adición del 10% de harina de moringa. El análisis estadístico confirmó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, respaldado por una variabilidad (C.V. de 1.08%) y un nivel de significancia ( $P < 0.05$ ). Desde una perspectiva económica, la evaluación reveló que el T0 fue el tratamiento más rentable con \$37.70 (\$0.84 por ave), seguido por T1 con \$34.57 (\$0.77 por ave), mientras que el T2 resultó en una pérdida neta de \$8.13 (-\$0.18 por ave).

Estos hallazgos destacan la importancia de considerar tanto la eficiencia productiva como los aspectos económicos al tomar decisiones en la producción avícola, guiando la toma de decisiones informadas en la implementación de estrategias alimenticias en la producción de pollos de engorde.

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

1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Estudiante tesista.

2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente Director.

## **ABSTRACT.**

The research consisted of two phases: the collection of raw material from Moringa leaves at the Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, followed by the field phase in a poultry module in Panchimalco. This was carried out from November 2020 to January 2021. The objective was to evaluate the weight gain of broiler chickens with different levels of Moringa flour (T0: control, T1: 5%, T2: 10%). Using 135 Cobb breed chickens, key variables such as weight gain, feed conversion, carcass weight, and production costs were analyzed. The experimental design was completely randomized (CRD), with a significance level of 5%. The results revealed significant differences between treatments. T0 showed an average daily weight gain of 363.13g and an efficient feed conversion of 1.84, standing out as the most effective treatment. In contrast, T2 had a lower efficiency with 306.76g and a feed conversion of 2.17. In carcass weight, T0 and T1 outperformed T2, and showed better results than the addition of 10% Moringa flour. Statistical analysis confirmed the existence of significant differences between treatments, supported by a variability (C.V. of 1.08%) and a significance level ( $P < 0.05$ ). From an economic perspective, the evaluation revealed that T0 was the most profitable treatment with \$37.70 (\$0.84 per bird), followed by T1 with \$34.57 (\$0.77 per bird), while T2 resulted in a net loss of \$8.13 (-\$0.18 per bird).

These results highlight the importance of considering both production efficiency and economic aspects when making decisions in poultry production and guide informed decisions in the implementation of feeding strategies in broiler chicken production.

**Key words:** *Moringa, feeding alternative, productive parameters, broiler chickens.*

1 University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences, Department of Phytotechnics, Thesis student.

2 University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences, Department of Phytotechnics, Professor Director.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La avicultura en El Salvador ha desempeñado un papel importante en el desarrollo económico y a su vez en la nutrición de la población a lo largo de los años; la carne de pollo es un producto de alta demanda y fácil acceso, siendo parte importante dentro de la canasta básica de los salvadoreños. 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).

A pesar de que el sector avícola ha experimentado avances significativos en términos de genética, nutrición, manejo, alojamiento y bienestar animal; la alimentación balanceada es un factor clave en la producción representando entre el 60% y 70% de los costos totales. 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, por lo 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 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). La Moringa 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, 2016). El objetivo de la investigación fue medir el efecto de la adición de harina de moringa a la dieta balanceada de pollos de engorde Cobb, sobre los parámetros productivos: peso vivo, ganancia de peso diaria promedio, conversión alimenticia, peso en canal y características organolépticas.

## **2. MATERIALES Y METODOS.**

### **2.1. Duración, ubicación y unidades experimentales.**

La investigación se desarrolló desde el mes de noviembre 2020 al mes de enero 2021 y se dividió en dos fases; la primera se llevó a cabo en la parcela 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 una altitud que oscila entre los 31 y 77 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de la costa de 8 km. La temperatura mínima promedio oscila entre 23.8°C y la máxima entre 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. Se utilizaron 135 pollos de engorde de la línea Cobb® de un día de nacidos, los cuales fueron distribuidos en 3 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, 45 pollos por tratamiento, 9 pollos por repetición.

### **2.2. Metodología de campo**

#### **2.2.1. 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.

#### **2.2.2. 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. Tomando como base 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%

### 2.2.3. Suministro y horarios 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 ave 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 dividió en dos porciones y se administró dos veces al día, a las 8:00 a. m. y a las 3:00 p. m.

### 2.2.4. 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. En el interior de la estructura se construyeron 3 corrales, de 8 metros cuadrados cada uno.

### 2.2.5. Preparación de la galera antes de la llegada de las aves

Con anticipación de 15 días a la llegada de las aves, se llevó a cabo una limpieza exhaustiva en la galera. Posteriormente, se procedió a lavar minuciosamente los restos de material, polvo y suciedad utilizando detergentes y abundante agua. Para el cuarto de cría cada tratamiento de la galera fue utilizada como sala de cría, donde se acondicionaron espacios para alojar a los pollitos.

### **2.2.6. 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. Posterior esta se modificó elevando el foco (criadora) cada semana. 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.

