

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

Efectos de la suplementación con *Moringa oleifera* Lam. en la salud intestinal y producción de huevo en gallinas Lohmann Brown

Belén Alvarez Frank

Medicina Veterinaria

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Médico Veterinario

Quito, 4 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Efectos de la suplementación con *Moringa oleifera* Lam. en la salud
intestinal y producción de huevo en gallinas Lohmann Brown**

Belén Alvarez Frank

Nombre del profesor, Título académico Rommel Lenin Vinueza DMVZ, MSc, PhD.

Quito, 4 de mayo de 2025

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Belén Alvarez Frank

Código: 00321408

Cédula de identidad: 1720549409

Lugar y fecha: Quito, 4 de mayo de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

El estudio evaluó el impacto de la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en el alimento balanceado de gallinas ponedoras, analizando su efecto en la salud intestinal y en la producción de huevo. Se utilizaron 100 gallinas distribuidas en tres grupos: un grupo control sin suplementación y dos grupos experimentales con concentraciones de Moringa del 2% y 2.5%. Tras ocho semanas de evaluación, el análisis histológico evidenció que los grupos suplementados con *Moringa oleifera* Lam., (2% y 2.5%), presentaron una menor inflamación intestinal con menor infiltrado linfocitario y con vellosidades preservadas, mientras que el grupo control presentó atrofia e inflamación severa. Además, el Grupo 2 (2%) presentó una mayor intensidad en la coloración de la yema y una mayor proporción de huevos categoría AA ($p < 0,05$). Los grupos suplementados mostraron un aumento en el consumo de alimento sin afectar significativamente la producción de huevos. Las diferencias en el peso del huevo, altura de la albúmina, unidades Haugh, dureza de la cáscara y grosor de la cáscara no fueron significativas. Se concluye que la suplementación con *Moringa oleifera* Lam., mejora la salud intestinal y la calidad del huevo sin afectar la producción, siendo la concentración del 2.5% la más efectiva. Se recomienda realizar estudios adicionales para determinar la dosis óptima.

Palabras clave: *Moringa oleifera* Lam., salud intestinal, calidad de huevo, avicultura.

ABSTRACT

The study evaluated the impact of including *Moringa oleifera* Lam. in the balanced feed of laying hens, analyzing its effect on intestinal health and egg production. A total of 100 hens were divided into three groups: a control group with no supplementation and two experimental groups with Moringa concentrations of 2% and 2.5%. After eight weeks of evaluation, histological analysis showed that the groups supplemented with *Moringa oleifera* Lam. (2% and 2.5%) presented less intestinal inflammation with less lymphocyte infiltrate and preserved villi, while the control group presented atrophy and severe inflammation. In addition, Group 2 (2%) presented a higher intensity in yolk coloration and a higher proportion of category AA eggs ($p < 0.05$). The supplemented groups showed an increase in feed intake without significantly affecting egg production. Differences in egg weight, albumen height, Haugh units, shell hardness, and shell thickness were not significant. It is concluded that supplementation with *Moringa oleifera* Lam. improves intestinal health and egg quality without affecting production, with the 2.5% concentration being the most effective. Further studies are recommended to determine the optimal dose.

Keywords: *Moringa oleifera* Lam., intestinal health, egg quality, poultry farming.

TABLA DE CONTENIDO

Índice de Tablas.....	6
Índice de Figuras.....	7
Introducción	8
Desarrollo del Tema.....	10
Materiales y métodos	10
Animales	10
Grupos experimentales.....	10
Análisis histológico.....	11
Análisis de producción y calidad de huevo.....	11
Análisis estadístico.....	12
Resultados	13
Análisis histológico.....	13
Inclusión en la dieta de <i>Moringa oleifera</i> Lam. sobre el consumo de alimento	17
Inclusión en la dieta de <i>Moringa oleifera</i> Lam. sobre la producción de huevos	17
Inclusión en la dieta de <i>Moringa oleifera</i> Lam. sobre la calidad del huevo	18
Coloración de la yema	18
Categorización	19
Discusión.....	21
Conclusiones	25

Referencias bibliográficas.....	26
---------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones de <i>Moringa oleifera</i> Lam. utilizadas en los tres grupos experimentales expuestos a distintos tratamientos.....	10
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Corte histológico de mucosa duodenal en diferentes condiciones experimentales...	12
Figura 2. Corte histológico de mucosa yeyunal en diferentes condiciones experimentales....	14
Figura 3. Consumo de alimento con inclusión en la dieta de <i>Moringa oleifera</i> Lam. en la dieta de las aves.....	15
Figura 4. Producción de huevos con inclusión de <i>Moringa oleifera</i> Lam. en la dieta de las aves.....	16
Figura 5. Coloración de la yema con inclusión de <i>Moringa oleifera</i> Lam. en la dieta de las aves.....	17
Figura 6. Categorización de huevos producidos con inclusión de <i>Moringa oleifera</i> Lam. en la dieta de las aves.....	18

INTRODUCCIÓN

La industria avícola es un pilar fundamental en el desarrollo social y económico del Ecuador. Aproximadamente, 1.819 granjas las que se dedican a la producción de huevos. Actualmente, la avicultura en el Ecuador produce alrededor de 3.500 millones de dólares, lo que representa el 3% del PIB anual. Al mismo tiempo, es una fuente de trabajo para más de 300 000 personas en el país (CONAVE, 2021).

