ISSN: 2806-5697
Vol. 7 – Núm. E2 / 2026

Impacto de los ácidos grasos omega-3 en la producción y salud de las aves de corral

Impact of Omega-3 Fatty Acids on Poultry Production and Health

Impacto dos ácidos graxos ômega-3 na produção e na saúde das aves de produção

Zambrano Cevallos Dayanna Mariuxi[1]
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
dayanna.zambrano@espam.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-2734-6097

Alcívar Guadamud Wilmer Wagner[2]
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
wwalcivar@espam.edu.ec
https://orcid.org/0009-0009-6863-7191

DOI / URL: https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE2/1653

Como citar:
Zambrano Cevallos, D. M. & Alcívar Guadamud, W. W. (2026). Impacto de los ácidos grasos omega-3 en la producción y salud de las aves de corral. Código Científico Revista de Investigación, 7(E2), 1134-1157.

***Recibido**: 22/07/2026* ***Aceptado**: 21/08/2026* ***Publicado**: 30/09/2026*

Resumen

La suplementación con ácidos grasos omega-3 ha adquirido relevancia en la producción avícola por sus beneficios potenciales sobre el desempeño productivo, la calidad de los productos y la salud de las aves. Su estudio aporta información de interés para productores, profesionales e investigadores, al permitir identificar alternativas nutricionales orientadas a mejorar la eficiencia productiva y obtener alimentos con características nutricionales favorables para el consumidor. En este contexto, el presente artículo de revisión teórica-conceptual tuvo como objetivo analizar el impacto de la suplementación con ácidos grasos omega-3 en la producción y salud de las aves de corral, considerando el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la respuesta inmunológica. Se aplicaron los métodos analítico-sintético e inductivo para analizar e integrar la evidencia científica disponible. La técnica empleada fue la revisión documental sistemática bajo las directrices PRISMA, utilizando una matriz de revisión documental como instrumento para organizar la información. Se consultaron Scopus, Web of Science, PubMed y SciELO, seleccionándose 33 artículos después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Los resultados evidenciaron mejoras en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia, principalmente con niveles moderados de inclusión, así como un enriquecimiento del perfil lipídico del huevo mediante el incremento de DHA y EPA. Además, se identificaron efectos favorables sobre la respuesta inmunológica y la capacidad antioxidante. Se concluye que los omega-3 constituyen una alternativa nutricional con potencial para favorecer la producción y salud avícola, aunque sus efectos dependen de la fuente, nivel de inclusión y condiciones de producción.

Palabras clave: Ácido eicosapentaenoico (EPA), Ácido docosahexaenoico (DHA), Ácido alfa-linolénico (ALA), fuentes lipídicas, producción avícola

Abstract

Omega-3 fatty acid supplementation has gained increasing relevance in poultry production due to its potential benefits for productive performance, product quality, and poultry health. Its study provides valuable information for producers, professionals, and researchers by helping identify nutritional alternatives aimed at improving production efficiency and obtaining foods with favorable nutritional characteristics for consumers. In this context, this theoretical-conceptual review aimed to analyze the impact of omega-3 fatty acid supplementation on poultry production and health, considering productive performance, egg quality, and immune response. Analytical-synthetic and inductive methods were applied to analyze and integrate the available scientific evidence. A systematic literature review was conducted following PRISMA guidelines, using a documentary review matrix as an instrument to organize the information. Scopus, Web of Science, PubMed, and SciELO were searched, and 33 articles were selected after applying the inclusion and exclusion criteria. The results showed improvements in weight gain and feed efficiency, particularly at moderate inclusion levels, as well as enrichment of the egg lipid profile through increased DHA and EPA concentrations. In addition, beneficial effects on immune response and antioxidant capacity were identified. It is concluded that omega-3 fatty acids represent a nutritional alternative with the potential to improve poultry production and health, although their effects depend on the source, inclusion level, and production conditions.

Keywords: Eicosapentaenoic acid (EPA), Docosahexaenoic acid (DHA), Alpha-linolenic acid (ALA), Lipid sources, Poultry production

Resumo

A suplementação com ácidos graxos ômega-3 tem adquirido relevância na produção avícola devido aos seus potenciais benefícios sobre o desempenho produtivo, a qualidade dos produtos e a saúde das aves. Seu estudo fornece informações de interesse para produtores, profissionais e pesquisadores, ao permitir a identificação de alternativas nutricionais destinadas a melhorar a eficiência produtiva e obter alimentos com características nutricionais favoráveis ao consumidor. Nesse contexto, o presente artigo de revisão teórico-conceitual teve como objetivo analisar o impacto da suplementação com ácidos graxos ômega-3 na produção e na saúde das aves de produção, considerando o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos e a resposta imunológica. Foram aplicados os métodos analítico-sintético e indutivo para analisar e integrar as evidências científicas disponíveis. A técnica utilizada foi a revisão documental sistemática, seguindo as diretrizes PRISMA, utilizando uma matriz de revisão documental como instrumento para organizar as informações. Foram consultadas as bases de dados Scopus, Web of Science, PubMed e SciELO, sendo selecionados 33 artigos após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Os resultados evidenciaram melhorias no ganho de peso e na eficiência alimentar, principalmente com níveis moderados de inclusão, bem como o enriquecimento do perfil lipídico dos ovos por meio do aumento de DHA e EPA. Além disso, foram identificados efeitos favoráveis sobre a resposta imunológica e a capacidade antioxidante. Conclui-se que os ômega-3 constituem uma alternativa nutricional com potencial para favorecer a produção e a saúde avícola, embora seus efeitos dependam da fonte, do nível de inclusão e das condições de produção.

Palavras-chave: Ácido eicosapentaenoico (EPA), ácido docosa-hexaenoico (DHA), ácido alfa-linolênico (ALA), fontes lipídicas, produção avícola.

Introducción

El sector avícola ha mostrado un crecimiento constante a nivel mundial, impulsado principalmente por el aumento de la población, la mejora del poder adquisitivo y los procesos de urbanización (Mero-Chávez et al., 2022). En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2026) destaca que, para responder a la creciente demanda de alimentos, la producción mundial de carne avícola pasó de 9 a 133 millones de toneladas entre 1961 y 2020, mientras que la producción de huevos aumentó de 15 a 93 millones de toneladas. Esta tendencia de crecimiento se mantiene en la actualidad, ya que en 2023 la producción mundial de huevos de gallina alcanzó aproximadamente 91 millones de toneladas, lo que equivale a 1,7 billones de unidades (FAO, 2025).