### **2.2.7. Pesaje de aves**

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, hasta el sacrificio a los 42 días.

### **2.2.8. Recibimiento de los pollos**

Con anticipación a la llegada de las aves se activó la fuente de calor en la galera para tener una temperatura optima 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.

### **2.2.9. Plan de vacunación**

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.

### **2.2.10. 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. Posteriormente, se registró el peso en canal por cada tratamiento y se empaquetaron en bolsas plásticas de cinco libras para ser almacenados.

## **2.3. Metodología Estadística**

### **2.3.1. Diseño estadístico**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y cinco repeticiones con un nivel de significancia estadística  $\alpha$  del 5% debido a la naturaleza de las unidades experimentales.

### **2.3.2. 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®.

### 2.3.3. 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				
<b>T0</b>	T0R <sub>1</sub>	T0R <sub>2</sub>	T0R <sub>3</sub>	T0R <sub>4</sub>	T0R <sub>5</sub>
<b>T1</b>	T1R <sub>1</sub>	T1R <sub>2</sub>	T1R <sub>3</sub>	T1R <sub>4</sub>	T1R <sub>5</sub>
<b>T2</b>	T2R <sub>1</sub>	T2R <sub>2</sub>	T2R <sub>3</sub>	T2R <sub>4</sub>	T2R <sub>5</sub>

### 2.2.4. 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:

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

Donde:

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

$\mu$  = es la media experimental

$T_i$  = efecto medio del i-ésimo tratamientos.

$E_{ij}$  = error experimental.

$i$  = número de tratamiento.

$j$  = número de repetición.

### 2.3.5. Descripción de variables

#### **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.

### **3. 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 ( $P < 0.05$ ) 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 ( $P < 0.05$ ), 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.

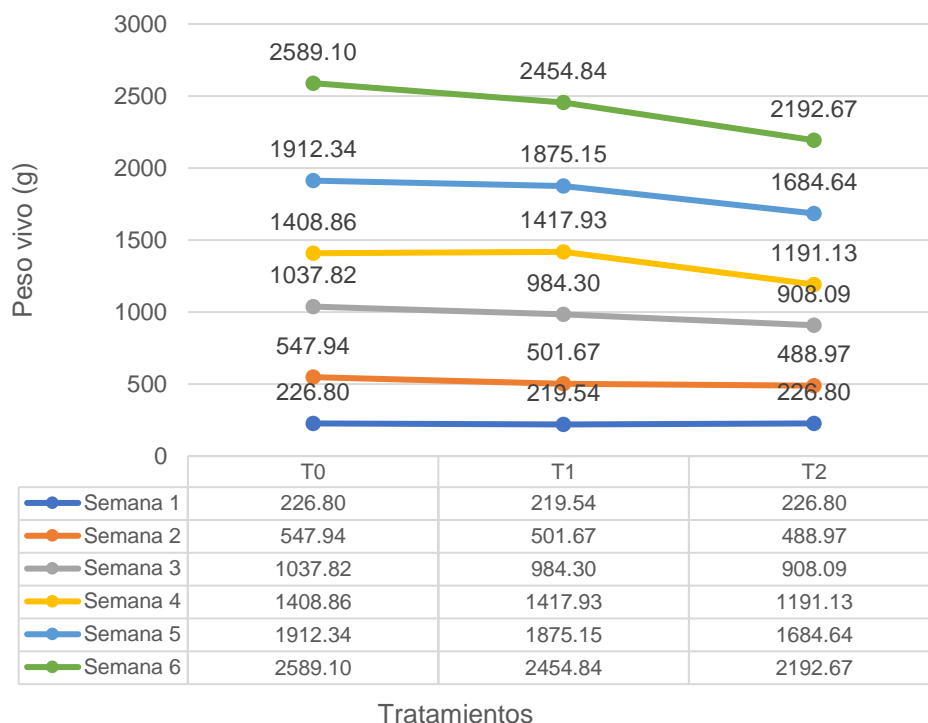


Figura 1. Comportamiento del peso vivo por semana y tratamiento

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.

Las pruebas de Tukey 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 g 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.

#### **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 presentó la menor ganancia de peso 306.76 g siendo esta estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) 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).