El huevo es considerado un superalimento por su alto contenido nutricional; rico en proteínas, carbohidratos, colesterol, grasas, vitaminas y minerales (UNAM, 2015). Por lo tanto, su ingesta podría convertirse en una herramienta clave para combatir la desnutrición y la malnutrición infantil. Iannotti et al. (2014), demostraron que aquellos niños que consumieron un huevo diario durante seis meses presentaron una probabilidad 47% menor de sufrir atrofia y se redujo un 74% el porcentaje de niños que no alcanzaron su peso ideal. Esto significa que el consumo de huevo contribuye significativamente al peso, la estatura y el desarrollo adecuado en la infancia. Lo que se suma al hecho de que es la proteína más económica en el Ecuador, y que hace que el huevo sea accesible sin distinción del nivel socioeconómico (CONAVE, 2021). Idealmente, cada gallina produce un huevo al día, un proceso fisiológicamente exigente que requiere una elevada inversión de recursos metabólicos. Esta actividad prolongada e intensa puede inducir un estado de estrés oxidativo, caracterizado por un desequilibrio entre la generación de especies reactivas de oxígeno y la capacidad del organismo para neutralizarlas mediante sus sistemas antioxidantes (Guo et al., 2022). El estrés oxidativo se asocia con alteraciones en el metabolismo hepático, la salud intestinal y la función inmune (Xie et al., 2019). En particular, se ha observado que las vellosidades intestinales pueden verse afectadas, presentando reducciones en su tamaño e incluso procesos inflamatorios (Dai et al., 2022). Ante esta problemática, la suplementación dietética con compuestos antioxidantes ha sido

ampliamente utilizada como estrategia para mitigar el daño oxidativo y preservar la salud intestinal (Lei et al., 2023).

La *Moringa oleifera* Lam., conocida como “el árbol milagroso”, puede ser utilizadas como aditivo nutricional en el balanceado avícola gracias a sus características nutricionales. Sus hojas son ricas en vitaminas y minerales. Proporcionando así 25 veces más hierro que la espinaca, 10 veces más vitamina A que las zanahorias, 9 veces más proteína que el yogurt y 17 veces más calcio que la leche (Thapa, Poudel y Adhikari, 2019). Al mismo tiempo, se ha demostrado mejoras significativas en la producción y la calidad de los huevos al incorporar Moringa en proporciones inferiores al 10% en la dieta de gallinas ponedoras (El-Sheikh et al., 2015). Este efecto se atribuye a su capacidad para aumentar la actividad y el peso en las gallinas porque actúa como una fuente natural de antioxidantes y contiene propiedades antihiperlipidémicas, hipocolesterolémicas y antimicrobianas (Ogbe y Affiku, 2021). Por estas razones, la inclusión de Moringa en la dieta de las gallinas representa una estrategia nutricional beneficiosa.

El presente estudio tiene como objetivo general analizar el impacto de distintas concentraciones de *Moringa oleifera* Lam. como aditivo en el alimento balanceado para gallinas ponedoras, con el propósito de evaluar su efecto en la salud intestinal y en la producción de huevos.

Para alcanzar este propósito, se establecen los siguientes objetivos específicos:

1. Examinar los efectos de la dieta suplementada con *Moringa oleifera* Lam. en el sistema digestivo de las gallinas mediante análisis histológico de yeyuno y duodeno.
2. Evaluar el efecto de la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta sobre la producción diaria de huevos y su calidad.
3. Caracterizar la calidad del huevo considerando peso total, altura de la albúmina, color de la yema, unidades Haugh, dureza y grosor de la cáscara.

DESARROLLO DEL TEMA

1.0 Materiales y Métodos

El trabajo experimental fue llevado a cabo durante 8 semanas en el Instituto Agropecuario Superior Andino IASA de la ESPE – Universidad de las Fuerzas Armadas, y aprobado por el Comité Interno de Cuidado Animal (CICUAE) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México de acuerdo con el Código de Ética de la World Medical Association.

1.1 Animales

Se utilizaron un total de 100 gallinas (28 semanas de edad) de la línea genética Lohmann Brown. Estas fueron divididas aleatoriamente en 3 grupos de 33 gallinas cada uno, las cuales fueron colocadas en jaulas. Todos los grupos fueron expuestos a las mismas condiciones. La temperatura ambiental fue de aproximadamente $12,5 \pm 1^\circ \text{C}$. El balanceado que se utilizó es producido por el IASA; el mismo que consumen las gallinas con normalidad, y se colocó una ración diaria de 2,87 kg a través de un contenedor con un volumen previamente establecido. Los animales fueron alimentados una vez al día entre las 7:00 y 8:00 am. El agua recibida fue *ad libitum*.

1.2 Grupos experimentales

El estudio contó con 3 grupos diferentes expuestos a distintas cantidades de *Moringa oleifera* Lam. (Ecuamoringa®, Guayaquil, Ecuador), los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Concentraciones de Moringa oleifera Lam. utilizadas en los tres grupos experimentales expuestos a distintos tratamientos.

	Concentración de Moringa	Tratamiento
Grupo 1	0%	T0
Grupo 2	2%	T1
Grupo 3	2.5%	T2

El Grupo 1 corresponde al tratamiento control sin adición de Moringa, mientras que el Grupo 3 recibió la concentración más alta.

1.3 Análisis histológico

Al finalizar el experimento, se realizaron necropsias de dos gallinas por cada grupo. El yeyuno y el duodeno fueron almacenados en un frasco con formol 10%. Se cortaron pequeñas porciones del interior de estos órganos que fueron colocadas en un caset plástico para su posterior inclusión en parafina y formación de bloque. Luego de realizar un corte histológico de un grosor de 4 µm con el microtomo (HistoCore AUTOCUT) y teñirlo con hematoxilina y eosina, se montó en un portaobjetos para su análisis microscópico en un aumento de 20x.

1.4 Análisis de producción y calidad de huevo

La producción de huevos fue registrada de manera diaria por cada jaula de cada grupo durante las ocho semanas. Para esto, primero se contabilizó el alimento por día (g) y el alimento acumulado (g). Luego, la producción diaria de huevos por jaula, el cual también fue representado en porcentaje, donde se espera un huevo diario por gallina, lo que sería un total

de cinco huevos por jaula, que es equivalente al 100% de producción. Además, se cuantificaron los huevos rotos y los huevos acumulados.

