



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

Artículo científico

**Ocon-Ortiz, C.B.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia.

**Espinoza-Ortiz, N.C.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia.

**Iraheta-Villatoro, R.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia.

**Arias-Linarez, A.Y.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia.

**Quezada-Fuentes, C.E.**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia.

### 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, departamento de San Salvador, se realizó 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 línea Cobb, se analizaron variables claves como ganancia de peso, conversión alimenticia, peso de canal, y costos de producción. Los resultados revelaron diferencias significativas entre los tratamientos. El T0 demostró una ganancia de peso diaria promedio de 363.13 g y una eficiente conversión alimenticia de 1.84, destacándose como el tratamiento más eficiente. En contraste, el T2 mostró una menor eficiencia con 306.76 g 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 USD 37.70 (USD 0.84 por ave), seguido por T1 con USD 34.57 (USD 0.77 por ave), mientras que el T2 resultó en una pérdida neta de USD 8.13 (-USD 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.

### 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 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 USD 37.70 (USD 0.84 per bird), followed by T1 with USD 34.57 (USD 0.77 per bird), while T2 resulted in a net loss of USD 8.13 (-USD 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.

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

 ACCESO ABIERTO

Título en inglés:

Evaluation of two levels of moringa flour (*Moringa* sp.) in balanced concentrate, for feeding broiler chickens of the Cobb line

**Correspondencia:**

raul.iraheta@ues.edu.sv

**Presentado:**

10 de febrero de 2024

**Aceptado:**

05 de abril de 2024



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

## 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 que representa 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, 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. Esto se realiza 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). El objetivo de la investigación fue medir el efecto de la adición de harina de moringa a la dieta balanceada de pollos de engorde línea Cobb, sobre los siguientes parámetros productivos: peso vivo, ganancia de peso diaria promedio, conversión alimenticia, peso en canal y características organolépticas.

## MATERIALES Y METODOS

### 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, que se llevó a cabo en la parcela de la Estación Experimental y de Prácticas (EEP), Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de La Paz, con una altitud promedio de 50 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 m s. n. m., 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.

### Metodología de campo

#### 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 Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Se obtuvo 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 transferidas 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 con 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.

## Formulación de las dietas

Las dietas se balancearon utilizando el programa “Feed formulation software”. Para ello se consideraron los requerimientos nutricionales recomendados por las aves de 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, preparando los tratamientos con harina de moringa (Cuadro 1). Tomando como base

la edad cronológica de los pollos, además, 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 %

## Suministro y horarios de alimentación de aves

La provisión de alimento se llevó a cabo siguiendo las directrices de manejo de las aves (Cobb-Vantress Inc. 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.

## Instalaciones y equipo

Se seleccionó y modificó una galera existente, la cual fue adaptada a las necesidades del estudio. La estructura resultante obtuvo dimensiones totales de 6 metros de largo, 4 de ancho y 3 de alto. En el interior de la estructura se construyeron 3 corrales de 8 metros cuadrados cada uno.

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

15 días antes de la llegada de las aves, se realizó 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.

## 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.

### 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.

### 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 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.

### 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.

### Sacrificio de las aves

Al cumplirse seis semanas del ciclo de producción, 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.

## Metodología Estadística

### Diseño estadístico

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

### 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 (Tabla 2), 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.

**Tabla 2.**  
Diseño de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones				
T0	T0R <sub>1</sub>	T0R <sub>2</sub>	T0R <sub>3</sub>	T0R <sub>4</sub>	T0R <sub>5</sub>
T1	T1R <sub>1</sub>	T1R <sub>2</sub>	T1R <sub>3</sub>	T1R <sub>4</sub>	T1R <sub>5</sub>
T2	T2R <sub>1</sub>	T2R <sub>2</sub>	T2R <sub>3</sub>	T2R <sub>4</sub>	T2R <sub>5</sub>

### 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):** para 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.