En las últimas décadas, la mejora genética ha impulsado el crecimiento y la productividad de los pollos de engorde y de postura, lo que también ha incrementado sus exigencias ambientales, por lo que su potencial solo puede aprovecharse plenamente con un manejo y alimentación adecuada (Rahbari et al., 2025). En este sentido, cuando las aves de corral enfrentan situaciones de estrés debido a un mal manejo y nutrición, su organismo responde liberando glucocorticoides a través del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, un sistema clave para mantener el equilibrio interno y adaptarse a distintos factores estresantes (Remize et al., 2021).

Las respuestas del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HPA) se vuelven más complejas a medida que las aves crecen y entran en la fase productiva, experimentan cambios fisiológicos importantes y, además, se enfrentan al estrés derivado de una alta densidad poblacional, lo que puede provocar alteraciones biológicas, problemas de salud, menor crecimiento y bajo rendimiento, generando pérdidas económicas significativas para los productores de pollos de engorde (Abraham et al., 2025). En este contexto, ha aumentado el interés por el empleo de estrategias nutricionales capaces de mejorar simultáneamente el desempeño productivo y el bienestar de las aves; entre ellas, la suplementación con ácidos grasos omega-3 ha despertado especial atención debido a sus efectos beneficiosos sobre el metabolismo, la respuesta inmunológica y la productividad avícola (Alagawany et al., 2019).

En este sentido, Perez-Tejada et al. (2013) señalan que los ácidos grasos omega-3 desempeñan un papel clave en la salud y el rendimiento, ya que reducen la activación del eje HPA y las concentraciones de glucocorticoides en humanos y animales. Además, en la alimentación avícola, los ácidos grasos esenciales han cobrado relevancia por su influencia en la salud y productividad de las aves, así como por responder a la creciente demanda de dietas equilibradas orientadas a prevenir problemas de salud en la población (Kostogrys, 2017).

Los ácidos grasos (AG) constituyen componentes estructurales esenciales de los lípidos complejos, como fosfolípidos, triglicéridos y ésteres de colesterol, desempeñando un papel clave en múltiples funciones biológicas (Alagawany, 2018). Desde el punto de vista químico, son moléculas orgánicas lineales con un grupo carboxilo terminal, cuya clasificación depende de la longitud de su cadena de carbono, abarcando desde ácidos grasos de cadena corta hasta muy larga (Gallinger, 2018).

En el ámbito avícola, estudios recientes indican que la inclusión de ácidos grasos omega-3 en la dieta ha cobrado gran relevancia debido a sus efectos positivos sobre la producción, salud y la calidad de los productos, ya que mejoran el rendimiento productivo y enriquecen el perfil nutricional de los huevos (Javed et al., 2025; Anam et al., 2025). Asimismo, en gallinas ponedoras se han reportado efectos adicionales como la reducción del estrés fisiológico y la mejora del funcionamiento neurológico, lo que impacta positivamente en el bienestar animal (Alagawany, 2018).

Por otra parte, existen diversas fuentes dietéticas de ácidos grasos omega-3 utilizadas en la alimentación avícola, entre las que destacan los aceites de pescado, semillas de lino, algas marinas y harinas de pescado, cada una con características particulares en cuanto a perfil lipídico y biodisponibilidad (Aguillón-Páez et al., 2020). Mientras que el aceite de pescado es reconocido por su alto contenido de EPA y DHA, la linaza aporta ácido alfa-linolénico (ALA), precursor de estos compuestos, y las algas representan una alternativa sostenible rica en DHA (Remize et al., 2021). Estas fuentes no solo enriquecen el valor nutricional de los huevos, sino que también favorecen una producción más eficiente y alineada con las demandas actuales del consumidor (García, 2019).

A pesar de la amplia investigación existente acerca del uso de varias fuentes de omega-3 en aves de corral, muchos estudios han abordado sus efectos de manera aislada. Esto

evidencia la necesidad de realizar análisis más integrales que permitan relacionar el rendimiento productivo, la salud intestinal y la calidad del producto (García, 2019).

Por ello, el presente artículo sintetiza la evidencia científica disponible acerca del efecto de los ácidos grasos omega-3 sobre el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la salud inmunológica en aves de corral.

Ante esta problemática surge la siguiente pregunta: ¿Cómo influye la suplementación con ácidos grasos omega-3 en el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la salud inmunológica de las aves de corral, de acuerdo con la evidencia científica disponible?

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominio cualitativo, debido a que se analizaron e interpretaron los hallazgos reportados en la literatura científica sobre la suplementación con ácidos grasos omega-3 en aves de corral, complementados con datos cuantitativos extraídos de los estudios seleccionados, como niveles de inclusión, parámetros productivos, composición lipídica del huevo e indicadores inmunológicos y antioxidantes. El estudio presentó un alcance descriptivo, puesto que se orientó a identificar, organizar, comparar y describir la evidencia disponible sobre los efectos de los omega-3 en el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la salud de las aves. Asimismo, correspondió a un diseño no experimental, debido a que no se manipularon variables ni se aplicaron tratamientos directamente sobre animales, sino que se analizaron resultados previamente publicados en investigaciones científicas.

La técnica de investigación fue la revisión documental sistemática, mediante la búsqueda, selección, revisión y análisis de artículos científicos relacionados con el objeto de estudio. Como instrumento de recolección de información se empleó una matriz de revisión documental, en la cual se organizaron los datos relevantes de cada investigación, considerando

autor y año, tipo de estudio, estirpe o tipo de ave, fuente de omega-3, nivel de inclusión y principales resultados. Esta información sirvió posteriormente para elaborar las tablas comparativas y realizar la síntesis de los hallazgos.

Por la naturaleza de la investigación, no se aplicó estadística inferencial propia, debido a que no se generaron datos experimentales primarios ni se realizó un metaanálisis. El tratamiento de la información se efectuó mediante un análisis descriptivo y comparativo de los resultados reportados en los artículos seleccionados, identificando tendencias, coincidencias y diferencias entre los estudios. Los valores numéricos, porcentajes y niveles de significancia estadística mencionados en los resultados corresponden a los datos originales reportados por los autores de las investigaciones incluidas en la revisión.