Para el análisis de la calidad de huevo se seleccionaron 30 huevos aleatorios (una cubeta) de cada grupo. Al final del experimento, es decir, a la octava semana, se realizó el análisis utilizando el medidor digital DET6500 ® (NABEL Co., Ltd., Kioto, Japón). El cual permitió evaluar seis variables: peso total (g), altura de la albúmina (mm), color de la yema (escala YolkFan), unidades Haugh (HU), dureza (Kgf) y grosor de la cáscara (mm). Además, a partir de las unidades Haugh, se categorizan los huevos como AA, A, B y C; donde AA es HU mayor a 72.0, A es HU 60.0-71.9, B es HU 31.0-59.0 y C es HU menor a 30.9 (USDA, 2025).

1.5 Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico R (V 4.0.3, R Core Team; Vienna, Austria) y las figuras fueron elaboradas con el software GraphPad Prism (V 8.4.0, GraphPad Software LLC; San Diego, CA, USA). Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad y la prueba de Levene para verificar la homocedasticidad de varianzas. Los datos se transformaron con la raíz cuadrada del arcoseno ($\arcsen \sqrt{x}$) cuando fue necesario cumplir con los supuestos paramétricos. La inclusión en la dieta de 0%, 2% y 2.5% de *Moringa oleifera* Lam., sobre el consumo de alimento y la producción de huevos durante 8 semanas se analizó con un ANOVA de doble vía, mientras que sobre la calidad de huevo se aplicó un modelo lineal. Para establecer los rangos de significancia se aplicó la prueba post-hoc de Bonferroni ($p \leq 0,05$). Los resultados se expresan como media $\pm$ error estándar de la media (SEM).

2. Resultados

2.1 Análisis histológico

En la Figura 1 se observa un corte histológico de mucosa duodenal. En T0-6A, las vellosidades presentaron una altura y espesor preservados, con un moderado infiltrado inflamatorio linfocitario intersticial; se identificó un nivel de inflamación severo. En T0-5A se evidenció un acortamiento parcial de las vellosidades sin ensanchamiento, acompañado de una expansión de la lámina propia debido a la presencia de folículos linfoides con centros germinales activos; estos hallazgos fueron indicativos de atrofia leve secundaria a un proceso inflamatorio crónico severo. En T1-4A, T1-3A, T2-2A y T2-1A, las vellosidades mantuvieron su altura y espesor, con un discreto infiltrado inflamatorio linfocitario intersticial, correspondiente a un nivel de inflamación leve.

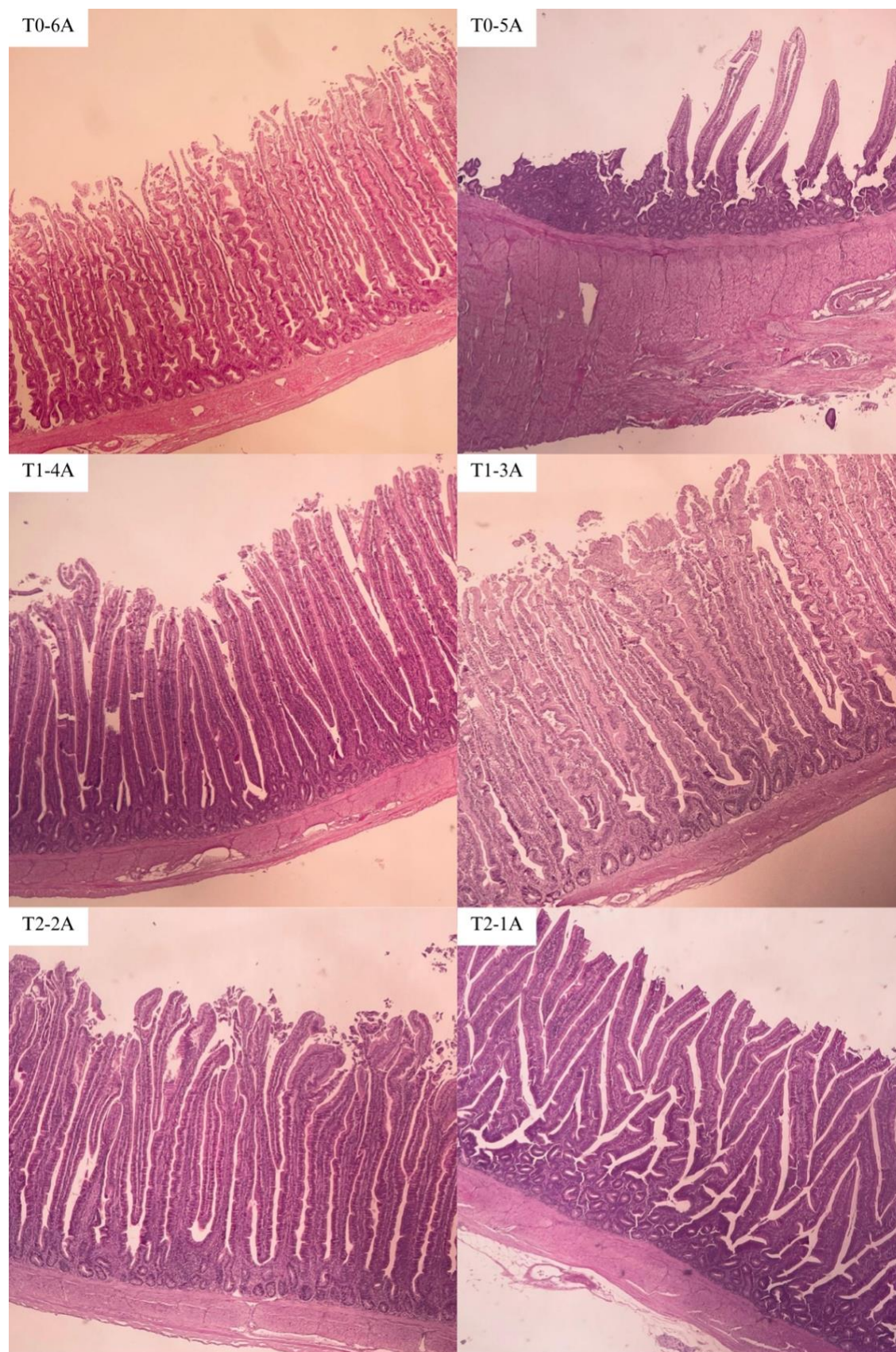


Figura 1. Corte histológico de mucosa duodenal en diferentes condiciones experimentales.