## 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 multiplicando el precio de la libra de carne de pollo en el mercado (USD 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 resultó 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.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis sobre rendimiento productivo de pollos de engorde

#### Peso vivo

Según los resultados de la 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 2,454.84 gramos, y finalmente, el tratamiento T2 con un peso medio de 2,192.67 gramos (Figura 1). Bucardo y Pérez (2015) determinaron que al añadir un 5 % de harina de moringa a la dieta de pollos de engorde línea Cobb 500 por 42 días, se alcanzó un peso promedio de 2,347.50 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 Fuentes Esparza, *et al.* (2019) registraron un peso de 2,086 g al añadir un 10 % de harina de moringa, observando diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). De manera similar, en nuestro tratamiento T2 se alcanzaron 2192.67 g, resultado que también fue estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ), lo cual hace evidente una tendencia: a medida 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.

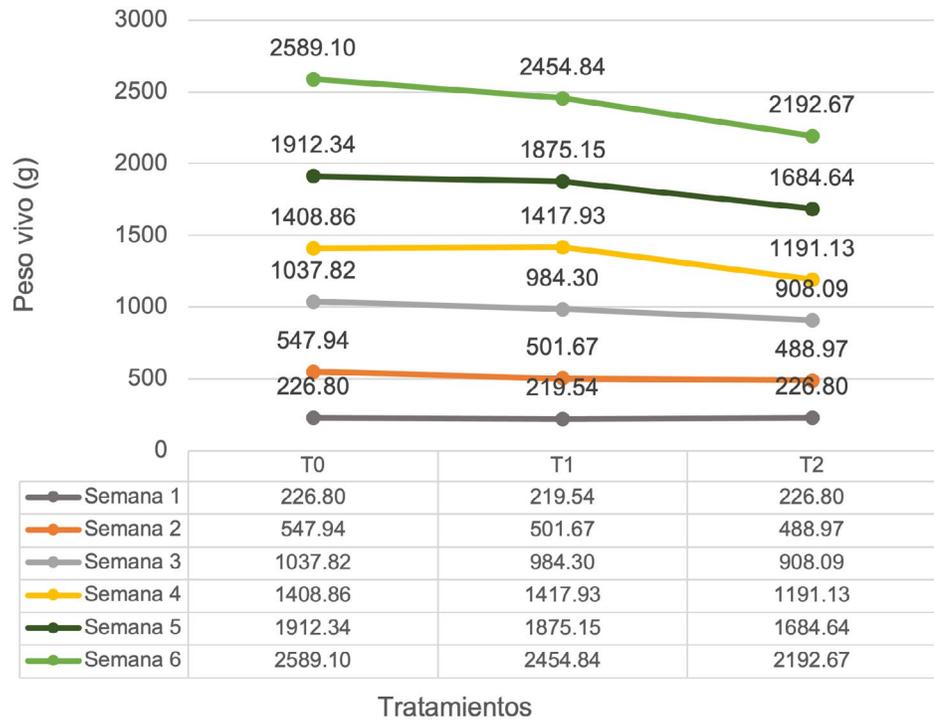
El análisis de varianza para el peso vivo de las aves durante las seis semanas, con coeficientes de variación que van desde 0.55 % hasta 1.46 %, evidenció diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos (T0, T1 y T2). Estos resultados sugieren que cada tratamiento influyó de manera distintiva 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 2,589.1 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 2,192.67 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.

#### 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

**Figura 1.**  
Comportamiento del peso vivo por semana y tratamiento.



ganancia de peso durante la investigación (Figura 2).

Los grupos T0 y T1 exhibieron comportamientos similares, corroborado por Emén y Rugel (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 ( $P < 0.05$ ). Fuentes Esparza, *et al.* (2019), indicaron que con dosis mayores del 10 % de harina de moringa en la dieta de los pollos de engorde, la ganancia de peso disminuye con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) coincidiendo con nuestro estudio, en el cual, el tratamiento T2 presentó la menor ganancia de peso 306.76 g, siendo esta estadística muy 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 y Aguirre, 2015).

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.

