

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencia de la Salud

Revisión sistemática sobre el efecto de las hojas de *Moringa Oleifera* Lam. en la calidad de huevos en aves ponedoras

Tamara Micaela Vayas Nuñez

Medicina Veterinaria

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

Quito, 18 de mayo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Títu Revisión sistemática sobre el efecto de las hojas de *Moringa Oeifera*
Lam. en la calidad de huevos en aves ponedoras**

Tamara Micaela Vayas Nuñez

Nombre del profesor, Título académico

Lenin Vinueza, MSc DMVZ

Quito, 18 de mayo de 2023

© 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: Tamara Micaela Vayas Nuñez

Código: 00207266

Cédula de identidad: 1804606315

Lugar y fecha: Quito, 18 de mayo de 2023

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UNPUBLISHED DOCUMENT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

La avicultura busca productos herbáceos como fuentes naturales de nutrientes que mejoren la calidad de huevos, precautelando la salud de las aves y los consumidores finales. La *Moringa oleifera* Lam. es una planta que gracias a su gran valor nutricional, efectos antioxidantes y moduladores inmunológicos es tomada en cuenta como suplemento nutricional en la dieta de aves ponedoras con la finalidad de mejorar su producción y la calidad de la misma. El propósito de este estudio es realizar una revisión sistemática a partir de la información disponible en revistas científicas que aborden los efectos de las hojas de *Moringa oleifera* Lam., sobre la calidad de huevos en aves ponedoras. Para esto se empleó artículos científicos de revistas indexadas, mediante bases de datos como: PubMed, Elseiver, Google Scholar, Scielo y British Poultry Science. Teniendo de base un total de 17 artículos científicos, estos fueron procesados y organizados obteniéndose un total de 82% artículos científicos que confirmaron los efectos positivos de la suplementación de las hojas de esta planta en la dieta de aves de postura. Se relacionó las dosis a las que los autores trabajaron con los distintos parámetros de calidad: Unidades Haugh, altura de la albúmina, peso del huevo, color de la yema, fuerza fractura y grosor de la cáscara, encontrando efectos en cada uno de estos parámetros. Siendo 1 y 2% las dosis sugeridas para la suplementación en aves ponedoras. La harina proveniente de las hojas de *Moringa oleifera* Lam. fue la más utilizada en las investigaciones y las aves de raza Isa brown y la especie codorniz japonesa las más estudiadas. Se concluye que existe evidencia disponible para afirmar que el uso *Moringa oleifera* Lam. influye positivamente sobre los parámetros de la calidad del huevo en aves ponedoras.

Palabras clave: Calidad de huevo/ aves ponedoras/ *Moringa oleifera* Lam./ nutrición

ABSTRACT

Poultry farming is looking for herbal products as natural sources of nutrients that improve egg quality, safeguarding the health of birds and final consumers. *Moringa oleifera* Lam. is a plant that, thanks to its high nutritional value, antioxidant and immune modulating effects, is taken into account as a nutritional supplement in the diet of laying hens in order to improve their production and quality. The purpose of this study is to carry out a systematic review of the information available in scientific journals on the effects of *Moringa oleifera* Lam. leaves on egg quality in laying hens. For this purpose, scientific articles from indexed journals were used, through databases such as: PubMed, Elsevier, Google Scholar, Scielo and British Poultry Science. Based on a total of 17 scientific articles, these were processed and organized, obtaining a total of 82% of scientific articles that confirmed the positive effects of the supplementation of the leaves of this plant in the diet of laying hens. The doses at which the authors worked were related to the different quality parameters: Haugh units, albumen height, egg weight, yolk color, fracture strength and shell thickness, finding effects in each of these parameters. The suggested doses for supplementation in laying hens were 1 and 2%. The flour from *Moringa oleifera* Lam. leaves was the most used in the research and the Isa brown birds and the Japanese quail species were the most studied. It is concluded that there is evidence available to affirm that the use of *Moringa oleifera* Lam. positively influences egg quality parameters in laying birds.

Key words: Egg quality/ Laying poultry/ *Moringa oleifera* Lam./ nutrition

TABLA DE CONTENIDO

<i>INTRODUCCIÓN</i>	10
<i>DESARROLLO DEL TEMA</i>	12
Metodología.....	12
Búsqueda de literatura.	12
Criterios de elegibilidad.....	12
Recopilación y presentación de datos.....	13
Manejo de fuentes bibliográficas.....	13
Resultados.....	14
Discusión	18
<i>CONCLUSIONES</i>	22
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	23
<i>Anexo A: Etapa productiva a la que se encontró efectos positivos sobre la calidad de huevo en aves ponedoras suplementadas con Moringa oleifera Lam.</i>	28
<i>Anexo B: Tiempo de experimentación al que se encontró efectos positivos sobre la calidad de huevo en aves ponedoras suplementadas con Moringa oleifera Lam.</i>	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dosis a las que se identificó un efecto positivo sobre los parámetros de calidad de huevo	17
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Efectos positivos de *Moringa oleifera* Lam. sobre calidad de huevo 14

INTRODUCCIÓN

Los huevos de gallinas son considerados el alimento diario más valioso y barato en las mesas de muchos hogares (Abou-Elkhair et al., 2020) lo que lleva a la esta industria avícola a crecer intensamente para satisfacer su demanda (Jean et al., 2016a). Si bien es una prioridad mantener un nivel elevado de producción para cumplir con la demanda de este producto (Mahfuz & Piao, 2019), es importante que su calidad para el consumo humano se mantengan en un nivel óptimo. La calidad del huevo es uno de los aspectos más relevantes en la industria del huevo, ya que influye en la rentabilidad de la empresa y la calidad del producto que va al consumidor (Abdel-Wareth & Lohakare, 2021a). Estos parámetros valoran tanto la condición interna como externa del huevo. Las características externas valoran la limpieza de la cáscara, textura e índice de formación, mientras que las características internas evalúan la limpieza y forma de albúmina, resistencia, color de la yema y composición nutricional (Amad & Zentek, 2022). Se han estandarizado parámetros que permiten valorar todas estas características, utilizando la altura de la albúmina, peso del huevo, grosor cáscara, fragilidad cáscara y Unidades Haugh (calidad albúmen) (Jean et al., 2016b).