En la Figura 2 se observa un corte histológico de mucosa yeyunal. En T0-6B las vellosidades presentaron una altura y espesor preservados, con expansión de la lámina propia debido a la presencia de linfocitos dispuestos en agregados formando nódulos sin centros germinales; se identificó un nivel de inflamación severo. En T0-5B se evidenció expansión de la lámina con numerosos folículos linfoides que presentaban centros germinales activos, manteniéndose la altura y el espesor de las vellosidades; estos hallazgos correspondieron a un nivel de inflamación severo. En T1-4B, T1-3B, T2-2B y T2-1B, las vellosidades se encontraban preservadas en altura y espesor, con un discreto infiltrado inflamatorio linfocitario intersticial, indicativo de un nivel de inflamación leve.

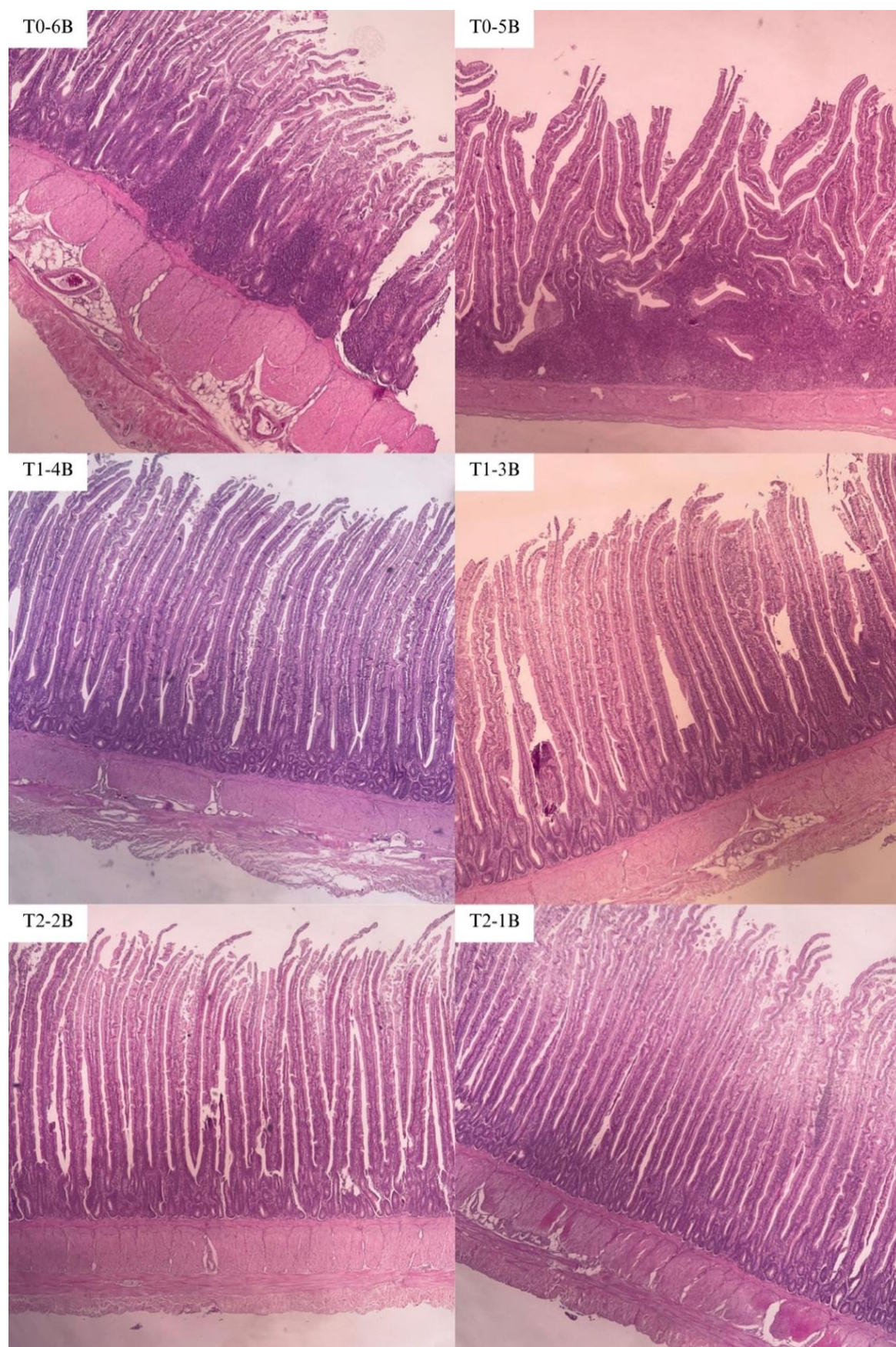


Figura 2. Corte histológico de mucosa yeyunal en diferentes condiciones experimentales.

2.2 Inclusión en la dieta de *Moringa oleifera* Lam. sobre el consumo de alimento

En la Figura 3 se muestra un aumento significativo ($p < 0,001$) en el consumo de alimento con la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves a partir de la tercera semana del período experimental. La quinta semana se registró el mayor consumo para estos grupos, mientras que el grupo control presentó el menor consumo en el mismo periodo. Solo en la primera semana, el consumo de alimento fue significativamente menor con la inclusión de *Moringa oleifera* Lam.