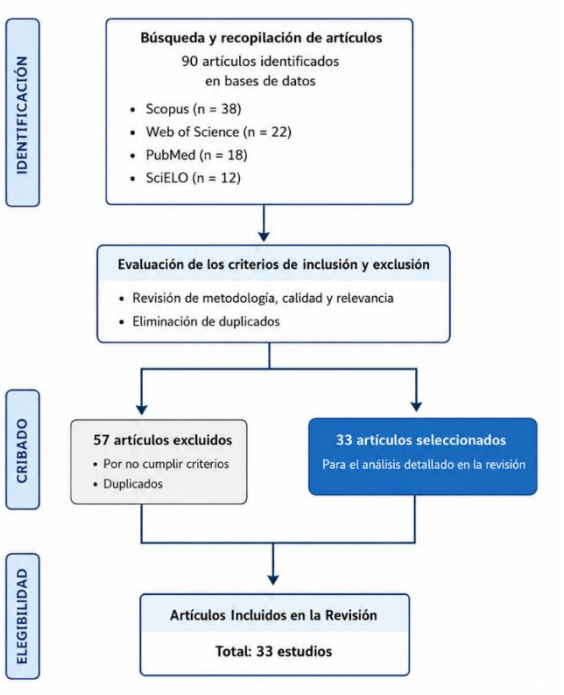
El presente artículo constituye una revisión sistemática de la literatura científica relacionada con la incorporación de ácidos grasos omega-3 en la dieta de aves de corral y sus efectos sobre el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la salud de las aves. Con el propósito de garantizar la actualidad, rigurosidad y pertinencia de la evidencia científica recopilada, se consultaron artículos científicos indexados en bases de datos de reconocido prestigio como Scopus, Web of Science, PubMed y SciELO. La estrategia de búsqueda se estructuró a partir de palabras clave previamente definidas relacionadas con nutrición aviar, lípidos poliinsaturados, calidad del huevo, perfil lipídico, índices productivos, respuesta inmunológica y capacidad antioxidante.

Se consideraron publicaciones comprendidas entre 2009 y 2026, en los idiomas inglés, español y portugués. Las búsquedas se efectuaron mediante la combinación de palabras clave y términos relacionados con la temática de estudio, utilizando los operadores booleanos AND y OR. Entre las principales ecuaciones de búsqueda se empleó: ("omega-3 fatty acids" OR omega-3 OR "n-3 fatty acids" OR EPA OR DHA OR ALA) AND (poultry OR chickens OR broilers OR "laying hens" OR layers OR quail OR turkey) AND (productivity OR performance

OR "growth performance" OR "feed efficiency" OR "feed conversion ratio" OR "egg quality" OR "egg production" OR immunity OR "immune response" OR antioxidant OR "oxidative stress").

Para la realización de la revisión se utilizó el modelo PRISMA, siguiendo las directrices establecidas por Page et al. (2021), lo que permitió organizar sistemáticamente el proceso de identificación, selección y análisis de los estudios. Inicialmente se identificaron 90 artículos científicos en las bases de datos consultadas y, después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 33 estudios para el análisis final.

Figura 1
Diagrama de Flujo PRISMA



Nota, elaboración propia con base en las directrices PRISMA 2020

Los criterios de inclusión comprendieron artículos científicos originales y de revisión publicados en revistas indexadas que evaluaran la suplementación con ácidos grasos omega-3 en la dieta de aves de corral y sus efectos sobre el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la salud de las aves. Se incluyeron estudios disponibles en texto completo, publicados entre 2009 y 2026 y escritos en inglés, español o portugués.

Como criterios de exclusión se consideraron estudios que no estuvieran directamente relacionados con la temática de investigación, artículos duplicados, documentos sin acceso a texto completo, literatura gris, tesis, resúmenes de congresos, capítulos de libro y documentos técnicos no arbitrados y publicaciones con insuficiente rigor científico. Asimismo, se excluyeron investigaciones realizadas en especies distintas de las aves de corral, así como aquellas que no reportaran resultados relacionados con el rendimiento productivo, la calidad del huevo, la respuesta inmunológica o la capacidad antioxidante asociada con la suplementación con ácidos grasos omega-3.

Las tablas y figuras se estructuraron de acuerdo con las normas APA, séptima edición. Las tablas fueron numeradas consecutivamente según su orden de aparición, identificadas mediante número y título descriptivo, mientras que las figuras se numeraron igualmente de manera consecutiva y se acompañaron de su respectivo título y nota cuando fue necesario. Las tablas de síntesis se elaboraron a partir de la información extraída de los artículos seleccionados, respetando la procedencia de los datos y las correspondientes citas de las fuentes originales.

Resultados y Discusión

Uso de ácidos grasos omega-3 en aves de corral y su efecto en los parámetros productivos.

Como se observa en la Tabla 1, la suplementación con ácidos grasos omega-3 en aves de corral muestra, en la mayoría de los estudios, efectos favorables sobre los parámetros productivos, especialmente en la ganancia de peso corporal y la conversión alimenticia.

Tabla 1
Impacto de diferentes fuentes de omega-3 en parámetros productivos avícolas

Autores	Tipo de estudio	Estirpe	Fuente de Omega-3	Nivel	Resultados principales
Maroufyan et al. (2012)	Experimental	No especificado	Omega-3	0.5–16.5%	8%: peso corporal 2276 gramos y conversión alimenticia 1.94 (mejor);

					16.5% redujo la ganancia de peso
Al-Khalifa et al. (2012)	Experimental	Ross 308	Omega-3	0.5–16.5%	Mejor respuesta inmunitaria; aumento del peso relativo del bazo y citosinas
Ibrahim et al. (2018)	Experimental	Ross 308	Aceite pescado/linaza	1.5–4%	Mayor ganancia de peso corporal y mejor conversión alimenticia
Shirani et al. (2019)	Experimental	Ross 308	Pulicaria	0.1–0.3%	0.3% aumentó la ganancia de peso corporal y redujo la conversión alimenticia
Elnajjar (2021)	Experimental	Hubbard	Omega-3 + probióticos	5–10 kg/t	Mayor ganancia de peso corporal y mejor eficiencia alimenticia
Cong et al. (2022)	Experimental	Ho × Luong	Sacha inchi	2%	No hubo cambios en la ganancia de peso corporal ni en la conversión alimenticia
Wahid et al. (2023)	Experimental	Ross 308	Aceite de pescado	0–0.15%	Ganancia de peso corporal aumentó en días 7–35; mayor peso corporal en día 21
Al-Abdullatif et al. (2023)	Experimental	Ross 308	Aceite salvado arroz	5%	Mejor conversión alimenticia
Rahbari et al. (2024)	Experimental	Ross 308	Aceite de salmón	0.057–0.5%	0.5% incrementó la ganancia de peso corporal y digestibilidad
Kishawy et al. (2024)	Experimental	Cobb 500	Omega-3 + glutamina	0.25–1%	Ganancia de peso corporal aumentó en 25%
Miraeez et al. (2024)	Experimental	Ross 308	Aceite lino nano	1 mL/kg	Aumento de la ganancia de peso corporal y mejor conversión alimenticia
Al-Baadani et al. (2025)	Experimental	No especificado	Pulicaria	0–9 g/kg	3 gramos por kilogramo aumentaron la ganancia de peso corporal
Rahbari et al. (2025)	Experimental	Ross 308	Persia Fat	0–3%	Mayor ganancia de peso corporal en días 25–40 y mayor peso de canal

Nota, omega 3 dosificación

Uso de ácidos grasos omega-3 y su efecto sobre la calidad del huevo en aves de corral.