A partir de la premisa de que un buen estado nutricional se refleja positivamente en la calidad de la producción (Briones et al., 2017), se debe tomar en cuenta el enfoque de Una sola salud, que propone una salud integral, donde para precautelar la salud humana es importante considerar la salud animal y el ecosistema (McEwen & Collignon, 2018; SINCLAIR, 2019). Por lo que actualmente se sugiere el uso de suplementos naturales (Saeed et al., 2017a; Surai & Kochish, 2019), que respeten el medio ambiente, mejoren el rendimiento animal y sean seguros para el ser humano (Mahfuz & Piao, 2019).

Varios estudios (Liu et al., 2022; Saeed et al., 2017b; Shang et al., 2020) han valorado diferentes técnicas como la manipulación nutricional y aditivos alimenticios enfocados

en la calidad del huevo tanto en gallinas ponedoras como en reproductoras (N'nanle et al., 2020). A partir de esta búsqueda se recomienda como una alternativa la utilización de *Moringa oleífera* Lam., especie arbórea originaria del sur de Asia, utilizada anteriormente como complemento alimenticio en animales (Mahfuz & Piao, 2019). La *Moringa oleífera* Lam. es un árbol que crece rápidamente, incluso en climas secos y cálidos. Sus hojas pueden crecer en suelos pobres y en períodos muy cortos. Todos sus productos son comestibles sus hojas, frutos, flores y vainas inmaduras, siendo parte de una dieta tradicional en muchos países (Islam et al., 2021). Sus hojas son fuente importante de vitamina C, betacaroteno, vitamina K, complejo B, manganeso, proteínas y muchos otros nutrientes esenciales. Además de contar con aproximadamente 92 componentes útiles dentro de estos 46 antioxidantes, 36 elementos antiinflamatorios y 18 aminoácidos (Mahfuz & Piao, 2019). La búsqueda de alternativas a base de productos herbáceos, que mejoren la calidad de huevos en aves ponedoras, sugiere plantas de alto valor nutricional e inocuas para las aves y los consumidores, como la *Moringa oleífera* Lam. Esta revisión tiene como objetivo recopilar información disponible sobre los efectos de la *Moringa oleífera* Lam., y su efecto en la calidad de huevos en aves ponedoras.

DESARROLLO DEL TEMA

Metodología

En base a esta información, se seleccionó aquellos artículos científicos, que venían de fuentes confiables o revistas indexadas, que brindaron información relevante para el análisis sistemático de los datos. Mediante tablas se organizó toda la información obtenida, fue clasificada en función a los datos como: dosis, la forma en la que se administró la *Moringa oleifera* Lam., variaciones frente a grupos control, razas o especie de las aves y durante que etapa reproductiva fue aplicado el tratamiento. Finalmente se comparó los resultados positivos frente a los negativos, valorando el porqué de los mismos.

Búsqueda de literatura.

Se recopiló información a partir de términos de búsqueda como: *Moringa oleifera* Lam., *laying hens*, *egg quality*, *Haugh Units*, *egg weight*, *albumen height*, *yolk coloration*. La búsqueda se realizó en inglés y español. Se empleó buscadores académicos como PubMed, Google Scholar, Elsevier, Scielo y British Poultry Science.

Criterios de elegibilidad.

Los criterios de inclusión fueron: la utilización de artículos de revistas indexadas, con literatura entre 2007 al 2023. Artículos donde se haya comparado a aves ponedoras suplementadas a diferentes concentraciones con *Moringa oleifera* Lam. Frente a un grupo control, valorando así la calidad de huevos en función a los parámetros: Unidades Haugh, altura de la albúmina, coloración de la yema, grosor de la cascara, fragilidad del cascarón y peso del huevo.

Por otro lado, los criterios de exclusión fueron aquellos análisis enfocados en la valoración de otros parámetros en cuanto a calidad de huevo tales como niveles de

colesterol, perfil de ácidos grasos, peso de la yema. Además de análisis de producción como la cantidad de huevos producidos, masa de huevo, rendimiento de puesta, parámetros sanguíneos o perfiles bioquímicos séricos del ave.

Recopilación y presentación de datos.

Se recolectó y se tabuló la información en tablas cruzadas mediante Excel. A partir de esta tabla se realizó una gráfica de pastel donde se clasificó aquellos artículos que encontraron efectos positivos y los que no. Se clasificó los artículos en función a la dosis a la cual se suplementó, para valorar el número de artículos que encontraron: efectos positivos bajo la suplementación, dosis más alta, dosis más baja y dosis más investigada. Para la tabla se tomó todos los artículos que encontraron efectos positivos y se analizó a la dosis que se utilizó y los efectos que tuvo en cada parámetro de calidad (Unidades Haugh, peso del huevo, altura de la albúmina, grosor y fragilidad de la cáscara y color de la yema). Además, se añadió la raza o especie de las aves con las que se trabajó y la presentación en la que se administró la planta y parte de la planta fue empleada.

Adicionalmente en anexos se adjuntaron tablas donde se clasificaron los datos en función a la etapa productiva en la que se encontraban las aves al momento de la experimentación tabla 2 y el tiempo que duró la experimentación tabla 3.