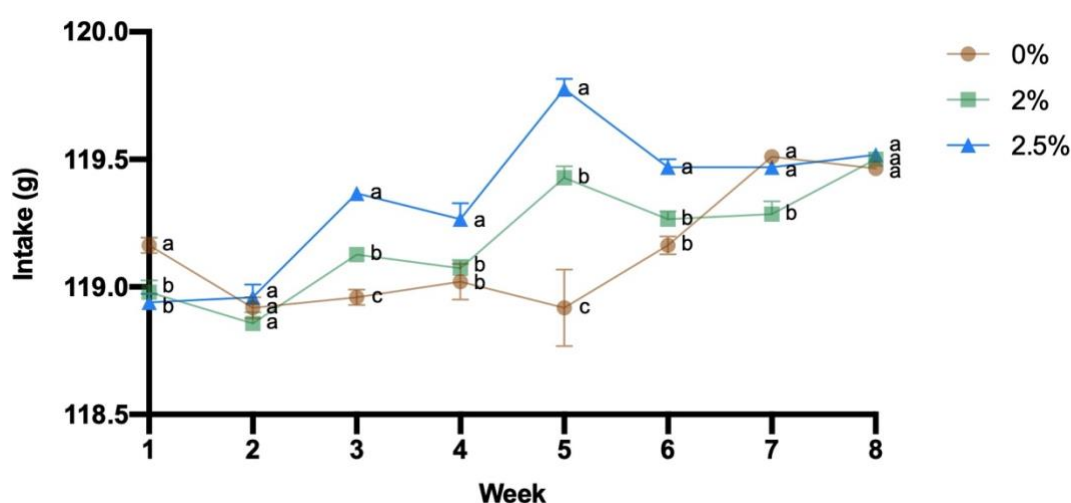


Figura 3. Media $\pm$ SEM del consumo de alimento con inclusión en la dieta de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves. ^{a-c} Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

2.3 Inclusión en la dieta de *Moringa oleifera* Lam. sobre la producción de huevos

En la Figura 4 se muestra que, únicamente en la primera semana del período experimental, la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves produjo una disminución significativa en la producción de huevos ($90.20\% \pm 1.56\%$ con 2% vs. $93.06\% \pm 1.37\%$ con 2.5% y $98.37\% \pm 0.79\%$ con 0%; $p < 0,05$). Sin embargo, a partir de la segunda semana, la producción de huevos se estabilizó en todos los grupos, sin diferencias significativas entre tratamientos durante el resto del período experimental.

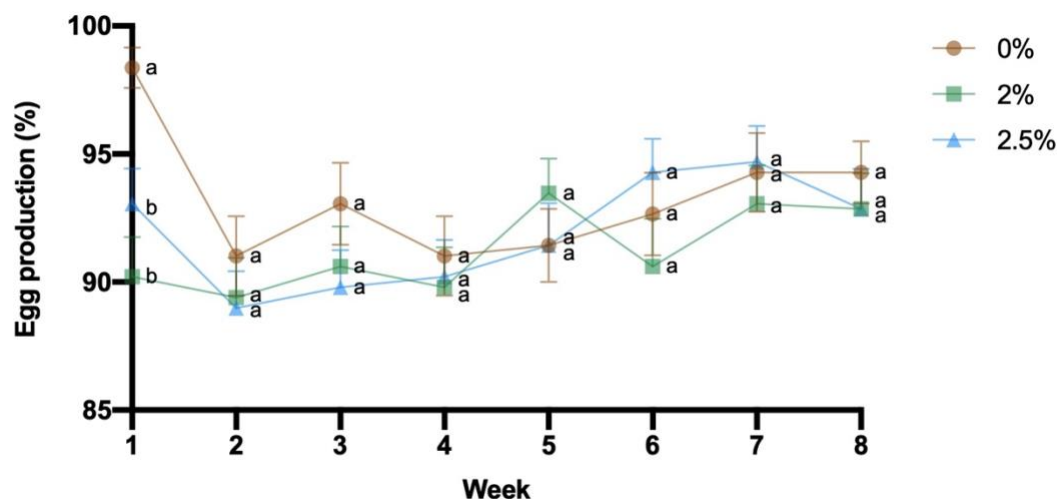


Figura 4. Media $\pm$ SEM de la producción de huevos con inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves. ^{a-b} Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

2.4. Inclusión en la dieta de *Moringa oleifera* Lam. sobre la calidad del huevo

No se observaron diferencias significativas en las siguientes variables de calidad del huevo con la inclusión *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves durante el período experimental: peso del huevo (0% = 61.50 g $\pm$ 0.66 g; 2% = 61.33 g $\pm$ 0.69 g; y 2.5% = 61.83 g $\pm$ 0.65 g), altura de la albúmina (0% = 6.36 mm $\pm$ 0.26 mm; 2% = 6.97 mm $\pm$ 0.24 mm; y 2.5% = 6.80 mm $\pm$ 0.21 mm), unidades Haugh (0% = 77.88 $\pm$ 1.80; 2% = 82.36 $\pm$ 1.54; y 2.5% = 81.05 $\pm$ 1.65), dureza de la cáscara (0% = 4.94 kgf $\pm$ 0.22 kgf; 2% = 4.92 kgf $\pm$ 0.16 kgf; y 2.5% = 4.46 kgf $\pm$ 0.21 kgf), grosor de la cáscara (0% = 0.39 mm $\pm$ 0.01 mm; 2% = 0.39 mm $\pm$ 0.01 mm; y 2.5% = 0.38 mm $\pm$ 0.01 mm).

2.4.1 Coloración de la yema. En la Figura 5 se muestra que la coloración de la yema fue significativamente mayor ($p < 0,05$) con la inclusión del 2% y del 2.5% de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves (10.36 $\pm$ 0.11 y 10.29 $\pm$ 0.07) durante el período experimental en comparación con el 0% de inclusión (9.96 $\pm$ 0.10). La línea indica la mediana, la cruz indica la media, las cajas encierran los percentiles 25 y 75, y los bigotes

se extienden hasta los percentiles 5 y 95. a-b Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

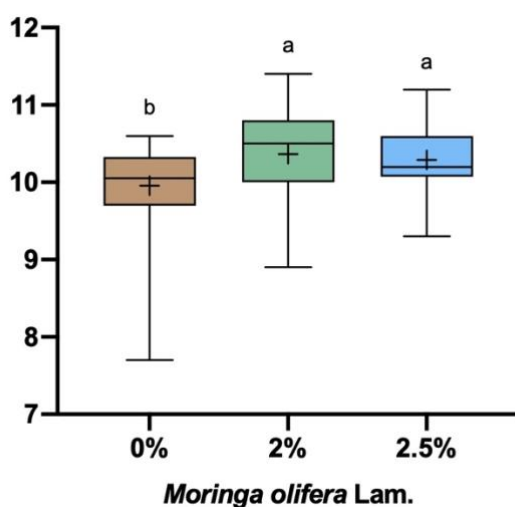


Figura 5. Diagrama de cajas y bigotes que muestra las diferencias en la coloración de la yema con inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves.