La evidencia recopilada en la Tabla 2 muestra de manera consistente que la suplementación con ácidos grasos omega-3 en gallinas ponedoras modifica de forma significativa la composición lipídica del huevo, especialmente en la yema, aunque con efectos variables sobre los parámetros productivos y de calidad física.

Tabla 2

Uso de fuentes de omega-3 en aves de corral y su impacto en la composición y calidad del huevo

Autores	Tipo de estudio	Estirpe	Fuente	Nivel	Resultados principales
Ren et al. (2013)	Experimental	Gallinas ponedoras	Relación ácido linoleico/linolénico	20:1 a 1:2	Ácido alfa linolénico en huevo: 0.95 a 5.09%; ácido

					eicosapentaenoico: 0.07 a 0.31%; ácido docosahexaenoico: 0.44 a 3.54%; relación omega 6 a omega 3: 9.37 a 1.31
Lemahieu et al. (2015)	Experimental	Gallinas ponedoras	Linaza, microalgas, pescado	120 mg/100 g	Ácido alfa linolénico: hasta 200 mg por huevo; ácido docosahexaenoico: hasta 90 mg por huevo
Mattioli et al. (2016)	Experimental	Gallinas ponedoras	Aceite enriquecido	50 g/kg	Ácido eicosapentaenoico: 1 a 10 mg por yema; ácido docosahexaenoico: 46 a 84 mg por yema; omega 3 total: 94 a 244 mg por yema
Świątkiewicz et al. (2018)	Experimental	Gallinas ponedoras	Semilla de cáñamo	100–300 g/kg	Ácido eicosapentaenoico: 1.12 a 2.66%; ácido docosahexaenoico: 16.2 a 41%; relación omega 6 a omega 3: 44.9 a 4.92–11.7
Morán et al. (2019)	Experimental	Gallinas ponedoras	Microalgas	Variable	Incremento del contenido de ácido docosahexaenoico en yema; menor eficiencia de transferencia a niveles altos
Berenjian et al. (2021)	Experimental	Lohmann LSL-Lite	Omega-3	No especificado	Peso del huevo disminuyó significativamente (p menor a 0.05); masa del huevo reducida; sin mejora productiva bajo estrés
Attia et al. (2022)	Experimental	Rhode Island Red	Harina de linaza	0–12%	12% mejoró grosor de cáscara y color de yema; sin cambios en peso del huevo ni producción
Muñoz et al. (2024)	Experimental	Gallinas ponedoras	Linaza, colza, pescado	3% + 3% + 0.5%	Omega 3 en huevo: 5.3 a 6.0%; omega 6: 22.9 a 24.3%; relación omega 6/3: 4:1
Antony et al. (2024)	Experimental	Gallinas ponedoras	Huevos enriquecidos	1–2 huevos/día	Contenido de ácido docosahexaenoico en huevo aumentó

					hasta 92.52%; ácido eicosapentaenoico hasta 117.46%; omega 3 total hasta 97.41%
Anam et al. (2025)	Meta-análisis	Gallinas ponedoras	Microalgas	Variable	Peso del huevo, masa del huevo y unidades Haugh aumentaron significativamente (p menor a 0.05)
Cárdenas Bustos (2025)	Experimental	Gallinas ponedoras	Chía, linaza, canola	Variable	Peso del huevo: 67.55 a 68.40 g; unidades Haugh: 80.20 a 84.22; grosor de cáscara: 0.38 a 0.41 mm; color de yema significativo (p menor a 0.0001)

Nota, estudio de nutrientes en el huevo

Uso de ácidos grasos omega-3 en aves de corral y su impacto en la salud inmunológica

Al revisar los estudios de la tabla 3, se refuerza la idea de que los ácidos grasos omega-3 no solo actúan a nivel puntual sobre parámetros inmunológicos, sino que ejercen un efecto sistémico que abarca desde la calidad del producto final hasta la programación fisiológica de las aves.

Tabla 3

Uso de omega-3 y su efecto en la inmunidad y defensa antioxidante en aves de corral

Autores	Tipo de estudio	Estirpe	Fuente de Omega-3	Nivel	Resultados principales
Al-Khalaifah et al. (2020)	Experimental	Ross 308	Linaza/algas/pescado	15–50 g/kg	Actividad de células natural killer aumentó aproximadamente 15–25% con linaza y algas; aceite de pescado redujo índices inmunitarios hasta 10%
Ürüşan y Bölükbaşi (2020)	Experimental	Ross 308	Cúrcuma	0–10 g/kg	4 g/kg incrementó ácido docosahexaenoico en tejidos en aproximadamente 20% y redujo sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico en

					aproximadamente 18%
El-Zenary et al. (2020)	Experimental	Ross 308	Aceite lino + selenio + vitamina E	1.5%	Superóxido dismutasa aumentó aproximadamente 30%; catalasa 25%; glutatión peroxidasa 28%; malondialdehído disminuyó 35%
Al-Khalaifah et al. (2021)	Experimental	Cobb 500	Linaza vs pescado	1.9–5%	Actividad citotóxica aumentó aproximadamente 20% con linaza; incremento de ácidos grasos omega-3 en tejidos aproximadamente 40%
Sierżant et al. (2021)	Experimental	Hubbard Flex	Romero/grosella	2.5–5 g/kg	Malondialdehído reducido aproximadamente 22%; capacidad antioxidante total aumentó aproximadamente 18%
Abdul-Rahman et al. (2023)	Experimental	Pollos de engorde	Omega-3 + quitosano	0.2 mg/kg	Leucocitos aumentaron 12–18%; linfocitos 15%; inmunoglobulinas 20%; anticuerpos 25%; superóxido dismutasa 30%; glutatión reducido 28%
Ewais et al. (2023)	Experimental	Ross 308	Spinacia oleracea	50 mg/kg	Superóxido dismutasa aumentó 27%; catalasa 24%; malondialdehído disminuyó 30%
Ewais et al. (2023) Ensayo 2	Experimental	Pollos de engorde	Spinacia oleracea	50 mg/kg	Superóxido dismutasa aumentó 32%; catalasa 29%; glutatión peroxidasa 26%; óxido nítrico disminuyó 22%; lesiones disminuyeron 35%
Kishawy et al. (2024)	Experimental	Cobb 500	Omega-3 + glutamina	0.25–1%	Glutatión peroxidasa aumentó 35%; superóxido dismutasa 33%; malondialdehído disminuyó 40%; lesiones por Eimeria disminuyeron 30%