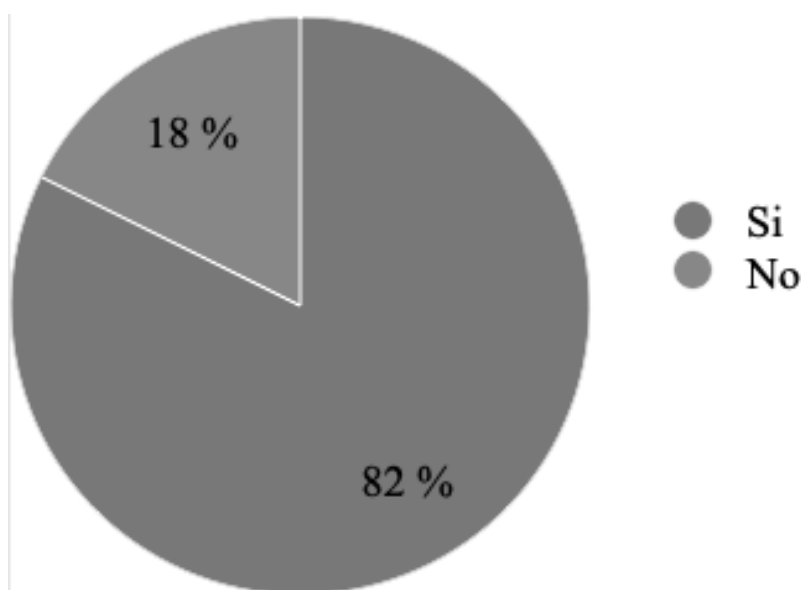
Manejo de fuentes bibliográficas.

Las referencias bibliográficas se citaron mediante el gestor bibliográfico Mendeley en formato APA 7ma edición.

Resultados

Se recopiló información respecto a los efectos de *Moringa oleifera* Lam. sobre la calidad del huevo en aves ponedoras se tomó un total de 49 artículos científicos, de los cuales 32 artículos fueron descartados, tomando en consideración los criterios de exclusión. A partir de un total de 17 fuentes literarias, los datos fueron clasificados en función a aquellos que encontraron efectos positivos y aquellos que no presentaron diferencia significativa entre calidad de huevo y la administración de *Moringa oleifera* Lam. en la dieta. Un total de 14 artículos presentaron efectos positivos sobre la calidad del huevo en aves ponedoras, representado así un 82%. Mientras que en los 3 artículos restantes no hay efectos positivos sobre los parámetros valorados en esta revisión (Gakuya et al., 2014; Jean et al., 2016a; Paguia et al., 2014), representado un 18% como se observa en la figura 1.

Ilustración 1 Efectos positivos de *Moringa oleifera* Lam. sobre calidad de huevo



De los 14 artículos que presentaron efectos positivos, se clasificó las dosis a las que se reportaron diferencias significativas sobre los parámetros de calidad de huevo en aves ponedoras (Unidades Haugh, altura de la albúmina, grosor de la cáscara, peso del huevo,

fuerza de fractura y color de la yema). Además, se incluyó el tipo de *Moringa oleifera* Lam. empleada en la experimentación y la raza del ave.

De acuerdo a los datos observados se encontró una variaciones importante sobre los porcentajes de *Moringa oleifera* Lam. utilizados en los grupos de investigación (Narushin et al., 2021a). La dosis más baja en presentar efectos positivos fue de 0,5% en calidad de huevo. Tomando los 4 artículos que trabajaron con esta dosis, dos de ellos mostraron efectos positivos en aves ponedoras de raza Lohmann LSL classic (Abdel-Azeem et al. 2017) y gallinas ponedoras nativas (Sharmin et al., 2021a). Mientras que los otros 2 no reportan diferencias significativas sobre la calidad de huevo en aves de raza vanaraja (SWAIN et al., 2017a) y Lohmann LSL classic (Paguia et al., 2014). La dosis más alta en presentar efectos positivos fue del 15% donde se mencionó una diferencia significativa sobre Unidades Haugh y altura de la albúmina cuando los huevos se almacenaron a 4 °C y 28 °C durante 4 semanas (Lu et al., 2016). Si bien, la dosis más alta administrada fue de 20% esta no reportó diferencias significativas tras la suplementación de las aves de raza white leghorn de 20 semanas de edad (Teteh et al. 2016).

En cuanto a la frecuencia de datos obtenidos, existe un mayor número de artículos donde se suplementó a una dosis de 5% de *Moringa oleifera* Lam. Esta fue analizada por 7 diferentes autores. De los cuales 3 presentaron efectos positivos (Wubalem, Etalem Tesfaye, and Berhan Tamir 2016; Ebenebe et al. 2013; Kakengi et al. 2007) y 4 efectos negativos (Jean et al. 2016; Lu et al. 2016; Shen et al. 2021a; Li et al. 2022). Las concentraciones a las que se presentó un mayor número de artículos positivos fueron 1% (Abdel-Azeem et al., 2017; Abdel-Wareth & Lohakare, 2021a; Sharmin et al., 2021a; Teteh et al., 2016) y 2 % (Abdel-Azeem et al., 2017; Bidura et al., 2020a; Garcia et al., 2021a; Teteh et al., 2016).