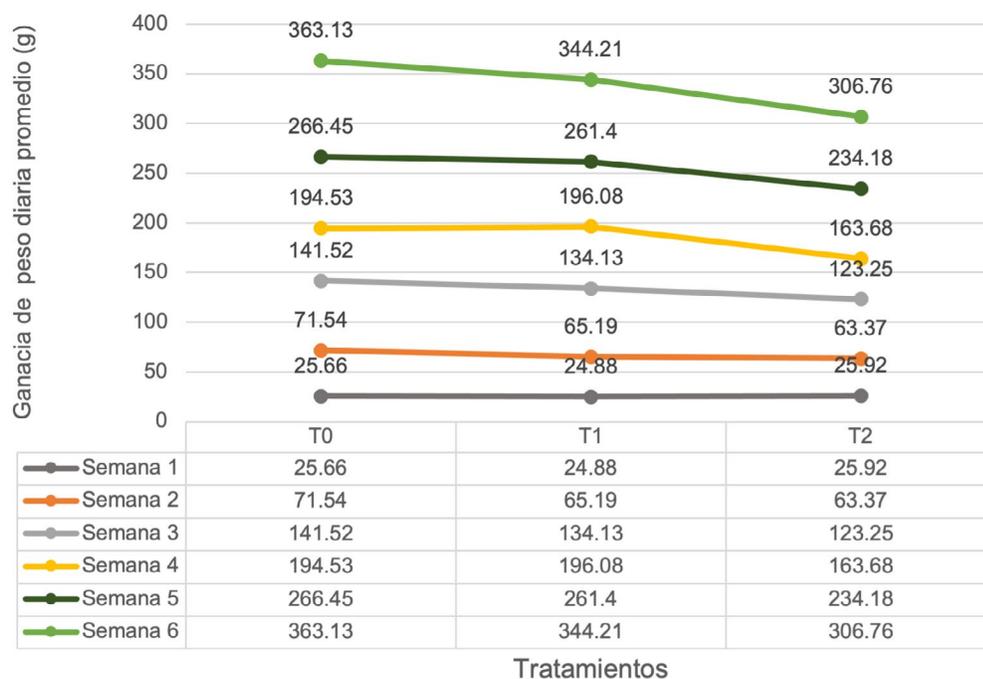
Las pruebas de Tukey señalaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las ganancias de peso entre los tratamientos a lo largo de las seis semanas. En la primera semana, T0 (25.66 g) y T2 (25.92 g) mostraron ganancias similares y superiores a T1 (24.88 g). Desde la segunda semana en adelante, T0 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.

### Conversión alimenticia

En cuanto a 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,

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



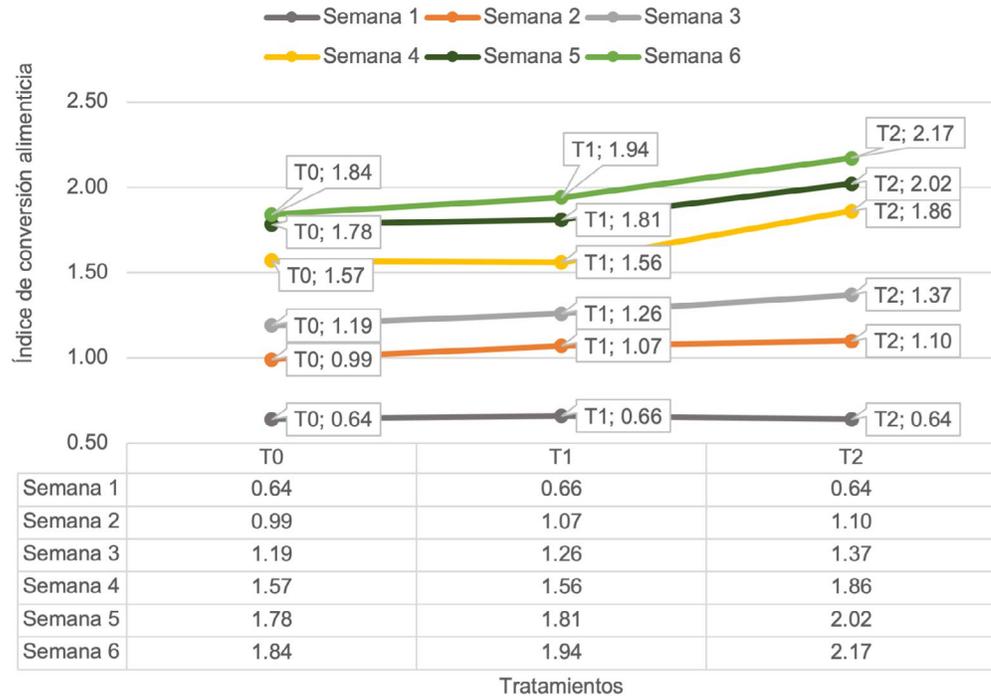
finalmente el T2 finalizó con la menor eficiencia, alcanzando 2.17 (Figura 3). En estudios realizados por Al-Bahouh *et al.* (2017), quienes analizaron el efecto de la moringa en niveles de 10 %, 20 % y 40 % en aves, demostrando que, a mayor inclusión de moringa, la conversión alimenticia resulta menos 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 y Pérez (2015), encontraron 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.