Nota, resultados de inmunidad y defensa antioxidante en aves de corral

Discusión

De acuerdo con la tabla 1, Maroufyan et al. (2012) evidenciaron que niveles intermedios (8%) optimizan el rendimiento productivo, mientras que concentraciones elevadas pueden afectar negativamente el crecimiento. Sin embargo, en la mayoría de los estudios se observa que las bajas concentraciones de ácidos grasos omega-3, particularmente en rangos aproximados entre 0.1% y 1%, tienden a generar efectos más consistentes y sostenidos sobre los parámetros productivos (Shirani et al., 2019; Wahid et al., 2023; Rahbari et al., 2024; Kishawy et al., 2024). En estos niveles, los resultados no solo son más favorables, sino también más estables en términos de ganancia de peso corporal y conversión alimenticia, lo que sugiere una respuesta productiva más equilibrada y eficiente.

Al comparar las diferentes fuentes de omega-3 presentadas en la Tabla 1, se puede argumentar que aquellas de origen marino y algunas formulaciones mejoradas muestran los efectos más consistentes sobre los parámetros productivos. En particular, el aceite de pescado destaca por su impacto positivo en la ganancia de peso corporal, la digestibilidad y la conversión alimenticia, como lo evidencian Wahid et al. (2023) y Rahbari et al. (2024). Asimismo, combinaciones funcionales como omega-3 con glutamina o probióticos también muestran resultados sobresalientes, logrando incrementos significativos en el crecimiento y la eficiencia alimenticia (Elnajjar, 2021; Kishawy et al., 2024). Por otro lado, fuentes vegetales como la linaza o la Pulicaria también presentan efectos positivos, aunque en algunos casos más variables dependiendo del nivel de inclusión (Ibrahim et al., 2018; Shirani et al., 2019). En contraste, ciertas fuentes como el sacha inchi no evidenciaron mejoras productivas (Cong et al., 2022), lo que sugiere que no todas las fuentes de omega-3 tienen la misma eficacia.

También se observa en la tabla que algunos estudios presentan resultados variables en relación con la productividad, lo que evidencia que la respuesta a la suplementación con ácidos grasos omega-3 no es uniforme y depende de diversos factores. Cong et al. (2022) no

encontraron diferencias significativas en los parámetros productivos, lo que sugiere que la respuesta al uso de omega-3 puede depender de factores como la fuente utilizada, la dosis, la estirpe o las condiciones experimentales. En conjunto, la evidencia respalda el uso de los ácidos grasos omega-3 como una estrategia nutricional efectiva en la producción avícola, siempre que su inclusión sea adecuada y ajustada a las condiciones de producción (Wahid et al., 2023; Al-Abdullatif et al., 2023; Rahbari et al., 2025).

Desde un enfoque comparativo, los estudios experimentales presentados en la Tabla 2 coinciden en que uno de los principales efectos biológicos de la suplementación con omega-3 es el enriquecimiento del perfil lipídico del huevo, particularmente mediante el incremento de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA ω-3), como el ácido alfa-linolénico (ALA), el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). Por ello, Ren et al. (2013) evidenciaron una mejora notable en la relación ω-6/ω-3 (de 9.37 a 1.31), lo que indica un perfil lipídico más saludable, mientras que Lemahieu et al. (2015) y Mattioli et al. (2016) confirmaron incrementos sustanciales de DHA y EPA en la yema, consolidando la eficacia de diversas fuentes lipídicas en la biofortificación del huevo.

Al comparar las fuentes de omega-3, se identifican diferencias claras en la eficiencia de deposición. Las fuentes marinas, como el aceite de pescado y las microalgas, destacan por aportar directamente EPA y DHA preformados, lo que explica los mayores incrementos observados en estos ácidos grasos en estudios como Morán et al. (2019) y Antony et al. (2024). Sin embargo, estos beneficios pueden verse limitados por factores como la eficiencia de transferencia a altas dosis o problemas organolépticos, como el sabor a pescado y la oxidación lipídica descritos por Kralik et al. (2021) y Gao et al. (2021).

Las fuentes vegetales como la linaza, chía o canola, aunque menos eficientes en la conversión a DHA y EPA debido a limitaciones metabólicas de las aves, siguen siendo ampliamente utilizadas por su bajo costo y disponibilidad, como lo evidencian Attia et al.

(2022) y Muñoz et al. (2024), quienes reportaron mejoras en la composición de ácidos grasos sin afectar negativamente la producción.

En términos de calidad del huevo, los resultados son más heterogéneos. Algunos estudios reportan mejoras en parámetros físicos como el grosor de la cáscara, el color de la yema y las unidades Haugh, indicadores clave de frescura y calidad interna. Por ejemplo, Attia et al. (2022) observaron mejoras en el grosor de la cáscara y el color de la yema con inclusión de linaza al 12%, mientras que Cárdenas-Bustos (2025) y el metaanálisis de Anam et al. (2025) evidenciaron incrementos significativos en unidades Haugh y peso del huevo. No obstante, otros estudios, como Berenjian et al. (2021), reportaron efectos negativos de estrés, incluyendo disminución en el peso y masa del huevo, lo que sugiere que la respuesta productiva depende de factores como la estirpe, el nivel de inclusión y las condiciones ambientales.

Los resultados resumidos en la Tabla 2 muestran que la suplementación con ácidos grasos omega-3 genera efectos favorables sobre la composición lipídica y determinados parámetros de calidad del huevo, aunque la magnitud de estos efectos varía entre las investigaciones revisadas. Esta variabilidad puede atribuirse a diversos factores, entre ellos la fuente de omega-3 utilizada, la cantidad incorporada en la dieta, el tiempo de suplementación, la edad y el potencial genético de las aves, además de las condiciones de manejo y del sistema de producción en que fueron evaluadas.

En este sentido, los hallazgos de Idowu et al. (2026) amplían la discusión al demostrar que la inclusión de omega-3 incrementa de forma consistente la concentración de ácidos grasos beneficiosos de cadena larga en la carne, al mismo tiempo que mejora la función inmunitaria, la salud intestinal y el estado antioxidante en pollos de engorde.

Este enfoque integral coincide con los resultados previamente analizados (El-Zenary et al., 2020; Abdul-Rahman et al., 2023; Kishawy et al., 2024), donde se evidencian mejoras en

enzimas antioxidantes y parámetros inmunológicos, sugiriendo que los omega-3 actúan como moduladores clave del equilibrio fisiológico general.