En la valoración del peso del huevo, se encontraron 4 fuentes literarias que afirman efectos positivos utilizando un rango de dosis de 1 a 5% de *Moringa oleifera* Lam. Las Unidades Haugh, 3 investigaciones reportaron diferencias significativas, las dosis bajo las cuales hubieron estos resultados fueron 1.5, 3, 6, 5, 10 y 15%. La altura de la albúmina, fue descrita en 3 artículos, donde se menciona los efectos positivos del uso de las hojas de *Moringa oleifera* Lam. sobre la calidad del huevo. El grosor de la cáscara, presenta 4 artículos donde a dosis de 0.5, 1, 1.5, 2 y 6% reportó efectos positivos. La fuerza de fractura de cáscara, fue valorado por 4 autores, de los cuales 3 encontraron efectos positivos. Las dosis a las que se analizó los efectos de la planta fueron 0.5, 1, 1.5, 3, 5, 6 y 9%. El color de la yema se encontró un mayor número de resultados positivos, con un total de 10 estudios que respaldan el efecto de *Moringa oleifera* Lam. Las dosis bajo las que se valoró los efectos de esta planta fueron 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 5, 6, 7.5 y 10%.

La parte de la planta de la cual se procesó la harina de *Moringa oleifera* Lam. para la mayoría estudios son las hojas de la planta, con un total de 12 investigaciones. Únicamente un autor trabajó con hojas de *Moringa oleifera* Lam. frescas y uno con harina de semillas y hojas. En cuanto a las aves empleadas para las diferentes investigaciones la raza de gallina ponedoras que se repite fue Isa Brown. Se encontró además 2 trabajos con codorniz japonesa siendo igual que la raza Isa brown, la única que tiene más de un autor que afirme los efectos positivos. Esta información se detalla en la tabla 1.

Tabla 1 Dosis a las que se identificó un efecto positivo sobre los parámetros de calidad de huevo

Unidades Haugh	Altura albumina	Grosor de la cascara	Peso del huevo	Fuerza de fractura	Color de la yema	Tipo de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	Razas /especie	Fuente
NS	NS	1*	***	***	1*	harina de semillas y hoja	codorniz japonesa	(Ashour et al., 2020)
***	***	***	300**	***	300**	Hojas frescas	Rhode island red	(Abou-Elezz Fouad Mohammed et al., 2012)
NS	NS	6*	***	***	6	harina de hojas	gallinas ponedoras	(Bidura et al. 2020)
***	7.5*	NS	***	***	2.5, 5*		isa brown	(Ebenebe et al., 2013)
NS	NS	NS	4*	***	6*		codorniz japonesa	(Garcia et al. 2021)
5,10,15	5,10, 15	***	NS	***	5*		hy-line grey	(Lu et al. 2016)
***	1.5	NS	NS	0.5, 1, 1.5*	1.5*		gallinas ponedoras	(Sharmin et al., 2021b)
NS	NS	***	NS	5*	7.5, 10*		generación F1	(Shen et al. 2021)
***	***	***	5*	***	***		white leghorn	(Kakengi et al. 2007)
1.5*	NS	0.5, 1, 1.5, 2*	***	***	0.5 y control*		lohmman LSL classic	(Abdel-Azeem et al., 2017)
***	NS	NS	Control*	NS	NS		Vanaraja laying hens	(SWAIN et al., 2017a)
***	***	***	5*	***	***		Koekoek	(Wubalem, Etalem Tesfaye, and Berhan Tamir 2016)
***	1*	NS	1*	***	2*		isa brown	(Teteh et al., 2016)
3,6*	Control*	6*	***	3,6,9*	***		Hy-line brown	(Abdel-Wareth and Lohakare 2021)

* Porcentaje de *Moringa oleifera* Lam. administrado a la que fue positivo el resultado, **gr de *Moringa oleifera* Lam. a la que el resultado fue positivo, *** Valor no evaluado, NS No diferencia significativa: >P=0.05

Discusión

De la literatura analizada en el presente trabajo, el 82% reporta efectos positivos sobre la calidad del huevo en aves ponedoras suplementadas con *Moringa oleifera* Lam. (tabla 1). El valor nutricional de esta planta parece estar asociado a estos resultados. Las hojas de la planta son la parte más nutritiva de la planta siendo una gran fuente de vitaminas (A, B, C, K), betacaroteno y nutrientes esenciales (Islam et al., 2021). Además de ser una gran fuente de proteína y carbohidrato, con una baja cantidad de grasa (Mahfuz & Piao, 2019). Algunos autores han señalado que las hojas de *Moringa oleifera* Lam. estimulan el sistema inmunológico y cuentan con propiedades antisépticas y detergentes, gracias a sus componentes fotoquímicos (Abou-Elezz Fouad Mohammed et al., 2012; Mahfuz & Piao, 2019). Estos resultados confirman los efectos beneficiosos que brinda esta planta, gracias a todas sus propiedades.

El 18% restante de la literatura recopilada, no presenta efectos positivos en la calidad de huevo, tras la suplementación en aves ponedoras (figura 1). Se menciona que existen factores antinutricionales, además de toxinas, en las hojas de *Moringa oleifera* Lam. que repercuten negativamente en la salud del animal y por consiguiente en su producción y la calidad de la misma (Rath et al., 2015). Dentro de los factores antinutricionales que componen las hojas de *Moringa oleifera* Lam. están los taninos (12 gr/kg) y saponina (80gr/kg) y fitato (21 gr/kg) (Amad & Zentek, 2022).