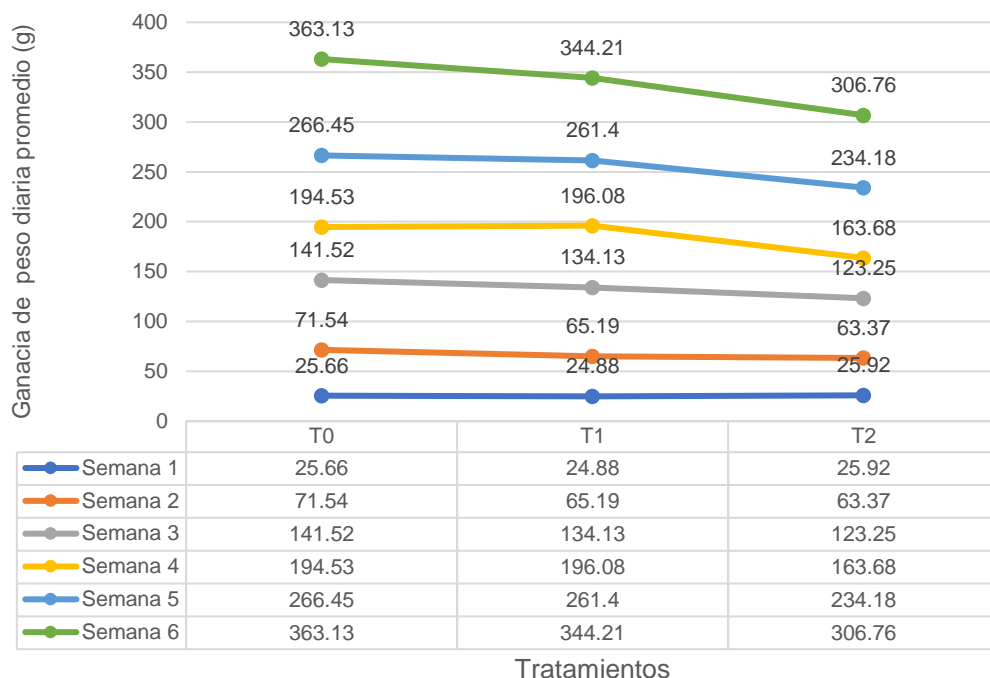


Figura 2. Comportamiento de la ganancia de peso promedio por semana y tratamiento

El análisis de varianza, 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 ( $P < 0.05$ ). 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.

Las pruebas de Tukey 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.

### 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, obteniéndose 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.

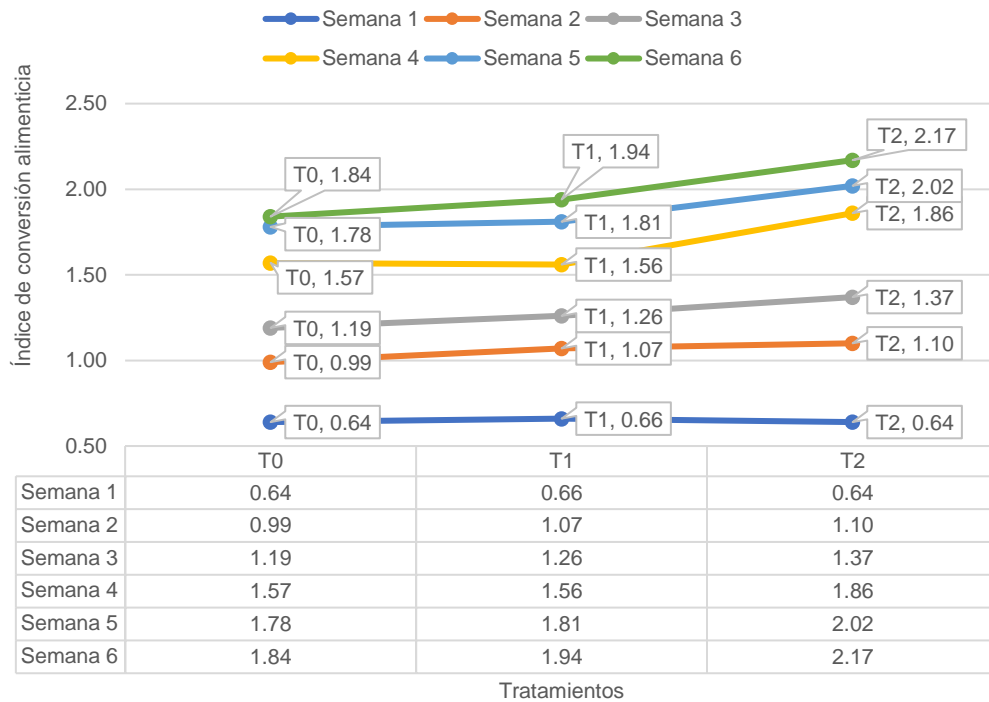


Figura 3. Comportamiento de la conversión alimenticia por semana y tratamiento.

El análisis de varianza para la conversión alimenticia 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. 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.

Durante las seis semanas, las pruebas de Tukey 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.

#### **4.1.4. Peso en canal**

El tratamiento T0 registró el mayor peso en canal con 1,903.54 gramos, seguido por T1 con 1,872.71 gramos. La diferencia entre ambos es de 30.83 gramos. En contraposición, T2 obtuvo el menor rendimiento, alcanzando 1,679.84 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 3).