Al comparar las fuentes de omega-3, se evidencia que las alternativas vegetales, como la linaza, no solo favorecen la acumulación de omega-3 en tejidos, sino que también estimulan la actividad citotóxica y la funcionalidad inmune. Esto se confirma en el estudio de Al-Khalaifah et al. (2021), donde la linaza incrementó la actividad citotóxica en aproximadamente 20% y elevó el contenido de omega-3 en tejidos en un 40%, superando al aceite de pescado en términos inmunológicos.

Este comportamiento podría estar relacionado con una mejor interacción metabólica o con la presencia de compuestos secundarios beneficiosos en fuentes vegetales. Asimismo, estudios como Abdul-Rahman et al. (2023) demuestran que la combinación de omega-3 con otros aditivos como el quitosano potencia aún más la respuesta inmune, evidenciado en incrementos de leucocitos (12–18%), linfocitos (15%) e inmunoglobulinas (20%), lo que refleja una activación integral del sistema de defensa.

Por otro lado, un aspecto clave que emerge de la revisión es el papel de los omega-3 en la regulación del estrés oxidativo, estrechamente vinculado con la función inmunológica. Diversos estudios coinciden en que la suplementación mejora significativamente la actividad de enzimas antioxidantes. El-Zenary et al. (2020) reportaron incrementos importantes en superóxido dismutasa (30%), catalasa (25%) y glutatión peroxidasa (28%), junto con una reducción del malondialdehído del 35%, lo que indica una menor peroxidación lipídica. De manera similar, Ewais et al. (2023) y Kishawy et al. (2024) confirmaron estos efectos antioxidantes, destacando además la reducción de lesiones y daño tisular, especialmente en condiciones de desafío sanitario como infecciones por Eimeria.

Adicionalmente, la inclusión de compuestos naturales con propiedades antioxidantes, como cúrcuma, romero o extractos vegetales, parece potenciar los efectos de los omega-3.

Ürüşan y Bölükbaşi (2020) observaron que la cúrcuma incrementó el DHA en tejidos y redujo los marcadores de oxidación, mientras que Sierżant et al. (2021) reportaron mejoras en la capacidad antioxidante total y disminución del malondialdehído al combinar omega-3 con extractos de romero y grosella. Esto sugiere una sinergia entre los ácidos grasos y los antioxidantes naturales, lo cual es clave para optimizar la respuesta inmune sin generar efectos adversos asociados a la oxidación lipídica.

Los resultados presentados en la Tabla 3 permiten explicar cómo se relacionan los principales beneficios atribuidos a los ácidos grasos omega-3 descritos en esta revisión. La reducción del estrés oxidativo contribuye a preservar la integridad de las células y a disminuir el daño provocado por las especies reactivas de oxígeno, fortaleciendo así la capacidad de respuesta del sistema inmunitario de las aves. Como consecuencia, un sistema inmune más eficiente requiere un menor gasto de energía para enfrentar procesos inflamatorios, lo que posibilita que una mayor cantidad de nutrientes sea aprovechada para el crecimiento, la eficiencia en la conversión alimenticia y el rendimiento productivo.

Conclusión

La evidencia científica analizada demuestra que la suplementación con ácidos grasos omega-3 puede influir favorablemente en el rendimiento productivo, la calidad del huevo y la salud inmunológica de las aves de corral, aunque su efecto no es uniforme y depende principalmente de la fuente utilizada, el nivel de inclusión y las condiciones de producción. En el ámbito productivo, se evidenció que las dosis bajas a moderadas presentan respuestas más consistentes sobre la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, mientras que niveles elevados pueden limitar estos beneficios. En gallinas ponedoras, los omega-3 favorecen principalmente el enriquecimiento del perfil lipídico del huevo mediante una mayor incorporación de ácidos grasos beneficiosos como ALA, EPA y DHA. Sin embargo, las respuestas relacionadas con las

características físicas del huevo presentan mayor variabilidad, debido a factores asociados con la fuente de suplementación, la dosis, la estirpe, la edad y las condiciones de manejo.

De igual manera, la evidencia revisada muestra efectos favorables sobre la salud de las aves, relacionados con el fortalecimiento de la respuesta inmunológica y la capacidad antioxidante, así como con la reducción del estrés oxidativo. Estos beneficios pueden contribuir a mantener un mejor equilibrio fisiológico y favorecer indirectamente el aprovechamiento de los nutrientes destinados al crecimiento y al desempeño productivo.

Referencias bibliográficas

Abraham, M. E., Serpa, P., Fraley, G. S., & Karcher, D. M. (2025). Efectos de la edad en las mediciones de la activación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal en gallinas ponedoras. *Poultry Science, 104*(3), 104844. https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104844

Abdul-Rahman, D. I., Hassan, M. F., Khalil, W. F., Ahmed, E. A., & Youssef, F. M. (2023). Application of chitosan and omega-3 supplementation on blood components, immunity, and antioxidant enzymes in broiler chickens. Journal of Advanced Veterinary Research, 13(6), 1063–1069. https://www.advetresearch.com/index.php/AVR/article/view/1356

Aguillón-Páez, Y. J., Romero, L. A., & Díaz, G. J. (2020). Effect of dietary inclusion of high-fat sunflower or flaxseed seeds on performance, egg yolk fatty acid profile, and egg quality in laying hens. Animal Nutrition, 6, 179–184. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.12.005

Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Tiwari, R., Yatoo, M. I., Bhatt, P., Khurana, S. K., & Dhama, K. (2019). Ácidos grasos omega-3 y omega-6 en la nutrición avícola: Efecto sobre el rendimiento productivo y la salud. *Animals, 9*(8), 573. https://doi.org/10.3390/ani9080573

Alagawany, M., Farag, M. R., Dhama, K., & Patra, A. (2018). Importancia nutricional y beneficios para la salud de los huevos de diseño. *World's Poultry Science Journal*, *74* (2), 317–330. https://doi.org/10.1017/S0043933918000041

Al-Abdullatif, A., Hussein, E., Suliman, G., Akasha, M., Al-Badwi, M., Ali, H., & Azzam, M. (2023). Evaluation of rice bran oil as a dietary energy source on growth performance, nutritional properties, and fatty acid deposition in broiler breast meat. Foods, 12, 366. https://doi.org/10.3390/foods12020366

Al-Baadani, H. H., Alharthi, A. S., Alhotan, R. A., Aboragah, A. A., & Al-Abdullatif, A. A. (2025). Influence of Pulicaria jaubertii as a medicinal plant additive on growth performance, antibody titers, immune-related gene expression, microbiota activity, and

intestinal histomorphology of male broiler chickens. Journal of Applied Animal Research, 53, 2467130. https://doi.org/10.1080/09712119.2025.2467130