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

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



entre las de T0 y T2 según la semana.

**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 (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.

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

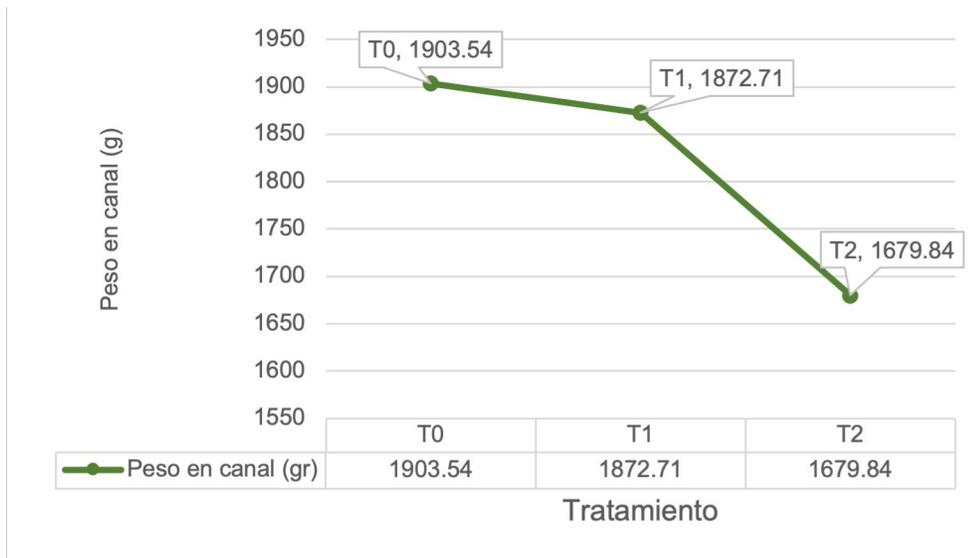
moringa tiene un alto contenido proteico, también posee un nivel significativo de fibra. Esto puede llevar a un aumento en el consumo de alimento, pero al mismo tiempo puede obstaculizar la asimilación y su aprovechamiento. El uso de dietas equilibradas con moringa puede mejorar la pigmentación de la carne y la

consistencia de la canal en pollos de engorde, según Mendiola y Aguirre (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.

Basándonos en el análisis de varianza 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 un nivel de significancia ( $P < 0.05$ ), se confirma la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

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), 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

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



canal notablemente menor, 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.

#### 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, 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 la Tabla 3, 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.

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 y Santos (2012), demostrando 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), menciona

que 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 %.

**Tabla 3.**  
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

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.

### Análisis económico

Al final del ensayo se obtuvo un rendimiento del canal por tratamiento, al cual se le realizó un ajuste del 15 % (Tabla 4), resultando con el mayor beneficio bruto de campo por tratamiento T0 con USD 319.43 seguido por T1 y T2 con beneficios brutos de campo de USD 314.26 y USD 281.89 respectivamente; se tomó como referencia el peso en canal a USD 1.99 un precio promedio de venta en supermercados. Considerando los costos del concentrado, el material y equipo, los costos que varían se distribuyeron

de la siguiente manera: T0 presentó el más alto con USD 281.73, seguido de T1 con USD 279.69 y T2 con USD 290.02.