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.

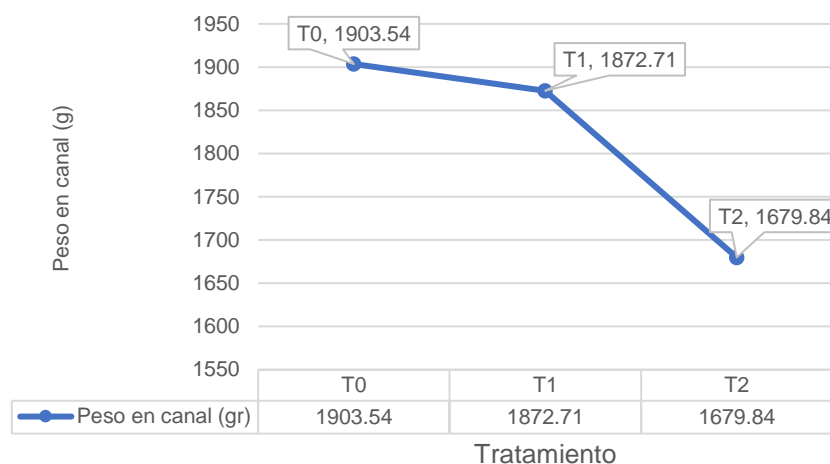


Figura 4. Comportamiento del peso en canal por semana y tratamiento.

Basándonos en el análisis de varianza (cuadro 3) 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 3. 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 evidenciaron diferencias significativas en los pesos en canal entre los tratamientos. T0 (1,903.54 g) registró el mayor peso, y, junto con T1 (1,872.71 g), pertenecieron al grupo A, lo que indica que no hubo diferencia significativa entre ellos en cuanto a peso en canal. En contraste, T2 (1,679.84 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 4. 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 de análisis bromatológico de *Moringa sp.*

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 sp.* 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 5. 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

La 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.

#### 4.2. 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 6), 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 y el material y equipo, 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 6. 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
<b>Beneficio neto (\$)</b>	<b>37.70</b>	<b>34.57</b>	<b>-8.13</b>

Finalmente, al calcular el beneficio neto, restando el BBC y los costos que varían (ver figura 5), 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).

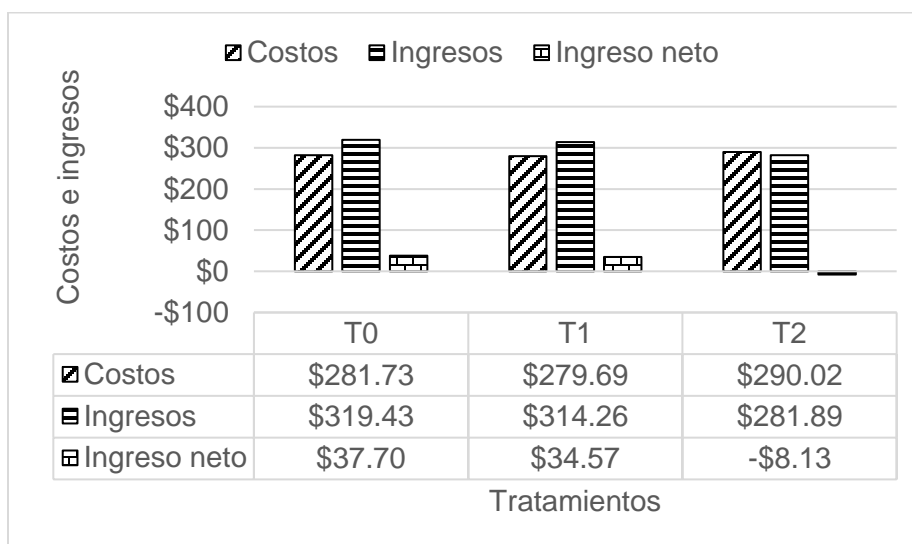


Figura 5. Comparación de costos e ingresos

## 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 1,903.54 g seguido del tratamiento del 5% de moringa con 1,872.71g.

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:

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

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

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

Realizar estudios sobre el contenido nutricional de la moringa en diferentes edades y sistemas de manejo agronómico.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

**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).

**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.

**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/>

- 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.
- 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.
- Cuca, M. 2009.** La alimentación en aves de corral. México D.F. Centro Nacional de investigaciones Pecuarias, p53-56
- Esparza, et. all. (2019).** Effect of *Moringa oleifera* intake on productive and toxicological parameters in broiler chickens. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Emen, M., Rugel, D. (2020).** Inclusión de harina de *Moringa oleifera* en dietas para pollos de engorde. Ecuador: Revista Veterinaria.
- 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.
- 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.
- 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 oleifera* seed. Water Research, 39(11), 2338-2344.
- 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](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/ucs/n14/n14_a09.pdf)
- 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.