Al-Khalifa, H., Givens, D. I., Rymer, C., & Yaqoob, P. (2012). Effect of n-3 fatty acids on immune function in broiler chickens. Poultry Science, 91(1), 74–88. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01693

Al-Khalaifah, H., & Al-Nasser, A. (2020). Dietary supplementation with various fatty oils affects the phytohemagglutinin skin test in broiler chickens. Frontiers in Immunology, 11, 1735. https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01735

Al-Khalaifah, H., & Al-Nasser, A. (2021). Dietary source of polyunsaturated fatty acids influences cellular cytotoxicity in broiler chickens. Scientific Reports, 11, 10113. https://doi.org/10.1038/s41598-021-89381-3

Anam, M. S., Muslykhah, U., Sadid, M. M., Noviandi, C. T., Astuti, A., Paradhipta, D. H. V., & Agus, A. (2025). Efectos de la suplementación con microalgas en el rendimiento, la calidad del huevo, los niveles de ácidos grasos de la yema y los parámetros sanguíneos en gallinas ponedoras: un metaanálisis. Scientific Reports, 15, 44877. https://doi.org/10.1038/s41598-025-28515-3

Antony, B., Benny, M., José, S., Jacob, S., Nedumpilly, V., Ajimol, M. S., & Abraham, G. (2024). Desarrollo de huevos enriquecidos con omega-3 mediante un suplemento alimenticio para aves a base de aceite de pescado. Revista de Investigación Avícola Aplicada, 33(3), 100429. https://doi.org/10.1016/j.japr.2024.100429

Attia, Y. A., Al-Harthi, M. A., Al Sagan, A. A., Abdulsalam, N. M., Hussein, E. O. S., & Olal, M. J. (2022). Producción y calidad de los huevos, metabolitos lipídicos, estado antioxidante y respuesta inmunitaria de gallinas ponedoras alimentadas con dietas con diferentes niveles de harina de linaza remojada. Agriculture, 12(9), 1402. https://doi.org/10.3390/agriculture12091402

Berenjian, A., Sharifi, S. D., Mohammadi-Sangcheshmeh, A., & Bakhtiarizadeh, M. R. (2021). Omega-3 fatty acids reduce the negative effects of dexamethasone-induced physiological stress in laying hens by acting through the nutrient digestibility and gut morphometry. Poultry Science, 100(3), 100889. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.002

Cárdenas-Bustos, S. A. (2025). Efecto del uso de diferentes materias primas sobre parámetros de calidad en huevos enriquecidos con omega-3. Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, 9(2), 209–237. https://doi.org/10.61236/ciya.v9i2.1114

Cong, O. N., Viet, D. N., Kim, D. P., & Hornick, J.-L. (2022). Effects of dietary supplementation with sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) oil and medicinal plant powder on growth performance, carcass traits, and breast meat quality of colored broiler chickens in Vietnam. Tropical Animal Health and Production, 54, 87. https://doi.org/10.1007/s11250-021-02994-8

Elnajjar, K. A. (2021). Effects of omega-3 and probiotics supplementation on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. Egyptian Poultry Science Journal, 41, 461–471. https://doi.org/10.21608/epsj.2021.195744

El-Zenary, A. S. A., Ying, Y., Hulet, R. M., Harvatine, K. J., & Elkin, R. G. (2020). Effect of reducing dietary linoleic acid on omega-3 fatty acid content in tissues of broiler chickens fed supplemental flaxseed oil from 18 to 35 days of age. Journal of Applied Poultry Research, 29, 730–743. https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.06.001

Ewais, O., Abdel-Tawab, H., El-Fayoumi, H., Aboelhadid, S. M., Al-Quraishy, S., Falkowski, P., & Abdel-Baki, A.-A. S. (2023). Administration of omega-3-rich ethanolic extract of Spinacia oleracea improves oxidative stress and goblet cells in broiler chickens infected with Eimeria tenella. Molecules, 28, 6621. https://doi.org/10.3390/molecules28186621

Gallinger, C. I. (2018). Efecto de los ácidos grasos omega-3 (n-3) incorporados a las dietas de gallinas sobre la composición del huevo. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73588

Gao, Z., Zhang, J., Li, F., Zheng, J., & Xu, G. (2021). Effects of dietary oils on laying performance and egg quality of laying hens. Animals, 11, 3482. https://doi.org/10.3390/ani11123482

García, A. S. (2019). Efecto de las condiciones de crianza sobre la producción y la calidad de la carne de pollos ecológicos. https://doi.org/10.14201/gredos.143545

Javed, A., Hashmi, M. S., Imran, M., Amjad, R., & Javaid, U. (2025). Dietary enrichment of Leghorn layers with flaxseed, chia seed, and fish oil: Effects on performance patterns and egg quality characteristics. *Poultry Science and Management, 2*, 12. https://doi.org/10.1186/s44364-025-00015-0

Ibrahim, D., El-Sayed, R., Khater, S. I., Said, E. N., & El-Mandrawy, S. A. (2018). La modificación de la proporción dietética n-6: n-3 mediante diferentes fuentes de aceite afecta el rendimiento, el comportamiento, la expresión de ARNm de citocinas y el perfil de ácidos grasos de la carne de pollos de engorde. Animal Nutrition, 4, 44–51. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.08.003

Idowu, P. A., Negogogo, T. C., & Mpofu, T. J. (2026). Effect of omega-3 fatty acid supplementation on broilers' health and meat quality: A systematic review. Animals, 16(5), 846. https://doi.org/10.3390/ani16050846

Kishawy, A. T. Y., Abd El-Wahab, R. A., Eldemery, F., Abdel Rahman, M. M. I., Altuwaijri, S., Ezz-Eldin, R. M. M., Abd-Allah, E. M., Zayed, S., Mulla, Z. S., El Sharkawy, R. B., Badr, S., Youssef, W., & Ibrahim, D. (2024). Insights of early feeding regime supplemented with glutamine and various levels of omega-3 in broiler chickens: Growth performance, muscle building, antioxidant capacity, intestinal barriers health and defense against mixed Eimeria spp. infection. Veterinary Quarterly, 44(1), 1–20. https://doi.org/10.1080/01652176.2024.2373287

Kostogrys, R. B., Filipiak-Florkiewicz A., Derewiaka D., Duda A., Czyżowska A., & Żebrowska A. (2017). Effect of dietary pomegranate seed oil on laying hen

performance and physicochemical properties of eggs. *Food Chemistry, 221*, 1096–1103. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.051