Cada uno de estos componentes disminuyen la asimilación de las propiedades nutricionales de la planta. En el caso de la saponina, es un irritante que genera un sabor desagradable para las aves, reduce el consumo del suplemento y por consiguiente la tasa de crecimiento y desarrollo de las aves (Amad & Zentek, 2022). Los taninos y fitatos por su parte, repercuten en la

digestibilidad y el metabolismo de los nutrientes. Los taninos tienen la capacidad de generar enlaces que disminuyen la biodisponibilidad de proteínas y polisacáridos de la planta mientras que los fitatos al unirse al calcio, magnesio, hierro y otros minerales impidiendo la asimilación de los mismos (Amad & Zentek, 2022). Si bien estos componentes son contraproducentes, se debe tomar en consideración que estos efectos pueden ser neutralizados o reducidos, mediante tratamientos que consisten en remojo, ebullición o cocción al vapor y fermentación de microorganismos (Amad & Zentek, 2022; Rath et al., 2015). Con base en esta información, se puede atribuir al manejo de materias primas los efectos antinutricionales de la *Moringa oleifera* Lam. Además, se debe añadir que si bien en ese 18% de la literatura no encontraron diferencias significativas favorables en los parámetros de calidad de huevo, todos concluyen que a las dosis trabajadas no muestran efectos adversos (Gakuya et al., 2014; Jean et al., 2016b; Pagua et al., 2014). Por lo que la *Moringa* resulta ser un alimento inocuo, que puede ser empleado para el consumo de aves ponedoras.

En cuanto al peso del huevo, Garcia et al. (2021) en un trabajo con codornices japonesas determinó la existencia de un comportamiento cuadrático hasta el 3.8% de *Moringa oleifera* Lam. en dietas donde existe un aumento de peso en el huevo. Esto se contrapone a aquellos autores que encuentran efectos positivos a dosis de hasta 5% (Kakengi et al., 2007; Wubalem et al., 2016). Sin embargo, Lu et al. (2016) trabajó con dosis de 5, 10, 15% sin encontrar diferencia significativa en sus resultados. Evidenciado que a dosis mayores al 5% los resultados son impredecibles en cuanto al peso del huevo. Debe tomarse en cuenta que a dosis de 0.5% tampoco se encontró efectos positivos (Sharmin et al., 2021a; SWAIN et al., 2017b). Por lo que a partir de estos datos se sugiere que la dosis ideal cuando lo que se busca valorar es el peso del huevo, podría ir desde el 1% hasta un máximo de 5%.

Las Unidades Haugh son obtenidas en base al peso del huevo y la altura de la albúmina (Abdel-Wareth & Lohakare, 2021a). Este parámetro al igual que la temperatura y el almacenamiento

son importantes para la determinación de la calidad del huevo (Narushin et al., 2021b). En esta revisión se encontraron dos artículos donde se habla de los efectos positivos bajo suplementación. Las dosis bajo las cuales existen diferencias significativas ($P < 0.05$) fueron 1.5, 3, 6, 5, 10 y 15%. A pesar de esto, hay que tomar en cuenta que 4 autores no determinaron una diferencia significativa en sus trabajos. Por lo que esta variabilidad en resultados puede ser atribuida al tiempo que tardaron en valorar la calidad de huevo y la temperatura a la cual pudo ser almacenado.

En lo que respecta la altura de la albúmina, Sharmin et al. (2021) se sugiere que para evidenciar efectos positivos es necesario administrar dosis elevadas, proponiendo un 15% de *Moringa oleifera* Lam. No obstante, las dosis que los artículos mencionan efectos positivos varían. Los valores reportados como 1, 1.5, 7.5, 5, 10 y 15%, evidencian que a dosis menores de 15% pueden existir efectos positivos.

El grosor de la cáscara y la fuerza de fractura, son vitales en la industria del huevo, de esto depende la resistencia del huevo a posibles rupturas, grietas, picoteo y movilización del producto (Abdel-Wareth & Lohakare, 2021a). Uno de los parámetros más importantes es el grosor de la cáscara del huevo, debido a sus repercusiones económicas (An et al., 2016). Es por esto que se debe tomar en consideración aquellos factores que pueden mejorar o perjudicar este parámetro de calidad. Factores externos tales como la edad de las aves, la nutrición y el manejo de las aves ponedoras están estrechamente relacionados con esta situación (Tamiru et al., 2019). Desde el ámbito nutricional la falta de calcio debe ser tomada en cuenta. Al ser parte de la composición del cascarón, una deficiencia del mismo repercute sobre su calidad (Yoo et al., 2009). Es común encontrar que en gallinas viejas una disminución en los niveles de calcio, disminuyendo el grosor del cascarón, acompañado del aumento del tamaño del huevo (An et al., 2016).

Debido a la variabilidad de factores, es importante valorar la etapa productiva del ave además de sus niveles de calcio, para determinar si la suplementación con *Moringa oleifera* Lam. puede favorecer o no a la producción. En los resultados obtenidos aparentemente parece haber mejores resultados en aquellas aves suplementadas con 1% y 6%.

El parámetro que mide la fuerza de fractura, se ve favorecido con la suplementación. Estos resultados pueden ser atribuidos a la composición y propiedades nutricionales de las hojas de *Moringa oleifera* Lam. Al contar con compuestos fitogénicos, proporciona un mejor almacenamiento de calcio, oviposición y fisiología uterina en las aves ponedoras. Contribuyendo de esta forma la formación y fuerza del cascarón (Abdel-Wareth & Lohakare, 2021a).

El color de la yema es el parámetro con mayores resultados positivos. Algunos autores mencionan la existe un incremento lineal de los niveles de inclusión de *Moringa oleifera* Lam. y el incremento en el color de la yema (Abou-Elezz Fouad Mohammed et al., 2012; Panaite et al., 2021; Sharmin et al., 2021a). Si bien Lu, propone elevar la dosis de *Moringa oleifera* Lam. hasta un 15% para mejorar la coloración de la yema (Lu et al., 2016), se puede observar que ya existen efectos a dosis inferiores sin la necesidad de un 15% de *Moringa oleifera* Lam. Este efecto sobre la coloración amarilenta en la yema del huevo, está asociada a sus propiedades tales como sus cualidades vitamínicas, sobre todo retinol, además de la presencia de carotenoides y flavonoides en sus hojas (Bidura et al., 2020a).