2.5 Categorización

En la Figura 6 se muestra que la producción de huevos categorizados como AA durante el período experimental fue significativamente mayor ($p < 0,001$) en todos los tratamientos respecto a los huevos categorizados como A y B. Sin embargo, la inclusión del 2% de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves produjo un aumento significativo en la producción de huevos categorizados como AA durante el período experimental en comparación con el 0% inclusión ($93.33\% \pm 4.08\%$ vs. $80.00\% \pm 5.06\%$, respectivamente; $p < 0,01$). La línea indica la mediana, la cruz indica la media, las cajas encierran los percentiles 25 y 75, y los bigotes se extienden hasta los percentiles 5 y 95. a-b Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos dentro de cada categoría. 1-2 Números diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre categorías dentro de cada tratamiento.

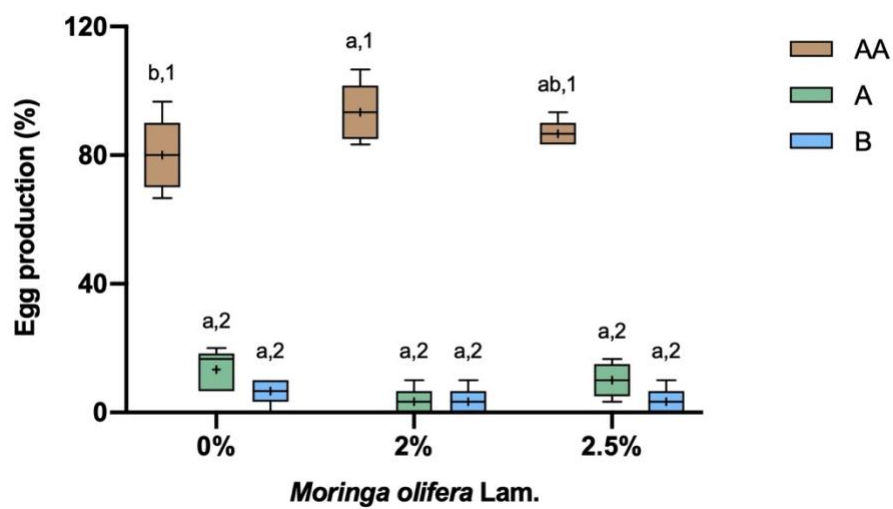


Figura 6. Diagrama de cajas y bigotes que muestra las diferencias en la categorización de huevos producidos con inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves.

3. Discusión

El análisis histológico del yeyuno y el duodeno evidenció que la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta mejora la salud intestinal de las aves, favoreciendo la absorción de nutrientes. Las gallinas alimentadas con una inclusión del 2.5% de *Moringa oleifera* Lam., presentaron un nivel leve de inflamación, lo que permitió que las vellosidades intestinales conservaran su altura y espesor. Un efecto similar, aunque en menor magnitud, se observó en el grupo con un 2% de inclusión. En contraste, al momento de la necropsia las aves del grupo control mostraron signos de inflamación, que es frecuente en gallinas ponedoras por su estado constante de estrés oxidativo, a pesar de haber estado bajo las mismas condiciones experimentales que los otros grupos (Xie et al., 2019). Estos hallazgos sugieren que *Moringa oleifera* Lam. posee propiedades antioxidantes y moduladoras del sistema inmunológico, lo cual fue un hallazgo en la investigación de Ola-Fadunsin y Ademola (2013). Resultados similares fueron reportados por Abu Hafsa et al. (2019), quienes demostraron que la inclusión de *Moringa oleifera* Lam., en la dieta de las aves promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas, como *Lactobacillus spp.*, y reduce la presencia de microorganismos patógenos como *E. coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus spp.* Este efecto parece estar relacionado con una disminución del pH en el intestino delgado, lo que modifica la composición de la microflora intestinal (Nkukwana, 2012). Además, Khan et al. (2017) reportaron que el aumento en la altura de las vellosidades y la profundidad de las cripas intestinales se observa desde inclusiones del 1.2% de *Moringa oleifera* Lam., en la dieta. Por otro lado, Moreno-Mendoza et al. (2021) sugieren que una concentración de 15 g/kg de *Moringa oleifera* Lam. mejora la digestibilidad de los nutrientes, mientras que Kumar et al. (2021) sostienen que esta mejora en la digestión y el metabolismo permite satisfacer los requerimientos nutricionales de las aves sin necesidad de incrementar el consumo de alimento en comparación con el grupo control.

Los resultados evidenciaron un aumento significativo en el consumo de alimento con la inclusión del 2.5% de *Moringa oleifera* Lam., lo que sugiere que esta concentración mejora la palatabilidad de la dieta y facilita la adaptación de las aves al suplemento dietético. Sin embargo, estos hallazgos contrastan con los reportados por Abu Hafsa et al. (2019), quienes observaron que, en pollos de engorde, la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en concentraciones por encima del 1% redujo el consumo de alimento, posiblemente debido a la mayor presencia de taninos condensados que afectan la palatabilidad. Además, en dicho estudio se reportó una disminución progresiva de la ingesta a medida que la concentración de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta aumentaba hasta el 5%. Igualmente, los resultados reportados por Alwaleed et al. (2020) y Al-Harthi et al. (2022), indicaron que la adición de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de aves no tuvo un efecto significativo en el consumo de alimento. En contraste, los hallazgos del presente estudio sugieren que una concentración del 2.5% representa un nivel óptimo para estimular el consumo de alimento en gallinas ponedoras, ya que se observó un incremento significativo en comparación con el grupo de 2% de inclusión y el grupo control (0%). Las discrepancias entre estos estudios pueden atribuirse a diferencias en la especie aviar evaluada, las condiciones experimentales o la composición de las dietas utilizadas en cada investigación.

La inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta no tuvo impacto significativo sobre la producción de huevos en ninguna de las concentraciones evaluadas. Estos resultados coinciden con los reportados por Lu et al. (2016), quienes indicaron que la inclusión de *Moringa* hasta un 5% en la dieta no afecta negativamente la producción de huevos, sugiriendo que las concentraciones no debe superar el 10% de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta.

En cuanto a la calidad de huevo, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en variables como el peso del huevo, la altura de la albúmina, las unidades Haugh, la dureza de la cáscara y el grosor de la cáscara. Estos hallazgos coinciden con los resultados

obtenidos por García et al., (2021), quienes indicaron que la inclusión de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta no generó variaciones significativas en estos parámetros. De manera similar, Lu et al. (2016) señalaron que los efectos sobre la altura de la albúmina y las unidades Haugh solo comienzan a manifestarse cuando la concentración de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta alcanza el 10%. Por otro lado, se observó que la coloración de la yema fue más intensa con la inclusión de Moringa al 2% y al 2.5%. Este es un factor determinante desde el punto de vista comercial, ya que los consumidores prefieren huevos con yemas de coloración más intensas (Preisinger 2017). Resultados similares fueron reportados por Mabuselas et al. (2018) y García et al., (2021), quienes observaron un incremento en la pigmentación de la yema al incluir *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de codornices.

Una posible explicación para la ausencia de diferencias significativas es que las gallinas utilizadas ya se encontraban en su pico de postura, etapa en la cual la productividad es naturalmente alta y más estable, lo que reduce la posibilidad de detectar efectos incrementales por suplementación (García et al., 2021). También es posible que las dosis de Moringa utilizadas fueran insuficientes para inducir efectos marcados sobre la fisiología reproductiva o la síntesis de componentes del huevo (Xie et al., 2019).

Se registró un aumento significativo en la producción de huevos categorizados como AA en las gallinas cuya dieta incluía un 2% de *Moringa oleifera* Lam. Esta clasificación indica que los huevos presentan una calidad superior, caracterizada por una yema redonda y elevada, una clara espesa y firme, y una cáscara limpia y libre de defectos (Ibrahim et al., 2012). Estos atributos pueden estar relacionados con los componentes nutricionales aportados por *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de las aves. En contraste, Ventura et al., (2017) reportaron que una concentración del 4,61% de Moringa en la dieta se asoció con la menor calidad de huevo. Esto sugiere que una inclusión del 2% no solo mejora la calidad del huevo, sino que también evita efectos negativos. No obstante, se requieren más investigaciones para comprender los

mecanismos fisiológicos y metabólicos que intervienen en este efecto, así como para determinar si una inclusión del 2% representa la concentración óptima para maximizar esta mejora en la calidad del huevo.

Entre las principales limitaciones del presente estudio se encuentra el tamaño muestral reducido por grupo, lo que podría haber limitado la potencia estadística para detectar diferencias más sutiles. Además, el periodo experimental fue de apenas ocho semanas, lo cual restringe la observación de efectos de largo plazo. Otra limitación es que no se realizó una caracterización fitoquímica detallada de la moringa utilizada, por lo que la variabilidad en la concentración de compuestos bioactivos podría haber influido en los resultados.

Para investigaciones futuras, se recomienda ampliar el tamaño de muestra y prolongar el tiempo de evaluación, así como complementar el análisis productivo con estudios fisiológicos y microbiológicos que permitan entender los mecanismos implicados. Sería particularmente útil incluir pruebas de digestibilidad, análisis de la microbiota intestinal y seguimiento de marcadores de absorción de nutrientes. Además, se sugiere explorar diferentes niveles de inclusión de *Moringa oleifera* Lam., incluidas dosis mayores al 2.5 % o combinaciones con otros aditivos naturales. Finalmente, es recomendable extender la investigación a otras especies avícolas como broilers, codornices o pavos, lo cual permitiría determinar la aplicabilidad de sus efectos en distintos sistemas productivos.

CONCLUSIONES

Se concluye que la adición de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta de gallinas ponedoras Lohmann Brown mejora la salud intestinal, la pigmentación de la yema y la calidad del huevo sin afectar negativamente la producción. Se determinó que los efectos beneficiosos comienzan a observarse a partir de una inclusión del 2%, mientras que una concentración del 2.5% proporciona mejores resultados en términos de absorción de nutrientes y modulación del sistema inmunológico. Estos hallazgos respaldan el uso de *Moringa oleifera* Lam. como una alternativa viable en la dieta para aves en la industria avícola. Sin embargo, se requieren de estudios adicionales que profundicen en los mecanismos fisiológicos involucrados y establezcan la dosis óptima que maximice sus beneficios sin comprometer la producción ni la calidad de huevo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu Hafsa, S., Ibrahim, S., Eid, Y. y Hassan, A. (2019). Effect of dietary *Moringa oleifera* leaves on the performance, ileal microbiota and antioxidative status of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(2), 529-538.
<https://doi.org/10.1111/jpn.13281>
- Al-Harthi, M., Attia, Y., Elgandy, M. y Bovera, F. (2022). Oil Extracted *Moringa peregrina* Seed Cake as a Feed Ingredient in Poultry: A Chemical Composition and Nutritional Value Study. *Animals*, 12, 3502. <https://doi.org/10.3390/ani12243502>
- Alwaleed, S., Mickdam, E., Ibrahim, A. y Sayed, A. (2020). The Effect of Dried *Moringa Oleifera* Leaves on Growth Performance, Carcass Characteristics and Blood Parameters of Broiler Chicken. *SVU-International Journal of Veterinary Sciences*, 3(1), 87-99. <https://doi.org/10.21608/SVU.2020.20685.1038>
- Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. (2021). *Importancia del sector avícola al país*.
- Dai, D., Qi, G., Wang, J., Zhang, H., Qiu, K. y Wu, D. (2022). Intestinal microbiota of layer hens and its association with egg quality and safety. *Poultry Science*, 101.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102008>
- El-Sheikh, N., El-Shazly, E., Abbas, E. y El-Gobary, G. (2015). Effect of moringa leaves on lipid content of table eggs in layer hens. *Egyptian Journal of Chemistry and Environmental Health*, 1(1), 0–0. <https://doi.org/10.21608/ejceh.2015.233103>
- García, R., Gandra, E., Burbarelli, J., Valentim, J., Feliz, G., Lopez, B., Bacha, F., Melo, C., Silva, J., Komiwama, C. y Caldara, F. (2021). *Moringa Oleifera*: an alternative ingredient to improve the egg quality of Japanese quail. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 73(03). <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12191>