Finalmente, al calcular el beneficio neto, restando el BBC y los costos que varían (Figura 5), se obtuvo que el tratamiento de control (T0) presentó el mayor beneficio neto con USD 37.70 (USD 0.84 por ave), seguido del tratamiento T1 con USD 34.57 (USD 0.77 por ave). Notablemente, el tratamiento T2 resultó en una pérdida neta de USD 8.13 (-USD 0.18 por ave).

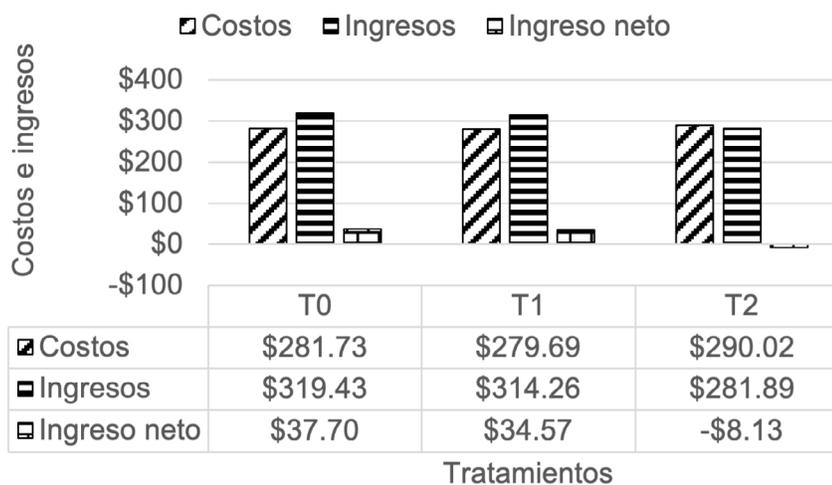
**Tabla 4.**

*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 (USD)	319.43	314.26	281.89
Costo concentrado (USD)	166.56	164.52	174.85
Material y equipo (USD)	115.17	115.17	115.17
Costos que varían (USD)	281.73	279.69	290.02
Beneficio neto (USD)	37.70	34.57	-8.13

**Figura 5.**

Comparación de costos e ingresos



### CONCLUSIONES

Los tratamientos, con inclusión de moringa a la dieta balanceada de pollos de engorde línea 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 de peso en canal, fue el tratamiento testigo con 1,903.54 g, seguido del tratamiento del 5 % de moringa con 1,872.71 g.

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.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Al-Bahouh, M., Al-Nasser, A., Khalil, F., Ragheb, G., & Boareki, MN. 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, AH. 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.
- Cobb Vantress Inc. 2019. Pollo de engorde guía de manejo (en línea). Consultado 27 mayo 2020. Disponible en: [https://www.cobb-vantress.com/assets/CobbFiles/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB\\_2.22.2019.pdf](https://www.cobb-vantress.com/assets/CobbFiles/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf)
- 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
- Emen, M., Rugel, D. 2020. Inclusión de harina de *Moringa oleifera* en dietas para pollos de engorde. Ecuador: Revista Veterinaria.
- Fuentes Esparza, MK., Quezada Tristán, T., Guzman Maldonado, SH., Valdivia Flores, AG., Ortiz Martínez, R. 2019. Efecto del consumo de Moringa oleifera sobre parámetros productivos y toxicológicos en pollos de engorda. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Clínica Veterinaria, México. *Rev. Mex. Ciencias Pecuarias*. 10(4):1013-1026.
- Garavito, U. 2008. Moringa Oleifera, 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.
- 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.
- Gómez, N.I; Rébak G, Fernández; Sindik, M, Sanz P. 2016. Comportamiento productivo de pollos parrilleros alimentados con *Moringa oleifera*, Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE, Argentina. *Revista Veterinaria* 27(1): 7-10.
- 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)
- 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).
- 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*.