A partir de la información obtenida en esta revisión se recomienda el uso de hojas de *Moringa oleifera* Lam. en harina, tras ser el producto más estudiado en la avicultura. La dosis sugerida tras la recopilación de datos es de 1 a 2%. Si bien los resultados parecen funcionar en diferentes razas de aves ponedoras, la raza Isa brown y la especie codorniz japonesa, muestran mejores resultados tras la suplementación.

CONCLUSIONES

Existe un 82% de la literatura disponible que respalda los efectos positivos, al suplementar con *Moringa oleifera* Lam. las dietas de aves ponedoras, sobre la calidad del huevo. Para cada uno de los parámetros que valoran la calidad del huevo (Unidades Haugh, altura de la albúmina, color de la yema, peso del huevo, fuerza de fractura y grosor de la cáscara) se encontraron artículos que afirman los beneficios de esta planta existiendo una gran variación en cuanto a las dosis empleadas en las investigaciones. Se sugiere, para futuras investigaciones, tomar en consideración la etapa productiva del ave, el tiempo de experimentación y raza o especie del ave, debido a la variabilidad de resultados encontrados en esta revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Azeem, A., Mohamed, F., El- Shiekh, S., & Hessin, A. (2017). Maximizing Productivity of Lohmann Chickens by Feeding Diets Inclusion Different Levels of Moringa oleifera Leaf Powder as a Safe Feed Additive. *Journal of Animal and Poultry Production*, 8(8), 319–328. <https://doi.org/10.21608/jappmu.2017.45989>
- Abdel-Wareth, A. A. A., & Lohakare, J. (2021a). Moringa oleifera Leaves as Eco-Friendly Feed Additive in Diets of Hy-Line Brown Hens during the Late Laying Period. *Animals*, 11(4), 1116. <https://doi.org/10.3390/ani11041116>
- Abdel-Wareth, A. A. A., & Lohakare, J. (2021b). Moringa oleifera Leaves as Eco-Friendly Feed Additive in Diets of Hy-Line Brown Hens during the Late Laying Period. *Animals*, 11(4), 1116. <https://doi.org/10.3390/ani11041116>
- Abou-Elezz Fouad Mohammed, K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., & Solorio-Sanchez, J. F. (2012). The nutritional effect of Moringa oleifera fresh leaves as feed supplement on Rhode Island Red hen egg production and quality. *Tropical Animal Health and Production*, 44(5), 1035–1040. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0037-5>
- Abou-Elkhair, R., Abdo Basha, H., Slouma Hamouda Abd El Naby, W., Ajarem, J. S., Maodaa, S. N., Allam, A. A., & Naiel, M. A. E. (2020). Effect of a Diet Supplemented with the Moringa oleifera Seed Powder on the Performance, Egg Quality, and Gene Expression in Japanese Laying Quail under Heat-Stress. *Animals*, 10(5), 809. <https://doi.org/10.3390/ani10050809>
- Amad, A. A., & Zentek, J. (2022). Moringa (M. oleifera) Leaf Meal in Diets for Broilers and Laying Hens: A Review. *Journal of Agricultural Science*, 14(10), 12. <https://doi.org/10.5539/jas.v14n10p12>
- An, S. H., Kim, D. W., & An, B. K. (2016). Effects of Dietary Calcium Levels on Productive Performance, Eggshell Quality and Overall Calcium Status in Aged Laying Hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(10), 1477–1482. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0655>
- Ashour, E. A., El-Kholy, M. S., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Mohamed, L. A., Taha, A. E., El Sheikh, A. I., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2020). Effect of Dietary Supplementation with Moringa oleifera Leaves and/or Seeds Powder on Production, Egg Characteristics, Hatchability and Blood Chemistry of Laying Japanese Quails. *Sustainability*, 12(6), 2463. <https://doi.org/10.3390/su12062463>
- Bidura, I., Partama, I., Utami, I., Candrawati, D., Puspani, E., Suasta, I., Warmadewi, D., Okarini, I., Wibawa, A., Nuriyasa, I., & Siti, N. (2020a). Effect of Moringa oleifera leaf powder in diets on laying hens performance, β -carotene, cholesterol, and minerals contents in egg yolk. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 823(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012006>
- Bidura, I., Partama, I., Utami, I., Candrawati, D., Puspani, E., Suasta, I., Warmadewi, D., Okarini, I., Wibawa, A., Nuriyasa, I., & Siti, N. (2020b). Effect of Moringa oleifera leaf

powder in diets on laying hens performance, β -carotene, cholesterol, and minerals contents in egg yolk. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 823(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012006>