- Guo, W., Xu, Li, Guo, X., Wang, W., Hao, Q., Wang, S. y Zhu, B. (2022). The impacts of fermented feed on laying performance, egg quality, immune function, intestinal morphology and microbiota of laying hens in the late laying cycle. *Animal*, 16(12). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100676>
- Iannotti, L. L., Lutter, C. K., Bunn, D. A. y Stewart, C. P. (2014). Eggs: the uncracked potential for improving maternal and young child nutrition among the world's poor. *Nutrition Reviews*, 72(6), 355–368. <https://doi.org/10.1111/nure.12107>
- Ibrahim, R., Zin, M., Nadzri, M., Shamsudin, M. y Zainudin, M. (2012). Egg's Grade Classification and Dirt Inspection Using Image Processing Techniques. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 2, 1179-1182. https://www.iaeng.org/publication/WCE2012/WCE2012_pp1179-1182.pdf
- Khan, I., Zaneb, H., Masood, S., Yousaf, M., Rehman, H. y Rehman, H. (2017). Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on growth performance and intestinal morphology in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(1), 114-121. <https://doi.org/10.1111/jpn.12634>
- Kumar, F., Tyagi, P., Mir, N., Dev, K., Begum, J., Tyagi, P., Biswas, A., Sahu, B., Dinani, O. y Sharma, D. (2021). Growth pattern, lipid composition, oxidation status, and serum biochemical profile of broiler chicken fed flaxseed meal for different durations. *Letters in Animal Biology*, 1(1), 08–18. <https://doi.org/10.62310/liab.v1i1.54>
- Lei, M., Shi, L., Huang, C., Yang, Y., Zhang, B., Zhang, J., Chen, Y., Wang, D., Hao, E., Xuan, F. y Chen, H. (2023). Effects of non-fasting molting on performance, oxidative stress, intestinal morphology, and liver health of laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 10(27). <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1100152>
- Lu, W., Wang, J., Zhang, H. J., Wu, S. G., y Qi, G. H. (2016). Evaluation of *Moringa oleifera* leaf in laying hens: effects on laying performance, egg quality, plasma

- biochemistry and organ histopathological indices. *Italian Journal of Animal Science*, 15(4), 658–665. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1249967>
- Mabusela, S., Nkukwana, T., Mokoma, M. y Muchenje, V. (2018). Layer performance, fatty acid profile and the quality of eggs from hens supplemented with *Moringa oleifera* whole seed meal. *South African Journal of Animal Science*, 48(2).
<https://doi.org/10.4314/sajas.v48i2.4>
- Moreno-Mendoza, Y., López, K., Herández, C., Rodríguez, L., Hernández, A., Soto, A., Hume, M. y Méndez, G. (2021). Effect of moringa leaf powder and agave inulin on performance, intestinal morphology, and meat yield of broiler chickens. *Poultry Science*, 100(2), 738-745. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.058>
- Nkukwana, T. (2012). *THE EFFECT OF MORINGA OLEIFERA LEAF MEAL ON GROWTH PERFORMANCE, GUT INTEGRITY, BONE STRENGTH, QUALITY AND OXIDATIVE STABILITY OF MEAT FROM BROILER CHICKENS*. University of Fort Hare. <https://core.ac.uk/download/pdf/145043273.pdf>
- Ogbe, A. y Affiku, J. (2021). PROXIMATE STUDY, MINERAL AND ANTI-NUTRIENT COMPOSITION OF *MORINGA OLEIFERA* LEAVES HARVESTED FROM LAFIA, NIGERIA: POTENTIAL BENEFITS IN POULTRY NUTRITION AND HEALTH. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1(3), 296–308.
- Ola-Fadunsin, S. y Ademola, I. (2013). Direct effects of *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) acetone leaf extract on broiler chickens naturally infected with *Eimeria* species. *Tropical animal health and production*, 45(6), 1423–1428.
<https://doi.org/10.1007/s11250-013-0380-9>

- Thapa, K., Poudel, M., y Adhikari, P. (2019). *Moringa oleifera*: A Review Article on Nutritional Properties and its Prospect in the Context of Nepal. *Acta Scientific Agriculture*, 3(11), 47–54. <https://doi.org/10.31080/asag.2019.03.0683>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2015). *EL HUEVO*.
- U.S. Department of Agriculture. (2025). *Grades of Shell Eggs*. Shell Egg Grades and Standards. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/shell-egg-grades-and-standards>
- Ventura, R., Bôa-Viagem, C., Carmo, M., Costa, C., Rocha, W., Souza, E., Guedes, P., Henrique, T., Gomes, A., Santos, J., Arantes, L., Holanda, H. (2024). Performance and quality of eggs of laying hens fed with Moringa Oleifera leaf flour. *PLoS One*, 19(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314905>
- Xie, T., Bai, S. P., Zhang, K. Y., Ding, X. M., Wang, J. P., Zeng, Q. F., Peng, H., Lu, H., Bai, J., Xuan, Y. y Su, Z. W. (2019). Effects of *Lonicera confusa* and *Astragali Radix* extracts supplementation on egg production performance, egg quality, sensory evaluation, and antioxidative parameters of laying hens during the late laying period. *Poultry Science*, 98(10), 4838-4847. <https://doi.org/10.3382/ps/pez219>