Kralik, G., Kralik, Z., Grčević, M., Galović, O., Hanžek, D., & Biazik, E. (2021). Fatty acid profile of eggs produced by laying hens fed diets containing different proportions of fish oil. Poultry Science, 100, 101379. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101379

Lemahieu, C., Bruneel, C., Ryckebosch, E., Muylaert, K., Buyse, J., & Foubert, I. (2015). Impacto de diferentes fuentes de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (AGPI n-3) (semilla de lino, Isochrysis galbana, aceite de pescado y DHA Gold) en el enriquecimiento (eficiencia) de AGPI n-3 de cadena larga en la yema de huevo. Journal of Functional Foods, 19(B), 821–827. https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.04.021

Maroufyan, E., Kasim, A., Ebrahimi, M., Loh, T. C., Hair-Bejo, M., Zerihun, H., & Hosseni, F. (2012). Enrichment with omega-3 polyunsaturated fatty acids alters performance and immune response in broiler chickens challenged with infectious bursal disease. Lipids in Health and Disease, 11, 15. https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-15

Mattioli, S., Dal Bosco, A., Martino, M., Ruggeri, S., Marconi, O., Sileoni, V., Falcinelli, B., Castellini, C., & Benincasa, P. (2016). La suplementación con brotes de alfalfa y lino enriquece el contenido de compuestos bioactivos y reduce el colesterol en el huevo de gallina. Journal of Functional Foods, 22, 454–462. https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.02.007

Mero-Chávez, U. F., Baduy Molina, A. L., & Cárdenas Reyes, E. E. (2022). Producción avícola y su incidencia en el desarrollo económico del cantón Olmedo, provincia de Manabí. Journal Business Science, 3, 43–61. https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/business_science

Miraeez, S. F., Abbasi, F., Ansari, M., & Samadi, F. (2024). Nanoencapsulated flaxseed oil has the potential to improve omega-3 fatty acid profile and modulate hepatic fatty acid-related gene expression in broiler chickens. European Journal of Lipid Science and Technology, 126, 2400028. https://doi.org/10.1002/ejlt.202400028

Morán, C. A., Morlacchini, M., Keegan, J. D., & Fusconi, G. (2019). Incremento del contenido de omega-3 en huevos de gallina mediante la suplementación dietética con microalgas Aurantiochytrium limacinum: Efecto de la tasa de inclusión en el patrón temporal del enriquecimiento con ácido docosahexaenoico, la eficiencia de transferencia y las características del huevo. Revista de Investigación Avícola Aplicada, 28(2), 329–338. https://doi.org/10.3382/japr/pfy075

Muñoz, M. V., Armendáriz, L., Robles Haberkorn, S., & Braun, R. O. (2024). Calidad nutritiva en huevos de gallinas alimentadas con dietas enriquecidas con ácidos grasos omega 3 y 9. Semiárida, 34(1), 57–62. https://doi.org/10.19137/semiarida.2024(1).57-62

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2025, junio 12). FAO Food Outlook: Global output of key food commodity crops on course for new records. https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-food-outlook--global-output-of-key-food-commodity-crops-on-course-for-new-records/es

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2026) Producción avícola. https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/

Page, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D.; et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 372: n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Pérez-Tejada, J., Arregi, A., Gómez-Lázaro, E., Vegas, O., & Azpiroz, A. (2013). Afrontamiento del estrés social crónico en ratones: Actividad del eje hipotalámico-hipofisario-suprarrenal/simpático-suprarrenal-medular, cambios conductuales y efectos del tratamiento con antalarmina: Implicaciones para el estudio de las psicopatologías relacionadas con el estrés. Neuroendocrinology, 98(1), 73–88. https://doi.org/10.1159/000353620

Rahbari, S., Sharifi, S. D., Salehi, A., Pahlavan, S., & Honarbakhsh, S. (2024). Los ácidos grasos omega-3 mitigan los cambios histológicos y modulan la expresión de los genes ACACA, PFK1 y ET-1 en pollos de engorde bajo estrés ambiental: Un estudio de la arteria pulmonar, los cardiomiocitos y el hígado. Poultry Science, 103, 104387. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104387

Rahbari, S., Salehi, A., Sharifi, S. D., & Honarbakhsh, S. (2025). Dietary omega-3 fatty acids affect the growth performance of broiler chickens reared at high stocking density. *Poultry science, 104*(1), 104468. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104468

Remize, M., Brunel, Y., Silva, J. L., Berthon, J. Y., & Filaire, E. (2021). Microalgae n-3 PUFAs Production and Use in Food and Feed Industries. Marine drugs, 19(2), 113. https://doi.org/10.3390/md19020113

Ren, Y., Perez, T. I., Zuidhof, M. J., Renema, R. A., & Wu, J. (2013). Estabilidad oxidativa de huevos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados omega-3. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(48), 11595–11602. https://doi.org/10.1021/jf403039m

Romero, L. M., Dickens, M. J., & Cyr, N. E. (2009). El modelo de alcance reactivo: Un nuevo modelo que integra homeostasis, alostasis y estrés. *Hormones and Behavior, 55*(3), 375–389. https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2008.12.009

Shirani, V., Jazi, V., Toghyani, M., Ashayerizadeh, A., Sharifi, F., & Barekatain, R. (2019). Powdered Pulicaria gnaphalodes in broiler diets: Effects on performance, intestinal health, antioxidant enzyme activity, and fatty acid profile. Poultry Science, 98, 2577–2587. https://doi.org/10.3382/ps/pez010

Sierżant, K., Korzeniowska, M., Orda, J., Wojdyło, A., Gondret, F., & Półbrat, T. (2021). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and blackcurrant (*Ribes nigrum*) extracts supplementation on performance indices and oxidative stability of broiler chicken meat. *Animals, 11*, 1155. https://doi.org/10.3390/ani11041155

Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A., Krawczyk, J., Szczurek, W., Puchała, M., & Józefiak, D. (2018). Efecto de aditivos alimentarios seleccionados sobre el rendimiento del huevo y la calidad de la cáscara en gallinas ponedoras alimentadas con una dieta

con contenido de calcio estándar o reducido. Annals of Animal Science, 18(1), 167–183. https://doi.org/10.1515/aoas-2017-0038

Ürüşan, H., & Bölükbaşi, C. (2020). Influence of turmeric (Curcuma longa) powder on fatty acid composition and shelf life of broiler chicken meat. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 35, 29–35. https://doi.org/10.28955/alinterizbd.737995

Wahid, S. T., Lee, B. G., & Kim, I. H. (2023). Efecto de la suplementación con aceite de pescado purificado sobre el rendimiento del crecimiento, la calidad de la carne y el perfil sanguíneo en pollos de engorde. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 107*, 723–732. https://doi.org/10.1111/jpn.13752