- Briones, J., Leung, A., Bautista, N., Golin, S., Caliwag, N., Carlos, M. A., Guevarra, J., Miranda, J., Guevarra, J. K., Pili, N. L., Mendoza, D., & De Jesus, N. (2017). Utilization of *Moringa oleifera* Lam. in animal production. *Acta Horticulturae*, 1158, 467–474. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1158.54>
- Ebenebe, C. I., Anigbogu C.C., Anizoba, M. A., & Ufele A.N. (2013). Effect of various levels of Moringa Leaf Meal on the Egg Quality of Isa Brown Breed of Layers . *Advances in Life Science and Technology* , 14.
- Gakuya, D. W., Mbugua, P. N., Mwaniki, S. M., Kiama, S. G., Muchemi, G. M., & Njuguna, A. (2014). Effect of Supplementation of Moringa oleifera (LAM) Leaf Meal in Layer Chicken Feed. *International Journal of Poultry Science*, 13(7), 379–384. <https://doi.org/10.3923/ijps.2014.379.384>
- Garcia, R. G., Gandra, E. R. S., Burbarelli, M. F. C., Valentim, J. K., Felix, G. A., Lopes, B. A., Bacha, F. B., Melo, C. M. F., Silva, J. P., Komiyama, C. M., & Caldara, F. R. (2021a). Moringa Oleifera: an alternative ingredient to improve the egg quality of Japanese quail. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 73(3), 721–732. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12191>
- Garcia, R. G., Gandra, E. R. S., Burbarelli, M. F. C., Valentim, J. K., Felix, G. A., Lopes, B. A., Bacha, F. B., Melo, C. M. F., Silva, J. P., Komiyama, C. M., & Caldara, F. R. (2021b). Moringa Oleifera: an alternative ingredient to improve the egg quality of Japanese quail. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 73(3), 721–732. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12191>
- Islam, Z., Islam, S. M. R., Hossen, F., Mahtab-ul-Islam, K., Hasan, Md. R., & Karim, R. (2021). Moringa oleifera is a Prominent Source of Nutrients with Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*, 2021, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2021/6627265>
- Jean, K., hael, R., Tiambo Christian, K., Soares Juliano, R., Lisita, F., Youssouf Sultana, M., Kuetche Herve, M., & Alexis, T. (2016a). Effects of Substituting Soybean with Moringa oleifera Meal in Diets on Laying and Eggs Quality Characteristics of KABIR Chickens. *Journal of Animal Research and Nutrition*, 01(01). <https://doi.org/10.21767/2572-5459.100004>
- Jean, K., hael, R., Tiambo Christian, K., Soares Juliano, R., Lisita, F., Youssouf Sultana, M., Kuetche Herve, M., & Alexis, T. (2016b). Effects of Substituting Soybean with Moringa oleifera Meal in Diets on Laying and Eggs Quality Characteristics of KABIR Chickens. *Journal of Animal Research and Nutrition*, 01(01). <https://doi.org/10.21767/2572-5459.100004>
- Kakengi, A., Kaijage, J., Sarwatt, S., Mutayoba, S., & Fujihara, T. (2007). Effect of Moringa oleifera leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 19.

- Li, T., Shen, M., Hou, R., Zhang, L., Huang, L., Guo, P., Wu, P., & Zhao, G. (2022). Effects of phytogetic feed on productive performance, egg quality, antioxidant activity and lipid metabolism of laying hens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 32(1), 50–58. <https://doi.org/10.22358/jafs/154977/2022>
- Liu, J., Zhao, L., Zhao, Z., Wu, Y., Cao, J., Cai, H., Yang, P., & Wen, Z. (2022). Rubber (*Hevea brasiliensis*) seed oil supplementation attenuates immunological stress and inflammatory response in lipopolysaccharide-challenged laying hens. *Poultry Science*, 101(9), 102040. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102040>
- Lu, W., Wang, J., Zhang, H. J., Wu, S. G., & 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>
- Mahfuz, S., & Piao, X. S. (2019). Application of Moringa(*Moringa oleifera*) as Natural Feed Supplement in Poultry Diets. *Animals*, 9(7), 431. <https://doi.org/10.3390/ani9070431>
- McEwen, S. A., & Collignon, P. J. (2018). Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiology Spectrum*, 6(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017>
- Narushin, V. G., Romanov, M. N., & Griffin, D. K. (2021a). A novel Egg Quality Index as an alternative to Haugh unit score. *Journal of Food Engineering*, 289, 110176. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110176>
- Narushin, V. G., Romanov, M. N., & Griffin, D. K. (2021b). A novel Egg Quality Index as an alternative to Haugh unit score. *Journal of Food Engineering*, 289, 110176. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110176>
- N'nanle, O., Tété-Bénissan, A., Nideou, D., Onagbesan, O. M., & Tona, K. (2020). Use of *Moringa oleifera* leaves in broiler production chain. 1 - Effect on *Sasso* breeder hens performances, internal quality of hatching eggs and serum lipids. *Veterinary Medicine and Science*, 6(3), 485–490. <https://doi.org/10.1002/vms3.235>
- Paguia, H. M., Paguia, R. Q., Balba, C., & Flores, R. C. (2014). Utilization and Evaluation of *Moringa Oleifera* L. As Poultry Feeds. *APCBEE Procedia*, 8, 343–347. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.051>
- Panaite, T. D., Nour, V., Saracila, M., Turcu, R. P., Untea, A. E., & Vlaicu, P. Al. (2021). Effects of Linseed Meal and Carotenoids from Different Sources on Egg Characteristics, Yolk Fatty Acid and Carotenoid Profile and Lipid Peroxidation. *Foods*, 10(6), 1246. <https://doi.org/10.3390/foods10061246>
- Rath, P. K., Mishra, P. K., Mallick, B. K., & Behura, N. C. (2015). Evaluation of different egg quality traits and interpretation of their mode of inheritance in White Leghorns. *Veterinary World*, 8(4), 449–452. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.449-452>
- Saeed, M., Babazadeh, D., Naveed, M., Arain, M. A., Hassan, F. U., & Chao, S. (2017a). Reconsidering betaine as a natural anti-heat stress agent in poultry industry: a review.

- Tropical Animal Health and Production*, 49(7), 1329–1338.
<https://doi.org/10.1007/s11250-017-1355-z>
- Saeed, M., Babazadeh, D., Naveed, M., Arain, M. A., Hassan, F. U., & Chao, S. (2017b). Reconsidering betaine as a natural anti-heat stress agent in poultry industry: a review. *Tropical Animal Health and Production*, 49(7), 1329–1338.
<https://doi.org/10.1007/s11250-017-1355-z>
- Shang, H., Zhang, H., Guo, Y., Wu, H., & Zhang, N. (2020). Effects of inulin supplementation in laying hens diet on the antioxidant capacity of refrigerated stored eggs. *International Journal of Biological Macromolecules*, 153, 1047–1057.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.234>
- Sharmin, F., Sarker, Md. S. K., Sarker, N. R., & Faruque, S. (2021a). Dietary effect of *Moringa oleifera* on native laying hens' egg quality, cholesterol and fatty-acid profile. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 1544–1553.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1987846>
- Sharmin, F., Sarker, Md. S. K., Sarker, N. R., & Faruque, S. (2021b). Dietary effect of *Moringa oleifera* on native laying hens' egg quality, cholesterol and fatty-acid profile. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 1544–1553.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1987846>
- Shen, M., Li, T., Qu, L., Wang, K., Hou, Q., Zhao, W., & Wu, P. (2021a). Effect of dietary inclusion of *Moringa oleifera* leaf on productive performance, egg quality, antioxidant capacity and lipid levels in laying chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 2012–2021. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1964387>
- Shen, M., Li, T., Qu, L., Wang, K., Hou, Q., Zhao, W., & Wu, P. (2021b). Effect of dietary inclusion of *Moringa oleifera* leaf on productive performance, egg quality, antioxidant capacity and lipid levels in laying chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 2012–2021. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1964387>
- SINCLAIR, J. R. (2019). Importance of a One Health approach in advancing global health security and the Sustainable Development Goals. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 38(1), 145–154. <https://doi.org/10.20506/rst.38.1.2949>
- Surai, P. F., & Kochish, I. I. (2019). Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poultry Science*, 98(10), 4231–4239.
<https://doi.org/10.3382/ps/pey406>
- SWAIN, B. K., NAIK, P. K., CHAKURKAR, E. B., & SINGH, N. P. (2017a). Effect of supplementation of *Moringa oleifera* leaf meal (MOLM) on the performance of Vanaraja laying hens. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 87(3).
<https://doi.org/10.56093/ijans.v87i3.68876>
- SWAIN, B. K., NAIK, P. K., CHAKURKAR, E. B., & SINGH, N. P. (2017b). Effect of supplementation of *Moringa oleifera* leaf meal (MOLM) on the performance of Vanaraja laying hens. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 87(3).
<https://doi.org/10.56093/ijans.v87i3.68876>

- Tamiru, H., Duguma, M., Furgasa, W., & Yimer, L. (2019). Review REVIEW ON CHICKEN EGG QUALITY DETERMINATION, GRADING AND AFFECTING FACTORS. *Asian Journal of Medical Science Research & Review* .
- Teteh, A., Gbeassor, M., Decuypere, E., & Tona, K. (2016). Effects of Moringa oleifera Leaf on Laying Rate, Egg Quality and Blood Parameters. *International Journal of Poultry Science*, 15(7), 277–282. <https://doi.org/10.3923/ijps.2016.277.282>
- Wubalem, A., Etalem Tesfaye, & Berhan Tamir. (2016). Effects of Feeding Different Dietary Levels of Moringa oleifera Leaf Meal on Egg Production, Fertility and Hatchability of Dual Purpose Koekoek Hens. *Middle-East Journal of Scientific Research* , 24, 1–12.
- Yoo, S., Hsieh, J. S., Zou, P., & Kokoszka, J. (2009). Utilization of calcium carbonate particles from eggshell waste as coating pigments for ink-jet printing paper. *Bioresource Technology*, 100(24), 6416–6421. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.06.112>

ANEXO A: ETAPA PRODUCTIVA A LA QUE SE ENCONTRÓ EFECTOS POSITIVOS SOBRE LA CALIDAD DE HUEVO EN AVES PONEDORAS SUPLEMENTADAS CON *MORINGA OLEIFERA* LAM.

Etapa productiva (semanas)	Efectos positivos bajo suplementación	fuentes
5		(Garcia et al., 2021a)
8		(Ashour et al., 2020)
20	si	(Abdel-Azeem et al., 2017)
		(Ebenebe et al., 2013)
		(Kakengi et al., 2007)
21,5		(Jean et al., 2016b)
22	no	(SWAIN et al., 2017b)
26		(Sharmin et al., 2021a)
27		(Lu et al., 2016)
30		(Bidura et al., 2020a)
37		(Shen et al., 2021a)
40	si	(Teteh et al., 2016)
41	no	(Wubalem et al., 2016)
68	si	(Abdel-Wareth & Lohakare, 2021a)
89	no	(Paguia et al., 2014)

ANEXO B: TIEMPO DE EXPERIMENTACIÓN AL QUE SE ENCONTRÓ EFECTOS POSITIVOS SOBRE LA CALIDAD DE HUEVO EN AVES PONEDORAS SUPLEMENTADAS CON *MORINGA OLEIFERA* LAM.

Tiempo Experimentación	Efecto Positivo	Fuente
6	si	(Shen et al., 2021a)
8	no	(SWAIN et al., 2017b)
		(Ebenebe et al., 2013)
		(Abdel-Wareth & Lohakare, 2021a)
		(Lu et al., 2016)
9,4	si	(Garcia et al., 2021a)
12	no	(Paguia et al., 2014)
		(Ashour et al., 2020)
	si	(Bidura et al., 2020a)
		(Jean et al., 2016b)
13	no	(Wubalem et al., 2016)
16		(Kakengi et al., 2007)
17,3		(Sharmin et al., 2021a)
20		(Abdel-Azeem et al., 2017)
	si	(Teteh et al., 2016)